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

CONTENIDO

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO....4
I.1.1. Nombre del proyecto....4
I.1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE....4

I.2. RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....6

I.3. DIRECCIÓN DEL PROYECTO....7

I.4. DURACIÓN DEL PROYECTO. 9

I.5. TIPO DE OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO CONFORME AL ARTÍCULO 5 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.... 10

I.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 10
1.6.1.1 Naturaleza del proyecto 10
1.6.1.2. Objetivos del proyecto 13
1.6.1.3. Justificación 13
I.6.1.4. Ubicación física del proyecto 18
I.6.1.5. Superficies requeridas del proyecto 21
I.6.1.6. Vías de acceso al proyecto 22
I.6.1.7. Inversión del proyecto 23

1.7. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 24
I.7.1. Dimensiones del proyecto 24
I.7.2. Descripción de los procesos del proyecto 25
I.7.2.1. Preparación del sitio 25
Actividades previas 25
I.7.2.2. Construcción 34
I.7.2.3. Operación y Mantenimiento. 42
I.7.2.4. Abandono de las instalaciones 43

1.8. Personal requerido 43

I.9. Generación de empleos. 44

I.10. Equipo requerido para la ejecución del proyecto 46

I.11. Horario de trabajo 46

I.12. Programa de obra. 47

I.13. Generación y manejo de residuos sólidos, líquidos emisiones a la atmosfera.... 49

I.14. Otros considerados 55

I.15. Bibliografía y referencias. 57

Lista de Figuras y Tablas

Figura 1. Croquis de ubicación del proyecto. Plano Base (SITU Actualización: 30/09/2025). 7
Figura 2. Altura de ola en la zona de estudio 8
Figura 3 Croquis de localización desde una perpectiva estatal. 18
Figura 4. Ubicación local del proyecto (ortofoto). 19
Figura 5. polígono que delimita el área de proyecto. 20
Figura 6.Vías de acceso al área de proyecto. 23
Figura 7. *Modelo geotécnico en el área de proyecto.* 26
Figura 8. Proceso de dragado mediante almeja y colocación en contenedor. 36
Figura 9. Representación de colocación de pilote para hincado. 37
Figura 10. Referencia sección longitudinal de hincado de pilotes. 38
Figura 11. Representación de movimiento de barcaza para actividades de hincado de pilotes. 39
Figura 12. Pantallas prefabricadas. 40

Tabla 1. Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo) 9
Tabla 2. Clasificación sectorial y código SCIAN aplicable a los componentes del proyecto de muelles pesqueros. 12
Tabla 3. Vértices del polígono de construcción del proyecto. 19
Tabla 4.Superficies generales de proyecto. 22
Tabla 5. Inversión del proyecto. 23
Tabla 6. Dimensiones constructivas por muelle. 24
Tabla 7. Personal requerido para la ejecución del proyecto. 43
Tabla 8. Empleos generados con la ejecución del proyecto, así como beneficio social directo generado por su uso. 45
Tabla 9. Maquinaria y equipo requerido para la ejecución del proyecto. 46
Tabla 10. Programa general de obra. 47
Tabla 11. Tipos de residuos generados con el proyecto. 52
Tabla 12. Tabla resumen de cálculo de consumo, emisiones y volúmenes de residuos generados del proyecto. 54

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

"CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA"

I.1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

Nombre o Razón Social

Muelles Puentes y Caminos S.A. de C.V

los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP

Datos del Representante Legal

los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP

Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.

los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP

Personas autorizadas para recibir y entregar información relacionada a este trámite.

Nombre	Cargo	Correo electrónico	Dirección

los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP

I.2. RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Nombre o Razón Social: C. Rocío García Rodríguez (persona física)

los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

_____

C. Rocío García Rodríguez

los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y
115 primer párrafo de la LGTAIP

_____

C. Pedro Daniel Barba López

I.3. DIRECCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo, estado de Colima, a 770 metros del centro histórico de la ciudad, en zona marina colindante al Mercado de Pescadores, conocida localmente como "El Tajo", "Mercado de Pescadores" o "La Playita de en Medio", dentro de la bahía de Manzanillo. La vía de comunicación terrestre más próxima es la Avenida Niños Héroes.

El entorno inmediato corresponde a una zona urbanizada consolidada, con uso de suelo mixto turístico-pesquero, colindante con el Malecón, el Paseo San Pedrito, el propio Mercado de Pescadores, así como con infraestructura portuaria existente (Terminal de Cruceros y muelle turístico), lo que denota un sitio sujeto a presión antrópica previa y continua.



Figura 1. Croquis de ubicación del proyecto. Plano Base (SITU Actualización: 30/09/2025).

De acuerdo con los ESTUDIOS DE HIDRODINÁMICA MARITIMA realizado para la zona el sitio presenta oleaje incidente, con corrientes marinas de baja velocidad, del orden de 0.66 nudos (1.2 km/h), inferiores a las corrientes de resaca registradas en otras bahías de referencia, del orden de 4 nudos (ver Figura 2).

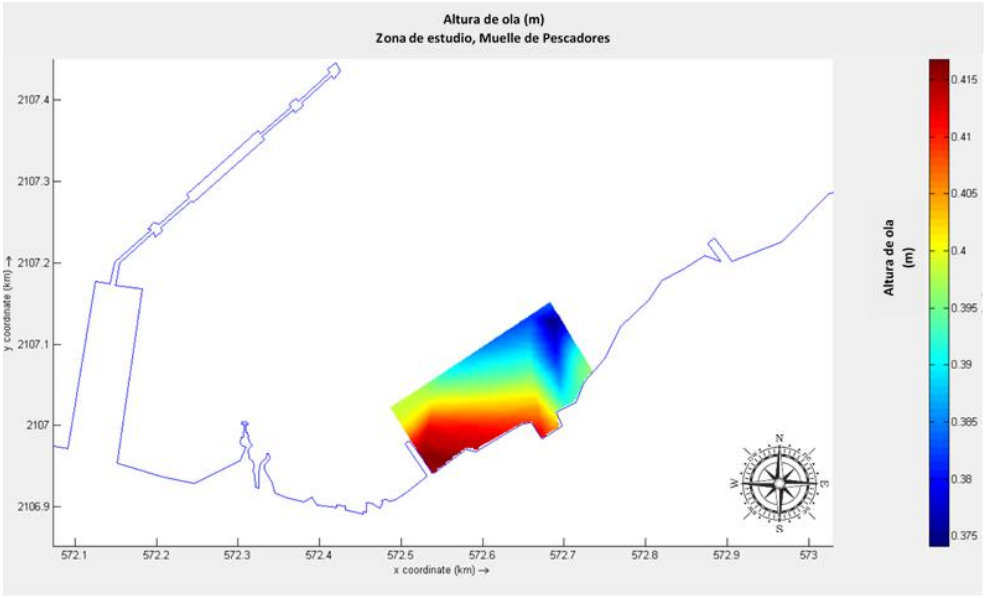


Figura 2. Altura de ola en la zona de estudio

Con base en la consulta del Atlas Nacional de Riesgos y el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica del CENAPRED (22 de agosto de 2026), se determina que el sitio del proyecto se ubica en cada uno de los siguientes supuestos:

Peligro sísmico: alto.	El área analizada se localiza en un entorno de peligro sísmico significativo, por lo que se identifica un riesgo muy alto de inestabilidad de laderas en algunas zonas próximas al área de estudio, particularmente en aquellas con relieve accidentado. En las porciones terrestres colindantes se estima una aceleración máxima del terreno de 568 cm/s^2 para un periodo de retorno de 500 años, correspondiente al valor más alto representado en el mapa. Asimismo, se identifica un periodo de retorno aproximado de 21 años para aceleraciones mayores de 0.15 g y una intensidad máxima de grado VIII en la escala de Mercalli Modificada ante un escenario sísmico de magnitud 8. La microzonificación sísmica de Manzanillo clasifica las manzanas próximas al Sector 6 con riesgo alto.
Intensidad sísmica esperada: severa, grado VIII.	
Riesgo sísmico en colindancias urbanizadas: alto.	
Aceleración máxima del terreno: alta, hasta 568 cm/s^2 para Tr = 500 años.	
Inundación por Exposición a tsunami: Potencial	Debido a que el sitio se encuentra en contacto directo con la zona costera existe exposición potencial de inundación en un supuesto de tsunami de ola de 10 m.

Vientos fuertes:	Muy bajo
Ciclones tropicales:	
Peligro de depresión Tropical y Peligro de Tormenta Tropical	Bajo
Peligro de depresión	Bajo
Peligro de tormenta	Bajo
Peligro de huracán de categoría 1-5	Muy bajo

I.4. DURACIÓN DEL PROYECTO.

Se solicita que la vigencia de la autorización en materia de impacto ambiental sea acorde con la vida útil del proyecto, estimada en 50 años, de acuerdo a la Tabla siguiente:

Tabla 1. Duración estimada del Proyecto (conforme al cronograma de trabajo).

Etapa	***Duración en años, meses o semanas***
Actividades previas Preparación del sitio y construcción	6 meses
Operación y mantenimiento	49 años, 6 meses
Cierre y abandono de sitio	No se contempla desmantelamiento*

* No se contempla un programa de desmantelamiento total al término de la vida útil operativa. Se prevé que el mantenimiento de la infraestructura sea asumido por el Gobierno del Estado de Colima o el H. Ayuntamiento de Manzanillo en el marco de los instrumentos de coordinación institucional que se formalicen para tal efecto entre éste, la Administración Portuaria y las autoridades federales competentes, incluyendo un dictamen técnico-estructural periódico que determine la condición de la obra y, en su caso, la procedencia de mantenimiento mayor, rehabilitación o sustitución.

I.5. TIPO DE OBRAS O ACTIVIDADES DEL PROYECTO CONFORME AL ARTÍCULO 5 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El proyecto se ubica en el supuesto previsto en el Artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, inciso A) Hidráulicas, fracción "III. ***Proyectos de construcción de muelles,*** *canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;".*

Consiste en la construcción de dos muelles destinados al atraque de barcazas y lanchas de pescadores, con el objeto de ordenar dicho atraque y brindar condiciones de seguridad a las embarcaciones pesqueras locales

I.6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.6.1. Información General del proyecto.

1.6.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de **dos muelles** que ocuparán una superficie de plataforma de **802.57 m^2** (401.285 m^2 cada uno) y posiciones de atraque en diente o peine tipo B, destinados a proporcionar infraestructura para el atraque y operación de embarcaciones.

Cada muelle contempla el hincado de 44 pilotes prefabricados de concreto, sobre los cuales se colocarán las plataformas de atraque prefabricadas.

La obra contempla una profundidad de hincado de 13.56 m, considerando las condiciones del sitio y las características del lecho marino. El área de afectación directa asociada a las actividades de hincado de pilotes será de **155.5 m^2,** y se generará **388.78 m^3** de materiales de dragado, correspondiente a las actividades de preparación y adecuación del lecho marino para la instalación de los elementos de cimentación.

Como medida de seguridad, se considera una Zona de Seguridad Operativa ubicada fuera del polígono del proyecto. Dicha zona no recibirá ningún tipo de impacto derivado de las obras, ya que su única función será proporcionar el espacio necesario para el desarrollo de las maniobras operativas durante la etapa de construcción, manteniendo alertadas y a resguardo a las embarcaciones que naveguen en la zona.

Como parte de los trabajos de integración entre la infraestructura del muelle y la losa, se contempla la colocación de una rejilla metálica removible entre el muelle y la losa, cuya función será cubrir el espacio de transición entre ambas estructuras, proporcionando una superficie segura para el tránsito y permitiendo su retiro para facilitar actividades de inspección, limpieza y mantenimiento.

La ejecución de los trabajos se realizará mediante procedimientos constructivos adecuados a las condiciones del sitio, procurando minimizar la afectación al lecho marino y al entorno inmediato, así como mantener las condiciones de seguridad durante todas las etapas de proyecto:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

El proyecto contempla una serie de acciones orientadas a prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos que se puedan ocasionar al medio ambiente en sus diferentes etapas, encontrándose principalmente:

- Medidas de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna
- Programa de Vigilancia y Monitoreo Ambiental
- Medidas de prevención y mitigación de impactos

El proyecto se clasifica como un conjunto de obras y actividades, ya que integra tanto la ejecución de obra civil, como actividades operativas asociadas (atraque, arribo y descarga de embarcaciones pesqueras)

Por lo tanto, la clasificación económica de un proyecto de esta naturaleza requiere distinguir entre tres elementos que, aunque están funcionalmente integrados, corresponden a categorías distintas dentro del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) y de la clasificación macroeconómica por sectores (primario, secundario, terciario).

Tabla 2. Clasificación sectorial y código SCIAN aplicable a los componentes del proyecto de muelles pesqueros.

Componente del proyecto	***Clasificación macroeconómica***	***Código SCIAN aplicable***	***Justificación***
Actividad pesquera ribereña *(captura realizada por los pescadores)*	Sector Primario	Sector 11 — Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	Constituye la obtención directa de recursos naturales (extracción del recurso pesquero) sin transformación previa.
Construcción física de los muelles *(obra civil, etapa constructiva)*	Sector Secundario	Sector 23 — Construcción	Corresponde a la transformación de materiales e insumos en una obra de infraestructura; aplica únicamente durante la fase de construcción del proyecto.
Operación del muelle *(atraque, arribo y descarga, una vez construido)*	Sector Terciario (servicios de apoyo)	488310 — Administración de puertos y muelles	El SCIAN clasifica la administración y operación de infraestructura portuaria como actividad terciaria de apoyo al transporte, independientemente de que el bien manejado provenga del sector primario.

Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2023).

Si bien la infraestructura de atraque y descarga se clasifica formalmente, bajo el SCIAN, dentro del sector terciario (servicios de apoyo al transporte por agua), se relaciona con el propósito económico y funcional del proyecto. Los muelles pesqueros constituyen la **infraestructura habilitante indispensable** para el desarrollo de la actividad pesquera ribereña, actividad que sí pertenece inequívocamente al sector primario (SCIAN sector 11), ya que, sin puntos de arribo, atraque y descarga adecuados, la extracción, manejo y comercialización del recurso pesquero no podría realizarse en condiciones operativas, sanitarias ni económicamente viables.

En este sentido, el proyecto puede caracterizarse funcionalmente como **infraestructura de apoyo al sector primario**, en tanto que:

- Su existencia depende directamente de la actividad extractiva pesquera y no tiene función económica autónoma sin ella.
- Su beneficio económico principal se transfiere al eslabón primario de la cadena de valor (el pescador), mejorando sus condiciones de captura, manejo y negociación del producto.

- Se enmarca dentro de la vocación productiva primaria consolidada de la región, dado que Colima se ubica entre los cinco estados de mayor afinidad económica en el sector pesquero a nivel nacional (índice de 0.64 en 2014).

1.6.1.2. Objetivos del proyecto

Objetivo general

Ordenar espacialmente una práctica existente de atraque pesquero mediante la construcción de un muelle a base de pilotes de concreto sobre los que se instalarán prefabricados para establecer una plataforma de concreto en dientes o peine tipo B. La dimensión aproximada de la plataforma de cada muelle es de 401.285 m^2 (54.31 de largo por 21.00 m en su sección más ancha), que sustituya las condiciones actuales de atraque irregular por una infraestructura formal, segura y ambientalmente controlada.

Objetivos específicos

1. Ordenar y concentrar los puntos de anclaje actualmente dispersos en el sitio, reduciendo la afectación difusa sobre el lecho marino.
2. Sustituir los elementos de lastre dispersos en el lecho marino (botes con concreto) por una solución estructural definida, técnicamente diseñada y con vida útil determinada.
3. Mejorar las condiciones de seguridad operativa para los pescadores durante las actividades de atraque, arribo y descarga de producto.
4. Facilitar la implementación de medidas de monitoreo y gestión ambiental durante la operación del muelle, actualmente inexistentes bajo el esquema de uso irregular del sitio.

1.6.1.3. Justificación

En el presente apartado se exponen los elementos que fundamentan la necesidad y viabilidad de desarrollar el proyecto "Construcción de muelles para pecadores en Manzanillo, Colima", privilegiando aquellos aspectos de carácter ambiental que sustentan su compatibilidad con las condiciones actuales del sitio.

a) Condición ambiental preexistente del sitio.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto presenta un uso histórico consolidado como punto de atraque de embarcaciones menores dedicadas a la pesca local, actividad que actualmente se desarrolla de manera irregular mediante la colocación de elementos de lastre (botes con concreto) sobre el lecho marino. Esta condición representa, en sí misma, una alteración no controlada del entorno marino inmediato, carente de las medidas de mitigación, monitoreo y ordenamiento que sí contempla el proyecto propuesto.

Este frente costero forma parte de una zona previamente intervenida mediante obras de infraestructura, siendo la ampliación del malecón turístico la que ha tenido impacto directo sobre la misma. Dichas intervenciones han modificado de manera permanente el perfil litoral, generando superficies sobre terrenos ganados al mar y consolidando un entorno con características predominantemente antropizadas. En consecuencia, el sitio no corresponde a un ecosistema costero en condición natural o prístina, sino a un espacio con historial de transformación previa, lo que reduce el riesgo de afectación a hábitats no perturbados.



Vista general de las áreas adyacentes al proyecto

b) Ausencia de recursos naturales sensibles en el sitio

La caracterización ambiental del área confirma condiciones favorables para minimizar el impacto del proyecto:

- **No existe vegetación** en el sitio de proyecto ni en su área de influencia directa, por lo que **no se requiere cambio de uso de suelo forestal**, eliminando uno de los impactos ambientales más comúnmente asociados a proyectos de infraestructura costera.
- No se identificaron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que puedan verse afectadas por las actividades de construcción u operación del proyecto, lo que descarta impactos sobre poblaciones de flora o fauna en estatus de riesgo.
- No se registran **formaciones coralinas** en el área de influencia del proyecto, por lo que se descarta la afectación a este tipo de ecosistemas, particularmente sensibles y de lenta recuperación ante perturbaciones físicas.
- De acuerdo con el estudio geotécnico realizado en el sitio (sondeos SM-01, SM-02 y SM-03), el lecho marino está conformado predominantemente por **arena fina a media**, con compacidad variable de suelta a muy densa según la profundidad, y sin presencia de sustrato rocoso o consolidado. Esta naturaleza arenosa del fondo marino es consistente con la ausencia de formaciones coralinas y de comunidades bentónicas asociadas a sustratos duros, lo que reduce el potencial de afectación a hábitats bentónicos de mayor complejidad estructural y valor ecológico.

Esta condición del sitio constituye un elemento técnico para sustentar la viabilidad ambiental del proyecto, al confirmar que las actividades constructivas (hincado de pilotes, dragado de 388.8 m^3) no comprometen recursos naturales de alta sensibilidad ecológica ni especies bajo protección oficial.



Área colindante al proyecto frente mercado de pescadores

c) Necesidad de ordenamiento de una actividad ya existente

El uso actual del sitio como zona de fondeo irregular de embarcaciones pesqueras y deportivas implica impactos dispersos y no gestionados sobre el lecho marino (colocación de lastres, ausencia de infraestructura formal de atraque). La construcción de la obra permite **ordenar** esta actividad que ya se realiza en el sitio, sustituyendo prácticas de atraque irregulares por una infraestructura formal que:

- Concentra la afectación al lecho marino en un área definida y técnicamente evaluada (dragado de 194.39 m^3 por muelle, área de afectación directa de 77.75 m^2 por muelle), en lugar de la afectación difusa y no cuantificada que genera el fondeo irregular actual.
- Reduce el riesgo de contaminación del lecho marino asociado a los elementos de lastre de concreto actualmente dispersos, al sustituirlos por una estructura fija, técnicamente diseñada y con vida útil definida.

d) Compatibilidad con la vocación y el ordenamiento territorial de la zona

El sitio se localiza dentro de una zona con vocación portuaria consolidada, colindante con el Mercado de Pescadores, lo que indica continuidad con el uso de suelo y la actividad ya establecidos en el entorno inmediato. Esta ubicación no representa una expansión hacia zonas no perturbadas, sino la formalización de infraestructura dentro de un área ya definida por su uso portuario y pesquero.

e) Contexto socioeconómico como elemento complementario

El ordenamiento de la actividad pesquera, actualmente irregular, tiene también un correlato en la vocación productiva de la región. Colima se ubica entre los cinco estados con mayor afinidad económica en el sector pesquero a nivel nacional (índice de 0.64 en 2014), lo que confirma que la pesca es una actividad productiva estructural del estado.

En este contexto, el proyecto atiende un déficit de infraestructura que actualmente genera pérdidas post-captura y mermas en la calidad del producto pesquero, al no contar los pescadores locales con instalaciones formales de desembarco. La formalización de esta actividad, mediante infraestructura ordenada favorece además el acceso de los pescadores a esquemas de seguridad social y apoyos gubernamentales, y fortalece el eslabón inicial de una cadena productiva que ya cuenta con proyección comercial en el municipio, evidenciada en las exportaciones de conservas de pescado producidas en Manzanillo.



Situación actual de fondeo y amarre de embarcaciones

I.6.1.4. Ubicación física del proyecto

Representación gráfica regional

El proyecto se ubica en el municipio de Manzanillo, en el estado de Colima, específicamente en la Bahía de Manzanillo. En la Figura 3 se muestra la ubicación del proyecto a nivel estatal, señalando su localización dentro del contexto territorial de Colima y su relación con los límites municipales colindantes.



Figura 3 Croquis de localización desde una perpectiva estatal.

Representación local



Figura 4. Ubicación local del proyecto (ortofoto).

Para su construcción se requiere una superficie de 3,473.22 m^2, con los siguientes vértices de construcción; coordenadas UTM (Zona 13N, Datum WGS84), como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Vértices del polígono de construcción del proyecto.

V	X	Y
P1	572586.544	2106969.44
P2	572592.472	2106969.84
P3	572612.826	2106980.53
P4	572612.406	2106981.53
P5	572613.228	2106982.11
P6	572612.626	2106983.09
P7	572614.687	2106984.53
P8	572613.932	2106985.79

P9	572619.435	2106988.53
P10	572620.084	2106987.44
P11	572635.529	2106996.71
P12	572606.748	2107046.19
P13	572554.944	2107015.92
P14	572582.601	2106968.22
P15	572585.644	2106968.96

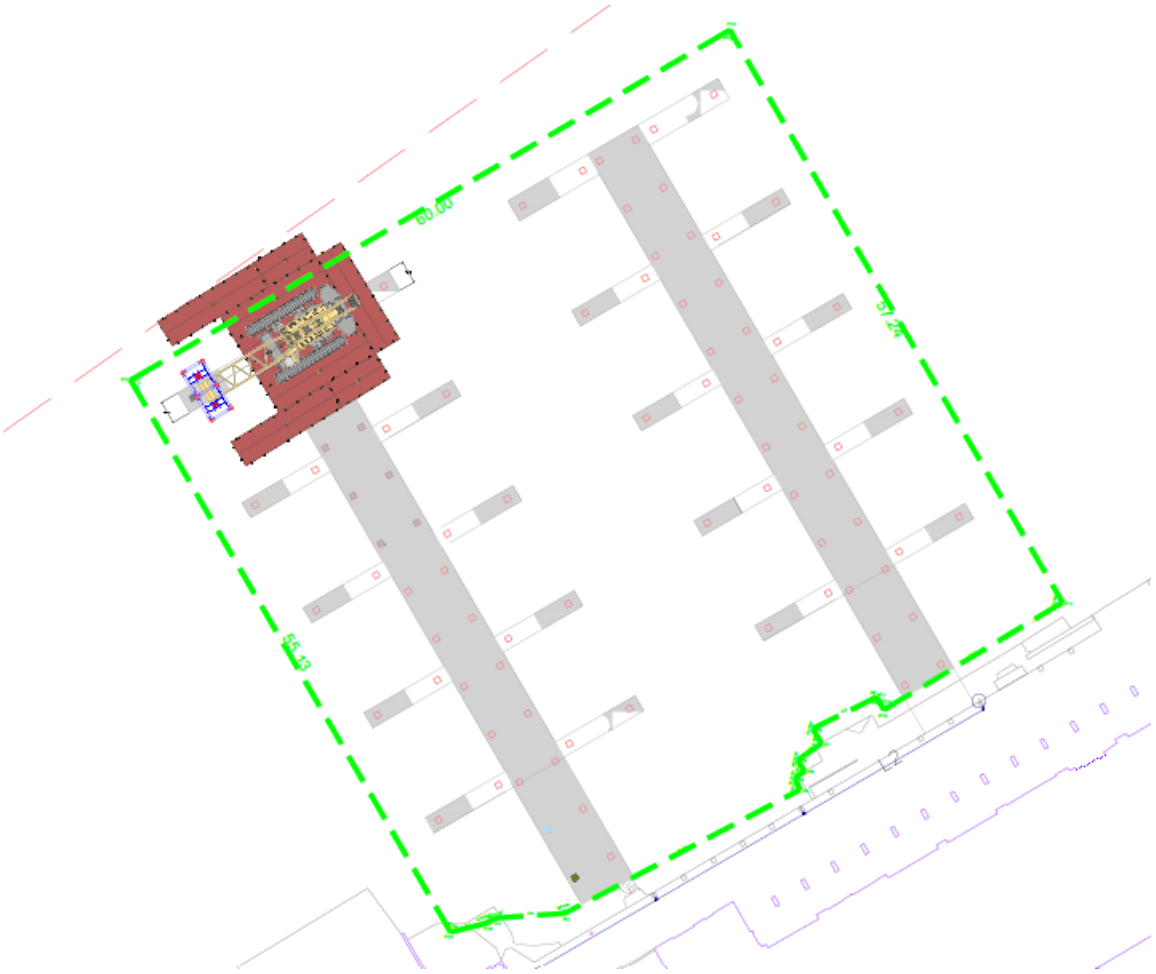


Figura 5. polígono que delimita el área de proyecto.

Los archivos digitales y cartográficos que respaldan la ubicación y polígono del proyecto se incluyen como **Anexo 2** del presente estudio.

I.6.1.5. Superficies requeridas del proyecto

La **superficie total requerida** para el proyecto es de **3,473.22 m²,** correspondiente al polígono que envuelve el conjunto de ambos muelles, delimitado conforme a la geometría necesaria para las maniobras de las embarcaciones pesqueras que operarán en la instalación. Esta superficie total se distribuye de la siguiente manera:

- **802.57 m²** corresponden a la superficie de desplante de las estructuras de los dos muelles.

  Dentro la superficie de desplante de construcciones, se identifica el área de afectación directa al lecho marino derivada del hincado de pilotes, equivalente a **155.5 m²** (77.75 m^2 por muelle), la cual constituye un subconjunto de dicha superficie y no una superficie adicional.

- **2,670.65 m²** corresponden a una superficie de agua comprendida entre los muelles y al perímetro de los mismo. Esta zona no será objeto de construcción, sino que se destinará como zona de atraque de embarcaciones pesqueras, así como franja de amortiguamiento perimetral al polígono del proyecto, cuyo objeto es acotar cualquier desviación no prevista durante las maniobras de hincado de pilotes, estableciéndose como límite máximo de tolerancia una distancia de 3 metros respecto al límite de plataforma de muelle.

Superficies a ocupar en tierra.

El proyecto no requiere la ocupación de superficies terrestres, ya que su construcción se limita a la zona marina. Tampoco se contemplan obras provisionales fijas para su ejecución, en virtud de que el almacén, las oficinas y los sanitarios corresponden a unidades móviles, las cuales se ubican dentro de infraestructura urbana existente (vialidades, mercado de pesadores y estacionamiento correspondiente al Mercado de Pescadores), por lo que estas instalaciones no generarán afectación al medio ambiente en el área ocupada.

En la Tabla siguiente, se presenta las superficies de proyecto:

Tabla 4.Superficies generales de proyecto.

DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES DEL PROYECTO	***SUPERFICIE (m^2)***
Superficie total del polígono del proyecto	**3,473.22**
Superficie de desplante de construcciones (2 muelles)	802.57
Área de incidencia en lecho marino por hincado de total de pilotes (subconjunto de la superficie de desplante que no se suma al total)	155.5
Superficie a intervenir sin construcción para manobras y atraque de embarcaciones (sin construcción)	2,670.65
Superficie a ocupar en tierra (vegetación forestal)	0.00
Superficie obras provisionales en tierra	0.00
Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre	0.00
Superficie de incidencia en Zona Federal	3,473.22

I.6.1.6. Vías de acceso al proyecto

Dado que el proyecto se localiza en una zona cercana al centro de la cabecera municipal de Manzanillo, el acceso terrestre al sitio puede realizarse mediante dos vías principales.

La primera ruta de acceso es a través del Libramiento Tapeixtles, tomando posteriormente la Prolongación Niños Héroes y continuando hasta su conexión con el Paseo San Pedrito y el Mercado de Pescadores, desde donde se accede directamente al área del proyecto. La segunda ruta de acceso es por la autopista Manzanillo–Colima, continuando por la vialidad José León hasta su conexión con la Av. J. Jesús Álvarez. A partir de este punto, se continúa hasta la glorieta que enlaza con el Paseo San Pedrito, para posteriormente acceder al área del proyecto.



Figura 6.Vías de acceso al área de proyecto.

I.6.1.7. Inversión del proyecto

La inversión para el desarrollo del proyecto es de los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP

Esta obra será financiada en su totalidad por la Administración Del Sistema Portuario Nacional Manzanillo, S.A. de C.V. (ASIPONA MANZANILLO).

Tabla 5. Inversión del proyecto.

Actividad	***Cantidad***
Construcción del proyecto	
Costos aproximados destinados medidas de prevención y mitigación de impactos	los artículos 110 y 113 fracción I de la LFTAIP y 115 primer párrafo de la LGTAIP
Total	

1.7. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

I.7.1. Dimensiones del proyecto

Estas nuevas instalaciones consisten en dos muelles con configuración estructural "en forma de peine" conformada por un eje central de circulación con brazos de atraque dispuestos perpendicularmente a ambos lados, formando una plataforma de 401.285 m^2 por muelle (Tabla 6).

Para su conformación estructural se contempla el hincado de 44 pilotes prefabricados de concreto por cada muelle (88 pilotes en total), de sección cuadrada de 50 × 50 cm, sobre los cuales se colocarán plataformas de concreto prefabricado, lo que reduce considerablemente los riesgos de afectación al medio marino respecto de la fabricación de dichas losas en sitio.

Con el pilote posicionado, se llevará a cabo el hincado definitivo mediante un martillo de impacto diésel modelo D46-32, aplicando golpes sucesivos hasta alcanzar la cota de profundidad establecida en el proyecto (profundidad promedio de 13.56 m), registrando el conteo de golpes (rechazo) conforme a los criterios de aceptación definidos por el diseño geotécnico.

La afectación directa al lecho marino derivada de la cimentación de pilotes corresponde a 77.75 m^2 por muelle (155.5 m^2 en total), lo que implica un volumen de dragado estimado de 194.39 m^3 por muelle (388.78 m^3 en total), conforme al detalle que se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Dimensiones constructivas por muelle.

ITEM (m)	*MUELLE 1*	*MUELLE 2*
Longitud total (m)	54.3	54.3
Ancho promedio (m)	21.00	21.0
Profundidad - promedio Hincado de cada pilote (m)	13.56	13.56
Área de afectación de lecho marino total hincado pilotes (m^2)	77.75	77.75
Volumen de dragado (m^3)	194.39	194.39

I.7.2. Descripción de los procesos del proyecto

La ejecución del proyecto "Construcción de Muelles para Pescadores en Manzanillo, Colima" se desarrollará en tres etapas principales:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

I.7.2.1. Preparación del sitio

Durante la etapa de preparación del sitio se realizarán las actividades necesarias para delimitar y acondicionar las áreas donde se ejecutarán las obras, así como para implementar las medidas preventivas destinadas a minimizar afectaciones al medio acuático y prevenir riesgos durante su ejecución. A continuación, se describen las principales actividades que se ejecutarán en esta etapa:

Actividades previas

ACTIVIDADES QUE YA HAN SIDO EJECUTADAS

a) Estudios técnicos.

Una vez seleccionado el sitio, y desde la planeación de la obra, se realizaron los estudios técnicos necesarios para caracterizar las condiciones físicas del área y sustentar el diseño de la infraestructura, entre los que se incluyen:

- Levantamiento topográfico.
- Levantamiento batimétrico.
- Estudio de mecánica de suelos.
- Estudio hidrodinámico.

Los estudios realizados proporcionaron la información técnica necesaria para definir las características del proyecto y se establecieron los criterios para el diseño geométrico y estructural de los muelles, definiendo sus dimensiones, distribución, elementos estructurales, de acuerdo con las condiciones particulares del sitio.

Los informes de los estudios técnicos se pueden consultar en formato digital en el **Anexo 3.**

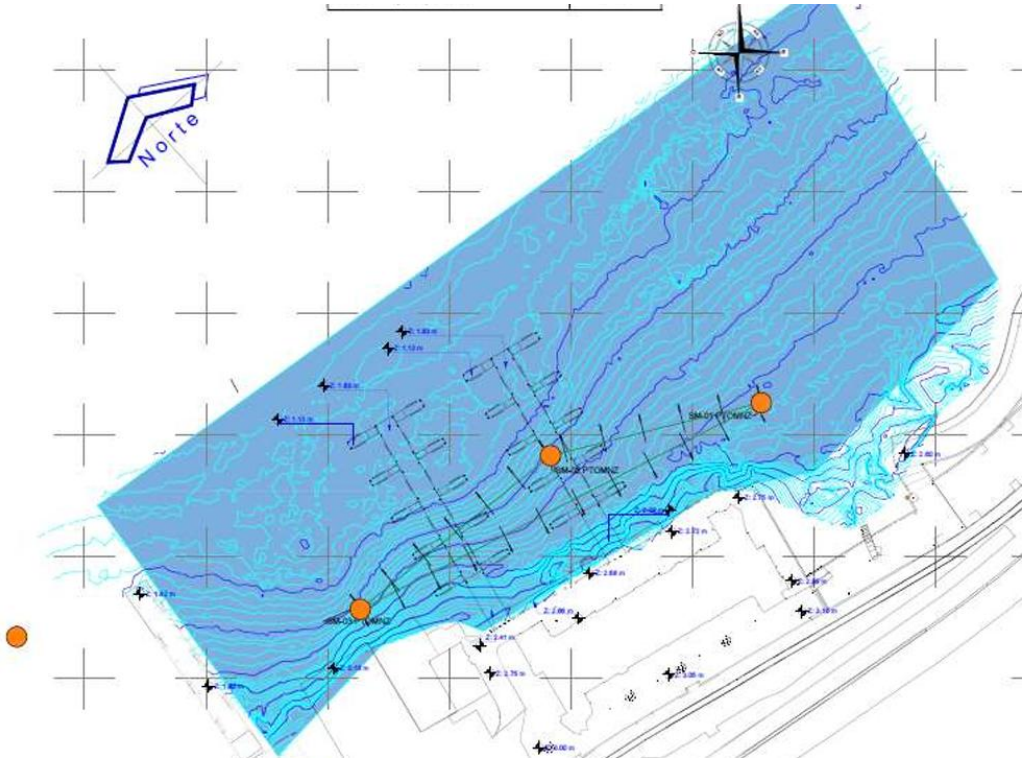


Figura 7. *Modelo geotécnico en el área de proyecto.*

*b) Elementos prefabricados de concreto f*uera del polígono de proyecto.

Los elementos prefabricados de concreto que conforman la estructura de los muelles (pilotes y losas de plataforma) fueron fabricados mediante colado en un patio habilitado fuera del polígono del proyecto y se encuentran actualmente almacenados, en espera de su traslado al sitio del proyecto.

En el sitio del proyecto**,** las actividades a realizar se limitarán al traslado, montaje e instalación de dichos elementos prefabricados, es decir, el posicionamiento, hincado definitivo de los pilotes mediante martillo de impacto diésel modelo D46-32, y la colocación de las losas de plataforma sobre los pilotes ya hincados, sin que se contemple ninguna actividad de fabricación o colado dentro del polígono del proyecto ni en zona marina.

c) Instalaciones administrativas

El proyecto no requiere la ocupación de superficies terrestres para su construcción, ya que ésta se limita a la zona marina. No se contemplan obras provisionales fijas ni construcciones permanentes o temporales en tierra para la ejecución del proyecto.

Instalación de bodega, oficina móvil y áreas de uso general. En el área urbana colindante al proyecto se instalaron almacenes y una oficina móvil, ambos como unidades no fijas, así como un área delimitada para el acopio temporal de los pilotes prefabricados previo a su traslado e hincado. Dichas áreas se ubican dentro de infraestructura urbana ya existente (vialidades y Mercado de Pescadores), por lo que su instalación no requirió modificación física del terreno ni implicó construcción permanente o temporal alguna, y en consecuencia no genera afectación ambiental evaluable en el presente estudio.

Para prevenir accidentes con transeúntes, la zona fue delimitada mediante materiales removibles. En virtud de tratarse de un área urbanizada, esta actividad se sujetará a los permisos solicitados a las autoridades correspondientes para el uso temporal del espacio.

ACTIVIDADES PREVIAS AÚN NO EJECUTADAS

a) Estudios ambientales

Como medidas de control y prevención, previo al inicio de los trabajos de campo, se llevará a cabo un estudio de calidad del agua marina y de caracterización de sedimentos en el área de influencia del proyecto, conforme a los siguientes parámetros:

Calidad del agua marina: temperatura, potencial de hidrógeno (pH), alcalinidad, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno, turbidez, coliformes fecales, sólidos disueltos y en suspensión, compuestos de nitrógeno, fósforo, cloro y azufre, clorofilas en columna de agua, nutrientes, y metales pesados.

Sedimentos: características de Corrosividad, Reactividad, Inflamabilidad y Toxicidad (CRIT), granulometría, materia orgánica, y metales pesados (arsénico, cadmio, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo y zinc).

Adicionalmente, el proyecto cuenta con los siguientes estudios técnicos, cuyos resultados sustentan el diseño del proyecto ejecutivo y el análisis del sistema ambiental desarrollado en

el presente documento, como son; levantamiento topográfico, levantamiento batimétrico, estudio de mecánica de suelos y estudio hidrodinámico (agosto 2024).

b) **Autorizaciones de permisos de trabajo, autorizaciones de navegación.**

De manera paralela a las actividades descritas en los numerales anteriores, se gestionarán ante las autoridades competentes las autorizaciones para de construcción de obra marítima ante la Secretaría de Marina, permiso municipal correspondiente para el uso temporal de las áreas de apoyo logístico en tierra y otras que apliquen.

De igual manera, se realizarán los trámites correspondientes ante la Capitanía de Puerto de Manzanillo para la navegación de las embarcaciones menores y barcazas requeridas durante las distintas etapas del proyecto dentro de la zona de trabajos, y en su caso, el señalamiento marítimo que resulte procedente conforme a la normatividad aplicable.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES A REALIZAR UNA VEZ CONCLUIDAS LAS ACTIVIDADES PRELIMINARES;

a) Revisión de ingeniería de proyecto.

Previo al inicio de las obras, se llevará a cabo una revisión de ingeniería del proyecto, la cual incluirá la elaboración de una configuración batimétrica actualizada y específica del sitio del proyecto, que dará continuidad y mayor detalle al levantamiento batimétrico preliminar de la zona de influencia con el que ya se cuenta. Esta información constituirá la base para definir, con precisión, la longitud del fuste de empotramiento de cada pilote y las cotas de hincado que deberán respetarse durante la ejecución de los trabajos, evitando así desviaciones respecto al diseño estructura. Para la obtención de esta información se seguirá la siguiente secuencia:

Botado y alistamiento de la embarcación menor. Se dispondrá de una embarcación menor equipada con motor fuera de borda, la cual será revisada e inspeccionada antes de su botado.

Verificación documental del personal. Previo al embarque, el Jefe de Seguridad, Salud y Medio Ambiente (SSMA) verificará que la libreta de mar de cada uno de los tripulantes y del personal técnico se encuentre vigente y en perfecto orden, como requisito indispensable para autorizar el embarque.

*Embarque de personal y equipo***.** Una vez validada la documentación, se embarcará el personal de topografía junto con el equipo de ecosonda marina, el cual será instalado y calibrado a bordo previo al inicio de las maniobras.

Levantamiento batimétrico. Con la embarcación en el polígono de trabajo, se ejecutará el levantamiento batimétrico conforme a la malla de navegación definida, registrando la profundidad del fondo marino a lo largo de toda el área de influencia del proyecto.

*Procesamiento de la información en gabinete***.** Concluido el levantamiento en campo, la información recabada será procesada en gabinete por el personal de topografía, generando el plano de isóbatas correspondiente, el cual será verificado y validado como insumo final para el diseño de las cotas de hincado de cada pilote.

b) Delimitación y señalamiento de Zona de Seguridad Operativa

Previo al inicio de los trabajos se realizará la delimitación y señalización del área de obra, tanto en la zona acuática como en la zona terrestre colindante al proyecto.

En el medio acuático se colocarán boyas flotantes y señalización preventiva, mientras que en tierra se instalarán los elementos de señalización y protección necesarios. Estas medidas tendrán como finalidad delimitar las superficies de trabajo, restringir el acceso a las áreas de riesgo y prevenir accidentes durante la ejecución de las obras.

La señalización permanecerá instalada durante el periodo en que se desarrollen actividades constructivas y recibirá mantenimiento o reposición cuando resulte necesario.

c) Delimitación y señalamiento del polígono de proyecto

Se realizará el trazo y delimitación del área destinada a la construcción del muelle, de conformidad con las dimensiones, coordenadas y características establecidas en el proyecto ejecutivo.

La delimitación se efectuará mediante levantamiento topográfico, lo que permitirá establecer con precisión los límites de la superficie de construcción y controlar que las actividades se desarrollen dentro del polígono autorizado.

Una vez delimitada el área de afectación directa, se establecerá un área de amortiguamiento y maniobra, destinada al desplazamiento y operación del equipo requerido para la ejecución de los trabajos.

En el límite establecido para las actividades que puedan generar resuspensión de sedimentos se instalarán barreras anti-turbidez, con la finalidad de contener y reducir la dispersión de sólidos suspendidos hacia las áreas acuáticas colindantes.

d) Trazo del eje de pilotes

Esta actividad será realizada por personal de topografía, quienes trazarán el eje de cada pilote y establecerán los límites del área donde desplantará la estructura, a fin de retirar previamente los obstáculos que, en su caso, se encuentren dentro de dicha área y que pudieran interferir con las maniobras de dragado e hincado.

e) Implementación de medidas ambientales

Rescate de flora. De acuerdo con los resultados obtenidos durante la caracterización ambiental del sitio, dentro del área de afectación directa del proyecto y del área de amortiguamiento no se registraron ejemplares de flora que requieran actividades de rescate y reubicación**.**

Programa de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna marina. Previo al inicio de las actividades constructivas en el medio acuático se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Marina**,** con el propósito de reducir el riesgo de afectación directa a los organismos presentes en el área de intervención.

Las actividades se desarrollarán de acuerdo a lo siguiente:

- **Ahuyentamiento preventivo**

Antes de la colocación de las barreras antiturbidez en la barcaza que hará el hincado de pilotes se realizará el ahuyentamiento preventivo de la fauna marina presente dentro del polígono del proyecto, con la finalidad de favorecer su desplazamiento voluntario hacia las áreas acuáticas colindantes y evitar que queden atrapados dentro de la barrera antiturbidez. El ahuyentamiento se efectuará mediante métodos que generen estímulos.

- **Rescate y reubicación**

Una vez concluido el ahuyentamiento preventivo y colocadas las barreras antiturbidez, se realizará una inspección del área delimitada para identificar organismos que pudieran haber permanecido o quedado confinados dentro de la barrera.

En caso de localizar ejemplares, se procederá a su captura, manejo y posterior liberación en sitios adecuados del sistema acuático colindante, considerando condiciones ambientales similares a las del sitio de captura. Durante estas actividades se aplicarán las siguientes medidas:

- Se verificará que no hayan quedado atrapados organismos dentro de la barrera anti turbidez.
- La captura y manipulación de organismos será realizada por personal capacitado, utilizando métodos y equipos adecuados para cada grupo faunístico.
- Los ejemplares capturados serán mantenidos temporalmente en recipientes o contenedores apropiados que permitan reducir el estrés durante su manejo y traslado.
- La liberación se realizará en sitios del sistema acuático colindante que presenten condiciones ambientales compatibles con los requerimientos de los organismos.
- Las actividades de captura, traslado y liberación serán documentadas mediante formatos de campo y bitácoras, incluyendo, cuando corresponda, identificación del organismo, número de ejemplares, sitio de liberación, coordenadas geográficas y evidencia fotográfica.

f) <u>Obras asociadas</u>

No se contempla la construcción de obras civiles asociadas adicionales dentro del polígono del proyecto. Los requerimientos de apoyo logístico se resolverán mediante instalaciones no fijas y el aprovechamiento de infraestructura urbana existente, conforme a lo siguiente:

- **Acceso.** Se utilizará como vía de acceso la vialidad colindante, en dirección al centro de Manzanillo.
- **Suministro de agua.** Se realizará mediante pipas, con almacenamiento en contenedores prefabricados (tinacos).
- **Suministro de energía eléctrica.** Se cubrirá mediante la instalación eléctrica existente en la zona.

Almacén. No se construirán obras para este fin, en virtud de que el área colindante al proyecto corresponde a una zona urbanizada. En su lugar, se utilizará un contenedor prefabricado móvil.

Oficinas. Este requerimiento se cubrirá mediante una oficina móvil equipada con aire acondicionado, iluminación eléctrica e instalaciones sanitarias propias para uso administrativo, la cual se estacionará en la vialidad colindante al proyecto.

Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP). No se requiere la construcción de un almacén fijo para estos residuos. Su manejo se realizará conforme a lo siguiente:

RSU: se colocarán en contenedores de 200 litros con tapa, rotulados para su separación, y se retirarán de la zona al alcanzar el 80% de su capacidad de almacenamiento.

RME*:* se delimitará un área específica para su disposición temporal, conforme a los permisos correspondientes ante la autoridad estatal en materia de residuos de manejo especial (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y NOM-161-SEMARNAT-2011), y se retirarán al alcanzar el 80% de su capacidad de almacenamiento, sin obstruir zonas no asignadas para tal fin.

RP. Se colocará un almacén temporal móvil de baja capacidad, conforme a lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Su recolección, transporte y disposición final se realizará mediante empresas autorizadas, con el manifiesto de entrega-recepción correspondiente.

g) Botado de equipos al agua (flexifloat)

El botado de la totalidad de los equipos flotantes requeridos para la ejecución de las obras, tales como; barcaza(s) de hincado, grúa, vibrohincador, martillo de impacto diésel modelo D46-32, equipo de dragado con almeja, embarcación menor para trabajos de topografía, y demás equipo auxiliar.

El acceso se realizará a través de la rampa de botado pública ubicada de forma colindante al Mercado de Pescadores, misma que constituye el acceso habitual de embarcaciones a la zona.

h) Fijación de equipos en embarcaciones para trabajos de hincado

Una vez realizado el botado, cada uno de los equipos será fijado sobre las embarcaciones y barcazas de trabajo mediante los sistemas de anclaje y sujeción correspondientes a su tipo (bases estructurales, contravientos y/o soldadura, según aplique), a fin de garantizar su estabilidad durante las maniobras de dragado e hincado.

Previo al inicio de operaciones, se realizará una verificación de la correcta fijación y funcionamiento de cada equipo, conforme a los protocolos de seguridad establecidos por la Gerencia de Proyecto.

i) Movilización de maquinaria y equipos para trabajos para el hincado

La barcaza de hincado será remolcada hasta la posición del primer pilote a hincar, conforme al plano de localización de pilotes del proyecto, y será posicionada y fondeada de manera que garantice su estabilidad durante las maniobras de hincado.

Una vez en la zona de trabajo, se procederá a la implementación de las siguientes medidas preventivas y de mitigación:

- **Barrera de contención de residuos sólidos**, para contener los residuos sólidos que pudieran caer al agua durante las maniobras.
- **Malla antiturbidez**, colocada alrededor de la barcaza que realizará los trabajos de hincado, la cual funcionará como barrera de prevención y mitigación de los sólidos suspendidos generados por el hincado y el dragado.
- **Kit anti-derrames**, para la contención de posibles derrames de combustibles, aceites o lubricantes.

Los tres sistemas preventivos y de mitigación serán inspeccionados periódicamente, a fin de garantizar su correcto posicionamiento, anclaje y funcionamiento durante la ejecución de los trabajos.

I.7.2.2. Construcción

A continuación, se describe las principales actividades en las que se desarrollará la etapa de construcción del proyecto.

a) Rotulación y preparación de pilotes para el hincado

Previo al hincado, cada uno de los pilotes prefabricados será sometido a una inspección visual para verificar la ausencia de fisuras o defectos derivados del proceso de fabricación, así como la conformidad de sus dimensiones (50 × 50 cm de sección) respecto al diseño estructural del proyecto.

Asimismo, cada pilote será identificado mediante numeración conforme a su posición específica dentro del arreglo estructural de cada muelle, y rotulado con marcas de referencia con el fin de permitir el control visual de la profundidad de penetración durante el hincado y el registro del conteo de golpes (rechazo), conforme a los criterios de aceptación establecidos en el diseño geotécnico del proyecto.

b) Hincado de camisa metálica (método vibratorio)

Una vez posicionada la barcaza sobre el punto de hincado, se dará inicio a la primera etapa del procedimiento, consistente en la instalación de una camisa metálica temporal de contención, mediante método vibratorio, la cual rodeará el punto exacto de hincado de cada pilote prefabricado de concreto (sección de 50 × 50 cm), con el fin de contener y confinar el área de trabajo, minimizando la dispersión de sedimentos y turbidez durante las maniobras de hincado. La camisa contará con las siguientes características:

- Espesor de pared: 5/8".
- Diámetro: 1.5 metros.
- Longitud total: 12 metros.

La camisa se hincará de manera que su distribución quede conforme al siguiente arreglo: 6 metros destinados a cubrir el tirante de agua existente en el punto de hincado; 4 metros, como mínimo, de empotramiento en el fondo marino, a fin de garantizar su estabilidad lateral durante las etapas posteriores del procedimiento; y 2 metros de exposición, medidos desde el nivel de bajamar media inferior (NBMI) hacia arriba, los cuales quedarán visibles sobre el nivel del agua.

Esta actividad se ejecutará mediante un martillo vibrohincador, embarcado y operado desde la misma barcaza, aplicando vibración de alta frecuencia al cabezal de la camisa hasta alcanzar la profundidad de empotramiento requerida. Una vez hincado el pilote definitivo en el interior de la camisa, la camisa metálica será retirada.

c) Dragado, perforación previa e hincado del pilote de concreto

Instalada y verificada la camisa metálica, se continuará con la segunda etapa del procedimiento, la cual comprende las siguientes actividades secuenciales, a realizarse en cada uno de los 88 puntos de hincado del proyecto:

1. **Dragado interior de la camisa.** Se realizará el dragado del material contenido dentro de la camisa metálica mediante una almeja bivalva marca BUMA, modelo BM-H1600E, serie 1303-024, con el fin de dejar libre el interior de la camisa y facilitar la perforación previa.

   El manejo y disposición final del material producto del dragado se realizará conforme a su clasificación como residuo no peligroso o residuo peligroso, determinada a partir de los resultados del estudio de caracterización de sedimentos (parámetros CRIT) realizado durante la etapa de Actividades Preliminares, en apego a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

   El material será colocado en contenedores para su transporte mediante tracto-camión con remolque hacia el sitio de disposición autorizado que corresponda según dicha clasificación. El volumen total de material de dragado a trasladar es de 388.78 m^3, y considerando una capacidad de 67 m^3 por contenedor, se requerirá un aproximado de 6 viajes para su retiro total del área del proyecto.

2. **Perforación previa.** Concluido el dragado, se ejecutará una perforación previa con equipo perforador marca SOILMEC, modelo RT-03, alcanzando una profundidad de 6 a 8 metros, con el objetivo de aflojar el material del subsuelo y facilitar la penetración del pilote en las etapas siguientes.

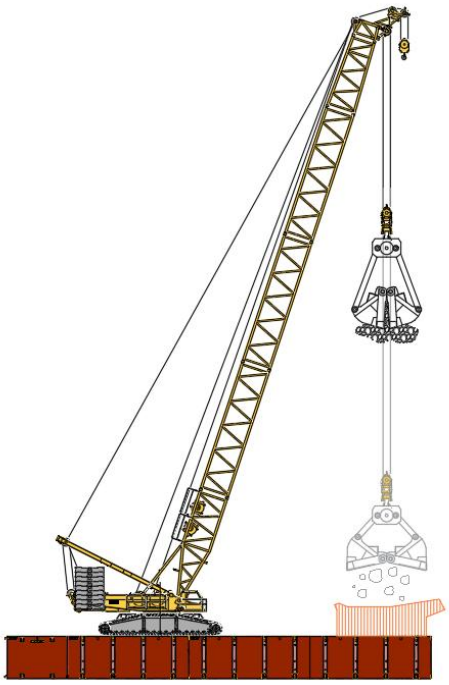


Figura 8. Proceso de dragado mediante almeja y colocación en contenedor.

3. **Colocación del pilote de concreto.** Una vez terminada la perforación previa, se procederá a introducir el pilote de concreto prefabricado dentro de la camisa, verificando su verticalidad (aplomo) antes de iniciar el hincado definitivo.

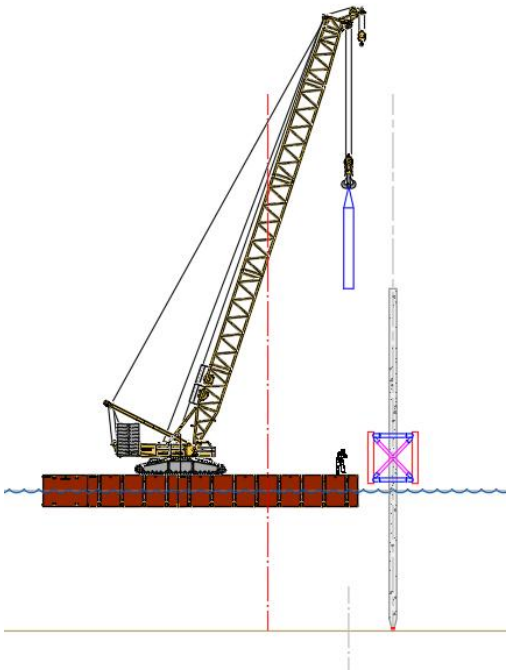


Figura 9. Representación de colocación de pilote para hincado.

4. **Hincado del pilote.** Con el pilote posicionado, se llevará a cabo el hincado definitivo mediante un martillo de impacto diésel modelo D46-32, aplicando golpes sucesivos hasta alcanzar la cota de profundidad establecida en el proyecto, registrando el conteo de golpes (rechazo) conforme a los criterios de aceptación definidos por el diseño geotécnico. Bajo condiciones óptimas de trabajo, se tiene programado un rendimiento de hincado de cuatro pilotes por día.

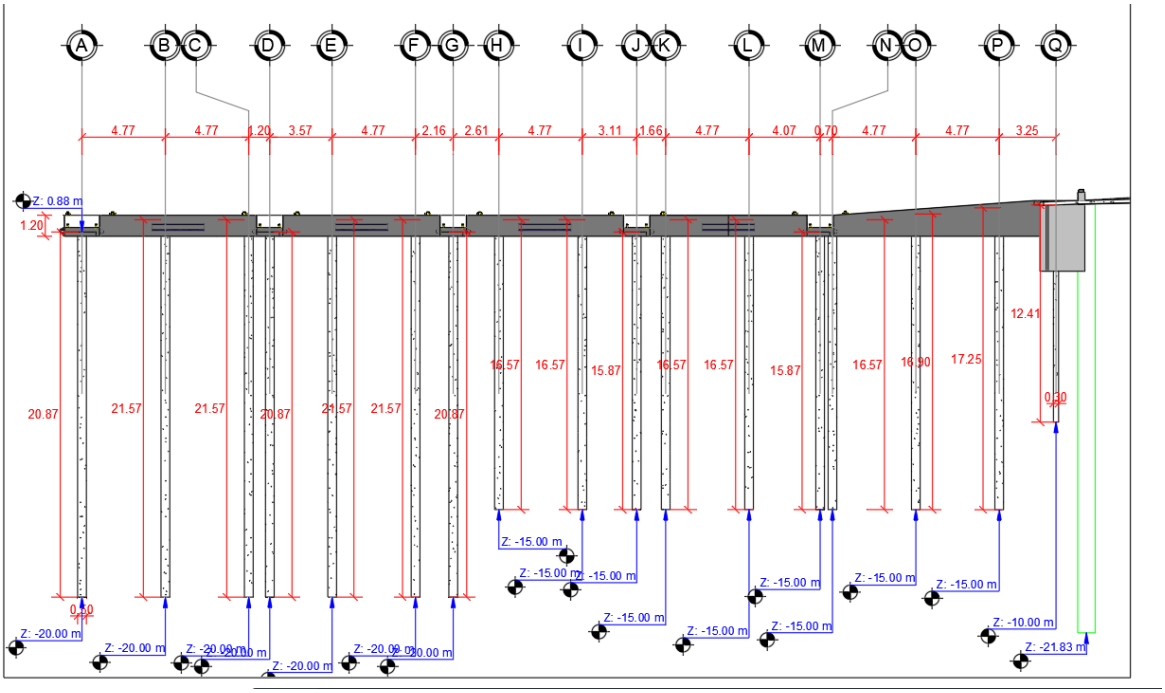


Figura 10. Referencia sección longitudinal de hincado de pilotes.

d) Descabezado de pilotes

Una vez que el pilote ha alcanzado su cota de hincado de proyecto, se procederá al descabezado del mismo, actividad que consiste en el retiro controlado del tramo superior de concreto excedente, dejando expuesto el acero de refuerzo en la longitud requerida para su posterior conexión con la superestructura.

Esta actividad se realizará mediante un descabezador TAES tipo 5, equipo hidráulico acoplado a excavadora, que fractura el concreto de forma controlada sin dañar el acero de refuerzo. El material resultante del descabezado (residuos de concreto y recortes de acero de refuerzo) será manejado conforme a lo descrito para los Residuos de Manejo Especial. Sus características técnicas principales son las siguientes:

Característica	Valor
Rango de pilote (cm)	35 – 50
Nivel de corte (mm)	50
Varillas	4 – 8
Presión máxima (bar)	300
Flujo (L/min)	24

Capacidad de excavadora (Ton)	12
Peso (kg)	745

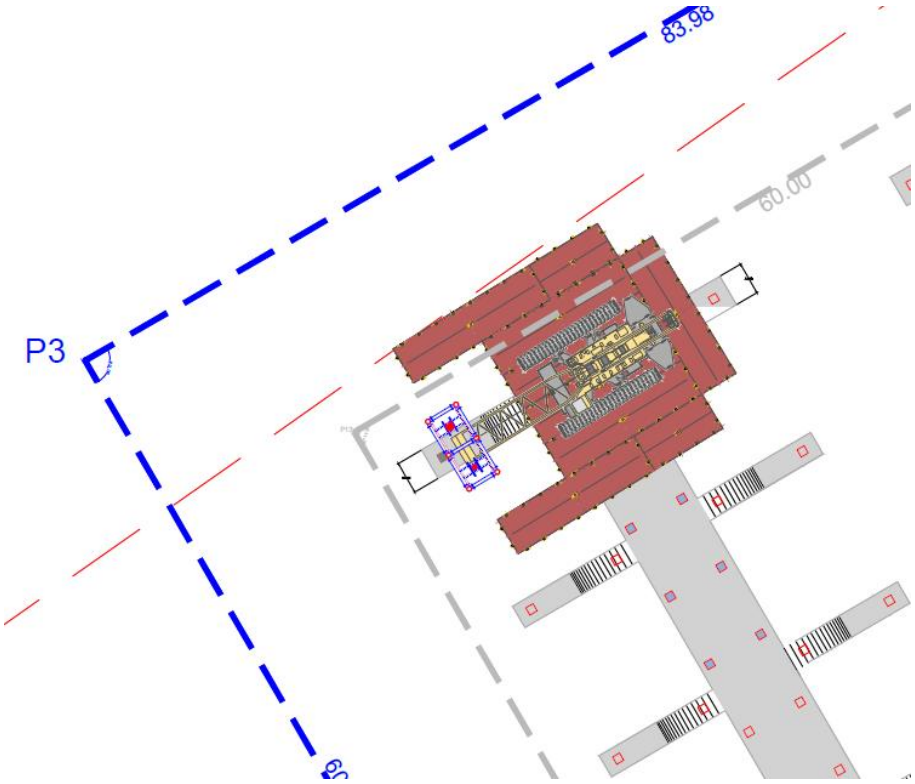


Figura 11. Representación de movimiento de barcaza para actividades de hincado de pilotes.

e) Montaje de superestructura

Concluido el descabezado de la totalidad de los pilotes correspondientes a un mismo eje o tablero, se dará paso al montaje de la superestructura, conforme a la siguiente secuencia:

1. **Montaje de trabes.** Se realizará el izaje y montaje de las trabes prefabricadas sobre los cabezales de los pilotes, verificando su correcto posicionamiento, nivelación y apoyo.
2. **Conexión pilote–trabe.** Una vez montadas las trabes, se llevará a cabo la conexión estructural entre el pilote y la trabe mediante sujeción (pernos y tornillos) a fin de

garantizar la continuidad estructural del elemento, sin que dicha conexión implique colado de concreto en sitio.

3. **Montaje de pantallas prefabricadas.** Finalmente, sobre las trabes ya montadas, se procederá al montaje de las pantallas prefabricadas, completando así el ciclo constructivo correspondiente a cada punto de hincado.

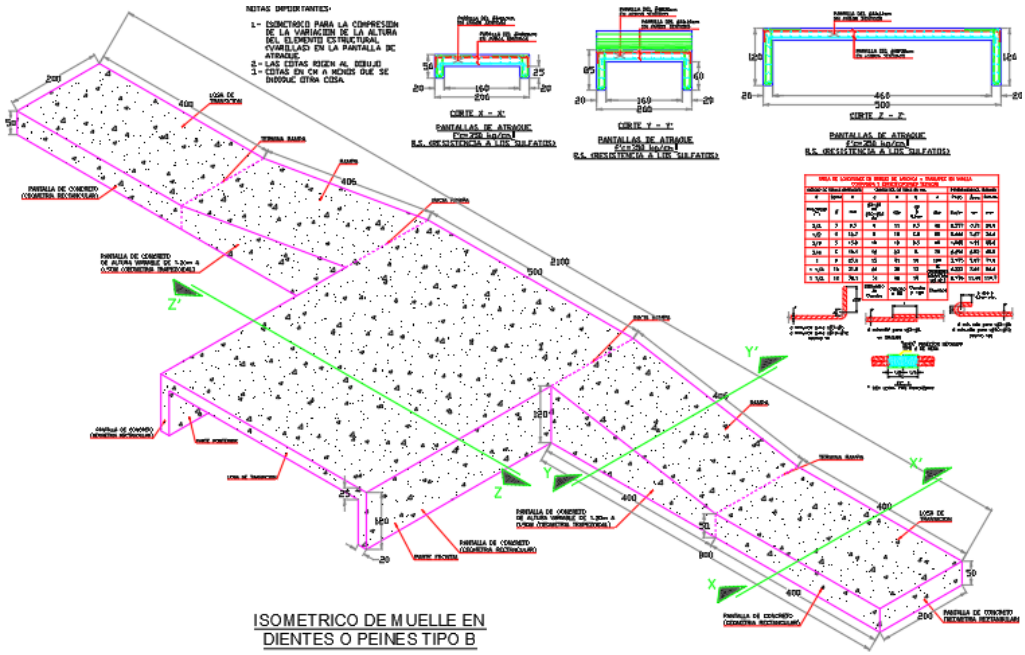


Figura 12. Pantallas prefabricadas.

f) Instalación de bitas y defensas marinas

Concluido el montaje de la superestructura, se procederá a la instalación de las bitas de amarre y defensas marinas correspondientes a cada muelle. Las bitas serán fijadas mediante anclaje a las placas embebidas previstas en el diseño estructural de la plataforma, y estarán destinadas a las maniobras de amarre de las embarcaciones pesqueras durante la etapa de operación. Las defensas marinas, se instalarán en los puntos de atraque de cada muelle, con el fin de absorber la energía de impacto de las embarcaciones durante las maniobras de aproximación y atraque, protegiendo tanto la estructura del muelle como el casco de las embarcaciones.

g) Trabajos de pintura y sandblast en muelle

Como actividad final de la etapa de construcción, los elementos metálicos del muelle (bitas, herrajes, conexiones atornilladas y demás elementos de acero expuestos) serán sometidos a un proceso de preparación de superficie mediante sandblast (limpieza abrasiva), con el fin de remover óxido, residuos de fabricación o cualquier partícula adherida.

Durante estos trabajos se instalará un sistema de contención perimetral (lonas o mantas de contención) alrededor de la zona de trabajo, con el fin de evitar la caída al agua de partículas de abrasivo, pintura o residuos generados durante el proceso. El material de abrasivo usado y los residuos de pintura serán recolectados y manejados conforme a lo establecido para los Residuos de Manejo Especial o Peligrosos, según corresponda.

h) Limpieza de obra

Concluido el proceso constructivo, el promovente deberá desmantelar y retirar la totalidad del equipo, maquinaria e instalaciones temporales utilizadas durante la etapa de construcción (barcazas, camisa metálica, equipo de hincado y contenedores, oficina móvil y demás instalaciones de apoyo descritas en el presente Capítulo), así como retirar del sitio y sus colindancias todo residuo presente, realizando la limpieza general de la totalidad de las zonas de trabajo, tanto en la zona marina como en las áreas de apoyo logístico en tierra.

i) Implementación de Planes, Programas y Estudios ambientales

Durante la etapa de construcción se implementarán los siguientes programas ambientales:

- Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), para el seguimiento del cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación descritas en el presente Capítulo.

- Plan de manejo integral de residuos (RSU, RME y RP).

- Plan de respuesta a contingencias ambientales, para la atención de derrames menores de combustibles, aceites o lubricantes.

- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna marina previo al hincado.

j) Estudio de monitoreo de calidad de agua y sedimentos, con base en los parámetros descritos en el apartado de Estudios Ambientales.

Los planos de características particulares del proyecto se pueden consultar en archivo impreso y digital en el **Anexo 4.**

I.7.2.3. Operación y Mantenimiento.

Operación.

Se considera el Resguardo y atraque de embarcaciones menores. Durante esta etapa, el muelle será destinado al uso de los pescadores y sus embarcaciones, proporcionando infraestructura para facilitar las actividades de atraque, embarque y desembarque asociadas a la actividad pesquera.

La operación se desarrollará exclusivamente dentro de las instalaciones y superficies destinadas para tal fin, sin requerir la ocupación de áreas adicionales a las contempladas por el proyecto.

Mantenimiento. Con la finalidad de conservar la integridad estructural, funcionalidad y condiciones de seguridad del muelle, se realizarán inspecciones periódicas para identificar oportunamente deterioros o necesidades de mantenimiento.

Con base en los resultados de dichas inspecciones se programarán las actividades de mantenimiento preventivo y, cuando resulte necesario, correctivo, las cuales podrán incluir la reparación o sustitución de elementos deteriorados, mantenimiento de superficies, estructuras, elementos de protección, señalización y demás componentes que integren el muelle.

Los trabajos de mantenimiento serán realizados por personal o empresas con capacidad técnica para su ejecución con el objetivo de evitar afectaciones adicionales al cuerpo de agua, por lo que deberán ejecutarse aplicando las medidas de prevención correspondientes.

I.7.2.4. Abandono de las instalaciones

El proyecto contempla una vida útil de **50 años**. Considerando la naturaleza de la infraestructura y la ejecución periódica de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, se prevé que el muelle pueda conservar su funcionalidad e integridad estructural más allá del periodo considerado para la presente evaluación ambiental. Por lo anterior, no se contempla una etapa de abandono de las instalaciones.

En caso de que, al término de la vida útil evaluada, se determine continuar con la operación del muelle, se realizarán las gestiones que resulten aplicables ante las autoridades competentes, de conformidad con la legislación vigente en ese momento.

En el supuesto de que se determine el cese definitivo de las operaciones y el retiro de la infraestructura, se implementarán las medidas necesarias para su desmantelamiento y para el manejo y disposición adecuada de los materiales generados, procurando prevenir afectaciones al medio terrestre y acuático.

1.8. Personal requerido

El proyecto para su sección requiere de 36 personas, de las cuales; 7 son personal profesional, más 29 de fuerza de trabajo, principalmente asociados a la operación, logística, y personal de construcción. (Véase Tabla 7).

Tabla 7. Personal requerido para la ejecución del proyecto.

	CANTIDAD	PUESTO
PERSONL PROFESIONAL	1	Director responsable de obra
	1	Superintendente
	1	Residente de obra
	1	Administrador de Obra
	1	Auxiliares de Administración, Recursos Humanos y Compras
	1	Jefe de Impacto Ambiental
	1	Jefe de topografía
TOTAL	**7**	

FUERZA DE TRABAJO	1	*Jefe de frente marítimo*
	1	*Operador de grúa sobre orugas*
	1	*Operador de vibrohincador*
	1	*Operador de martillo D46-32*
	1	*Operador de perforadora SOILMEC RT-03*
	1	*Operador de almeja BUMA BM-H1600E*
	1	*Operador de excavadora*
	10	*Maniobrista / señalero*
	2	*Rigger / aparejador*
	1	*Soldador*
	1	*Ayudante de soldador*
	3	*Marinero / tripulación*
	3	*Ayudantes generales marítimos*
	2	*Personal de apoyo en barcaza*
TOTAL	**29**	

I.9. Generación de empleos.

El proyecto generará un total de **36 empleos temporales** durante sus distintas etapas (Preparación del Sitio y Construcción), a lo largo del tiempo requerido para su ejecución (véase Tabla 7).

Los **empleos permanentes** se generarán durante la etapa de operación y mantenimiento de las obras, calculándose un aproximado de **4 empleos**, en actividades administrativas, de vigilancia y de mantenimiento.

No obstante, lo anterior, y dada la naturaleza del proyecto, se contempla un **beneficio social directo** derivado del uso del muelle. El proyecto contempla capacidad para el atraque de al menos 40 embarcaciones pesqueras entre ambos muelles, lo que se traduce en **un beneficio social directo estimado en 40 familias de pescadores** de la zona "Mercado de Pescadores", quienes actualmente desarrollan su actividad pesquera en dicha área, brindándoles condiciones de seguridad, orden y formalidad para el desarrollo de su actividad económica (Véase Tabla 8).

Tabla 8. Empleos generados con la ejecución del proyecto, así como beneficio social directo generado por su uso.

ETAPA	PUESTO	CANTIDAD
EMPLEO TEMPORAL — ETAPAS;PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN (6meses)		
Personal profesional	Director responsable de obra	1
	Superintendente	1
	Residente de obra	1
	Administrador de Obra	1
	Auxiliares de Administración, Recursos Humanos y Compras	1
	Jefe de Impacto Ambiental	1
	Jefe de topografía	1
	Subtotal personal profesional	**7**
Fuerza de trabajo	Jefe de frente marítimo	1
	Operador de grúa sobre orugas	1
	Operador de vibrohincador	1
	Operador de martillo D46-32	1
	Operador de perforadora SOILMEC RT-03	1
	Operador de almeja BUMA BM-H1600E	1
	Operador de excavadora	1
	Maniobrista / señalero	10
	Rigger / aparejador	2
	Soldador	1
	Ayudante de soldador	1
	Marinero / tripulación	3
	Ayudantes generales marítimos	3
	Personal de apoyo en barcaza	2
	Subtotal fuerza de trabajo	**29**
	TOTAL EMPLEO TEMPORAL	**36**
EMPLEO PERMANENTE — ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (duración: 49 años, 6 meses)		
	Administrador / encargado de muelle	1
	Personal de vigilancia y seguridad	1
	Personal de mantenimiento (estructura, defensas, bitas)	1
	Personal de limpieza	1
	TOTAL EMPLEO PERMANENTE	**4**

BENEFICIO SOCIAL DIRECTO POR USO DEL MUELLE (no constituye empleo generado por el proyecto)	
Posiciones de atraque disponibles (ambos muelles)	40
Familias de pescadores beneficiadas (estimado 1 familia por embarcación)	40

I.10. Equipo requerido para la ejecución del proyecto

Para cumplir con las diferentes necesidades del proyecto, se requerirá de maquinaria y equipo especializado para las distintas actividades, entre las que se encuentran las siguientes:

Tabla 9. Maquinaria y equipo requerido para la ejecución del proyecto.

Equipo	***Función en el proyecto***
Embarcación menor con motor fuera de borda	Transporte de personal de topografía y equipo de ecosonda
Ecosonda marina	Levantamiento batimétrico
Barcaza (40 m eslora, 12 m manga, 3.50 m puntal)	Plataforma de trabajo para el hincado
Martillo vibrohincador	Hincado de la camisa metálica (método vibratorio)
Almeja bivalva BUMA, modelo BM-H1600E, serie 1303-024	Dragado interior de la camisa
Perforadora SOILMEC, modelo RT-03	Perforación previa (6–8 m)
Martillo de impacto diésel, modelo D46-32	Hincado definitivo del pilote de concreto
Descabezador TAES tipo 5 (acoplado a excavadora)	Descabezado de pilotes
Equipo de izaje	Movilización de pilotes, montaje de trabes, losas y pantallas prefabricadas

I.11. Horario de trabajo

El horario de trabajo se establecerá en un turno de lunes a viernes, de 8:00 a 17:30 horas, y sábados, de 8:00 a 13:30 horas. El proyecto no contempla la realización de trabajos en

horario nocturno, ni en horarios que puedan afectar a los habitantes y negocios del área de influencia directa.

I.12. Programa de obra.

El proyecto contempla una **vida útil de 50 años**, de los cuales seis meses corresponden a las estepas de preparación del sitio y construcción, y 49 años con 6 meses a las etapas de operación y mantenimiento.

Debido a la naturaleza y características permanentes de la infraestructura proyectada, no se contempla una etapa de abandono al término de la vida útil considerada en la presente evaluación. En caso de que, una vez concluido dicho periodo, se determine la continuidad en el uso y operación de la infraestructura, el promovente realizará previamente las gestiones y trámites que resulten aplicables ante las autoridades competentes, de conformidad con la legislación vigente.

El Programa General de Obra se pueden consultar en la Tabla siguiente:

Tabla 10. Programa general de obra.

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA".	***MES***			***AÑOS***
ACTIVDIDES GENERALES	**1_3**	**4-6**	**7-12**	**2_50**
PREPARACIÓN DEL SITIO				
Estudios técnicos	X			
Elementos prefabricados	X			
Instalaciones administrativas	X			
Estudios ambientales	X			
Autorizaciones de permisos de trabajo, autorizaciones de navegación	X			
Revisión de ingeniería del proyecto	X			
Delimitación y señalamiento de la zona de Seguridad Operativa y de polígono de proyecto		X		
Trazo del eje de pilotes		X		

implementación de medidas ambientales	X
construcción	
Botado de equipos al agua y Fijación de equipos en embarcaciones para trabajos de hincado	X
Movilización y fijación de barcazas de hincado a zona de muelle	X
Colocación de artesa sobre barcaza para recolección de material de dragado	X
Rotulación y preparación de pilotes para el hincado	X
Hincado de camisa metálica y ragado de fondo marino con ayuda de cucharon tipo almeja para hincado de pilas	X
Colocación de material retirado en artesa en sitio	X
Colocación de artesa sobre tracto camión con ayuda de grúa y Traslado de material a sitio de disposición final autorizado	X
Colocación de escantillón para hincado de pilotes con apoyo de vibrohincador	X
Colocación y fijación de guías para hincado de pilotes	X
Despegue y botado de pilotes a barcaza de acarreos	X
Fincado de pilotes con apoyo topográfico	X
Fijación en pilotes hincados y Retiro de escantillón y guías de pilotes hincados	X
Colocación de prefabricado para agarre de superestructura	X
Descabece de pilotes hincados	X
Montaje de superestructura	X
Instalación de bitas y defensas marinas	X
Trabajos de pintura y sandblast en muelle	X

Limpieza de obra			X		
Implementación de programas ambientales	X		X		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
Resguardo de embarcaciones menores de pesca				X	X
Desembarque de pescados				X	X
Embarque de combustible				X	X
Embarque de tripulantes y pescadores				X	X
Mantenimiento preventivo				X	X

I.13. Generación y manejo de residuos sólidos, líquidos emisiones a la atmosfera.

Durante las diferentes etapas del proyecto se prevé la generación de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME), aguas residuales y emisiones a la atmósfera. Asimismo, aunque no se contempla la generación habitual de residuos peligrosos (RP), éstos podrían generarse de manera eventual como consecuencia de algún derrame accidental de combustibles, aceites o lubricantes.

El manejo de los residuos se realizará de acuerdo con sus características y origen, observando las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su Reglamento y demás normativa aplicable.

Generación y manejo de residuos

El proyecto implementará medidas para el manejo integral de los residuos generados durante sus diferentes etapas, desde su generación y separación hasta su almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final.

El objetivo será prevenir la dispersión de residuos hacia el medio terrestre y, particularmente, hacia el cuerpo de agua donde se desarrollarán las obras, así como evitar riesgos para el ambiente, los trabajadores y la infraestructura colindante.

Residuos sólidos urbanos (RSU). Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé principalmente la generación de residuos derivados de la presencia de los

trabajadores, tales como restos de alimentos, envases, botellas, papel, cartón y otros residuos de características domiciliarias.

Los RSU serán separados y depositados en recipientes debidamente identificados, provistos de tapa y ubicados estratégicamente en las zonas de tierra colindantes al área de trabajo, en acceso y área de rampa colindante que será utilizada para introducción de materiales, herramienta, equipo y personal. Así como en las oficinas móviles que se localizarán en las vialidades colindante al proyecto. Su recolección se realizará periódicamente para evitar acumulaciones, dispersión por viento o incorporación accidental al cuerpo de agua.

Los residuos serán entregados al servicio de recolección correspondiente o trasladados a los sitios autorizados para su disposición final.

Residuos de manejo especial (RME). Durante la construcción podrán generarse residuos derivados de los materiales utilizados en la obra, tales como recortes, sobrantes de materiales de construcción, embalajes, madera, elementos metálicos y otros residuos que, por sus características o volumen, sean clasificados como residuos de manejo especial conforme a la legislación aplicable.

Estos residuos serán separados de los RSU y almacenados temporalmente en sitios definidos para tal fin, evitando su dispersión, arrastre o caída al cuerpo de agua. Siempre que sus características lo permitan, se privilegiará su reutilización, reciclaje o valorización; aquellos que no puedan ser aprovechados serán entregados para su manejo y disposición conforme a la normativa aplicable.

Con la finalidad de evitar la acumulación de materiales, la generación de sitios de refugio para fauna nociva, la obstrucción de drenajes y el arrastre de residuos hacia el cuerpo de agua, el almacenamiento temporal será de corta duración. Por lo anterior, los residuos generados deberán ser retirados del área del proyecto en un plazo máximo de tres días, o con mayor frecuencia cuando el volumen generado así lo requiera.

Residuos peligrosos (RP). No se prevé la generación habitual de residuos peligrosos durante la ejecución del proyecto, debido a que las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos, maquinaria y equipos se realizarán fuera del área del proyecto, en talleres destinados para tal fin.

No obstante, ante la posibilidad de una contingencia por derrame accidental de combustible, aceite o lubricante, los materiales utilizados para su contención y limpieza que resulten

contaminados, tales como materiales absorbentes, estopas u otros elementos, serán manejados de acuerdo con sus características y conforme a las disposiciones aplicables en materia de residuos peligrosos.

Se contará con materiales básicos para la atención inmediata de derrames y se evitará realizar actividades de abastecimiento de combustible, cambios de aceite o mantenimiento de maquinaria en las inmediaciones del cuerpo de agua.

Aguas residuales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán aguas residuales sanitarias derivadas de la presencia del personal en obra.

Para atender este requerimiento se utilizarán sanitarios portátiles, cuyo servicio de limpieza, recolección y retiro de las aguas residuales estará a cargo de una empresa prestadora del servicio. Se verificará que su manejo y disposición se realicen conforme a las disposiciones aplicables.

No se realizarán descargas de aguas residuales sanitarias directamente al suelo ni al cuerpo de agua.

Prevención de caída y dispersión de materiales al cuerpo de agua

Debido a que una parte de las actividades constructivas se realizará directamente sobre el medio acuático, se implementarán medidas preventivas para evitar la caída y dispersión de residuos, materiales de construcción u otros elementos hacia el cuerpo de agua.

Las áreas de trabajo se mantendrán ordenadas y libres de residuos; los materiales serán almacenados y asegurados adecuadamente, y cualquier residuo o material que accidentalmente caiga al agua será retirado a la brevedad.

Emisiones a la atmósfera

Las emisiones a la atmósfera durante las etapas de preparación del sitio y construcción estarán asociadas principalmente al funcionamiento y tránsito de vehículos, maquinaria y equipos utilizados para el transporte de personal y materiales, así como para las actividades constructivas y el hincado de pilotes.

Las emisiones corresponderán principalmente a gases de combustión provenientes de motores de combustión interna y, en menor medida, a la generación de partículas derivadas del tránsito y manejo de materiales.

Para minimizar estas emisiones se procurará utilizar vehículos, maquinaria y equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento y mantenimiento, evitando mantener los motores encendidos cuando no sea necesario.

Una vez concluida la etapa de construcción, no se prevé que la operación normal del muelle constituya una fuente fija significativa de emisiones a la atmósfera, debido a que su función principal será proporcionar infraestructura para el atraque, embarque y desembarque de las embarcaciones utilizadas por los pescadores. A continuación, se representa la relación de residuos generados por el proyecto (Tabla 11) y la Tabla resumen de los volúmenes calculados a generar según residuos (Tabla 12).

Tabla 11. Tipos de residuos generados con el proyecto.

GENERACIÓN DE RESIDUOS

Etapas	**Residuos**			**Descargas**	**Emisiones a la atmosfera**
	Manejo especial	**Residuos sólidos urbanos**	**Residuos peligrosos**		
Etapa de preparación	• No se generan en esta etapa	• Actividades del personal, Residuos orgánicos, inorgánicos reciclables y no reciclables Se realizará la separación desde el punto de generación, mediante el almacenamiento temporal en recipientes con tapa y traslado a sistema	•Aceites y grasas residuales y trapos impregnados, generados durante el mantenimiento de los equipos utilizados.	• No se generan en esta etapa	• Emisiones de gases de combustión y partículas asociadas al funcionamiento de embarcaciones de apoyo.

		autorizado de recolección			
Etapa de construcción	• Recortes y sobrantes de concreto, derivados del descabezado de pilotes. • Acero de refuerzo sobrante (varillas y alambre de amarre), del habilitado de armado y descabezado. • Lodos y azolve producto del dragado interior de la camisa con almeja BUMA BM-H1600E. • Recortes metálicos, del habilitado del regatón e instalación hidráulica de los pilotes. • Película de polipropileno calibre 600 usada, de la protección entre pilotes durante el colado intercalado.	• Residuos sólidos urbanos generados por los 36 trabajadores, principalmente durante las actividades del personal.	• Aceites y grasas residuales y trapos impregnados, generados durante el mantenimiento del martillo vibrohincador, martillo diésel D46-32, perforadora SOILMEC RT-03 y descabezador TAES tipo 5. • Envases de desmoldante usados, cuya clasificación dependerá de los residuos contenidos y de las características del producto.	• Aguas residuales sanitarias generadas por el personal 36 trabajadores. • No se contempla su descarga directa al medio marino.	• Emisiones de gases de combustión y partículas asociadas al funcionamiento de maquinaria y equipos con motor diésel y gasolina utilizados durante la construcción, así como de las embarcaciones de apoyo.
Etapa de Operación	N/A[1]	N/A[1]	N/A[1]	N/A[1]	N/A[1]
Etapa de mantenimiento	N/A[1]	N/A[1]	N/A[1]	N/A[1]	N/A[1]

Etapa de abandono	N/A[2]	N/A[2]	N/A[2]	N/A[2]	N/A[2]

N/A[1]. Durante la etapa de Operación y mantenimiento no se prevé la generación adicional de residuos atribuible al presente proyecto, debido a que las actividades de mantenimiento y operación posteriores corresponderán a las actividades preexistentes en la zona y no forman parte del alcance del proyecto.

N/A[2]. Para la etapa de abandono no se prevé la generación de residuos, debido a que el presente proyecto contempla la construcción de infraestructura permanente y no se considera su abandono dentro del horizonte de ejecución del proyecto.

Tabla 12. Tabla resumen de cálculo de consumo, emisiones y volúmenes de residuos generados del proyecto.

Concepto		Preparación del Sitio y construcción (Cantidad y unidades)	Operación (Cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica		7,146 kW-hr	N/A[1]
Consumo de agua		129.6 m^3 de agua	N/A[1]
Emisiones de gases de efecto invernadero.		22.788 t CO_2e	N/A[1]
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)		N/A	N/A[1]
Generación de Residuos	Peligrosos	0.18 toneladas de residuos peligrosos.	N/A[1]
	Manejo especial	2.20 toneladas de residuos de manejo especial sólidos y 388.78 m^3 de lodos y azolve producto de las actividades de dragado.	N/A[1]
	Sólidos urbanos	1.8144 toneladas	N/A[1]
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS8		129.6 m^3 de aguas residuales sanitarias	N/A[1]
Otros en su caso (especificar)		N/A	N/A[1]

N/A[1]. Durante la etapa de Operación no se prevé la generación adicional de residuos atribuible al presente proyecto, debido a que las actividades de operación corresponderán a las actividades preexistentes en la zona y no forman parte del alcance del proyecto.

En el **Anexo 5** se puede consultar la memoria de cálculo.

I.14. Otros considerados

- **Posibles Accidentes y Planes de Emergencia.**

Derivado de las actividades previstas para la construcción del muelle, podrán presentarse eventos accidentales asociados principalmente a la operación de maquinaria y equipo, trabajos sobre el cuerpo de agua, manejo de materiales y tránsito de vehículos.

Entre los principales eventos potenciales se consideran:

- Accidentes del personal durante la ejecución de los trabajos.
- Caídas del personal al cuerpo de agua.
- Caída accidental de materiales, herramientas o residuos al agua.
- Derrames accidentales de combustibles, aceites o lubricantes provenientes de maquinaria y equipos.
- Incendios asociados a vehículos, maquinaria o equipos.
- Accidentes durante las maniobras de transporte, colocación e hincado de pilotes.
- Afectaciones derivadas de condiciones meteorológicas adversas durante los trabajos en el medio acuático.

- ***Medidas de seguridad para el personal***

Con la finalidad de reducir la probabilidad de accidentes y proteger la integridad del personal, se implementarán las siguientes medidas preventivas:

- ✓ Capacitación e inducción del personal en materia de seguridad, prevención de riesgos, atención de emergencias y protección ambiental.
- ✓ Señalización y delimitación de las áreas de trabajo y zonas de riesgo.
- ✓ Identificación y corrección oportuna de actos y condiciones inseguras.
- ✓ Utilización obligatoria del equipo de protección personal (EPP) correspondiente a las actividades realizadas, incluyendo casco, lentes de seguridad, guantes, protección auditiva, calzado de seguridad, uniforme de trabajo y demás elementos requeridos de acuerdo con el riesgo específico.
- ✓ Para el personal que realice actividades sobre el cuerpo de agua o en zonas con riesgo de caída al mismo, será obligatorio el uso de chaleco salvavidas y los dispositivos de seguridad que resulten necesarios.

- ✓ Se contará con equipo básico de primeros auxilios y personal capacitado para proporcionar atención inicial en caso de accidente.
- ✓ Se mantendrán libres de obstáculos las áreas de circulación y trabajo.
- ✓ Las actividades se realizarán atendiendo las disposiciones aplicables en materia de seguridad y salud en el trabajo emitidas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

- ***Prevención y atención de contingencias ambientales***

Para prevenir afectaciones al cuerpo de agua, se mantendrá especial vigilancia durante la operación de maquinaria y equipos. No se realizarán actividades de mantenimiento, cambios de aceite o reparaciones mayores dentro del área acuática o en sitios donde exista riesgo de escurrimiento directo hacia el cuerpo de agua.

En caso de presentarse un derrame accidental de combustible, aceite o lubricante, se suspenderá la actividad que lo haya originado y se procederá inmediatamente a contener y recuperar el material derramado mediante los elementos absorbentes y equipos disponibles para tal fin. Los materiales contaminados resultantes de la atención del derrame serán recolectados, almacenados y manejados conforme a sus características y a la legislación aplicable.

En caso de caída accidental de residuos, materiales o herramientas al cuerpo de agua, éstos deberán recuperarse a la brevedad posible, siempre que las condiciones de seguridad lo permitan, evitando su permanencia y dispersión en el medio acuático.

- ***Plan de atención a emergencias***

Durante la etapa de construcción se contará con un Plan de Atención a Emergencias, cuyo objetivo será establecer los procedimientos de actuación y las responsabilidades del personal ante la ocurrencia de accidentes o contingencias, con la finalidad de proteger la integridad física de los trabajadores, la infraestructura y el medio ambiente.

El Plan deberá considerar, de acuerdo con los riesgos asociados a las actividades del proyecto, los procedimientos de comunicación y respuesta ante emergencias, ubicación y disponibilidad de equipos de primeros auxilios, elementos para atención de derrames, equipos contra incendio, rutas y procedimientos de evacuación, así como los mecanismos

para solicitar apoyo de los servicios externos de emergencia cuando la magnitud del evento lo requiera.

Ante la ocurrencia de cualquier contingencia, se dará prioridad a la protección de la vida e integridad de las personas y, una vez controlado el riesgo inmediato, se implementarán las acciones necesarias para contener, recuperar y, en su caso, restaurar las áreas que pudieran resultar afectadas.

I.15. Bibliografía y referencias.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023* [Síntesis metodológica]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463909675.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Estructura del SCIAN México 2023: Sectores, subsectores y ramas de actividad económica* [PDF]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/scian.pdf
(De aquí se obtuvo la estructura de los 20 sectores, incluyendo el Sector 11 — Agricultura, pesca y caza, y el Sector 23 — Construcción)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Buscador SCIAN — Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte* [Herramienta de consulta]. INEGI. https://naics-scian.inegi.org.mx/naics_scian/default_e.aspx

Jalpan, Municipio de. (2017). *Catálogo de trámites y servicios* [incluye tabla de claves SCIAN, incluyendo el código 488390]. https://jalpan.gob.mx/sare/CATALOGO%20DE%20TRAMITES%20Y%20SERVICIOS%20AL%2024-10-2017.pdf
(Fuente donde se ubicó el código específico 488390 — Otros servicios relacionados con el transporte por agua)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa durante 2021* [Boletín de prensa]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/PIBEF/PIBEF_Col.pdf
(Confirma la definición y el desglose de actividades primarias, secundarias y terciarias para el estado de Colima).

CAP. II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO

CONTENIDO

II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. 1

II.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 1
II.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL 3
II.3 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (GENERAL DEL TERRITORIO, REGIONAL, LOCAL Y MARINO) 5
II.4 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO 9
II.5 DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC) 13
II.6 ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC) 21
II.7 REGIONES PRIORITARIAS ESTABLECIDAS POR LA CONABIO 22
II.8. PLAN O PROGRAMAS DE MANEJO DE ANP O ADVC 28
II.9. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 28
II.10. INSTRUMENTOS DEL DERECHO DEL MAR (INTERNACIONAL). 31
II.11. INSTRUMENTOS APLICABLES A OBRAS PORTUARIAS 37
II.12. POBLACIÓN INDÍGENA 44

Tablas y figuras

Tabla 1. Vinculación del proyecto LGEEPA. 1
Tabla 2. Vinculación del proyecto RLGEEPAMEIA. 3
Tabla 3. - Áreas Naturales Protegidas Federales. 14
Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas Estatales. 16
Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas. 28
Tabla 6. Instrumentos del Derecho del Mar. 31
Tabla 7. Instrumentos Aplicables a Obras Portuarias. 37

Fig. 1.- UGA 49 6
Fig. 2.- UGA 34 7
Fig. 3.- Ordenamiento Ecológico Marino y Regional 8
Fig. 4.- ANP Federales 15
Fig. 5.- ANP Estatales 17

Fig. 6.- ANP Municipales..... 19
Fig. 7.- ANP Estatales y Municipales en vías de promulgación. 20
Fig. 8.- Areas destinadas Voluntariamente a la conservación 21
Fig. 9.- Regiones Prioritarias 23
Fig. 10.- Sitios de Atención Prioritaria y Sitios Prioritarios Marinos..... 26
Fig. 11.- Ubicación del proyecto respecto a las AICA´s más cercanas..... 27
Fig. 12.- Consulta realizada al Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI)..... 45

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

II.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

Conforme al Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental la vinculación debe demostrar la compatibilidad territorial y normativa del proyecto con los instrumentos de ordenamiento aplicables.

Tabla 1. Vinculación del proyecto LGEEPA.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO LGEEPA	
LGEEPA Artículo 28	
ARTÍCULO, FRACCIONES, INCISOS A LOS QUE DEBERÁ DAR CUMPLIMIENTO.	**VINCULACIÓN**
Fracción I	El proyecto contempla la **construcción de muelles para pescadores**, infraestructura que se encuentra comprendida dentro del régimen federal de evaluación de impacto ambiental como obra hidráulica. El proyecto será sometido a evaluación ante SEMARNAT mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, proporcionando la información técnica necesaria para identificar, prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales que pudieran generarse durante las etapas de preparación, construcción, operación, mantenimiento y abandono. La vinculación específica de la obra con el supuesto reglamentario se desarrolla en el artículo 5, inciso A), fracción III, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Fracción VII	**NO APLICA** La superficie marina destinada a los muelles no constituye por sí misma un terreno forestal.
Fracción IX	**NO APLICA** Debido a que la obra tiene como finalidad la construcción de infraestructura para apoyar las actividades de pescadores y no corresponde a un desarrollo inmobiliario.
Fracción X	Por su ubicación en la zona costera de Manzanillo, en virtud de que las obras de infraestructura para los muelles tendrán interacción con el ambiente costero y/o cuerpos de agua nacionales. La presente MIA-P analiza las condiciones ambientales del sitio y establece medidas de prevención y mitigación destinadas a evitar o reducir la afectación a la calidad del agua, fondo marino, comunidades bentónicas, flora y fauna, así como la generación de residuos y posibles derrames de combustibles o lubricantes. El proyecto se limitará a la superficie autorizada y no contemplará rellenos, depósitos de materiales o descargas al cuerpo de agua, salvo que éstos sean expresamente contemplados, evaluados y autorizados. La fracción X fue reformada en 2018 y establece expresamente su aplicación a obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros y otros cuerpos de agua conectados con el mar, así como sus litorales o zonas federales.

II.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 2. Vinculación del proyecto RLGEEPAMEIA.

VINCULACIÓN RLGEEPAMEIA	
ARTÍCULO 5	
ARTÍCULO, FRACCIONES, INCISOS A LOS QUE DEBERÁ DAR CUMPLIMIENTO.	**VINCULACIÓN**
Inciso A, fracción III	El proyecto corresponde a la construcción de **muelles destinados al apoyo de las actividades de pescadores en Manzanillo, Colima**., el promovente somete el proyecto a evaluación previa en materia de impacto ambiental ante SEMARNAT mediante la presente MIA-P. Durante la construcción se implementarán medidas para prevenir la dispersión de materiales, generación excesiva de turbidez, contaminación del agua, derrames de combustibles y lubricantes, afectación de organismos acuáticos y generación inadecuada de residuos.
Inciso A, fracción VII	**NO APLICA** Los muelles se proyectan como estructuras de acceso y apoyo para embarcaciones, sin que su construcción implique ganar terreno al mar.
Inciso A fracción X	**NO APLICA** Ya que la instalación y operación de los muelles no se requiere realizar dragado.
Inciso A fracción XIII	**NO APLICA** Debido a que el proyecto no contempla la apertura de zonas de tiro ni la disposición de material de dragado dentro de cuerpos de agua nacionales.

Inciso A fracción XIV	**NO APLICA** Debido a que el proyecto consiste en la construcción de muelles para pescadores y no contempla la apertura, ampliación o modificación de bocas de comunicación entre sistemas lagunares y el mar.
Inciso O)	**NO APLICA** Las obras terrestres asociadas al proyecto no implican cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El proyecto se encuentra orientado a la instalación de infraestructura de apoyo a actividades pesqueras y, de acuerdo con la información disponible, no contempla el cambio de uso de suelo de una superficie forestal.
Inciso Q primer párrafo	**APLICA PARA SU ANÁLISIS POR LA UBICACIÓN COSTERA, PERO NO COMO NATURALEZA PRINCIPAL DEL PROYECTO.** El inciso Q incluye expresamente dentro de los desarrollos inmobiliarios que afectan ecosistemas costeros a diversas obras, entre ellas los **muelles**. Sin embargo, el proyecto corresponde a infraestructura destinada al apoyo de actividades pesqueras y no a un desarrollo inmobiliario habitacional, turístico o comercial. La vinculación se realiza reconociendo la posible interacción de la infraestructura con el ecosistema costero y estableciendo medidas para minimizar la ocupación, alteración del fondo, generación de turbidez, afectación de flora y fauna y contaminación del medio marino.
Inciso R) fracción l	**NO APLICA** Si el sitio corresponde exclusivamente a ambiente marino costero sin presencia de los ecosistemas señalados en el inciso.
Inciso S)	**NO APLICA** En el análisis cartográfico del proyecto se puede identificar que no se encuentra dentro de un Área Natural Protegida federal.

II.3 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO (GENERAL DEL TERRITORIO, REGIONAL, LOCAL Y MARINO)

II.3.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de Unidades Ambientales biofísicas (UAB) que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.



El Proyecto no incide en ninguna Unidad Ambiental Biofísica, la colindante al proyecto es la (UAB) 119 Región 8.33 denominada Lomeríos de la Costa de Jalisco y Colima.

II.3.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL DEL ESTADO DE COLIMA (POETEC).

Es una herramienta de planeación estratégica que busca armonizar el desarrollo humano con la conservación del medio ambiente. Su propósito es establecer un patrón de ***uso del territorio*** que permita el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, minimizando impactos negativos y promoviendo la resiliencia ecológica.

La visión de cuenca en el ordenamiento ecológico favorece la gestión integral del agua, la reducción de conflictos entre actividades productivas, y la protección de ecosistemas estratégicos, como zonas de recarga hídrica, bosques y manglares. Además, involucra a los distintos actores sociales de toda la cuenca, independientemente del municipio en el que se encuentren, promoviendo una gobernanza más colaborativa y efectiva.

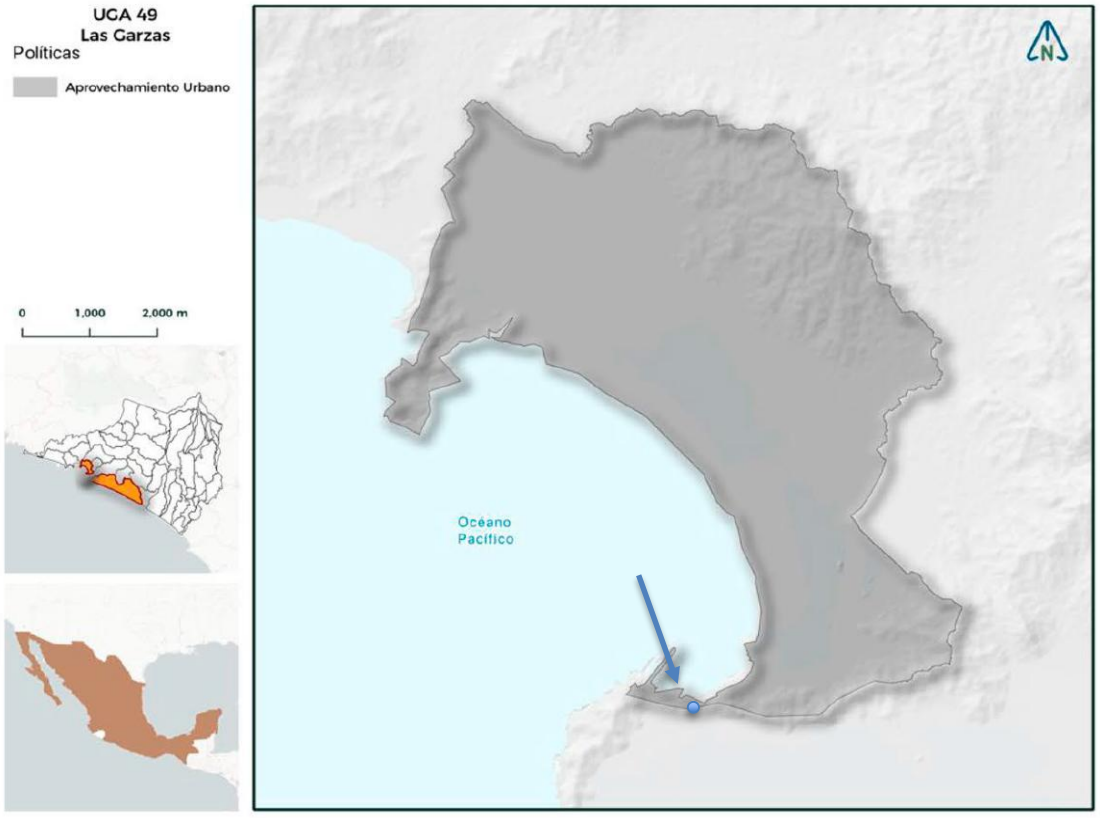


Fig. 1.- UGA 49

El Proyecto no incide en ninguna Unidades de Gestión Ambiental (UGA), la unidad colíndate al proyecto en área terrestre es la UGA 49, LAS GARZAS, con política de aprovechamiento urbano.

II.3.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL LOCAL DEL TERRITORIO DE MANZANILLO, COLIMA.

Es el instrumento de política ambiental para el desarrollo sustentable dirigido a evaluar y programar el uso del suelo, las actividades productivas y el manejo de los recursos naturales en el territorio municipal y las zonas sobre las que el municipio ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

El modelo de ordenamiento ecológico está compuesto por Unidades de Manejo Ambiental (UGA´s), destinos de uso del suelo o políticas para cada una de éstas, estrategias ambientales y criterios de regulación ecológica que interpretan la política e indicadores de cumplimiento.

El Proyecto no incide en ninguna Unidades de Gestión Ambiental (UGA), la unidad colíndate al proyecto en área terrestre es la UGA 34, Subcuenca Laguna de Cuyutlán.

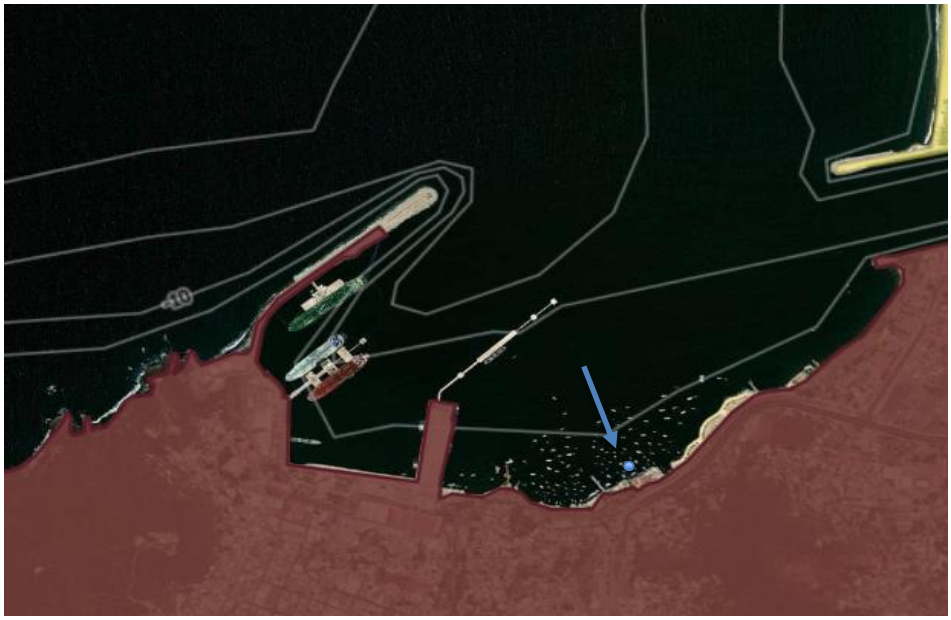


Fig. 2.- UGA 34

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

El Proyecto se ubica en zona marina, fuera del ámbito de aplicación territorial de los Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial, cuyas Unidades de Gestión Ambiental (UGA) se circunscriben a la **porción terrestre estatal**.

II.3.4 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL PACÍFICO CENTRO SUR (JALISCO, COLIMA, MICHOACÁN, GUERRERO, OAXACA, CHIAPAS)

En materia de ordenamiento ecológico marino, el sitio se ubica dentro del área de estudio del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Pacífico Centro Sur (POEMyRPCS), instrumento que a la fecha de elaboración de la presente MIA se encuentra en proceso de formulación por parte de la SEMARNAT, sin que exista publicación en el Diario Oficial de la Federación que lo dé a conocer ni Unidades de Gestión Ambiental Marina decretadas y vigentes aplicables al polígono del Proyecto.



Fig. 3.- Ordenamiento Ecológico Marino y Regional

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

En consecuencia, no existe instrumento de ordenamiento ecológico marino vinculante para el sitio, sin perjuicio de la aplicación directa de la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, y demás disposiciones sectoriales aplicables.

II.4 PROGRAMAS Y/O PLANES DE DESARROLLO URBANO

II.4.1 PROGRAMA NACIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y DESARROLLO URBANO -2021-2024

El **Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) 2026-2030** constituye el instrumento de planeación nacional en materia de ordenamiento territorial y desarrollo urbano, orientado a promover un ordenamiento territorial integrado, equilibrado y sostenible, así como la gestión sustentable del territorio y la protección del ambiente. El Programa fue aprobado y publicado en el Diario Oficial de la Federación el **15 de abril de 2026**.

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" ubicado en la zona marina de San Pedrito, municipio de Manzanillo, estado de Colima, se vincula con los principios del PNOTDU 2026-2030 relacionados con el **ordenamiento territorial, la sustentabilidad ambiental, la resiliencia territorial y el uso responsable del territorio**.

En particular, el Programa contempla entre sus objetivos fortalecer la sustentabilidad y resiliencia del territorio mediante la protección y restauración del ambiente, así como consolidar un ordenamiento territorial integrado y articulado.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

Debido a que el proyecto se desarrollará **exclusivamente en zona marina y fuera del recinto portuario**, el PNOTDU 2026-2030 **no establece una zonificación específica para la superficie marina donde se pretende instalar el muelle**, por lo que su vinculación es de carácter general y orientador. La regulación específica del

proyecto estará determinada por los instrumentos sectoriales, ambientales, territoriales y administrativos que resulten aplicables.

En este sentido, el proyecto deberá desarrollarse bajo criterios de prevención y minimización de impactos ambientales, particularmente sobre la calidad del agua y las comunidades biológicas marinas identificadas en el área de estudio.

Este Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PNOTDU) deriva de un Sistema Nacional de Planeación Democrática y dentro del contenido de dicho instrumento, se refieren las prioridades del desarrollo integral del país, fijadas en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, para que la población viva en un entorno de bienestar, satisfaciendo las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la capacidad de las futuras, generando en la sociedad conciencia ambiental y cuidado del entorno en el ordenamiento del territorio y el desarrollo urbano, garantizando un futuro habitable y armónico.

Con el fin de construir un territorio justo y sostenible para todos, el Programa plantea seis objetivos prioritarios, se referirá únicamente los objetivos que se apegan al Proyecto.

II. Política social Desarrollo sostenible

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" ubicado en la zona marina de San Pedrito, municipio de Manzanillo, estado de Colima, presenta vinculación con el eje **"II. Política Social"**, particularmente con los principios relacionados con el **desarrollo sostenible**, al considerar que las obras propuestas deberán ejecutarse bajo criterios de aprovechamiento responsable del territorio y prevención de impactos ambientales.

Debido a que el proyecto se desarrollará exclusivamente en **zona marina**, sin remoción de vegetación terrestre ni de manglar, su vinculación con este eje se establece principalmente mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y control orientadas a conservar las condiciones ambientales del sitio.

Asimismo, considerando que el inventario biológico realizado identificó la presencia de **fitoplancton, fauna bentónica y fauna íctica**, el proyecto contempla medidas para prevenir la contaminación del medio marino, evitar el vertimiento de residuos y sustancias contaminantes, y reducir la alteración de la calidad del agua y del hábitat durante las actividades constructivas.

En este sentido, el proyecto **es compatible de manera general con los principios de desarrollo sostenible**, siempre que su ejecución se lleve a cabo conforme a las autorizaciones ambientales correspondientes y a las medidas de prevención y mitigación establecidas.

III. Economía Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" presenta una vinculación directa con el eje **III. Economía**, particularmente con el objetivo de **impulsar la reactivación económica, fortalecer el mercado interno y promover el empleo**, debido a que la infraestructura propuesta estará destinada a brindar apoyo a las actividades desarrolladas por el sector pesquero.

La construcción y posterior operación del muelle permitirá mejorar las condiciones de acceso y utilización del espacio marítimo por parte de los pescadores, contribuyendo al desarrollo de las actividades económicas asociadas a la pesca y favoreciendo las condiciones para la generación y conservación de empleos relacionados con dicha actividad.

Asimismo, durante la etapa de construcción se generarán empleos temporales y se requerirá la adquisición de materiales, servicios y suministros, lo que puede contribuir de manera indirecta a la actividad económica local.

En este sentido, el proyecto **se vincula favorablemente con el eje III. Economía**, al contribuir al fortalecimiento de una actividad productiva local y al aprovechamiento ordenado de la infraestructura destinada al sector pesquero, procurando que su ejecución se realice bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

II.4.2.- PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE COLIMA, 2021 -2027

El **Plan Estatal de Desarrollo de Colima 2021-2027** constituye el instrumento rector de planeación del Gobierno del Estado y establece los objetivos, estrategias y líneas de acción para orientar el desarrollo económico, social y ambiental de la entidad.

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA", ubicado en el municipio de Manzanillo, se vincula con los objetivos del Plan Estatal relacionados con el **desarrollo económico, el fortalecimiento de las actividades productivas y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales**.

Particularmente, la construcción de infraestructura destinada al sector pesquero contribuye al fortalecimiento de las actividades económicas desarrolladas por los pescadores, al mejorar las condiciones para el desarrollo de sus actividades y favorecer la generación y conservación de empleos vinculados con este sector.

Asimismo, el proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención y mitigación ambiental, considerando que las obras se desarrollarán en un ambiente marino que presenta comunidades de fitoplancton, fauna bentónica y fauna íctica. Por ello, se prevé el manejo adecuado de residuos, la prevención de derrames y la protección de la calidad del agua durante las etapas de construcción y operación.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

En este sentido, el proyecto **presenta una vinculación favorable con el Plan Estatal de Desarrollo de Colima 2021-2027**, al contribuir al desarrollo de infraestructura para el sector pesquero y al fortalecimiento de las actividades económicas locales, bajo criterios de sustentabilidad ambiental.

II.4.3.- PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE MANZANILLO

El **Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo** constituye el instrumento rector de planeación municipal mediante el cual se establecen los objetivos, estrategias y líneas de acción orientados al desarrollo económico, social, territorial y ambiental del municipio.

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" presenta vinculación con los objetivos municipales relacionados con el **fortalecimiento de las actividades económicas, el desarrollo de infraestructura y el impulso de las actividades productivas locales**, particularmente aquellas vinculadas con el sector pesquero.

La construcción del muelle permitirá contar con infraestructura de apoyo para los pescadores que desarrollan sus actividades en la zona, contribuyendo a mejorar las condiciones para el desarrollo de la actividad pesquera y favoreciendo la generación y conservación de empleos relacionados con este sector.

Asimismo, considerando que el proyecto se desarrollará en **zona marina**, se deberán observar las disposiciones ambientales aplicables y adoptar medidas de prevención y mitigación para evitar afectaciones a la calidad del agua y a las comunidades biológicas presentes en el área de estudio.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

En este sentido, el proyecto **presenta una vinculación favorable con los objetivos de desarrollo económico y fortalecimiento de infraestructura del municipio de Manzanillo**, siempre que su ejecución se realice conforme a las autorizaciones y disposiciones ambientales, territoriales y administrativas aplicables.

II.5 DECRETO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP) O ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC)

II.5.1 AREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES

Con la finalidad de determinar la posible relación del proyecto con Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal, se realizó la revisión de la información cartográfica disponible de la **Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)**, considerando las ANP existentes en el estado de Colima y su proximidad al sitio del proyecto.

Como resultado de dicha revisión, se identificaron las siguientes Áreas Naturales Protegidas federales como las más cercanas al área del proyecto:

Tabla 3. - Áreas Naturales Protegidas Federales.

ÁREA NATURAL PROTEGIDA	CATEGORÍA	DISTANCIA APROXIMADA AL PROYECTO
CANOAS	Área de Protección de Flora y Fauna	20.19 km
SIERRA DE MANANTLÁN	Reserva de la Biosfera	42.30 km
LAS HUERTAS	Área de Protección de Recursos Naturales	64.72 km
EL JABALÍ	Área de Protección de Flora y Fauna	75.40 km
VOLCÁN DE COLIMA	Parque Nacional	84.32 km

De acuerdo con la información oficial de la CONANP, el **Área de Protección de Flora y Fauna Canoas** se localiza en la porción central del estado de Colima y comprende territorio de los municipios de **Coquimatlán, Manzanillo y Minatitlán**; fue decretada el **8 de enero de 2024** y cuenta con una superficie de 20,416.65 hectáreas.

Asimismo, la **Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán** se localiza en los estados de Colima y Jalisco y fue decretada el **23 de marzo de 1987**, comprendiendo, en el estado de Colima, los municipios de Minatitlán y Comala.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

No obstante, de acuerdo con la revisión cartográfica realizada, **el área de intervención directa del proyecto no se encuentra dentro de los límites de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas federales identificadas**.

En particular, aunque el ANP **Canoas** es la más cercana, encontrándose aproximadamente a **20.19 km del proyecto**, la superficie destinada a la instalación del muelle se encuentra fuera de sus límites territoriales.

Por lo anterior, **el Decreto de Área Natural Protegida no resulta aplicable directamente al área de intervención del proyecto**, al no ubicarse las obras dentro de los límites de alguna ANP federal.

En consecuencia, no se identifican restricciones, zonificaciones o disposiciones específicas derivadas de un Decreto de ANP que regulen directamente la superficie marina donde se pretende desarrollar el proyecto. No obstante, se observarán las demás disposiciones ambientales y los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial que resulten aplicables.



Fig. 4.- ANP Federales

II.5.2 AREA NATURAL PROTEGIDA ESTATAL

Para determinar la posible relación del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia estatal, se realizó la revisión de la información cartográfica disponible para el estado de Colima, considerando la ubicación del proyecto en la zona marina de San Pedrito, municipio de Manzanillo.

Como resultado de la revisión, se identificaron las siguientes Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal como las más cercanas al sitio del proyecto:

Tabla 4. Áreas Naturales Protegidas Estatales.

ÁREA NATURAL PROTEGIDA ESTATAL	CATEGORÍA	DISTANCIA APROXIMADA AL PROYECTO
LA CAMPANA	Zona Ecológica y Cultural	**65.37 km**
CALZADA PEDRO A. GALVÁN	Parque Ecológico Estatal / Área de Valor Ambiental	**65.84 km**

El Área Natural Protegida **"La Campana"** fue declarada mediante Decreto publicado el 28 de noviembre de 2020, con la categoría de **Zona Ecológica y Cultural**, y se localiza en los límites de los municipios de Colima y Villa de Álvarez, con una superficie de 94.75 hectáreas.

Por su parte, el área correspondiente a la **Calzada Pedro A. Galván**, en el municipio de Colima, fue declarada **Área de Valor Ambiental con categoría de Parque Ecológico Estatal**, con una superficie aproximada de 15.06 hectáreas.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

De acuerdo con la revisión cartográfica realizada, **el área de intervención directa del proyecto no se encuentra dentro de los límites de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal identificadas**.



Fig. 5.- ANP Estatales

Considerando la distancia existente entre estas áreas protegidas y el sitio del proyecto, así como que las obras se desarrollarán exclusivamente en zona marina de San Pedrito, **no se identifica una relación espacial directa entre las ANP estatales señaladas y el área de intervención del proyecto**.

Por lo anterior, **los Decretos de las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal no resultan aplicables directamente al área de intervención del proyecto**.

II.5.3 AREA NATURAL PROTEGIDA MUNICIPAL

Con la finalidad de determinar la posible vinculación del proyecto con Áreas Naturales Protegidas de competencia municipal, se realizó la revisión de la información disponible respecto de las áreas de conservación y áreas de valor ambiental establecidas por el H. Ayuntamiento de Manzanillo.

De acuerdo con el **Reglamento de Ecología para el Municipio de Manzanillo**, el Ayuntamiento cuenta con atribuciones para establecer, conservar y administrar áreas y espacios verdes municipales y, en su caso, decretar áreas de valor ambiental, incluyendo áreas de conservación ecológica y otras categorías previstas por la normativa municipal.

Con base en la revisión realizada, **no se identifica que el área de intervención directa del proyecto, localizada en la zona marina de San Pedrito, se encuentre dentro de los límites de un Área Natural Protegida de carácter municipal o de un área de valor ambiental municipal que cuente con un decreto aplicable al sitio**.

Asimismo, el proyecto se desarrollará exclusivamente en **zona marina**, sin ocupación de terrenos terrestres, por lo que no se identifica una vinculación directa con áreas verdes, parques urbanos, jardines vecinales u otras áreas municipales de carácter terrestre.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

El Decreto de Área Natural Protegida de competencia municipal NO APLICA directamente al área de intervención del proyecto, al no encontrarse el sitio dentro de los límites de un área municipal decretada con dicha categoría.

Lo anterior se señala sin perjuicio del cumplimiento de las disposiciones municipales que resulten aplicables a las actividades o instalaciones terrestres asociadas al proyecto, en caso de que éstas sean contempladas.



Fig. 6.- ANP Municipales.

II.5.4 ANP ESTATALES Y MUNICIPALES EN VÍAS DE PROMULGACIÓN

Como parte de la revisión de las áreas sujetas a procesos de conservación en el estado de Colima, se identificó la zona denominada **Bahía de Carrizales–Peña Blanca**, localizada en el municipio de Manzanillo, la cual se encuentra en **proceso de gestión para el establecimiento de un Área Natural Protegida**.

De acuerdo con información del Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima (IMADES), para la zona de **Bahía de Carrizales y áreas colindantes** se han desarrollado acciones encaminadas a su conservación, incluyendo reuniones con autoridades ambientales federales, la elaboración de un **Estudio Técnico Justificativo preliminar**, acciones de difusión y capacitación, así como gestiones para su reconocimiento como Área Natural Protegida.

Asimismo, se reconoce la importancia ambiental de la zona debido a la presencia de ecosistemas como **bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, arrecife de coral, duna costera y manglar**, así como especies que pueden encontrarse bajo alguna categoría de protección.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

No obstante, es importante señalar que **el área se encuentra en proceso de gestión para su establecimiento y no corresponde, a la fecha de la presente evaluación, a un Área Natural Protegida formalmente decretada**, por lo que no cuenta con los efectos jurídicos propios de un decreto de ANP.

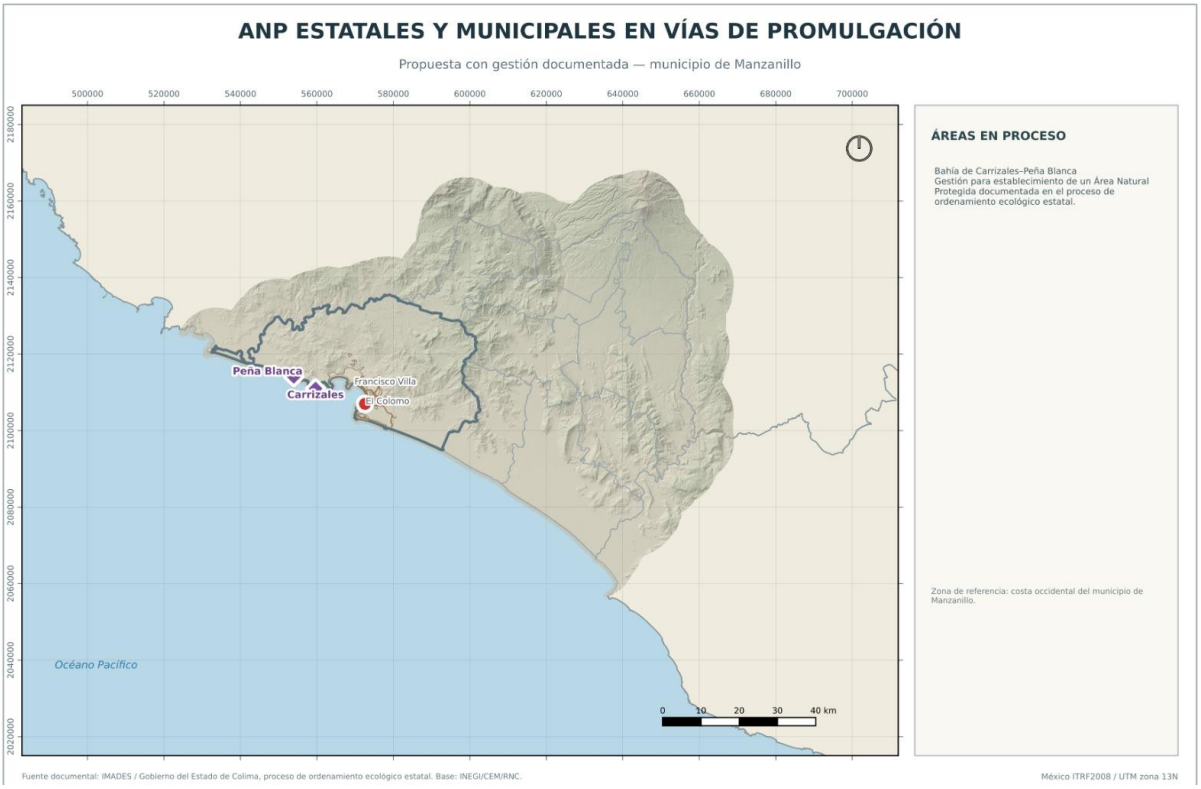


Fig. 7.- ANP Estatales y Municipales en vías de promulgación.

II.6 ÁREA DESTINADA VOLUNTARIAMENTE A LA CONSERVACIÓN (ADVC)

Para determinar la relación del proyecto con Áreas Naturales Protegidas (ANP) y Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC), se realizó la revisión de la información disponible sobre estas figuras de conservación en el estado de Colima.

Como resultado de dicha revisión, se determinó que **el área de intervención directa del proyecto no se encuentra dentro de los límites de un Área Natural Protegida ni de un Área Destinada Voluntariamente a la Conservación**.



Fig. 8.- Areas destinadas Voluntariamente a la conservación

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

La **ADVC más cercana al sitio del proyecto se localiza en la comunidad de El Astillero, municipio de Minatitlán, estado de Colima, aproximadamente a 50.24 km del área de intervención del proyecto**. Debido a esta distancia y a la naturaleza

puntual de las obras propuestas, dicha área no presenta una relación espacial directa con el sitio de ejecución del proyecto.

Asimismo, no se identifican **decretos, programas o disposiciones específicas de ANP o ADVC** que regulen directamente la superficie marina donde se pretende instalar el muelle. No obstante, se dará cumplimiento a las disposiciones ambientales y a los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial que resulten aplicables al sitio.

II.7 REGIONES PRIORITARIAS ESTABLECIDAS POR LA CONABIO

La **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)** ha identificado diversas áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad mediante instrumentos de carácter técnico, entre los que se encuentran las **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP)**.

Para el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA", se realizó la revisión de la información cartográfica disponible de las regiones prioritarias establecidas por la CONABIO, considerando las características y ubicación del proyecto en la zona marina de San Pedrito, municipio de Manzanillo, Colima.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

Debido a que el proyecto se desarrolla en **ambiente marino**, la categoría de mayor relevancia para su análisis corresponde a las **Regiones Marinas Prioritarias (RMP)**. Estas regiones constituyen áreas identificadas por su importancia para la biodiversidad y los recursos marinos; sin embargo, **su carácter es principalmente informativo y de priorización para la conservación, y no constituye por sí mismo un instrumento jurídico que prohíba o autorice la ejecución de proyectos**.

II.7.1 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) forman parte de la estrategia nacional de conservación identificada por CONABIO, cuyo objetivo es señalar las áreas del territorio mexicano que poseen un valor biológico excepcional, ya sea por su alta

biodiversidad, presencia de especies endémicas o en riesgo, integridad ecológica o por la importancia de sus procesos y funciones ambientales. La delimitación de las RTP se basa en criterios como riqueza de especies, representatividad ecosistémica, endemismo, estado de conservación, conectividad y presión antropogénica.

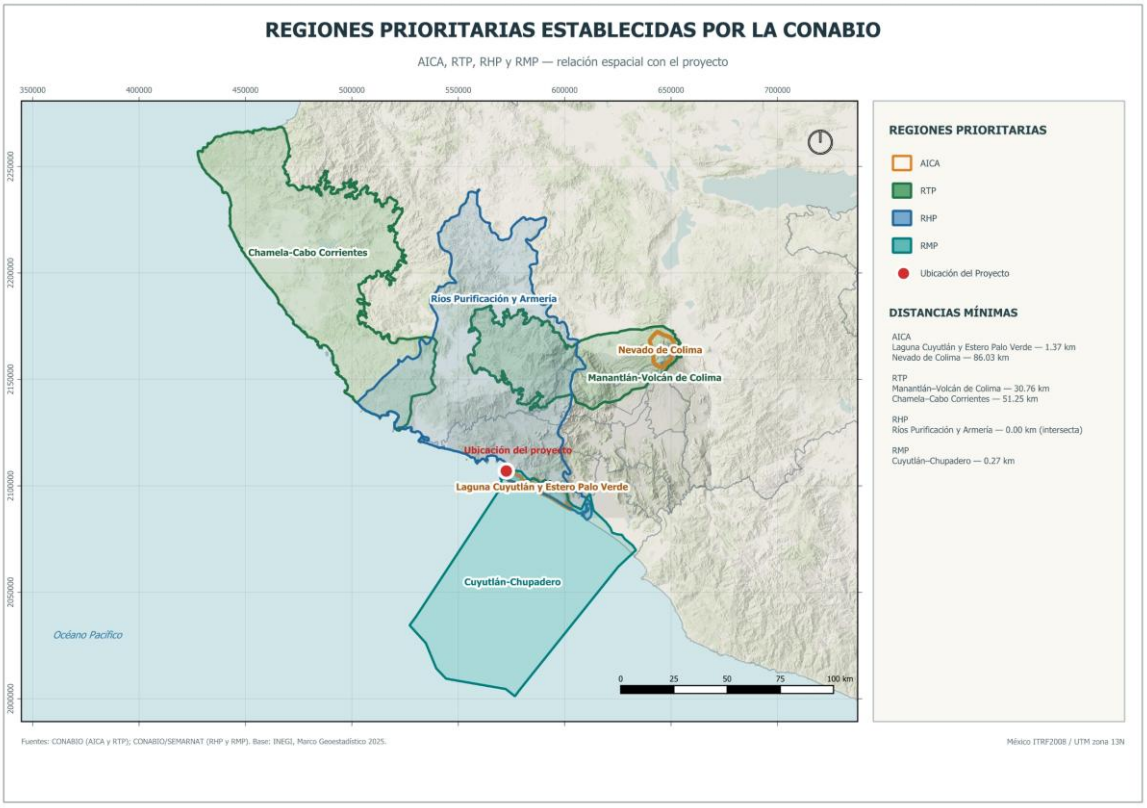


Fig. 9.- Regiones Prioritarias

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

Con base en la cartografía oficial de CONABIO, se confirma que el proyecto no se ubica dentro ni colinda con ninguna Región Terrestre Prioritaria. Las RTP más cercanas se localizan a distancias amplias que eliminan la posibilidad de cualquier afectación, siendo la RTP "Manantlán – Volcán de Colima", y Chamela – Cabo Corrientes.

Estas distancias, sumadas a la ausencia de continuidad ecológica directa entre el área del proyecto y las RTP, garantizan que la actividad no afecta los procesos ecológicos clave que dichas regiones buscan conservar.

II.7.2 REGIÓN MARINA PRIORITARIA Y REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) forman parte de la regionalización biológica desarrollada por CONABIO para identificar territorios de alta relevancia ecológica asociados al agua, incluyendo cuencas, humedales, sistemas lagunares, ríos, manantiales y zonas de recarga. Estas regiones representan unidades donde convergen funciones clave del ciclo hidrológico, procesos biofísicos esenciales y ecosistemas de importancia nacional por su biodiversidad, endemismo o servicios ambientales relacionados con la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

Por su parte las Regiones Marinas Prioritarias se utilizaron diversos criterios ambientales, económicos y de amenaza. Entre los criterios ambientales específicos de ambientes marinos, se consideraron los procesos oceánicos relevantes y las zonas de migración, crecimiento, reproducción y refugio. Entre los criterios económicos, se pueden mencionar los relacionados a las especies de importancia comercial, las zonas pesqueras, y las zonas importantes para las actividades económicas como el turismo, y la extracción de recursos.

El proyecto se localiza en la Bahía de Manzanillo, en la zona de San pedrito, en el municipio de Manzanillo, Colima, área vinculada con la Región Hidrológica Prioritaria No. 25, denominada "Ríos Purificación y Armería". Esta región comprende diversos recursos hídricos y ecosistemas de importancia, entre los que se encuentra la Laguna de Cuyutlán.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

El proyecto contempla exclusivamente la construcción de un muelle, mediante actividades temporales y localizadas, tales como el hincado de pilotes y la colocación de elementos estructurales. Durante su ejecución se implementarán medidas para prevenir la contaminación del medio acuático, incluyendo el manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos, la prevención de derrames de combustibles y lubricantes y la prohibición de descargas directas de aguas residuales al cuerpo de agua.

Por lo anterior, se considera que el proyecto es compatible con los objetivos de conservación de las regiones prioritarias identificadas, toda vez que no contempla actividades que impliquen la modificación de las cuencas o sistemas hidrológicos

regionales y se aplicarán medidas para prevenir y minimizar posibles afectaciones al ambiente marino y costero.

II.7.3 SITIOS DE ATENCIÓN PRIORITARIA Y SITIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN MÉXICO

Como parte de la caracterización ambiental del área de estudio, se realizó la revisión de los **Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad en México**, considerando particularmente los sitios de carácter marino identificados por la **Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)**.

De acuerdo con la cartografía consultada, se identificaron los siguientes **Sitios Prioritrios Marinos** en la región del Pacífico centro-occidental:

- **Laguna de Cuyutlán–Río Armería**.
- **Corredor Costero Careyes–Barra de Navidad**.
- **Mismaloya–Bahía de Chamela**.
- **Playa Cocolá–Maruata**.

Estos sitios constituyen áreas identificadas por su importancia para la conservación de la biodiversidad marina y costera, por lo que se consideran elementos de referencia para la planeación y evaluación ambiental.

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" se localizará en la zona marina de San Pedrito, municipio de Manzanillo, Colima. De acuerdo con la cartografía revisada, **el área de intervención directa del proyecto no se encuentra dentro de los polígonos de los Sitios Prioritarios Marinos identificados**, por lo que ninguno de los sitios anteriormente señalados establece una regulación directa sobre la superficie donde se pretende instalar el muelle.

No obstante, debido a la naturaleza marina del proyecto y a la presencia de comunidades de **fitoplancton, fauna bentónica y fauna íctica** identificadas mediante el inventario biológico, los sitios prioritarios regionales se consideran como elementos de referencia para la evaluación de los posibles efectos sobre la biodiversidad marina.

En consecuencia, se implementarán medidas de prevención y mitigación orientadas a evitar la contaminación del medio marino, controlar la generación y disposición de residuos, prevenir derrames de combustibles o sustancias contaminantes y reducir la alteración de la calidad del agua durante las actividades de construcción y operación.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

Por lo anterior, los Sitios Prioritarios Marinos identificados por CONABIO no representan una regulación jurídica directa sobre el área de intervención del proyecto; sin embargo, se consideran como referencia ambiental para la evaluación de la biodiversidad marina y para la adopción de medidas preventivas y de mitigación.

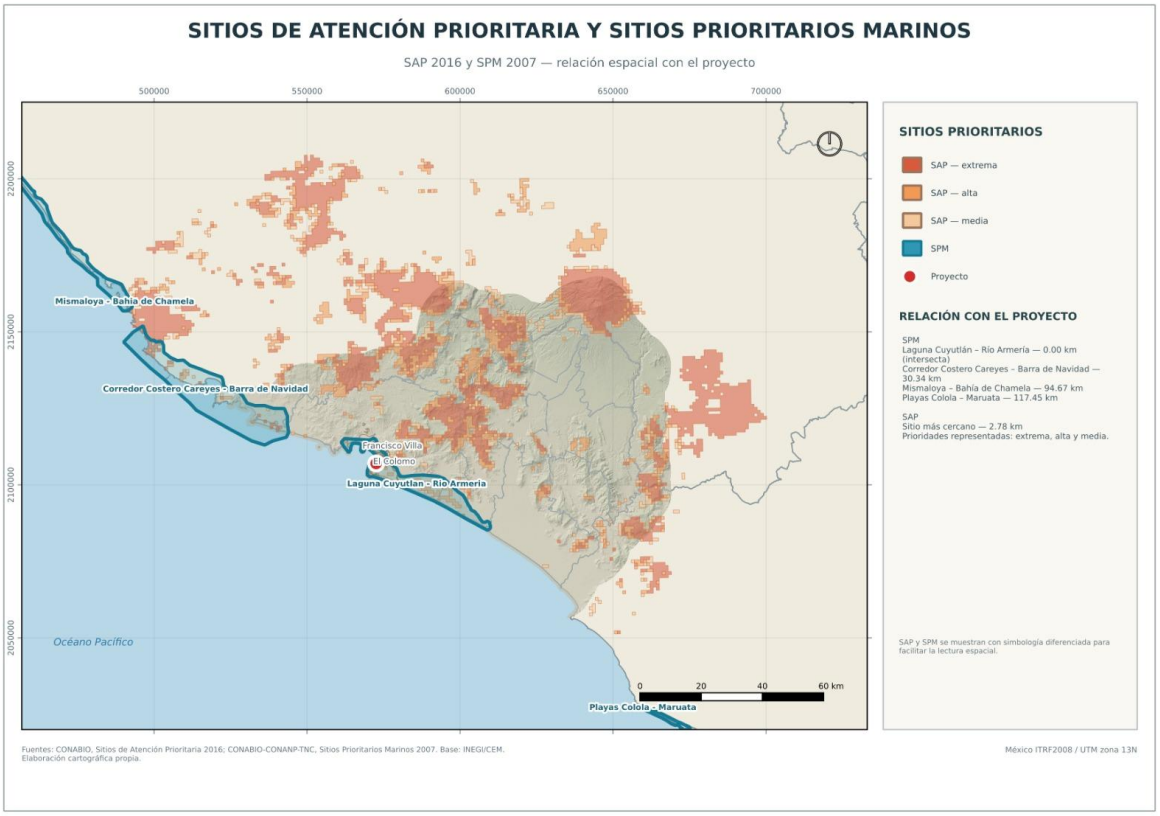


Fig. 10.- Sitios de Atención Prioritaria y Sitios Prioritarios Marinos

II.7.4 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) son sitios prioritarios identificados por BirdLife International y el Comité Nacional de AICA en México, seleccionados por su relevancia para la persistencia de poblaciones de aves residentes, migratorias, endémicas o en riesgo. Estas áreas funcionan como herramientas de planeación y conservación complementarias a las Áreas Naturales Protegidas y su delimitación se basa en criterios científicos como diversidad, abundancia de especies clave, presencia de hábitats críticos y conectividad biológica.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

Con base en la cartografía oficial de AICA's publicada por CONABIO, se confirma que el proyecto no se ubica dentro ni colinda con ninguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves. Las AICA´s más cercanas se localizan a distancias considerables que impiden cualquier afectación directa o indirecta, estando la de "Nevado de Colima" y Laguna de Cuyutlán vasos III y IV.

La distancia significativa respecto a ambas, así como la ausencia de conectividad ecológica directa, garantiza que este proyecto no afecta rutas de movimiento de aves y no altera zonas de alimentación, reproducción o descanso asociadas a estas áreas prioritarias.

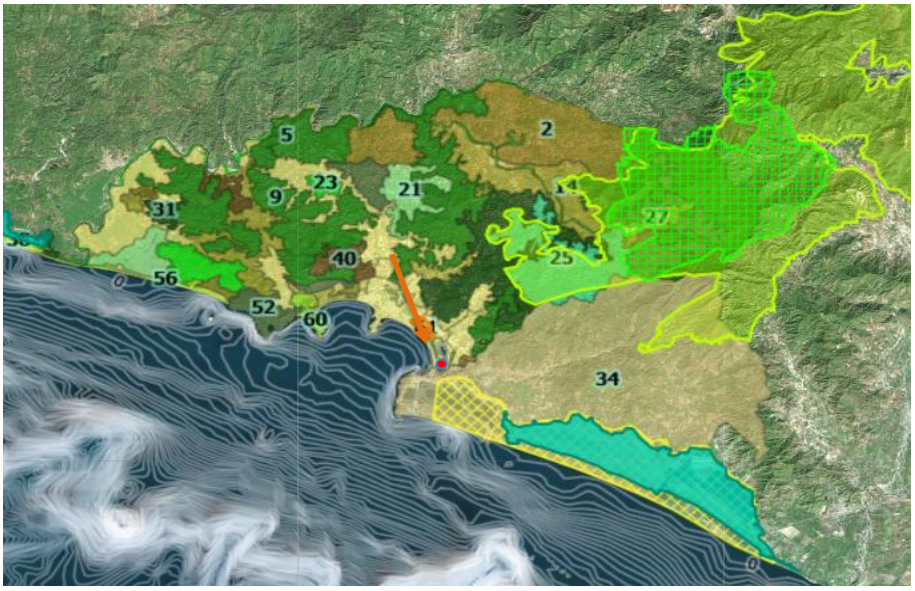


Fig. 11.- Ubicación del proyecto respecto a las AICA´s más cercanas.

II.8. PLAN O PROGRAMAS DE MANEJO DE ANP O ADVC.

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA", ubicado en la zona marina de San Pedrito, municipio de Manzanillo, estado de Colima, se desarrollará exclusivamente sobre zona marina, sin ocupación de terrenos terrestres, remoción de vegetación o afectación de vegetación de manglar.

Para efectos del presente apartado, se realizó la revisión de las **Áreas Naturales Protegidas (ANP)** y **Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)**, así como de los respectivos instrumentos de manejo aplicables.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

Como resultado de la revisión, **no se identifica que el área de intervención directa del proyecto se encuentre dentro de un Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) que cuente con un Programa o Plan de Manejo aplicable al sitio**.

Por lo anterior, **no existen Planes o Programas de Manejo de ANP o ADVC que resulten aplicables directamente a las obras y actividades contempladas para el proyecto**, por lo que este instrumento **NO APLICA** al proyecto.

II.9. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
AGUA	
NOM-001-SEMARNAT-2021	El proyecto no contempla la descarga directa de aguas residuales al mar durante la construcción ni operación del muelle. En caso de que durante la operación se genere alguna descarga de aguas residuales hacia aguas o bienes nacionales, ésta deberá contar con las autorizaciones correspondientes y cumplir con los límites permisibles establecidos en la Norma.

AIRE	
NOM-041-SEMARNAT-2015	Durante las etapas de preparación y construcción se utilizarán vehículos automotores que empleen gasolina para el transporte de personal, materiales y equipos. Los vehículos en circulación deberán cumplir con los límites máximos permisibles de emisión establecidos en la Norma y, cuando corresponda, con las disposiciones del programa de verificación vehicular aplicable.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se prevé la utilización de vehículos automotores que empleen diésel para el traslado de personal, materiales, insumos y equipos. En este sentido, los vehículos en circulación que utilicen dicho combustible deberán cumplir con los límites máximos permisibles de opacidad establecidos en la presente Norma. Se implementará mantenimiento preventivo de los vehículos utilizados y se verificará que éstos se encuentren en condiciones adecuadas de operación. Asimismo, se aclara que la maquinaria equipada con motores a diésel empleada específicamente en las actividades de construcción se encuentra excluida del campo de aplicación de esta Norma.
RESIDUOS	
NOM-052-SEMARNAT-2005	Durante las etapas de preparación, construcción y mantenimiento del proyecto se podrán generar residuos derivados del mantenimiento de maquinaria, equipos y vehículos, tales como aceites lubricantes usados, estopas, trapos, filtros, envases contaminados y otros materiales que, de acuerdo con sus características, pudieran considerarse residuos peligrosos. En caso de generarse este tipo de residuos, serán identificados y clasificados conforme a los criterios establecidos en la NOM-052-SEMARNAT-2005 y se evitará en todo momento su disposición directa en el medio marino. Su almacenamiento, manejo, transporte y disposición se realizará conforme a las disposiciones aplicables en materia de residuos peligrosos.

NOM-161-SEMARNAT-2011	Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se prevé la generación de residuos derivados de las actividades constructivas, tales como madera, metales, plásticos, empaques, materiales sobrantes y otros residuos que, de acuerdo con sus características y volumen de generación, pudieran clasificarse como Residuos de Manejo Especial. Estos residuos serán separados desde el sitio de generación, evitando en todo momento su disposición en la zona marina. Se promoverá su reutilización y valorización y, en su caso, serán entregados a prestadores autorizados para su transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición final, conforme a las disposiciones aplicables. En caso de que por sus características y volumen los residuos generados se encuentren sujetos a un Plan de Manejo, se atenderán las obligaciones correspondientes.
RUIDO	
NOM-080-SEMARNAT-1994	Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se contempla el tránsito de vehículos automotores para el traslado de personal, materiales, insumos y equipos. Por lo anterior, los vehículos que circulen por las vías terrestres utilizadas para el acceso al proyecto deberán encontrarse en condiciones adecuadas de operación y cumplir con los límites máximos permisibles de emisión de ruido establecidos en la presente Norma. Asimismo, se realizará mantenimiento preventivo a los vehículos utilizados, con la finalidad de reducir emisiones sonoras innecesarias.
FLORA Y FAUNA	
NOM-059-SEMARNAT-2010	Se realizó la revisión de las especies registradas durante el inventario biológico respecto de las especies incluidas en la Lista de Especies en Riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El inventario comprende comunidades fitoplanctónicas, fauna bentónica y fauna íctica. No se identificaron especies enlistadas en alguna categoría de riesgo

	dentro del área de intervención directa.

II.10. INSTRUMENTOS DEL DERECHO DEL MAR (INTERNACIONAL).

Tabla 6. Instrumentos del Derecho del Mar.

TABLA INSTRUMENTOS DEL DERECHO DEL MAR (INTERNACIONAL).		
Instrumento / Norma	**Artículos / Disposiciones**	**Vinculación con el proyecto**
Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR, 1982)	Arts. 192, 194, 207, 208 y 210	La **Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR)** establece el marco jurídico internacional para la protección y preservación del medio marino. En particular, el **artículo 192** establece la obligación general de los Estados de proteger y preservar el medio marino, mientras que el **artículo 194** establece la obligación de adoptar las medidas necesarias para prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino, incluyendo aquella derivada de actividades realizadas bajo su jurisdicción o control. Asimismo, los **artículos 207 y 208** establecen disposiciones relativas a la prevención, reducción y control de la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres y de actividades relativas a los fondos marinos, respectivamente. Por su parte, el **artículo 210** contempla la adopción de medidas para prevenir, reducir y controlar la

		contaminación del medio marino ocasionada por **vertimiento**. En relación con el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA", ubicado en zona marina del municipio de Manzanillo, Colima, estas disposiciones resultan relevantes debido a la naturaleza de las obras y a su interacción directa con el medio marino. El proyecto deberá ejecutarse bajo criterios de **prevención y protección del medio marino**, evitando la disposición o vertimiento de residuos, materiales, combustibles, aceites, sustancias contaminantes o cualquier otro elemento que pueda deteriorar la calidad del agua o afectar a las comunidades biológicas presentes en el área. Asimismo, durante las etapas de preparación, construcción y operación se deberán implementar medidas para prevenir derrames accidentales, realizar un manejo adecuado de los residuos generados y evitar cualquier descarga o vertimiento no autorizado al medio marino. En consecuencia, el proyecto **se vincula con los principios y obligaciones de protección del medio marino establecidos por la CONVEMAR**, mediante la aplicación de medidas de prevención, mitigación y control de posibles fuentes de contaminación durante su ejecución y operación. Por tratarse de un proyecto localizado en zona marina, sus disposiciones se vinculan con la obligación de prevenir, reducir y controlar la contaminación del medio marino. El proyecto deberá evitar vertimientos, descargas y derrames de sustancias contaminantes, así como implementar medidas para la adecuada gestión de residuos y protección de la biodiversidad marina.

Convenio de Londres sobre la Prevención de la Contaminación por Vertimiento de Desechos (1972)	Disposiciones sobre vertimientos	El **Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, 1972**, conocido como **Convenio de Londres**, tiene como finalidad prevenir la contaminación del medio marino ocasionada por el vertimiento deliberado de desechos y otras materias al mar. En relación con el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA", ubicado en la zona marina del municipio de Manzanillo, Colima, sus disposiciones resultan relevantes debido a que las actividades de construcción y operación se desarrollarán directamente en el medio marino. El proyecto **no contempla el vertimiento deliberado de residuos, materiales, sustancias contaminantes, aguas residuales, combustibles, aceites u otros desechos al mar**. Los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto serán recolectados, almacenados temporalmente y manejados mediante procedimientos adecuados, evitando su disposición directa en el medio marino. Asimismo, se establecerán medidas preventivas para evitar la caída accidental de materiales, residuos o sustancias al agua durante las actividades de construcción, así como protocolos de atención en caso de derrames accidentales de combustibles, aceites u otras sustancias potencialmente contaminantes. En consecuencia, el proyecto **es congruente con las disposiciones del Convenio de Londres**, al contemplar medidas orientadas a prevenir la

		contaminación marina por vertimiento y establecer el manejo adecuado de los residuos generados durante su ejecución y operación. El proyecto se desarrollará en zona marina, por lo que deberá prevenir cualquier vertimiento de residuos, materiales o sustancias contaminantes al mar. No se contempla el vertimiento deliberado de desechos; los residuos serán recolectados y manejados adecuadamente.
Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78)	Anexos I, V y VI	El **Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78)** constituye el principal instrumento internacional para prevenir la contaminación del medio marino ocasionada por las operaciones de los buques. Sus disposiciones establecen medidas para prevenir y controlar la contaminación generada por hidrocarburos, residuos y emisiones atmosféricas provenientes de las embarcaciones. Para el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" ubicado en la zona marina del municipio de Manzanillo, Colima, la vinculación con el Convenio MARPOL 73/78 se establece principalmente respecto de las **embarcaciones pesqueras que utilizarán la infraestructura**, así como de las actividades que pudieran realizarse durante su permanencia en el muelle. **Anexo I. Prevención de la contaminación por hidrocarburos:** establece medidas para prevenir la contaminación del mar por hidrocarburos provenientes de los buques. En el proyecto deberá evitarse cualquier descarga de combustibles, aceites usados, aguas oleosas o residuos derivados de hidrocarburos al medio marino. **Anexo V. Prevención de la contaminación por las basuras de los buques:** establece

		disposiciones para prevenir la contaminación ocasionada por la generación y disposición de basura desde las embarcaciones. En este sentido, se deberá evitar que residuos sólidos generados por las embarcaciones sean arrojados al mar y establecer mecanismos adecuados para su recolección y disposición. **Anexo VI. Prevención de la contaminación atmosférica ocasionada por los buques:** establece medidas para controlar determinadas emisiones atmosféricas provenientes de los buques. Su aplicación se relaciona principalmente con las embarcaciones que hagan uso de la infraestructura, particularmente respecto del uso de combustibles y control de emisiones. En consecuencia, el proyecto deberá contemplar medidas de prevención orientadas a evitar que las actividades de las embarcaciones que utilicen el muelle generen contaminación del agua, acumulación de residuos o emisiones atmosféricas que contravengan las disposiciones aplicables.
Agenda 2030 – ONU	ODS 14	La **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible**, adoptada por la Organización de las Naciones Unidas, establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El **Objetivo 14, "Vida submarina"**, tiene como propósito conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos. La vinculación del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" con el ODS 14 se considera relevante debido a que las obras se desarrollarán **exclusivamente en zona marina**, por lo que las actividades de construcción y operación tienen una relación directa con el medio marino. En particular, el proyecto se relaciona con los

		principios del ODS 14 orientados a **prevenir y reducir la contaminación marina**, proteger los ecosistemas y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos. En este sentido, durante las etapas de construcción y operación se implementarán medidas de prevención y mitigación encaminadas a evitar la contaminación del agua marina, mediante el **manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, prevención de derrames de combustibles y aceites, prohibición de vertimientos al mar y control de materiales y residuos durante las actividades constructivas**. Asimismo, considerando que en el área de estudio se identificaron **fitoplancton, fauna bentónica y fauna íctica**, se procurará minimizar las alteraciones sobre las comunidades biológicas marinas y mantener las condiciones ambientales del área de influencia. Por lo anterior, el proyecto presenta una **vinculación favorable con el ODS 14**, al incorporar medidas destinadas a prevenir la contaminación y favorecer la protección del medio marino durante las diferentes etapas del proyecto.

II.11. INSTRUMENTOS APLICABLES A OBRAS PORTUARIAS.

Tabla 7. Instrumentos Aplicables a Obras Portuarias.

TABLA INSTRUMENTOS APLICABLES A OBRAS PORTUARIAS		
Instrumento / Norma	**Artículos / Disposiciones**	**Vinculación con el proyecto**
Ley de Vertimientos en Zonas Marinas Mexicanas	Art. 3 Bis, incisos I y II	**Fracción I.-** Durante las etapas de construcción y operación del proyecto se utilizarán embarcaciones y/o equipos para el traslado e instalación de los elementos que conformarán los muelles. El proyecto **no contempla la evacuación deliberada de residuos, materiales de construcción, combustibles, aceites, lubricantes, aguas residuales u otras sustancias al mar**. Los residuos generados serán recolectados, separados, almacenados temporalmente y enviados a sitios autorizados conforme a sus características. Asimismo, se implementarán medidas preventivas para evitar derrames accidentales de combustibles, aceites y lubricantes hacia el cuerpo de agua. **Fracción II.-** Los elementos estructurales que conformarán los muelles —tales como pilotes, sistemas de anclaje, estructuras de soporte, plataformas y demás componentes previstos en el proyecto ejecutivo— serán colocados en el medio marino **con una finalidad constructiva y funcional específica y no con el propósito de su mera evacuación o disposición como residuos**. La colocación de dichos elementos estará limitada a las dimensiones, ubicación y características establecidas en el proyecto autorizado. Asimismo, se evitará el abandono de materiales, residuos o elementos ajenos a la infraestructura proyectada dentro del cuerpo de agua.

		El proyecto se ubicará en zona marina, fuera del recinto portuario de Manzanillo, y no contempla actividades de vertimiento de materiales, residuos, sustancias o cualquier otro elemento al mar. Durante las etapas de preparación, construcción y operación del muelle se implementarán medidas preventivas para evitar cualquier vertimiento accidental en las zonas marinas mexicanas, dando cumplimiento a las disposiciones aplicables de la Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.
Ley de Puertos	Arts. 7, 30 y 41	El proyecto se ubicará en zona marina, fuera del recinto portuario de Manzanillo. No obstante, se considera la Ley de Puertos dentro del marco jurídico de referencia, toda vez que dicho ordenamiento regula las instalaciones portuarias y contempla supuestos relativos a terminales de uso público ubicadas fuera de los puertos. En consecuencia, se atenderán las disposiciones y autorizaciones que, conforme a las características y naturaleza jurídica de la infraestructura propuesta, resulten aplicables por parte de la autoridad competente.
Ley de Aguas Nacionales	Art. 88 BIS 2	Durante las etapas de preparación, construcción y operación de los muelles se evitará cualquier descarga de aguas residuales, combustibles, aceites, lubricantes, residuos de construcción o cualquier otra sustancia contaminante directamente al cuerpo de agua. Las aguas residuales sanitarias generadas por los trabajadores serán manejadas mediante instalaciones sanitarias adecuadas y su disposición se realizará conforme a la legislación aplicable. Asimismo, durante la construcción se implementarán medidas preventivas para evitar derrames y arrastre de materiales hacia el cuerpo de agua. En caso de que el proyecto contemple alguna descarga de aguas residuales a aguas nacionales, ésta no se realizará sin contar previamente con el título de concesión, permiso o autorización que corresponda y deberá cumplir con las condiciones y límites establecidos por la autoridad competente. En virtud de lo anterior, el proyecto se vincula con el

<table>
<tr><td></td><td></td><td>artículo 88 Bis 2 de la Ley de Aguas Nacionales mediante la implementación de medidas preventivas y de control orientadas a evitar la contaminación de las aguas nacionales durante las etapas de preparación, construcción y operación de los muelles. El proyecto no contempla la descarga directa de aguas residuales al cuerpo de agua; por lo tanto, no se realizarán descargas sin contar previamente con las autorizaciones correspondientes. Asimismo, se implementarán medidas para prevenir derrames de combustibles, aceites, lubricantes y otros contaminantes, así como el depósito o abandono de residuos y materiales de construcción en el medio marino.</td></tr>
<tr><td>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPyGIR)</td><td>Disposiciones aplicables</td><td>
<table>
<tr><th>DISPOSICIONES APLICABLES</th><th>VINCULACIÓN CON EL PROYECTO</th></tr>
<tr><td>Artículo 5. Definiciones aplicables en materia de residuos.</td><td>Para efectos del proyecto se identificarán y clasificarán los residuos generados durante las diferentes etapas de ejecución, considerando sus características y procedencia, a fin de determinar el manejo que corresponda a cada corriente de residuos. Se evitará la mezcla de residuos incompatibles y se promoverá su separación, reutilización y valorización cuando sea técnica y ambientalmente viable.</td></tr>
<tr><td>Artículo 10. Facultades de los municipios en materia de residuos sólidos urbanos.</td><td>Durante la ejecución del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos derivados principalmente de las actividades del personal. Éstos serán separados, almacenados temporalmente y entregados para su recolección y disposición conforme al sistema de manejo aplicable en el municipio de Manzanillo. La</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

			LGPGIR establece que los municipios tienen a su cargo el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, incluyendo su recolección, traslado, tratamiento y disposición final.
		Artículo 18. Residuos sólidos urbanos y su manejo.	Los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores serán separados desde el sitio de generación, evitando su disposición directamente sobre el suelo, playa o cuerpo de agua. Se colocarán recipientes adecuados y se mantendrán en condiciones que eviten su dispersión hacia el ambiente marino.
		Artículo 19. Residuos de manejo especial.	Los residuos derivados de las actividades de construcción que tengan características de residuos de manejo especial serán identificados y manejados conforme a las disposiciones estatales y municipales aplicables. Entre ellos podrán generarse residuos derivados de materiales de construcción, empaques, sobrantes de materiales y otros residuos propios de la obra.
		Artículo 40. Manejo integral de los residuos peligrosos.	En caso de generarse residuos peligrosos, como aceites lubricantes usados, estopas, trapos, envases contaminados, filtros, combustibles o materiales absorbentes contaminados, éstos serán separados de los demás residuos y manejados conforme

			a las disposiciones aplicables, evitando en todo momento su contacto con el suelo y el cuerpo de agua.
		Artículo 41. Responsabilidad en el manejo de residuos peligrosos.	El promovente y, en su caso, los contratistas responsables de la ejecución de las obras deberán garantizar que los residuos peligrosos generados sean manejados adecuadamente desde su generación hasta su entrega a un prestador autorizado, evitando su abandono, disposición en el mar o mezcla con residuos de diferente naturaleza.
		Artículo 42. Manejo de residuos peligrosos por empresas autorizadas.	Cuando se generen residuos peligrosos que requieran transporte, tratamiento o disposición especializada, éstos serán entregados exclusivamente a empresas autorizadas por la autoridad competente. Se conservarán los comprobantes, manifiestos o documentos que acrediten su manejo y disposición.
		Artículo 45. Almacenamiento de residuos peligrosos.	En caso de generación de residuos peligrosos durante el mantenimiento de maquinaria y equipos, éstos serán almacenados temporalmente en un área acondicionada, delimitada, impermeable y protegida de la intemperie, evitando cualquier posibilidad de escurrimiento hacia el suelo o el cuerpo de agua.
		Artículo 56. Prohibiciones	No se permitirá la disposición de residuos peligrosos en el

		relacionadas con la disposición de residuos peligrosos.	suelo, playa, zona federal, cuerpo de agua o cualquier sitio no autorizado. Particularmente, queda prohibido utilizar el área marina como sitio de disposición de aceites, combustibles, estopas, envases contaminados o cualquier otro residuo peligroso.
		Artículo 67. Disposiciones para prevenir la contaminación derivada del manejo de residuos peligrosos.	Durante la construcción y operación de los muelles se implementarán medidas preventivas para evitar derrames, fugas y dispersión de residuos peligrosos. Las actividades de mantenimiento de maquinaria se realizarán preferentemente fuera del área marina y sobre superficies adecuadas para prevenir la contaminación.
		Artículos aplicables a planes de manejo.	La obligación de elaborar un plan de manejo dependerá del tipo, cantidad y categoría de los residuos que efectivamente genere el proyecto. En caso de que se actualice algún supuesto de sujeto obligado, se elaborará e implementará el instrumento correspondiente conforme a la LGPGIR, su Reglamento y las disposiciones aplicables.
		Vinculación: El proyecto contempla la generación de residuos durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento de los muelles para pescadores. Los residuos serán identificados y separados de acuerdo con sus características, evitando en todo momento su disposición directa sobre el suelo, playa, zona federal o cuerpo de agua.	

		Durante la etapa de construcción se prevé principalmente la generación de residuos sólidos urbanos, residuos derivados de materiales de construcción y, eventualmente, residuos peligrosos asociados al mantenimiento de maquinaria y equipos, tales como aceites lubricantes usados, estopas, filtros, envases contaminados y materiales absorbentes utilizados para atender posibles derrames. Los residuos sólidos urbanos serán depositados en recipientes identificados y serán entregados para su recolección y manejo conforme a las disposiciones municipales aplicables. Los residuos de manejo especial serán manejados conforme a la legislación estatal y mediante los mecanismos de valorización, aprovechamiento, transporte y disposición que correspondan. En caso de generarse residuos peligrosos, éstos serán separados de las demás corrientes de residuos, almacenados temporalmente bajo condiciones adecuadas y entregados a prestadores de servicios autorizados, conservando la documentación que acredite su manejo. **En ningún caso se permitirá la disposición, abandono o vertimiento de residuos en el cuerpo de agua, playa, zona federal o áreas adyacentes al proyecto.** Asimismo, se implementarán medidas de prevención para evitar que los residuos sean arrastrados por viento, lluvia o escurrimientos hacia el medio marino.
Ley General de Vida Silvestre	Art. 60 TER	Para el proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA" ubicado en Manzanillo, Colima, se verificó que las obras proyectadas se desarrollarán exclusivamente sobre zona marina, sin contemplar rellenos, ocupación de terrenos con vegetación de manglar, remoción de vegetación, ni obras que impliquen ganar terreno a la unidad hidrológica. Asimismo, en el área de intervención directa del proyecto no se identifica vegetación de manglar.

NOM-022-SEMARNAT-2003 Y con el numeral 4.43 publicado en el Diario Oficial de la Federación 03 de mayo de 2004.	Especificaciones aplicables	El proyecto no se ubica en vegetación de manglar, no afecta manglar, no gana terreno a la unidad hidrológica y no modifica el flujo hidrológico del humedal.

II.12. POBLACIÓN INDÍGENA

De acuerdo con la consulta realizada al Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), no se identifica ninguna comunidad indígena registrada dentro del municipio de Manzanillo, Colima. Asimismo, el área de intervención del proyecto corresponde exclusivamente a zona marina ubicada en San Pedrito, fuera del recinto portuario, sin que se identifique la presencia de una comunidad indígena en el sitio del proyecto.

VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

En consecuencia, no se identifica la presencia de una comunidad indígena directamente vinculada al área de intervención del proyecto, ni se prevén afectaciones directas a territorio, asentamientos o infraestructura comunitaria indígena derivadas de la ejecución del proyecto.

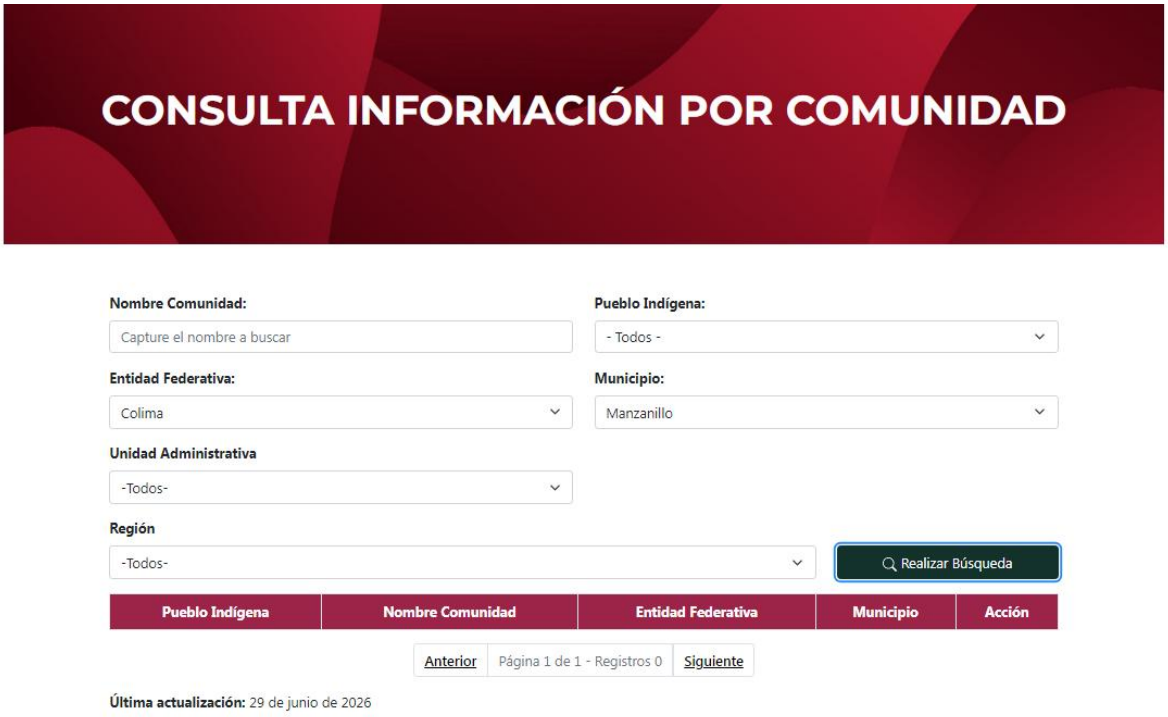


Fig. 12.- Consulta realizada al Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI).

Cap. III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIETO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DECTADA

ÍNDICE DE CONTENIDO

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIETO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DECTADA 6

III.1. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLOGICA 6
III.1.1. SISTEMA TERRESTRE 6

III.2. ASPECTOS ABIÓTICOS 8
III.2.1. Clima. 8
III.2.2. idrología 17
III.2.3. Fisiografía y morfología 23
III.2.4. Geología. 27
III.2.5. Suelos. 34

III.3. BCARACTERISTICAS DEL RELIEVE MARINO DEL ÁREA DE INFLUENCIA MARINA DEL PROYECTO. 36

III.4. CELDAS LITORALES 39
Componentes abióticos marinos 59

III.5. ASPECTOS BIÓTICOS. 62
III.5.1. Vegetación 62
III.5.2. Fauna área terrestre. 71
III.5.2.I. Avifauna 71
III.5.2.II. (anfibios y reptiles) 72
III.5.2.III. Mastofauna 72
III.5.2.IV. Ictiofauna 73
III.5.2.V. Resumen riqueza faunística terrestre documentada 73
III.5.2.VI. Especies de interés prioritario para la conservación 74
III.5.2.VII. Síntesis y valor biológico del sitio 75
III.5.3. Fauna Marina 84
III.5.3.I. Plancton 85
III.5.3.II. Fitoplancton 85
III.5.3.III. Zooplancton 85
III.5.3.IV. Bentos 87
III.5.3.V. Peces (listado potencial) 91
III.5.3.VI. Mamíferos y quelonios marinos (listado potencial) 96

III.6. MEDIO SOCIOECONOMICO 105
Coherencia con la estructura económica municipal 106
III.6.1. Contexto general y demografía. 106
III.6.2. Estructura económica 107
III.6.3. Empleo, ingresos y educación 109
III.6.4. Pobreza, desigualdad y marginación 110

III.6.5. Comercio exterior 112
III.6.6. Vivienda y calidad de vida 113
III.6.7. Salud 113
III.6.8. Equidad 114
III.6.9. Seguridad pública 114
III.6.10. Equidad 115
III.7. PAISAJE 116
III.8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS. 120

Figuras y Tablas

Figura 1. Sistema ambiental SA "Garzas_Sn Pedrito" *7*
Figura 2. Ubicación de la estación meteorológica. *9*
Figura 3. Registro de temperatura meda anual, mínima y máxima. *11*
Figura 4. Temperatura media, mínima y máxima mensual. *11*
Figura 5. Registro histórico de precipitación anual. *12*
Figura 6. Precipitación media mensual. *13*
Figura 7. Distribución de precipitación máxima en 24 horas y ajuste de distribución *13*
Figura 8. Concentración promedio C0 y NO2 (mol/m2). *15*
Figura 9. Concentración C0, promedio diario para el periodo 2018-2024 (mol/m2) *16*
Figura 10. Concentración NO2 promedio diaria, mensual y anual para el periodo 2018-2025, (mol/m2). *16*
Figura 11. Ubicación del predio en Región Hidrológica RH 15 Ab *17*
Figura 12. Hidrología de RE (SA). *19*
Figura 13. Índice de Vegetación Normalizado (mayo 2025). *22*
Figura 14. Regiones fisiográficas en el estado de Colima. *23*
Figura 15. Plano hipsométrico del SA. *25*
Figura 16. Distribución de pendientes en el SA. *26*
Figura 17. Geología general del SA. *28*
Figura 18. Regiones sísmicas en la República Mexicana *32*
Figura 19. Tipos de Suelo en el SA. *35*
Figura 20. Mapa batimétrico con isolíneas relevantes del área del proyecto *37*
21. Mapa batimétrico *38*
Figura 22. Identificación de la celda costera *43*
Figura 23 Información proporcionada por la estación METEOSTAT. *44*
Figura 24 Convención de los ángulos Azimut y criterio utilizado para asignar dirección convencional *45*
Figura 25. Rosa de vientos, puerto de Manzanillo, Colima *46*
Figura 26. Dirección de corrientes y oleajes *47*

Figura 27 Segunda línea de propagación de oleaje, de la Bahía a Zona de Rompeolas....48
Figura 28 Perfil batimétrico de la segunda línea de conducción 48
Figura 29 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad....49
Figura 30 Líneas de propagación de oleaje para cubrir la zona de estudio....50
Figura 31Perfil batimétrico de la línea de propagación de la Zona de Rompeolas hasta el muelle de Pescadores....50
Figura 32 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad....51
Figura 33 Altura de ola en la zona de estudio 52
Figura 34Líneas de energía o niveles de cresta en el puerto de Manzanillo 53
Figura 35. Líneas de energía o niveles de cresta en la zona de estudio....54
Figura 36 Geología regional (arriba) y geología local que presenta el área del proyecto (abajo: Carta Geológica - Minera Manzanillo E13-2-5). 57
Figura 37 Principales provincias sísmicas de México....58
Figura 38. Superficie por tipo de cobertura en el SA. 64
Figura 39. Distribución espacial de los tipos de cobertura en el SA. 66
Figura 40. Toma de muestras de fitoplancton y zoo plancton....99
Figura 41. Toma de muestras de fitoplancton y zoo plancton....102
Figura 42. Crecimiento poblacional de Manzanillo, 2010–2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. 106
Figura 43. Movimiento de contenedores (TEU's) en el Puerto de Manzanillo, 2023–2024. Fuente: Sedeco Colima, 2025. 108
Figura 44. Empleo en el sector logístico-portuario de Manzanillo, 2016–2024. Fuente: Sedeco Colima, 2025. 108
Figura 45. Principales niveles de escolaridad, población de 15 años y más, Manzanillo 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. 110
Figura 46. Pobreza y carencias sociales en Manzanillo, 2020. Fuente: CONEVAL / Data México....110
Figura 47. Índice de Gini por municipio, Estado de Colima, 2020. Fuente: Data México (SNIEG/INEGI)....111
Figura 48. Principales opciones de atención de salud utilizadas en Manzanillo, 2020. Fuente: INEGI (Censo de Población y Vivienda 2020), vía Data México. 113
Figura 49. Jefatura de hogar en Manzanillo, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020. 114
Figura 50. Principales denuncias registradas en Manzanillo, octubre 2025. Fuente: Data México (con base en registros de incidencia delictiva). 115
Figura 51. vista general del paisaje en el sitio del proyecto 116
Figura 52. vista general del área del proyecto 117
Figura 53. vista general de la zona colindante del proyecto. 118

Índice de tablas

Tabla 1. Características del tipo de clima en el SA. 8
Tabla 2. Resumen de estadísticos de clima..... 9
Tabla 3. Precipitación media y máxima mensual, y temperatura media, mínima media y máxima media 12
Tabla 4. Parámetros de la RE.....18
Tabla 5. Valores estimados del valor de NDVI para la RE 21
Tabla 6. Superficie por rangos de altura en el SA. 24
Tabla 7. Tipo de roca en el SA. 27
Tabla 8. Superficie por tipo de suelo en el SA. 34
Tabla 9. Descripción de las profundidades clave 38
Tabla 10. Asignación de la dirección de los vientos registrados. 45
Tabla 11Parámetros fisicoquímicos y calidad del agua en el área del proyecto.....62
Tabla 12. Cobertura y uso del suelo y vegetación en el SA. 65
Tabla 13. Riqueza de fauna por gremio. 74
Tabla 14. Especies de interés prioritario para la conservación 74
Tabla 15. Listado de aves registradas (127 especies) 76
Tabla 16. Especies registradas de anfibios (10 especies).....81
Tabla 17. Especies de reptiles registradas (34 especies).....81
Tabla 18. Listado de especies de mamíferos registrados (22 especies) 83
Tabla 19. Especies de ictiofauna registradas (.....84
Tabla 20. Grupos de plancton con presencia potencial documentada para el SAR.....86
Tabla 21. Listado taxonómico potencial de la comunidad bentónica documentada para el SAR. 88
Tabla 22. Listado potencial de especies de peces documentadas para la Laguna de Cuyutlán y su entorno costero. 92
Tabla 23. Listado potencial de mamíferos marinos documentados para la costa de Colima–Jalisco.....96
Tabla 24. Listado potencial de quelonios marinos documentados para la costa de Colima. 98
Tabla 25. resultados de los muestreos de fitoplancton.....99
Tabla 26. resultados de los muestreos de zooplancton.....100
Tabla 27. resultados de los muestreos de organismos bentonicos.....101
Tabla 28resultados de los muestreos de ictiofauna 103

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIETO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DECTADA

III.1. CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLOGICA

Para efectos de este estudio la REGIÓN ECOLÓGICA (RE) está delimitada por el Sistema Ambiental (SA) y se consideran sinónimos y fue delimitado considerando los siguientes criterios

- ✓ Cuenca Hidrológica Forestal
- ✓ Tipo de cobertura vegetal
- ✓ Alcance máximo de los impactos potenciales
- ✓ La "Unidades de Gestión Ambiental" (UGA´s) del Plan de Ordenamiento Estatal

La delimitación final se realizó utilizando el modelo de elevación digital (INEGI, 2012) y la red hidrológica (INEGI Ver. 2), como resultado se obtuvo SA o RE "**Garzas_Sn Pedrito**" con una superficie de 2,269.64 ha. de zona terrestre y 2,343 ha de zona marítima En la parte baja se encuentra la laguna de las Garzas y el puerto de San Pedrito y a zona marítima delimitada considerando una distancia máxima de 5 km como el límite más lejano a la costa (Anexo 6. Archivo .shp de la delimitación de la Región ecológica).

Caracterización y análisis de la RE.

Para la ubicación y descripción ambiental de la RE, se tomó información de las cartas de Topografía, Edafología y Geológica de INEGI -1981- Escala 1: 50,000, con la clave E13b43. Adicional en los diferentes apartados se utiliza el modelo de elevación digital con resolución de 15 m por pixel y los datos vectoriales de la red hidrográfica versión 2.0.

La descripción se presenta en dos secciones; TERRESTRE Y MARÍTIMA

III.1.1. SISTEMA TERRESTRE

El Sistema Ambiental Terrestre delimitado corresponde a una unidad de paisaje costero-lagunar típica de la región de Manzanillo, Colima, en la que convergen procesos

geológicos aluviales y litorales, suelos con influencia salina y agrícola, una red hidrológica de régimen estacional que alimenta al sistema lagunar adyacente, topografía predominantemente plana con relieves puntuales de origen ígneo, y un mosaico de cobertura vegetal que combina ecosistemas de alto valor ecológico (manglar, selva baja caducifolia, humedales) con un grado ya significativo de transformación antrópica. Esta caracterización constituye la línea base para la evaluación de los impactos ambientales potenciales del proyecto y la identificación de medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables, particularmente en relación con los remanentes de manglar sujetos a protección especial y la función hidrológica del sistema lagunar.



Figura 1. Sistema ambiental SA "Garzas_Sn Pedrito".

III.2. ASPECTOS ABIÓTICOS

III.2.1. Clima.

En el SA se presenta un solo tipo de clima que, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García es Cálido subhúmedo Aw_0, Cálido subhúmedo (García E. 1998. CONABIO).[1]

Se caracteriza por tener, temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura media del mes más frio mayor de 18 °C. La precipitación del mes más seco se encuentra entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del < 5% del total anual.

Tabla 1. Características del tipo de clima en el SA.

Clima tipo	Temperatura	Precipitación
Aw_0	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frio mayor de 18ºC.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

La caracterización de la temperatura y precipitación fue estimada a partir de los datos de la estación meteorológica Manzanillo (Clave 6018) con coordenadas 19.04888889 ° de latitud y -104.2983333° de longitud (Figura 2).

[1] García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998)

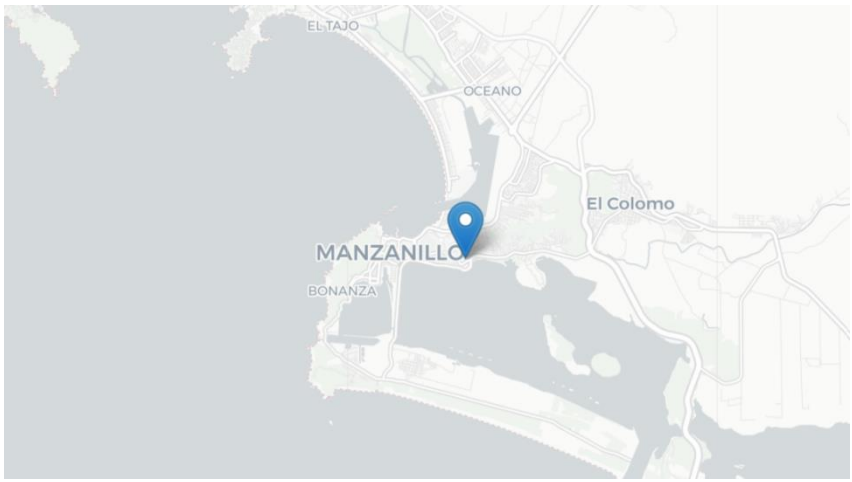


Figura 2. Ubicación de la estación meteorológica.

En la Tabla 2 se presentan los estadísticos para las variables disponibles.

Tabla 2. Resumen de estadísticos de clima

	Precipitación mm	**Precipitación máxima 24 hr mm**	**Temperatura media °C**	**Temperatura media mínima °C**	**Temperatura media máxima ° C**
Registros (años)	**47**	**47**	**46**	**46**	**46**
Media	**942.31**	**129.82**	**26.89**	**22.93**	**30.81**
std	283.53	59.2	0.52	0.5	0.6
min	472.9	62.8	26.01	21.96	29.79
25%	736.4	84.45	26.51	22.55	30.36
50%	915.4	116	26.88	22.85	30.74
75%	1063.2	166.5	27.15	23.24	31.18
max	1668.7	282	28.48	24.49	32.46

Temperatura

La temperatura media anual es de 26.89 °C, con una variabilidad muy baja (desviación estándar de 0.52 °C), lo que refleja un clima térmicamente estable a lo largo del periodo analizado.

La temperatura media mínima presenta un valor promedio de 22.93 °C, mientras que la temperatura media máxima alcanza 30.81 °C, confirmando la ausencia de contrastes térmicos extremos y un ambiente predominantemente cálido durante todo el año.

En conjunto, los datos indican que el área de estudio presenta un clima cálido con régimen de lluvias estacional, caracterizado por:

- ✔ Precipitaciones anuales moderadas a altas, con eventos de lluvia intensa de corta duración.
- ✔ Temperaturas medias elevadas y estables a lo largo del año.
- ✔ Baja variabilidad térmica y mayor variabilidad en la precipitación.

Estas condiciones climáticas favorecen el desarrollo de vegetación tropical y procesos ecológicos dependientes de la disponibilidad hídrica, aunque los eventos extremos de precipitación

Precipitación

La precipitación media anual registrada es de 942.31 mm, lo que indica un régimen subhúmedo a húmedo, característico de regiones tropicales y subtropicales

El rango de precipitación anual observada es de una mínima de 472.9 mm (1981) a una máxima de 1668.7 mm (2014), La variabilidad interanual es moderada, con una desviación estándar de 283.53 mm, reflejando años relativamente secos y otros con aportaciones pluviales significativamente mayores.

El régimen de lluvias es estacional y un promedio de 5 meses (junio a octubre) con precipitación mayor a 40 mm. La mayor precipitación mensual máxima observada es de 766.3 mm (septiembre 1998). La lluvia máxima registrada en 24 horas es de 115 mm (26 julio 2007) y con registros de lluvias extraordinarias en los meses “secos” de noviembre a enero.

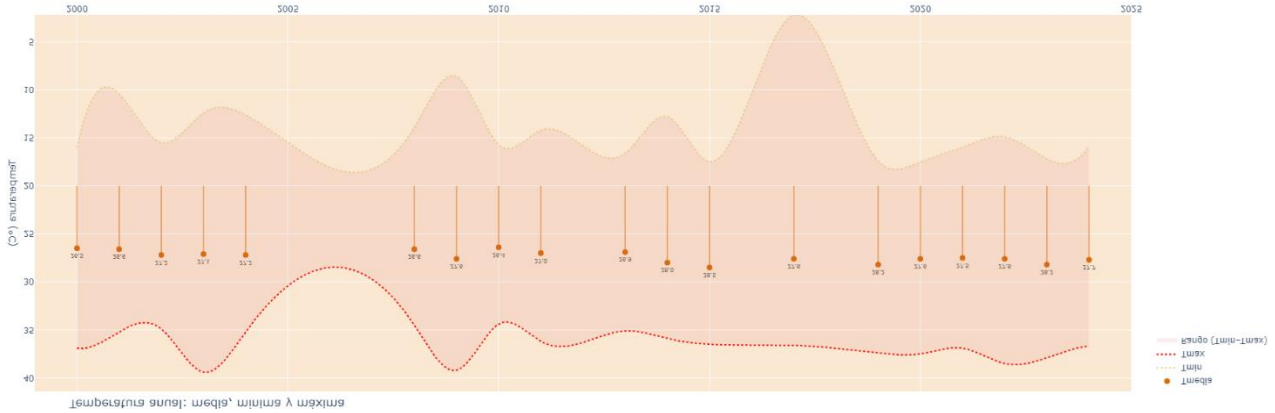


Figura 3. Registro de temperatura meda anual, mínima y máxima.

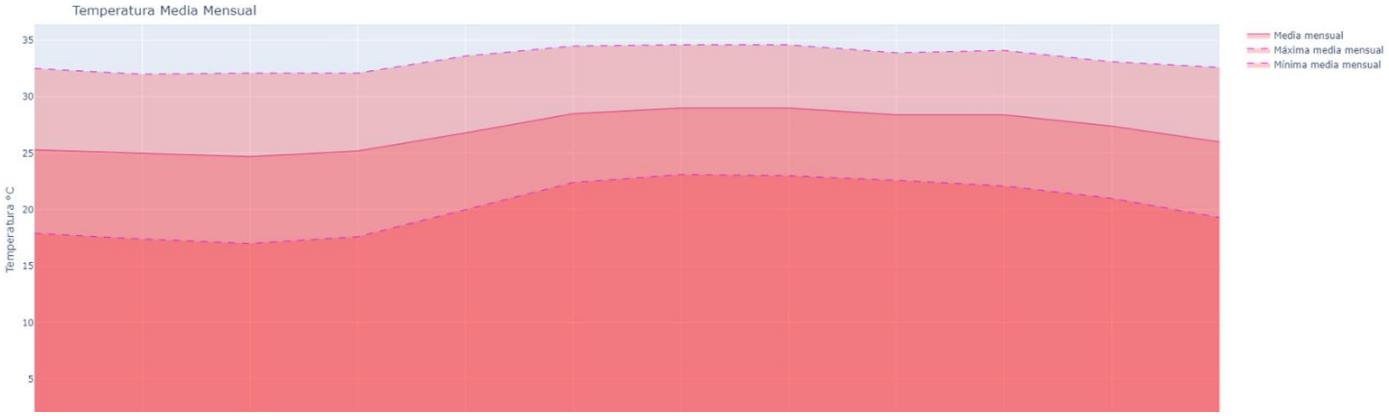


Figura 4. Temperatura media, mínima y máxima mensual.

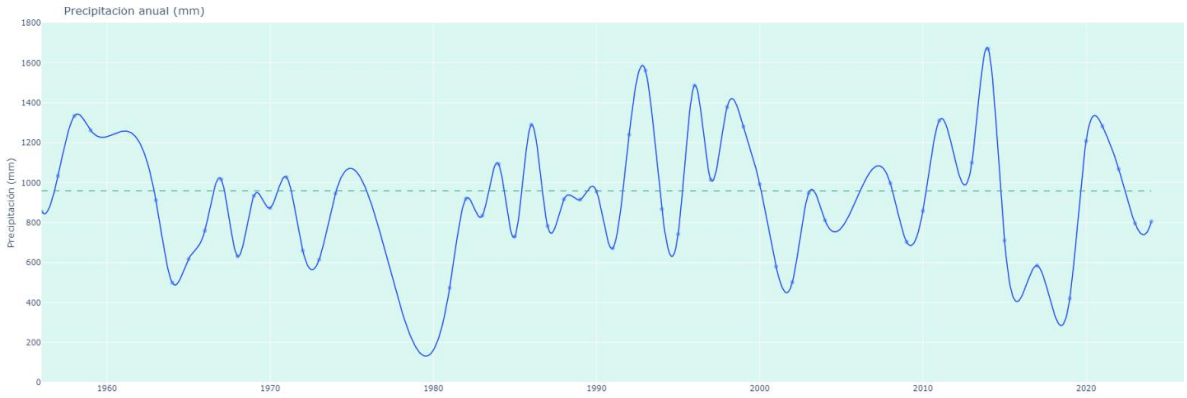


Figura 5. Registro histórico de precipitación anual.

Tabla 3. Precipitación media y máxima mensual, y temperatura media, mínima media y máxima media

MES	PRECIPITACIÓN		TEMPERATURA		
	Media	Máxima	Media	Mínima media	Máxima media
ENE	17.92	389.3	25.12	17.7	32.35
FEB	8.69	184.7	24.67	16.95	31.72
MAR	5.38	181.5	24.54	16.8	31.78
ABR	1.92	104.9	25.09	18.06	31.88
MAY	8.83	153.1	26.79	19.82	33.55
JUN	89.89	320.7	28.37	22.34	34.26
JUL	117.79	459.2	28.85	23.04	34.39
AGO	148.18	708.4	28.83	22.76	34.29
SEP	205.33	766.3	28.37	22.48	33.85
OCT	95.12	437.9	28.25	22.05	33.84
NOV	26.87	364.9	27.26	20.93	32.84
DIC	12.22	93.60	19.14	14.5	21.2

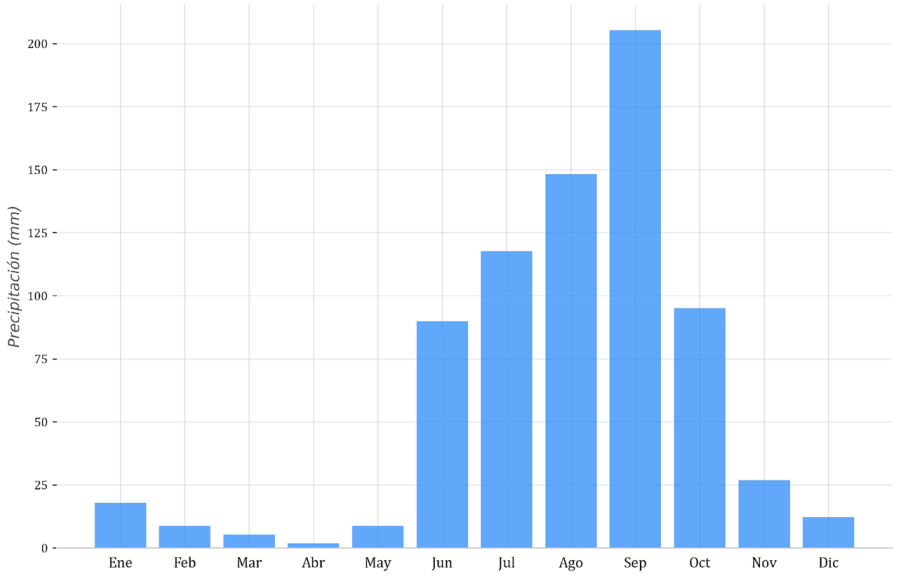


Figura 6. Precipitación media mensual.

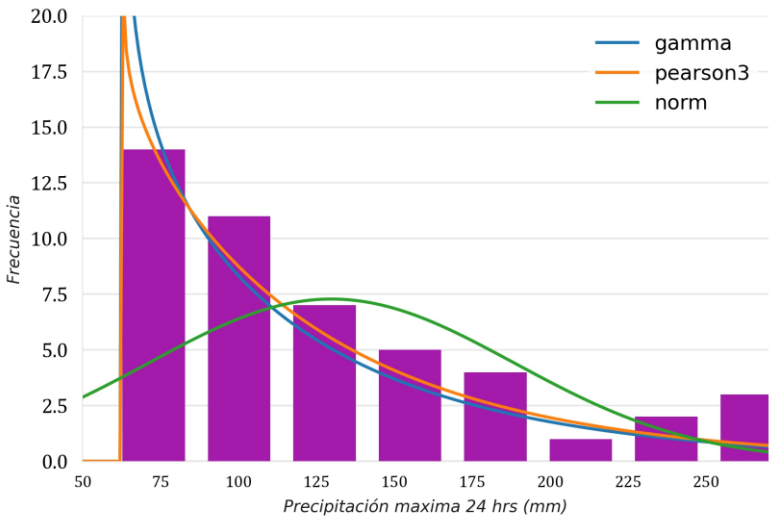


Figura 7. Distribución de precipitación máxima en 24 horas y ajuste de distribución.

Aire (contaminación)

La concentración de monóxido de carbono y el óxido nitroso, son medidos por los sensores de los satélites Sentinel 5 y estiman la concentración espacial a nivel mundial[2]. Se obtuvieron los valores en un entorno de *Google Earth Engine* para obtener la estimación anual en la RE.

En la figura 8 se presenta el patrón espacial del promedio diario de CO y NO2 para el año 2024. En las figuras 9 y 10 se observa que la concentración de C0 y $NO_{2\ se}$ da en los meses de abril a junio se considera asociado a la mayor frecuencia de incendios forestales.

En general para los dos contaminantes se observa una mayor concentración en las áreas urbanas (Colima, Manzanillo, Tecomán), si bien el monóxido de carbono tiene más capacidad de difusión por lo que el patrón de concentración se observa más allá de las áreas urbanas. Para el 2020 y 2024 se observa una mayor concentración media diaria.

[2] https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-5p-tropomi

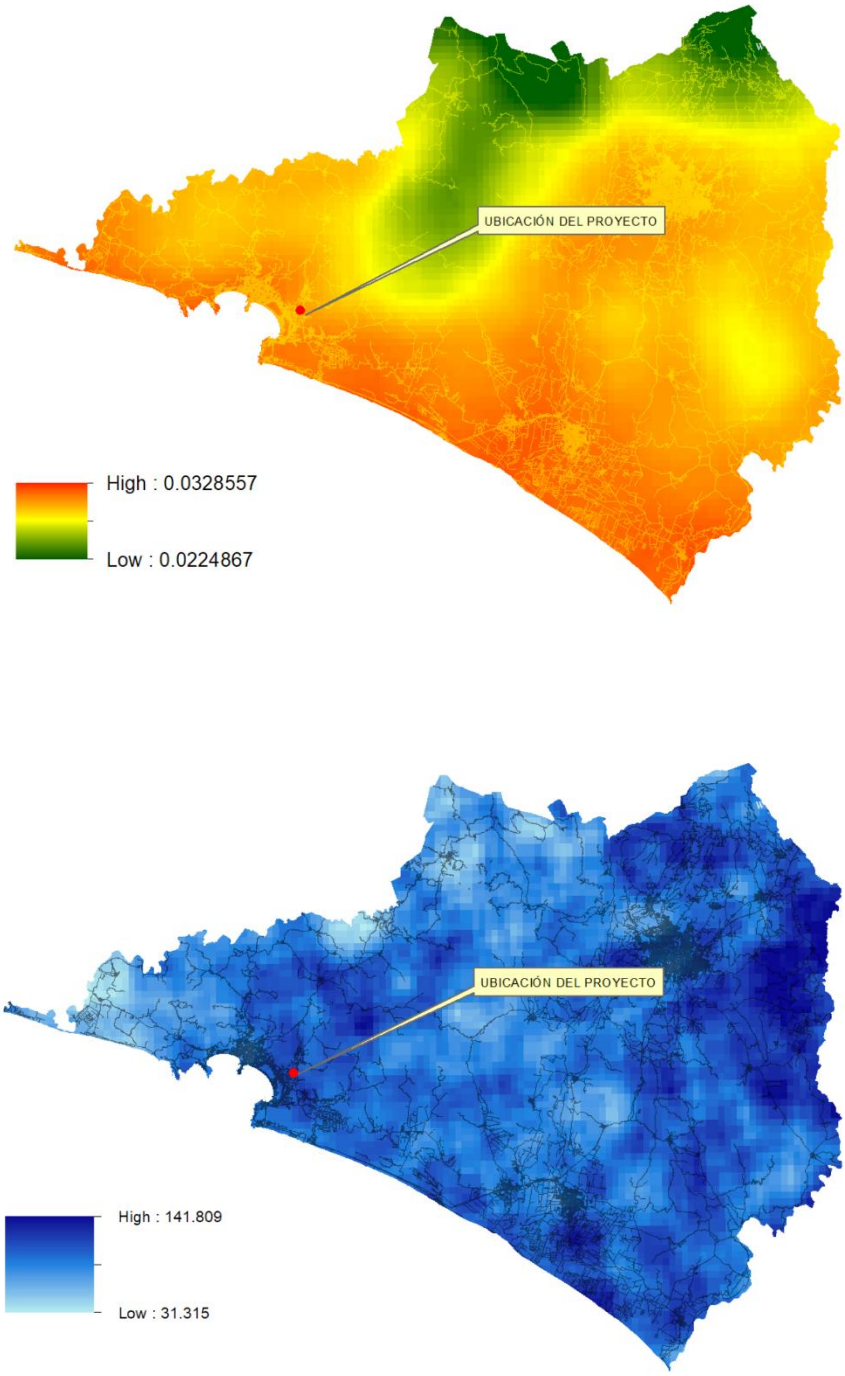


Figura 8. Concentración promedio C0 y NO2 (mol/m2).

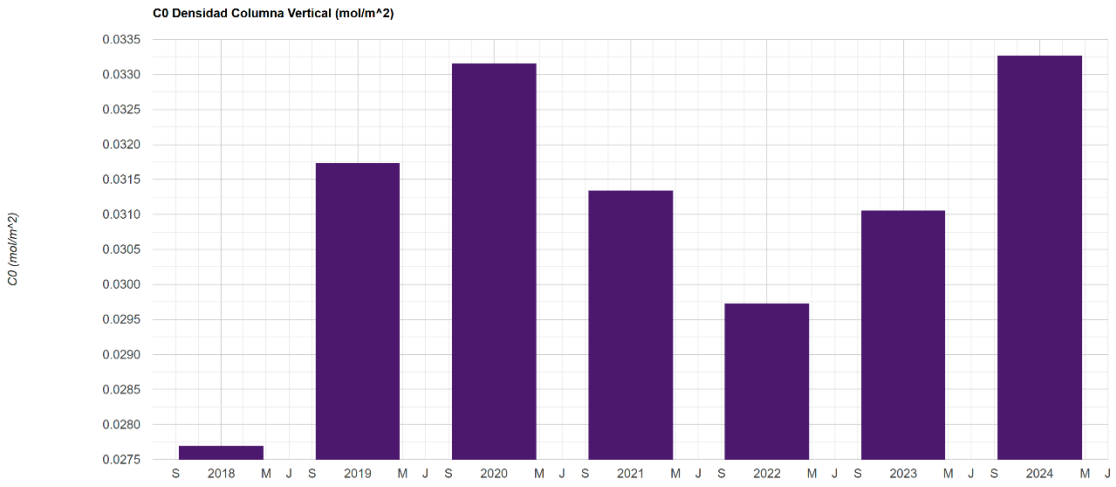


Figura 9. Concentración C0, promedio diario para el periodo 2018-2024 (mol/m2).

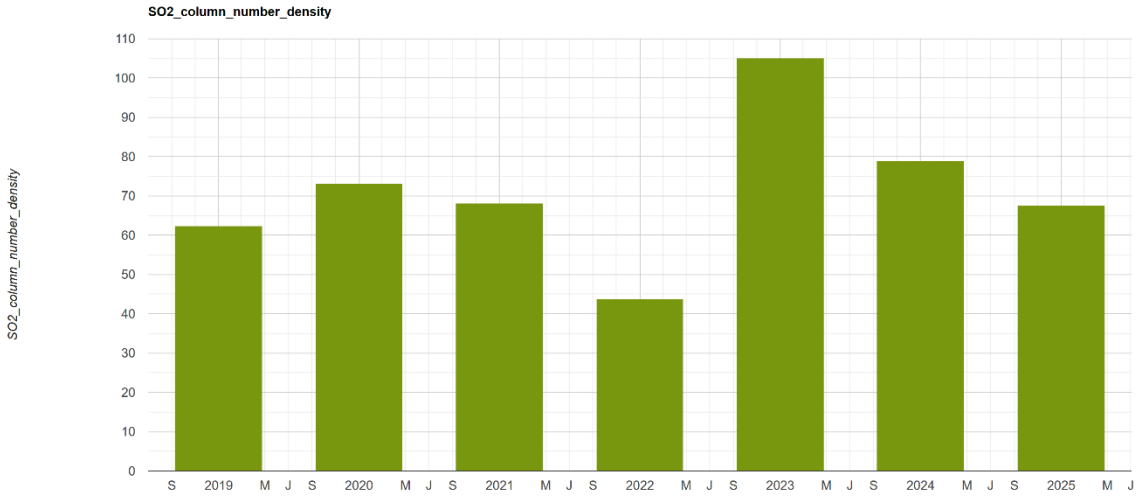


Figura 10. Concentración NO2 promedio diaria, mensual y anual para el periodo 2018-2025, (mol/m2).

III.2.2. idrología

La RE se ubica en la Región Hidrológica 15 A subcuenca “b”. En la figura siguiente se ubica el proyecto en referencia a la misma

Nivel hidrológico	Clave y nombre:
Región Hidrológica	RH 15 Costa de Jalisco
Cuenca Hidrológica	A "Chacala - Purificación".
Subcuenca Hidrológica	b “Laguna de Cuyutlán”.
RE	"Jalipa".

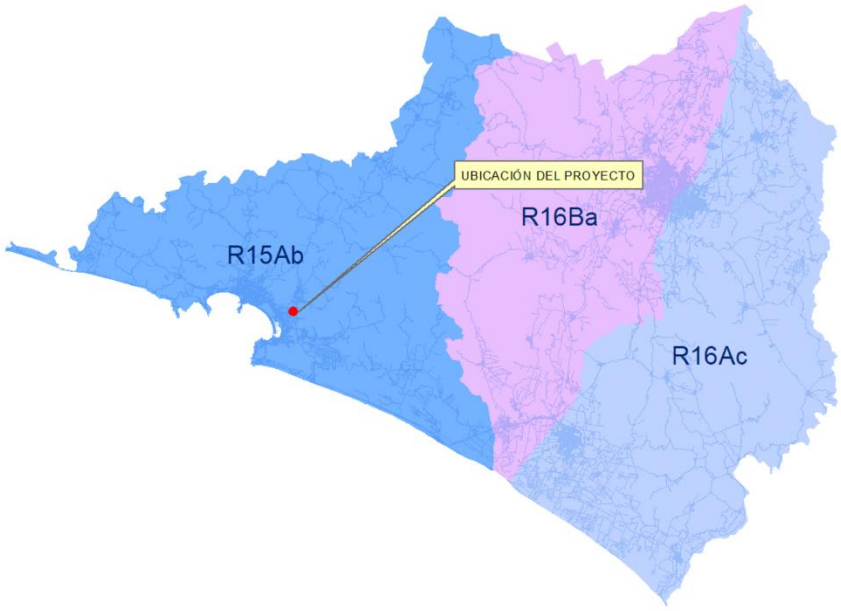


Figura 11. Ubicación del predio en Región Hidrológica RH 15 Ab.

Hidrología Superficial.

La red hidrológica superficial dentro de la RE está representada en su totalidad por corrientes de tipo temporal (intermitente), con una longitud total de 18.46 km. La ausencia de corrientes perennes es característica de las cuencas costeras de baja pendiente de la región, donde el escurrimiento superficial se concentra estacionalmente durante el periodo de lluvias (verano-otoño) y se dirige hacia el sistema lagunar adyacente, constituyendo un aporte relevante de agua dulce que modula el gradiente de salinidad del que dependen los ecosistemas de manglar y vegetación halófila identificados en el componente biótico. Durante la temporada seca, estos cauces permanecen sin flujo superficial, aunque pueden mantener funciones ecológicas e hidrológicas subsuperficiales relevantes para la recarga de humedales.

Tabla 4. Parámetros de la RE.

Clase	Longitud (km)	%
Temporal	18.46	100.00
Total	18.46	100.00



Figura 12. Hidrología de RE (SA).

Condiciones Hidrológicas de la RE

De manera cualitativa la condición hidrológica de la RE es buena en la parte alta y baja en la zona baja con uso predominantemente urbano. Se mantiene una cobertura aceptable en la parte alta de los lomeríos, sin que se observen áreas grandes deforestadas con proceso de erosión evidente a excepción de las áreas dedicadas a la agricultura de temporal.

C) Evaluación de la cobertura

Con el objetivo de tener una evaluación de la cobertura vegetal en la RE y como indicador cuantitativo de su condición hidrológica, se estimó el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI por sus siglas en inglés) utilizando las bandas 4 y 5 de la imagen Landsat 8 (mayo 2025).

Este índice se calcula a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cubierta vegetal. A continuación, se hace una descripción de la metodología utilizada para calcular el NDVI en la RE; los resultados obtenidos y su interpretación.

Metodología para estimación del Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) o de cobertura.

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada fue introducido por Rouse y colaboradores (1974) para producir un índice espectral que separa la vegetación verde del suelo. Éste se expresa como la diferencia entre las bandas infrarrojas cercanas y roja normalizada por la suma de esas bandas. Éste es el índice más utilizado porque retiene la bondad de minimizar los efectos topográficos y a su vez producir una escala de medida lineal. Además, se reducen en gran medida los errores de división por cero. Más aún, la escala de medida posee la apreciada propiedad de oscilar de -1 a 1 con el 0 representando el valor aproximado de la falta de vegetación.

Entonces, los valores negativos o cero, representan áreas sin cobertura. El contraste entre la vegetación y el agua es también aparente en esta región del espectro. En la banda del rojo visible, la vegetación tiende a ser más oscura que las zonas erosionadas y que las construcciones que tienden a ser blancas o iluminadas (Eastman 2003).

El índice se calcula de la siguiente manera utilizando las bandas 4 (rojo) y 5 (infrarrojo cercano) de la imagen Landsat 8:

$$NDVI = \frac{Rinf - Rrojo}{Rinf + Rrojo}$$

Dónde:
Rinf: Valor de la reflectancia en la banda infrarroja (Canal 5 Landsat 8 TM).
Rojo: Valor de la reflectancia en la banda roja (Canal 4 Landsat 8 TM).

La dominancia de "Desarrollo antrópico" (75.47%) y "Cuerpo de agua" (8.07%) en la zona terrestre identificada en el análisis de cobertura vegetal. La media cercana a cero (0.06) es consistente con condiciones de vegetación dispersa a moderada, propias del periodo de transición hacia la temporada de lluvias (mayo) en climas estacionales como el de la región de Manzanillo, cuando la selva baja caducifolia se encuentra aun parcialmente sin follaje.

Tabla 5. Valores estimados del valor de NDVI para la RE

Mín	Máx	Media	Desv. Est.	Área analizada (ha)	% cobertura SA
-0.09	0.56	0.06	0.10	2,269.64	96.4

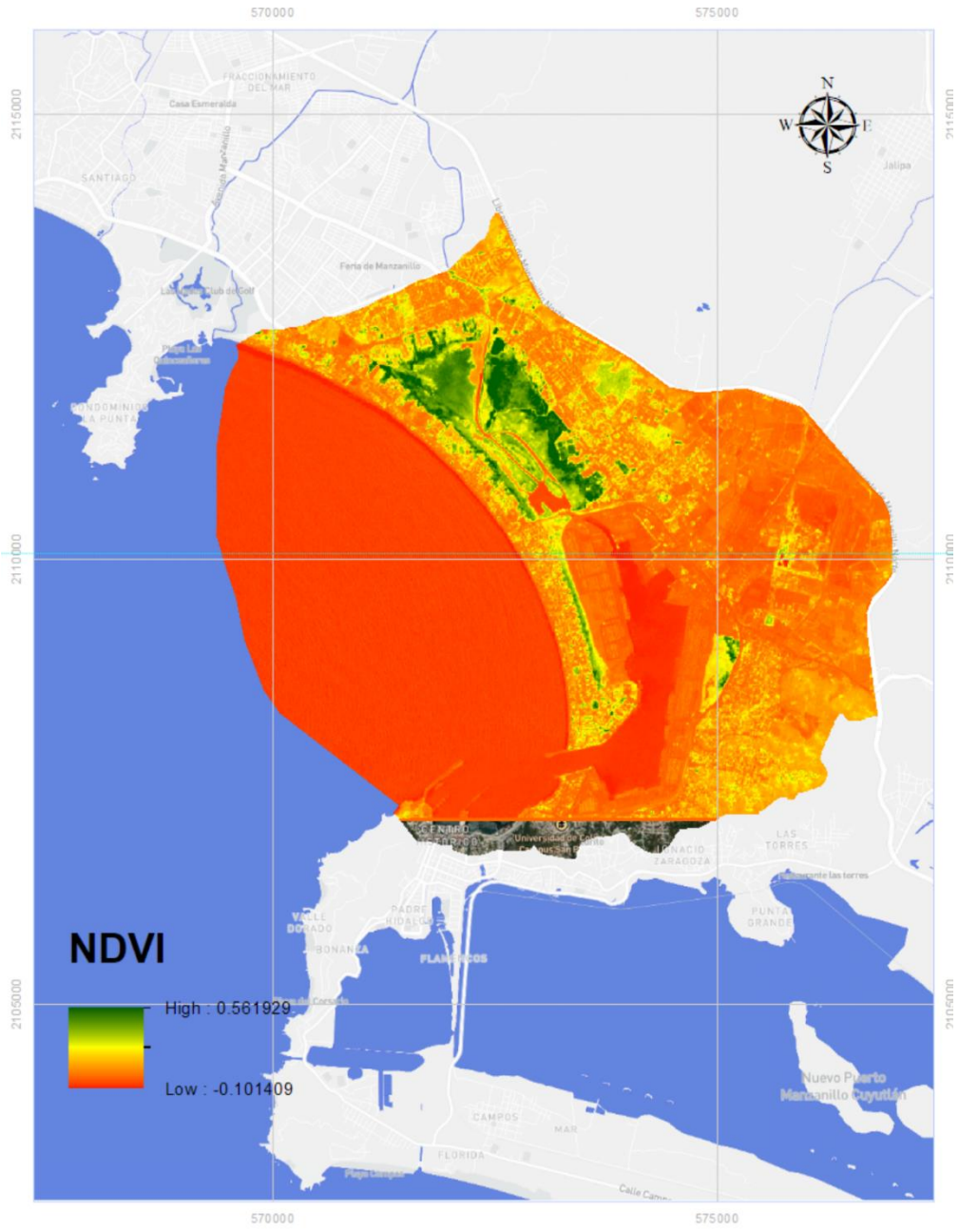


Figura 13. Índice de Vegetación Normalizado (mayo 2025).

III.2.3. Fisiografía y morfología

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana, elaborada por el INEGI en 1981, el área del presente estudio se encuentra dentro de la Provincia “Sierras de la Costa de Jalisco y Colima”.

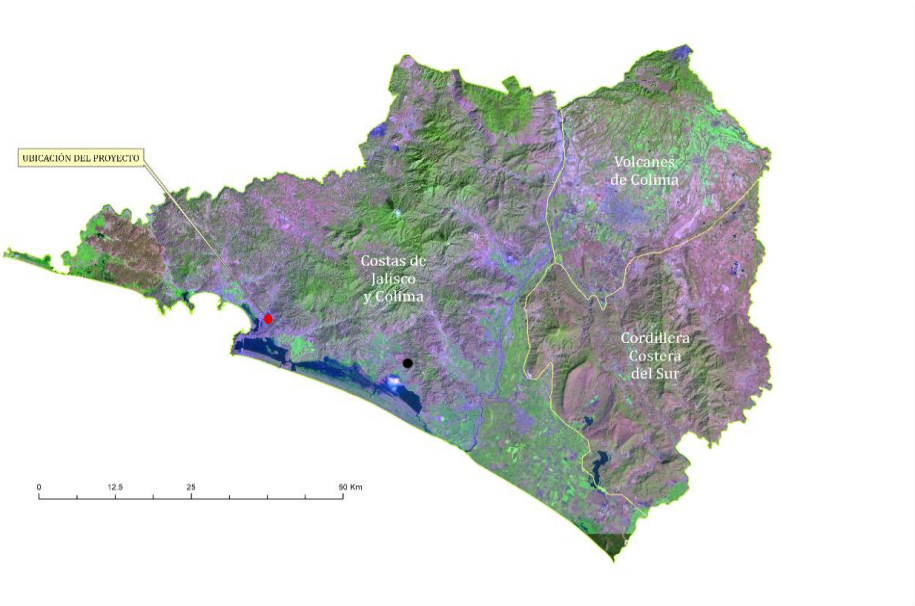


Figura 14. Regiones fisiográficas en el estado de Colima.

Altura

La elevación dentro de la RE varía entre -7.00 y 247.00 msnm, con una media de 18.27 msnm y una desviación estándar de 29.82 m, lo que refleja una variabilidad topográfica considerable en términos relativos respecto a su media, propia de una planicie costera baja interrumpida por relieves puntuales de mayor altitud. El valor mínimo negativo (-7.00 msnm) es consistente con la presencia de cuerpos de agua lagunares y zonas de manglar bajo influencia de marea dentro del polígono, mientras que el valor máximo (247.00 msnm) corresponde a los afloramientos rocosos de origen ígneo identificados en el componente geológico. El análisis cubrió 2,332.64 ha (99.0% de la superficie oficial de la RE).

Tabla 6. Superficie por rangos de altura en el SA.

Variable	Mín	Máx	Media	Desv. Est.	Área analizada (ha)	% cobertura SA
Elevación (msnm)	-7.00	247.00	18.27	29.82	2,332.64	99.0

Pendiente

La pendiente del terreno, expresada en porcentaje, presenta un valor medio de 6.97% con un máximo de 190.93% y una desviación estándar de 13.08%. Bajo la clasificación convencional de pendientes utilizada en estudios de aptitud territorial (INEGI/USDA), un valor medio de 6.97% se ubica dentro del rango "plano a suavemente inclinado" (0-10%), lo que confirma el carácter predominantemente llano de la RE como planicie costera. El máximo de 190.93% corresponde a sectores puntuales y aislados de fuerte pendiente, coincidentes con los relieves rocosos de origen ígneo (afloramientos graníticos y de roca ígnea extrusiva ácida) descritos en el componente geológico; dada su reducida extensión relativa, no modifican el carácter general del relieve de la RE. El análisis cubrió 2,308.05 ha (98.0% de la superficie oficial de la RE).

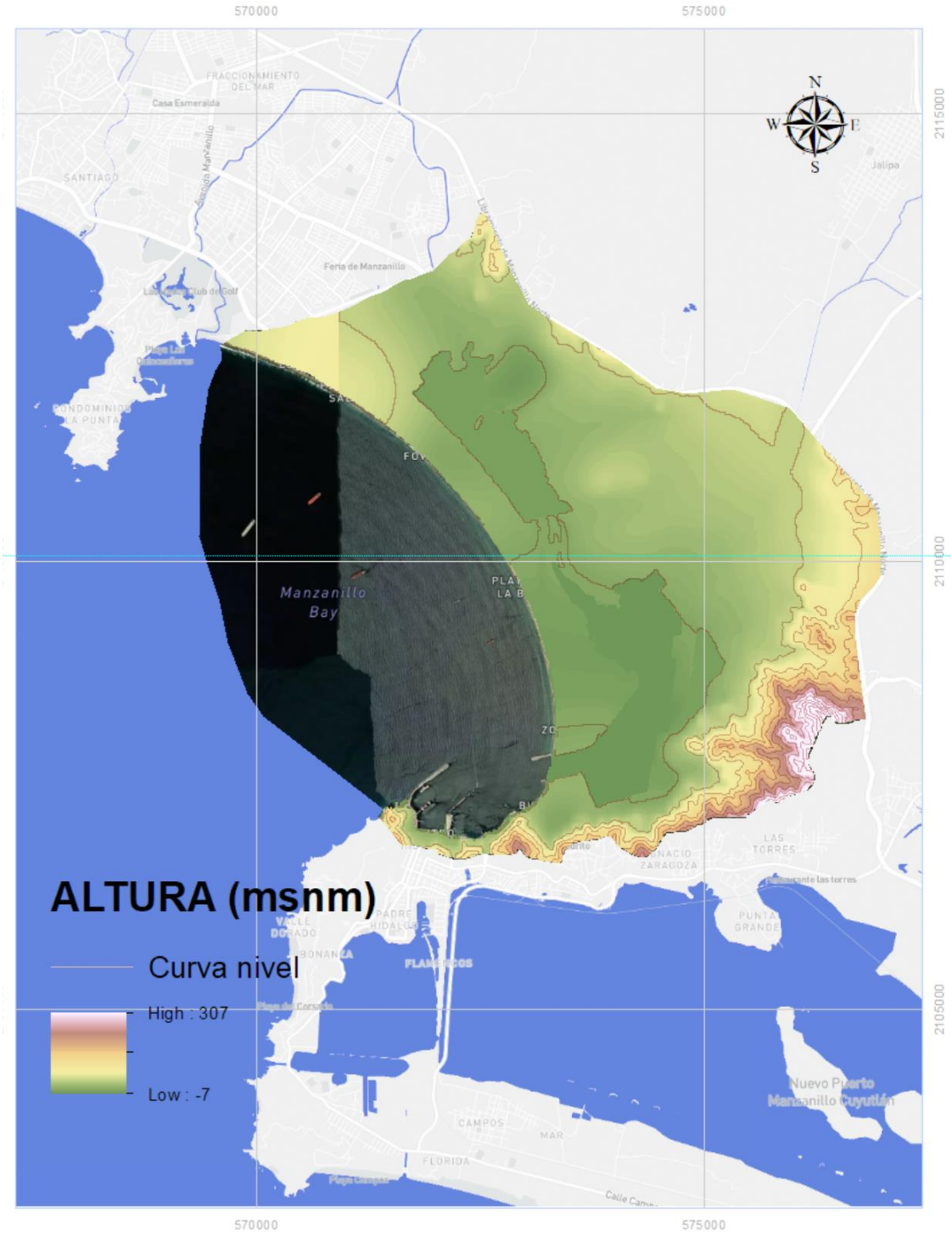


Figura 15. Plano hipsométrico del SA.

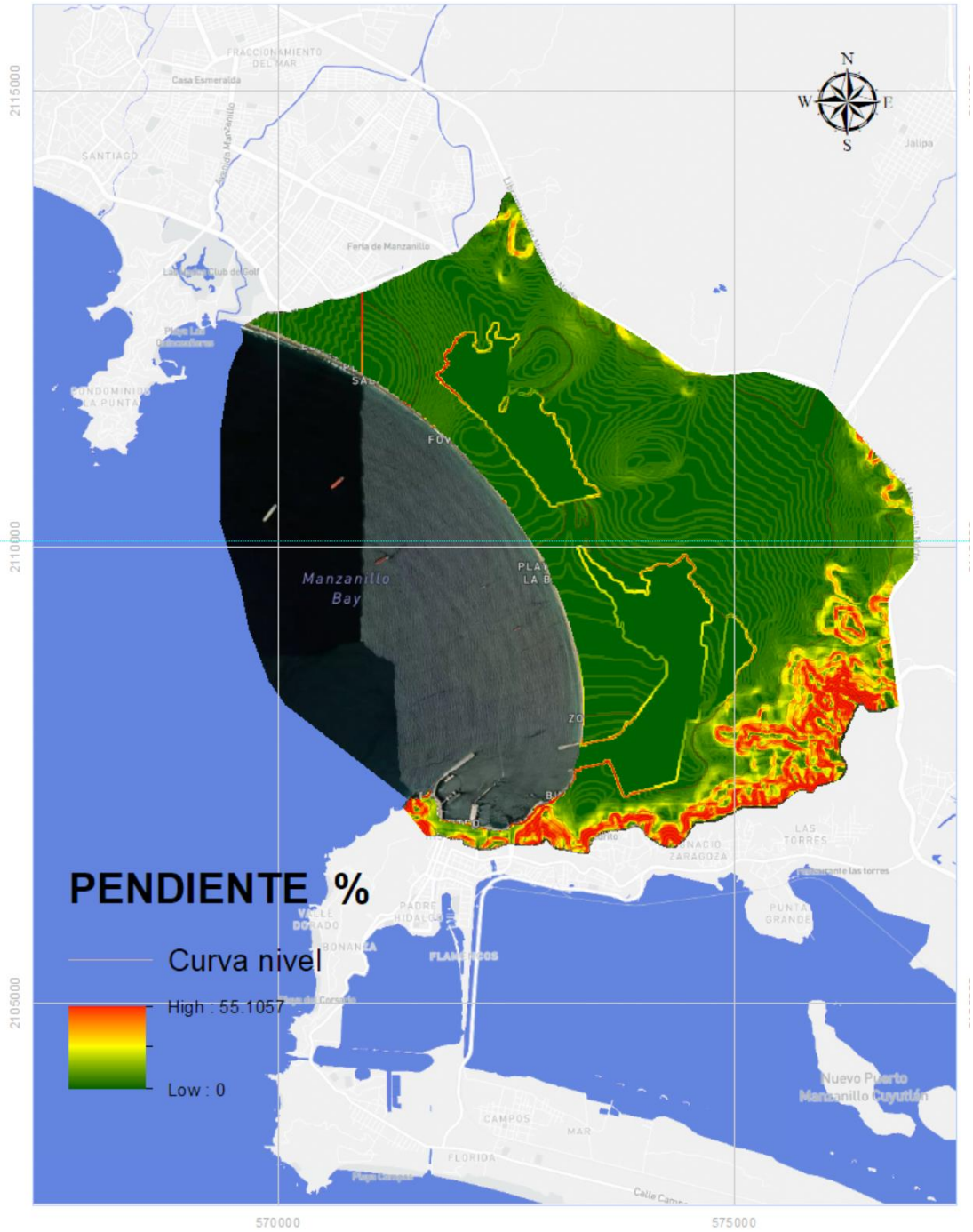


Figura 16. Distribución de pendientes en el SA.

III.2.4. Geología.

La geología de la RE refleja la génesis mixta de la planicie costera de Manzanillo: unidades de origen sedimentario reciente (depósitos aluviales y litorales), unidades asociadas a la dinámica lagunar-estuarina (Bahía, Laguna), y afloramientos de rocas ígneas de mayor antigüedad (rocas ígneas extrusivas ácidas y granito) que constituyen los relieves topográficamente más elevados dentro del polígono. La unidad geológica dominante dentro de la RE es "Aluvial", con 903.76 ha (38.38% de la superficie analizada), lo cual es consistente con la naturaleza de planicie de inundación/costera del área, caracterizada por materiales no consolidados de baja a media compacidad, alta permeabilidad relativa y susceptibilidad a procesos de erosión hídrica y sedimentación.

Las unidades litorales y de laguna, en conjunto, representan un componente geológico de origen costero directamente vinculado a la dinámica del sistema lagunar adyacente, mientras que las unidades ígneas (extrusiva ácida y granito) constituyen basamento rocoso más competente, generalmente asociado a las zonas de mayor pendiente y altitud identificadas en el análisis topográfico.

Tabla 7. Tipo de roca en el SA.

Clase	Área (ha)	%
Aluvial	903.76	38.38
Palustre	521.82	22.16
Ígnea extrusiva acida	368.69	15.66
Bahia	217.80	9.25
Litoral	159.06	6.75
Laguna	115.11	4.89
Granito	68.78	2.92
Total	**2,355.02**	**100.00**

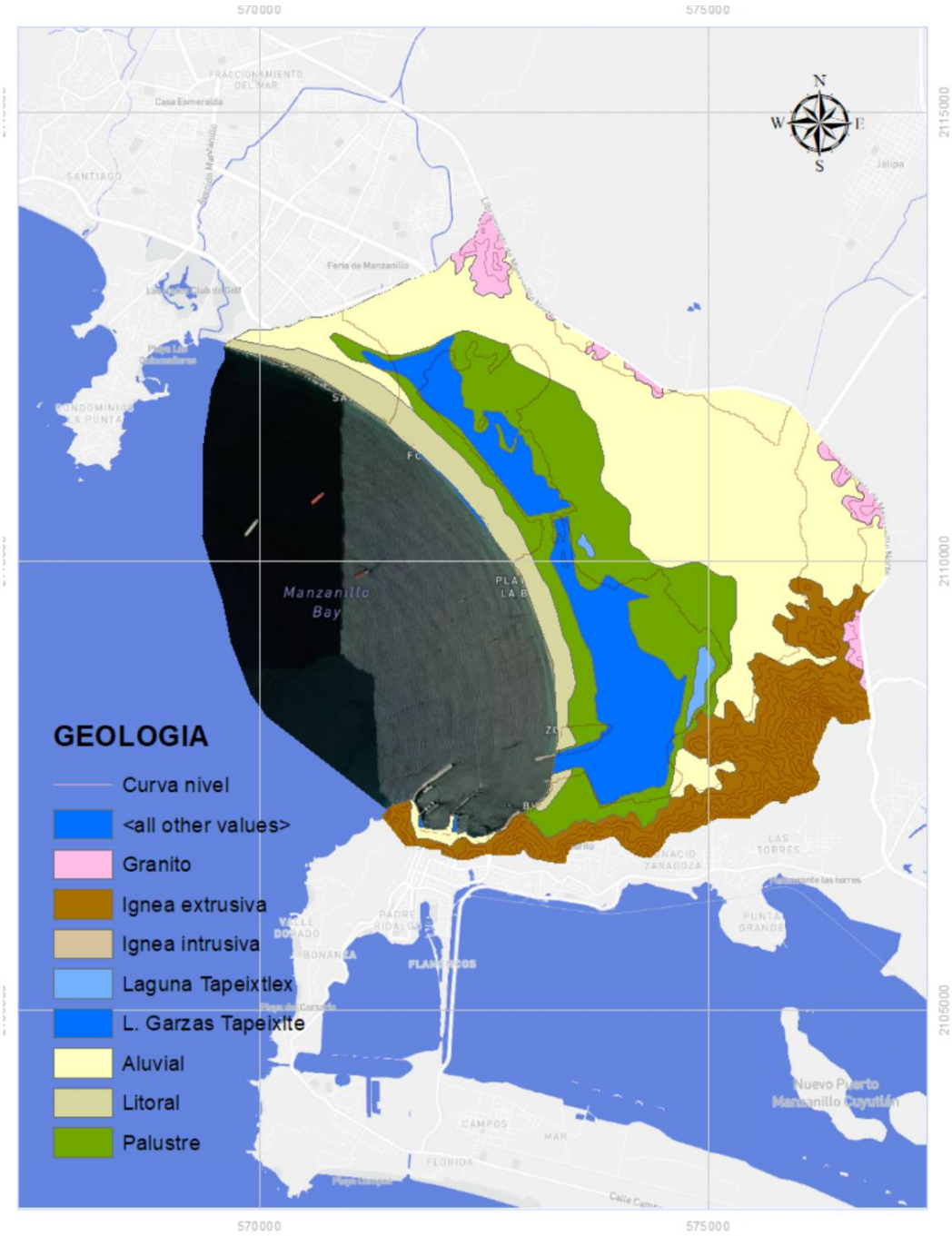


Figura 17. Geología general del SA.

Riesgo geológico

De acuerdo con la Ley General de Protección Civil (Fracción recorrida DOF 03-06-2014), se entiende como fenómeno geológico lo siguiente:

"Agente perturbador que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos."
Con base en ello, el riesgo geológico es la posibilidad de que se produzca un daño debido a las acciones y movimientos de la corteza terrestre en un área específica, en este caso dentro de la RE.

Global de intensidades Escala de Mercalli
Dentro de la evaluación de la intensidad de los movimientos de la corteza terrestre los más utilizados son la escala de Richter y la escala de Mercalli, la primera (Richter) mide la fuerza de los terremotos o sismos de acuerdo a su magnitud, es decir la cantidad de energía liberada durante el sismo, y la segunda (Mercalli) es una escala cualitativa de intensidad que describe la percepción subjetiva de las personas ante un sismo o terremoto en un lugar en específico. A pesar de ser una escala subjetiva, la escala de Mercalli es de gran utilidad ya que, a diferencia de la escala de Richter, ésta clasifica zonas por la percepción de distintos terremotos o sismos a lo largo del tiempo lo que permite tener una constante que puede ser representada en mapas.
De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, la escala de Mercalli cuenta con 12 grados de intensidad los cuales se describen en la siguiente Tabla.

GRADO	INTENSIDAD	DESCRIPCIÓN
I	Muy débil	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables.
II	Débil	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar
III	Leve	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden

		balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Moderado	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Fuerte	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Bastante fuerte	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Muy fuerte	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles
VIII	Destructivo	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.

IX	Ruinoso	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Desastroso	Algunas estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.
XI	Muy desastroso	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Catastrófico	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Sismicidad

Gran parte de la República Mexicana se encuentra sujeta a la actividad sísmica, debido a que está ubicada dentro de un área llamada Cinturón de Fuego del Pacífico, región donde ocurren la mayor parte de los fenómenos sísmicos y volcánicos del mundo y que bordea al Océano Pacífico.

El Estado de Colima se encuentra en una región de alta probabilidad de ocurrencia de sismos. El Sur de México y Guatemala están entre las regiones de mayor sismicidad del mundo con 3.1% de la energía sísmica total liberada mundialmente. La actividad sísmica en la región se incrementa por la ocurrencia de sismos con focos submarinos, no solo a lo largo de la Trinchera Mesoamericana, sino en fallas principales del fondo del Pacífico como son: la Falla Clarión, que viniendo desde las Islas Revillagigedo cruza el estado de Oeste a Este en las vecindades del paralelo 19°N, ligeramente al Sur de

Manzanillo; y la Falla del Pacífico, que inicia en las Islas Marías y cruza al Estado de Noroeste a Sureste.

Un dominio estructural en la entidad lo constituyen dos sistemas de fallas, localizadas en la porción central del territorio (dónde se encuentra el área de estudio). El primer sistema tiene una orientación sensiblemente norte-sur y consiste principalmente en fallas inversas y normales paralelas que forman una serie de pequeñas fosas y pilares; relacionados a estos lineamientos se encuentran estructuras anticlinales y sinclinales paralelos, tanto simétricos como recumbentes y buzantes con tendencia similar a la orientación antes señalada; estos anticlinales son conocidos con los nombres de Jala, La Salada y Tepames.

Con base en la Figura 18 el sitio de estudio donde se ubica la zona del proyecto se encuentra en la Región Sísmica "D".
(Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003).



Leyenda: A: Región asísmica, B: Región penisísmica, C y D: Región sísmica

Figura 18. Regiones sísmicas en la República Mexicana.

III.2.5. Suelos.

Los tipos de suelo identificados en el SA son congruentes con el contexto geológico y geomorfológico descrito: el tipo de suelo predominante es Feozem, con 1,084.12 ha (53.68%), un suelo de origen aluvial con horizonte superficial oscuro rico en materia orgánica, generalmente asociado a aptitud agrícola moderada a alta, lo que es consistente con el uso de suelo agropecuario y de temporal identificado en el componente biótico.

El segundo grupo en importancia, Solonchak (22.13%), corresponde a suelos con acumulación significativa de sales solubles, típicos de las zonas de influencia directa de mareas y de los márgenes de cuerpos de agua salobres o estuarinos; su presencia es indicativa de la interfase ecológica entre el sistema lagunar y el ambiente terrestre, y coincide espacialmente con las áreas de manglar y vegetación halófila del componente biótico. Los Regosoles (21.79%), suelos poco desarrollados y de escasa evolución edafogenética, se asocian frecuentemente a superficies perturbadas o con procesos erosivos activos, lo cual es congruente con la fuerte presión de desarrollo antrópico documentada en la sección 3.2. Los Fluvisoles, de menor extensión (2.40%), se restringen a las inmediaciones de cauces y depósitos fluviales recientes.

Tabla 8. Superficie por tipo de suelo en el SA.

Clase	Área (ha)	%
Feozem	1,084.12	53.68
Solonchak	446.96	22.13
Regosol	440.15	21.79
Fluvisol	48.45	2.40
Total	**2,019.68**	**100.00**

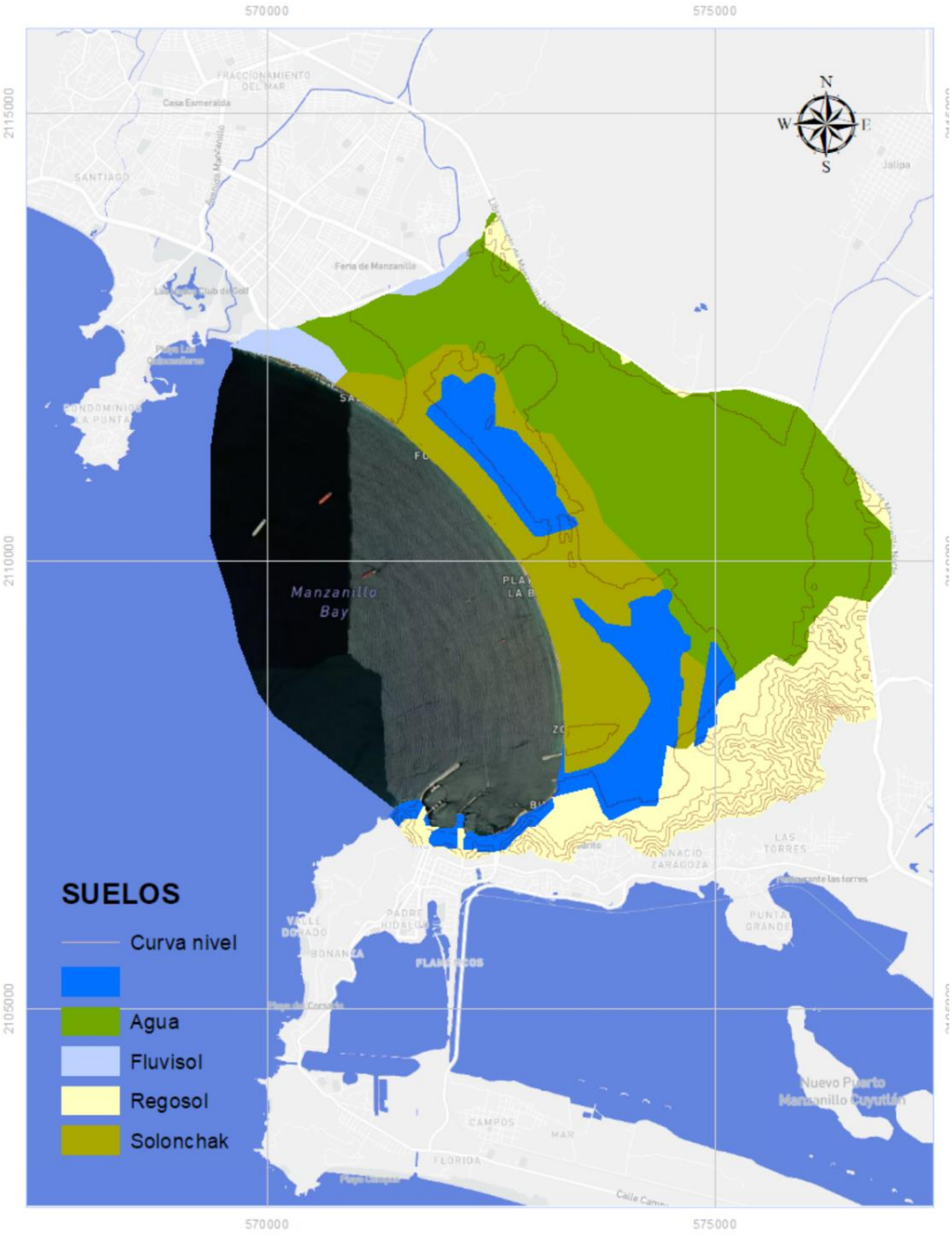


Figura 19. Tipos de Suelo en el SA.

III.3. BCARACTERISTICAS DEL RELIEVE MARINO DEL ÁREA DE INFLUENCIA MARINA DEL PROYECTO.

De acuerdo con la información contenida en el levantamiento batimétrico, el área de influencia presenta un fondo marino con una configuración topográfica variable, cuyos niveles de profundidad se encuentran aproximadamente entre las cotas someras cercanas a los -4 m y profundidades que alcanzan valores de aproximadamente -25 m respecto al nivel de referencia indicado en el plano.

La distribución de las curvas batimétricas evidencia un gradiente de profundidad que va desde sectores relativamente someros hacia zonas de mayor profundidad, identificándose una depresión longitudinal que constituye el principal rasgo morfológico del fondo marino. En esta zona las curvas batimétricas presentan una disposición predominantemente paralela y permiten identificar un incremento gradual de la profundidad.

La separación entre las curvas batimétricas permite reconocer variaciones en la pendiente del fondo. En los sectores donde las curvas se encuentran más próximas se presentan cambios de profundidad más rápidos, asociados con pendientes submarinas relativamente mayores; mientras que las zonas con curvas más separadas corresponden a superficies de menor pendiente y mayor uniformidad topográfica.

En términos generales, el fondo marino presenta una morfología caracterizada por zonas someras de transición, áreas de pendiente variable y una depresión longitudinal de mayor profundidad. No se identifican, a partir de la información exclusivamente batimétrica, superficies completamente uniformes en toda el área, sino un relieve submarino con variaciones graduales y locales de profundidad.

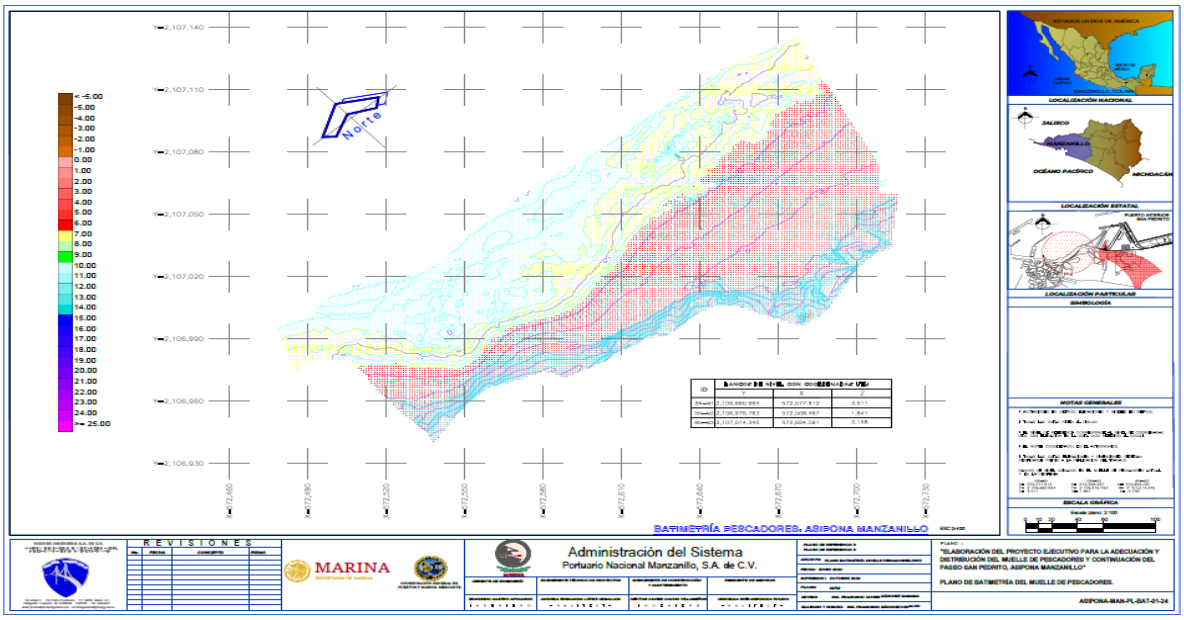


Figura 20. Mapa batimétrico con isolíneas relevantes del área del proyecto

.

Desde el punto de vista geomorfológico, la configuración observada corresponde a un fondo marino con un gradiente batimétrico definido y una depresión longitudinal que concentra las mayores profundidades del área, constituyendo el principal elemento de la morfología submarina identificada en el levantamiento.

Identificación de profundidades clave

Las áreas someras, correspondientes aproximadamente al intervalo de 0 a -4 m, se localizan principalmente hacia los sectores periféricos del área representada. A partir de estas zonas se presenta una transición hacia profundidades intermedias, aproximadamente entre -6 y -14 m, mientras que los sectores de mayor profundidad se encuentran en el intervalo aproximado de -15 a -25 m. Esta distribución evidencia una variación batimétrica continua y un relieve submarino con diferentes niveles de profundidad.

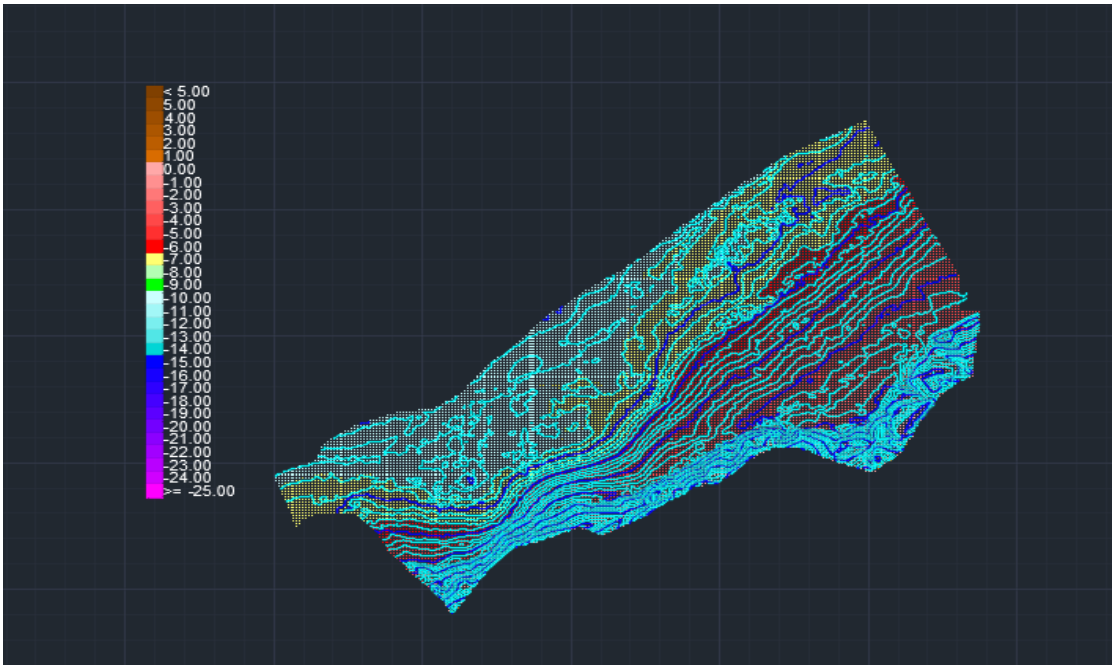


Figura
21. Mapa batimétrico

Tabla 9. Descripción de las profundidades clave

PROFUNDIDAD	BATIMETRÍA	CARACTERÍSTICA DEL FONDO
0 A -5 M	Zona somera	Sectores periféricos y de transición; pendiente generalmente baja a moderada.
-5 A -7 M	Zona somera-intermedia	Inicio de un descenso más definido del fondo.
-7 A -10 M	Zona intermedia	Transición hacia sectores de mayor profundidad; se observan cambios graduales en la pendiente.
-10 A -13 M	Zona intermedia-profunda	Área con mayor continuidad de las curvas batimétricas y desarrollo del gradiente hacia el canal/depresión.

-13 A -15 M	Zona profunda	Incremento evidente de la profundidad respecto de las áreas someras.
-15 A -18 M	Zona profunda	Asociada a sectores con mayor profundidad y curvas relativamente concentradas.
-18 A -20 M	Zona muy profunda	Forma parte de la depresión longitudinal identificada en el levantamiento.
-20 A -25 M	Zona de máxima profundidad	Sectores más profundos representados en el plano; constituyen el eje de las principales depresiones batimétricas.
> -25 M	Profundidad extrema	La leyenda contempla esta categoría, aunque en el área principal representada no se aprecia una extensión significativa de esta profundidad.

III.4. CELDAS LITORALES

Dinámica costera

Metodología para la selección y delimitación de la celda litoral

Para determinar la celda litoral asociada al área de estudio se realizará un análisis integrado de las condiciones geomorfológicas, sedimentológicas e hidrodinámicas de la zona costera. El objetivo será identificar la unidad funcional dentro de la cual existe una relación entre las fuentes de sedimentos, su transporte longitudinal mediante la deriva litoral, las zonas de acumulación y el sitio donde el material sedimentario abandona el sistema.

La delimitación de la celda litoral se realizará mediante la aplicación de los siguientes criterios:

1. **Identificación de fuentes de sedimentos**

Se identificarán las principales fuentes naturales y, en su caso, antropogénicas de sedimentos existentes dentro del área de influencia del proyecto. Se considerarán principalmente desembocaduras de ríos, arroyos y quebradas, procesos de erosión de playas y acantilados, así como cualquier otro aporte de material sedimentario que pueda incorporarse al sistema litoral.

La identificación se realizará mediante cartografía topográfica, imágenes satelitales, información hidrológica, reconocimiento de campo y revisión de estudios previos.

2. **Caracterización de la línea de costa**

Se analizará la configuración geomorfológica de la costa, identificando playas arenosas, zonas rocosas, acantilados, salientes, bahías, ensenadas y otras unidades que puedan constituir límites naturales o modificar la trayectoria del transporte sedimentario.

La configuración de la línea de costa permitirá establecer las condiciones iniciales para analizar la continuidad del transporte litoral.

3. **Determinación de la dirección predominante de la deriva litoral**

Se determinará la dirección predominante del transporte longitudinal de sedimentos a partir del análisis de la orientación de la línea de costa, dirección de aproximación del oleaje, régimen de vientos y, cuando exista información disponible, datos de corrientes litorales.

La deriva litoral será considerada como el principal mecanismo de transferencia longitudinal de sedimentos dentro de la celda. Su dirección permitirá establecer la conexión entre las zonas de aporte y las zonas de acumulación o salida del sistema

4. **Identificación de zonas de acumulación y erosión.**

Se identificarán sectores que presenten evidencias de acumulación o pérdida de sedimentos mediante el análisis comparativo de imágenes satelitales, levantamientos topográficos y batimétricos, perfiles de playa y observaciones de campo.
La presencia de cambios en la línea de costa, crecimiento de playas, formación de barras, azolvamiento o erosión constituirá evidencia complementaria para determinar la trayectoria y comportamiento del transporte sedimentario.

5. **Identificación de estructuras que modifiquen el transporte.**

Se localizarán las estructuras naturales y artificiales capaces de modificar la deriva litoral, incluyendo espigones, escolleras, rompeolas, muelles, puertos y otras obras marítimas.

Estas estructuras serán consideradas puntos de modificación del balance sedimentario, particularmente cuando exista evidencia de acumulación de material en el lado deriva arriba y erosión en el lado deriva abajo.
En el caso de estructuras proyectadas, se evaluará su posible influencia sobre la continuidad del transporte sedimentario y sobre el balance de la celda.

6. **Caracterización sedimentológica.**

Se analizará la distribución espacial de los sedimentos presentes en la playa y, cuando sea necesario, en la zona marina somera. Se considerarán variables como:

- tamaño medio de grano;
- clasificación granulométrica;
- porcentaje de arenas, limos y gravas;
- composición mineralógica, cuando se disponga de información;
- distribución espacial de las facies sedimentarias.

La comparación de las características sedimentológicas permitirá determinar si existe continuidad entre las zonas de aporte, transporte y acumulación.

7. **. Análisis de la batimetría y del relieve submarino**

Se analizará la configuración del fondo marino mediante información batimétrica disponible o levantamientos específicos. Se identificarán cambios de pendiente, canales, depresiones, barras submarinas, plataformas y otros rasgos geomorfológicos que puedan condicionar el transporte y depósito de sedimentos.
Particular atención se dará a la identificación de depresiones o cañones submarinos que puedan constituir zonas de transferencia del material sedimentario hacia ambientes de mayor profundidad y, por tanto, representar el límite de salida de la celda.

8. **Determinación del límite de la celda.**

El límite de la celda litoral se establecerá integrando los resultados anteriores. Se considerará como unidad de análisis aquella porción de costa en la que pueda reconocerse una continuidad funcional entre:

fuente de sedimentos → transporte litoral → acumulación temporal → transporte → sumidero sedimentario.

Los límites podrán estar definidos por cambios significativos en la dirección de la deriva litoral, interrupciones naturales o artificiales del transporte, modificaciones importantes de la configuración costera o transferencia del sedimento hacia aguas profundas.

9. Integración mediante Sistemas de Información Geográfica.

Finalmente, las variables obtenidas serán integradas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se superpondrán la línea de costa, fuentes de sedimentos, dirección de deriva litoral, estructuras costeras, zonas de erosión y acumulación, batimetría y posibles sumideros sedimentarios.
La superposición de estas variables permitirá establecer espacialmente la celda litoral y determinar la posición del proyecto respecto de sus principales componentes sedimentarios.

Criterio final de selección

La celda litoral seleccionada será aquella que presente la mayor evidencia de conectividad sedimentaria con el área del proyecto, considerando principalmente la dirección predominante de la deriva litoral, las fuentes de sedimentos, la continuidad granulométrica, las características morfológicas de la costa, las zonas de acumulación y los límites batimétricos o geomorfológicos que condicionen la salida del sedimento.
Con este procedimiento, la delimitación de la celda litoral no dependerá exclusivamente de la distancia al proyecto, sino de la **conectividad y dinámica del sistema sedimentario**, permitiendo posteriormente evaluar si la obra propuesta puede modificar el transporte, acumulación o pérdida de sedimentos dentro de la unidad litoral.

Para la delimitación geográfica de la celda del presente estudio se analizaron las características físicas específicas que actúan como barreras al movimiento de los sedimentos, y contienen características adicionales que aportan o retiran arena de la celda, quedando representadas en la figura 22.



Figura 22. Identificación de la celda costera

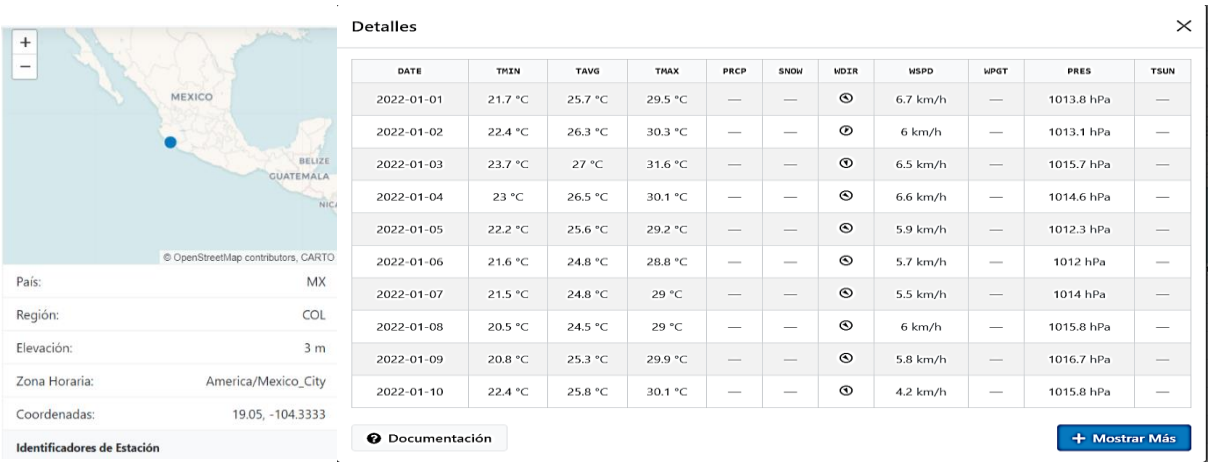
Caracterización de las celdas litorales

Vientos

El estudio de los vientos en la hidráulica marítima es de suma importancia ya que es el principal generador de oleaje, lo que a su vez genera las fuerzas que se transmiten a las estructuras, por ello determinar la magnitud de los mismos nos permite definir parámetros dentro de las zonas portuarias. Como definición, los vientos son el movimiento de las masas de aire.

El viento se atribuye a las desigualdades en la densidad del aire y las presiones bajas y altas. Se caracteriza por tener dirección, frecuencia e intensidad. Se pueden clasificar por su extensión en locales y generales, por su acción, constantes, irregulares y periódicos. El oleaje que se forma por la acción del viento viaja por el mar en "Trenes" que contienen olas de diferentes tamaños y períodos; la longitud del tren y las magnitudes de las olas dependen de la localización y tamaño del Fetch, así como la dirección y velocidad de los vientos. El Fetch es el área sobre la cual sopla el viento que genera el tren de olas. Las olas que llegan a la costa ejercen fuerzas sobre las estructuras que encuentran en su recorrido.

Los datos para el análisis se obtuvieron de las Estaciones Meteorológicas que la Comisión Nacional del Agua además de la estación número 76654 de la base de datos METEOSTAT. Esta estación tiene un amplio rango de información histórica de los vientos en la zona del puerto, cuenta con registros de los años 2022, 2023 y 2024.



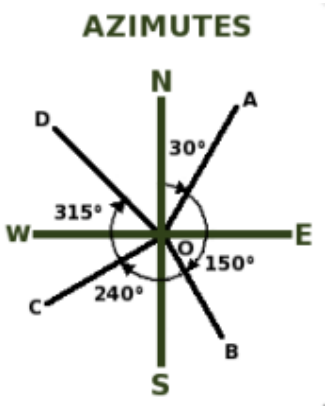
DATE	TMIN	TAVG	TMAX	PRCP	SNOW	WDIR	WSPD	WPGT	PRES	TSUN
2022-01-01	21.7 °C	25.7 °C	29.5 °C	—	—		6.7 km/h	—	1013.8 hPa	—
2022-01-02	22.4 °C	26.3 °C	30.3 °C	—	—		6 km/h	—	1013.1 hPa	—
2022-01-03	23.7 °C	27 °C	31.6 °C	—	—		6.5 km/h	—	1015.7 hPa	—
2022-01-04	23 °C	26.5 °C	30.1 °C	—	—		6.6 km/h	—	1014.6 hPa	—
2022-01-05	22.2 °C	25.6 °C	29.2 °C	—	—		5.9 km/h	—	1012.3 hPa	—
2022-01-06	21.6 °C	24.8 °C	28.8 °C	—	—		5.7 km/h	—	1012 hPa	—
2022-01-07	21.5 °C	24.8 °C	29 °C	—	—		5.5 km/h	—	1014 hPa	—
2022-01-08	20.5 °C	24.5 °C	29 °C	—	—		6 km/h	—	1015.8 hPa	—
2022-01-09	20.8 °C	25.3 °C	29.9 °C	—	—		5.8 km/h	—	1016.7 hPa	—
2022-01-10	22.4 °C	25.8 °C	30.1 °C	—	—		4.2 km/h	—	1015.8 hPa	—

Figura 23 Información proporcionada por la estación METEOSTAT.

Debido a que las estaciones se encuentran expuestas a las condiciones climáticas, existe la posibilidad de que se presenten fallas al registrar información, en ocasiones presentan datos incorrectos o fuera de rango.

Lo primero que se hace con la base de datos, es una depuración de la información.
Las estaciones meteorológicas registran la dirección de los vientos en grados Azimut, estos ángulos se miden desde el norte a favor de las manecillas de reloj. En la figura 24 se presenta la convención de los ángulos Azimut, así como el criterio utilizado para asignarles direcciones convencionales de la rosa de vientos.

Criterio para asignar Dirección
1 ≤ NE ≤ 89aa
E = 90
91 ≤ SW ≤ 179



S = 180
181 ≤ SW ≤ 269
W = 270
271 ≤ WN ≤ 359
N = 0 o 360

Figura 24 Convención de los ángulos Azimut y criterio utilizado para asignar dirección convencional

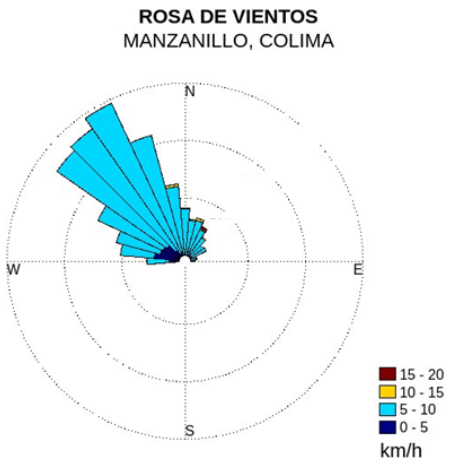
Para ejemplificar el uso del criterio anterior, tomando el registro del día 01 de enero de 2022, siendo este el primer registro de la base de datos, La dirección del viento registrada fue 308°, quedando en el rango de 271° a 359° es decir que la dirección convencional del viento es noroeste (NW). Para el registro del 03 de enero del 2022, el cual presento una dirección de 73°, podemos clasificarlo en el rango de 1° a 79° siendo la dirección convencional, noreste (NE). Se aplica para toda la base de datos, en la tabla siguiente se muestra cómo quedaría la dirección convencional para los primeros 8 registros.

Tabla 10. Asignación de la dirección de los vientos registrados.

Date	Wdir (°)	Wspd (km/h)	Dirección
2022-01-01	308	9.1	NW
2022-01-02	325	9.4	NW
2022-01-03	73	6.2	NE
2022-01-04	359	7.2	NW
2022-01-05	345	6.6	NW
2022-01-06	359	6.9	NW
2022-01-07	332	6.7	NW
2022-01-08	3	6.4	NE

Según los valores máximos y mínimos de la velocidad de los vientos, se propone trabajar la información en 4 rangos. El primer rango será de 0 a 5 km/h, el segundo será de 5 a 10 km/h, el tercero será 10 a 15 km/h y el ultimo será de 15 a 20 km/h. En la Figura 25, se muestra el formato utilizado para concentrar la información según la dirección y la velocidad.

Para presentar los resultados se muestra la rosa de vientos que representa el comportamiento de los vientos en el puerto, de esta forma se observa mejor la dirección predominante de los vientos, así como la magnitud de los mismos.



DIRECCIÓN VIENTO [km/h]	TOTAL	%
0-5	89	9.74%
5-10	815	89.17%
10-15	7	0.77%
15-20	3	0.33%
TOTAL	914	100%

Figura 25. Rosa de vientos, puerto de Manzanillo, Colima

Oleaje

El estudio de oleaje anexo en este documento describe que las corrientes superficiales en el área del proyecto en invierno muestran una tendencia hacia el Noroeste y Oeste presentando un valor promedio de la velocidad de 0.60 nudos. En cambio, en en primavera el valor promedio de la velocidad fue de 0.53 nudos, presentando la misma dirección. En otoño dicho valor fue de 0.48 nudos y verano de 0.43 nudos. Por lo que la estación en la que se presenta mayor velocidad es invierno, sin embargo, es una velocidad casi despreciable que equivale a 30.6 cm/s. Lo anterior, ya que la velocidad de corriente para considerarse significante tiene que ser mayor a 2 nudos, que

equivalen a 1.02 m/s, siendo corrientes que pueden provocar transporte litoral, arrastre y movimiento de sedimentos, y como consecuencia erosión de playas.

Por otro lado, la altura del oleaje normal que se presenta en la zona del proyecto varia de 0.25 m a 1.00 m, y un tiempo de oleaje de 8 segundos aproximadamente, siendo un tiempo bajo debido a que las corrientes disminuyen al entrar a la bahía, misma situación que se presenta con la entrada de fenómenos naturales cada año.

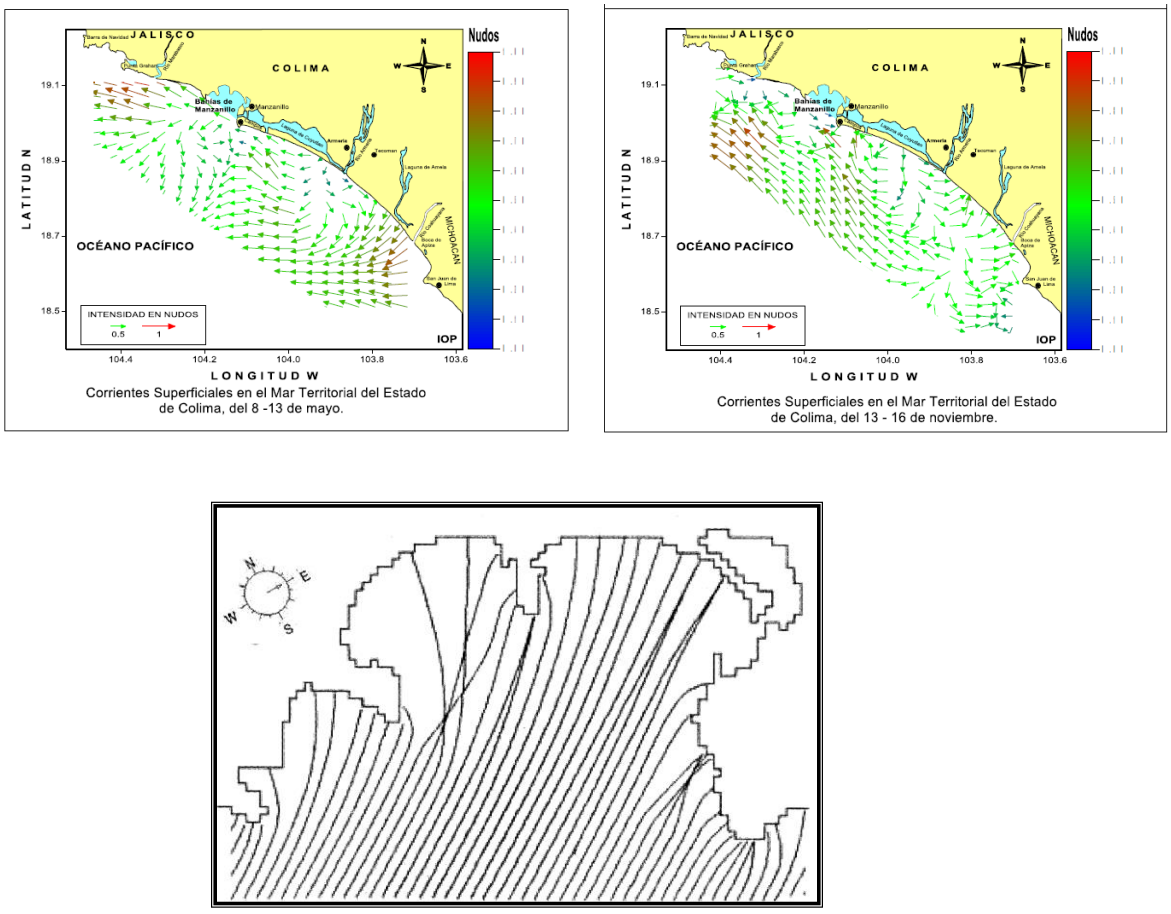


Figura 26. Dirección de corrientes y oleajes

Dentro de la bahía de Manzanillo, se realiza una segunda propagación con la finalidad de acercarnos a la zona de estudio, esto derivado a que nos encontramos con obras portuarias. Esta segunda propagación será del punto de la Bahía del Puerto de

Manzanillo hasta un punto de la Zona de Rompeolas, ubicado en la latitud: 19.06°N y longitud: -104.30°W, la longitud de esta línea es de 6 km aproximadamente, figura 27.



Figura 27 Segunda línea de propagación de oleaje, de la Bahía a Zona de Rompeolas

Realizando de nuevo el método para la obtención de la batimetría de la primera línea de propagación, obtendremos el perfil para la segunda línea de propagación. En la figura 28, se observa el perfil batimétrico sobre el cual se realizó el cálculo.

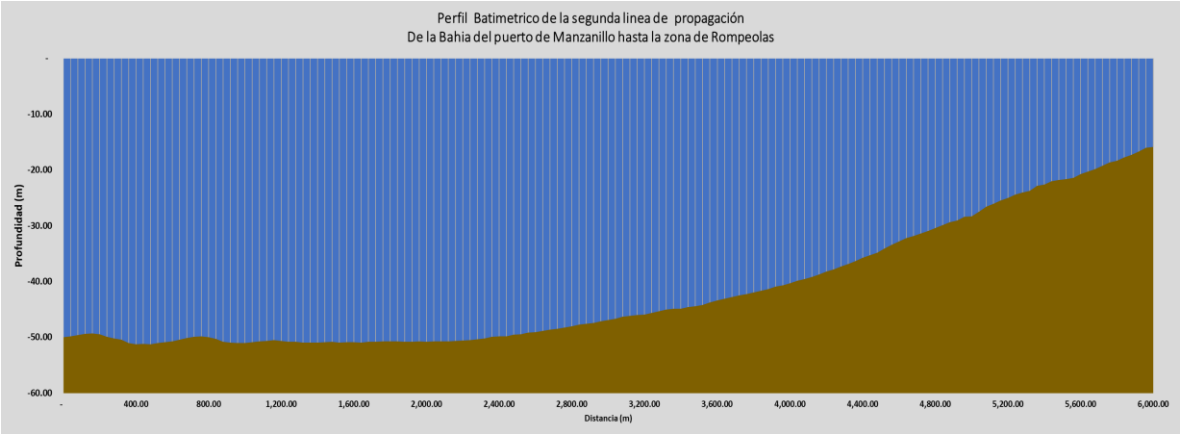


Figura 28 Perfil batimétrico de la segunda línea de conducción

El comportamiento de la ola, registrado en la bahía observado en la figura 29, la altura se ve afectada por la profundidad y se presenta una disminución que va de los 1.92 metros a los 1.86 metros aproximadamente. Sin embargo, mientras la profundidad se va acercando a 0, es decir, a la línea de costa la altura de ola tiende a incrementar y esto ocurre porque nos acercamos a la zona de rotura y se presenta el efecto de la refracción debido al asomeramiento.

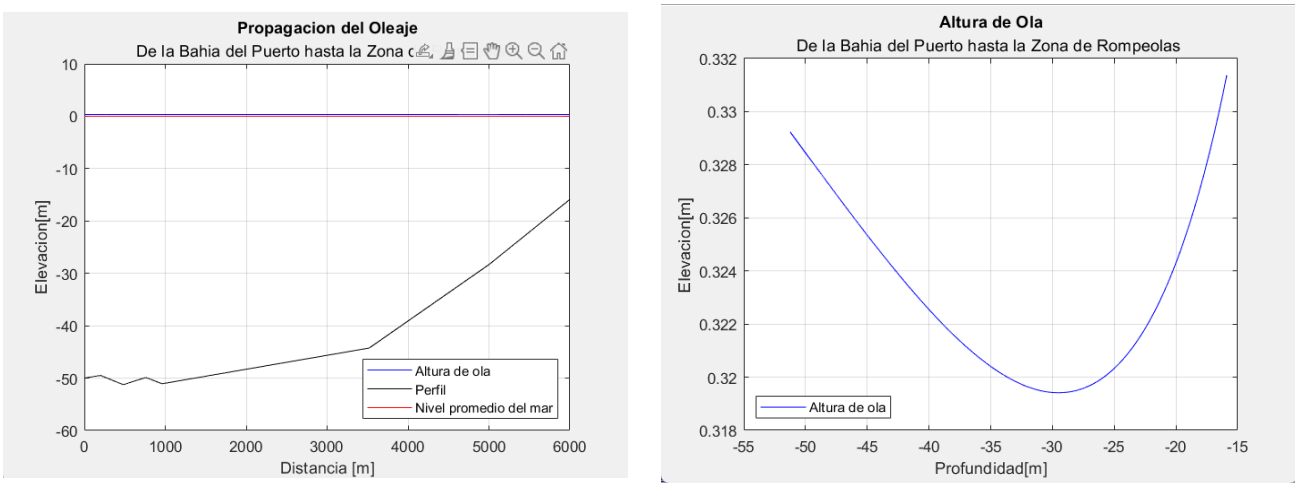


Figura 29 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad

Por último, se harán 7 propagaciones lineales desde la zona del rompeolas hasta la zona de estudio en el muelle de pescadores recorriendo aproximadamente 700 metros. Esto para cubrir la zona y considerando que la batimetría no tiene variaciones significativas que pudieran ocasionar un comportamiento diferente en el oleaje. En la figura 30, se presentan las líneas de propagación propuestas para cubrir la zona de estudio.

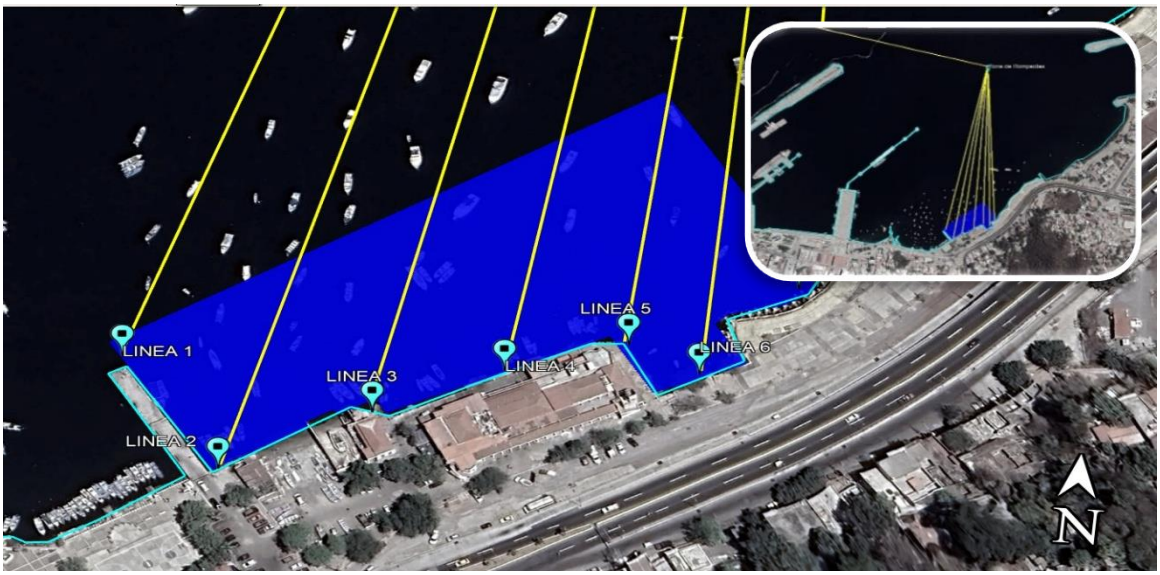


Figura 30 Líneas de propagación de oleaje para cubrir la zona de estudio

En la figura siguiente se presenta el perfil batimétrico de la línea 1 de propagación, como podemos observar ya nos encontramos en aguas someras ya que va de los -15 metros a los -4 metros de profundidad, dado que la zona de estudio es una zona ocupada por pescadores, se esperaría que tuviera un calado para poder entrar con las lanchas y ese es el motivo por la el cual no termina en el nivel cero o en la línea de costa.

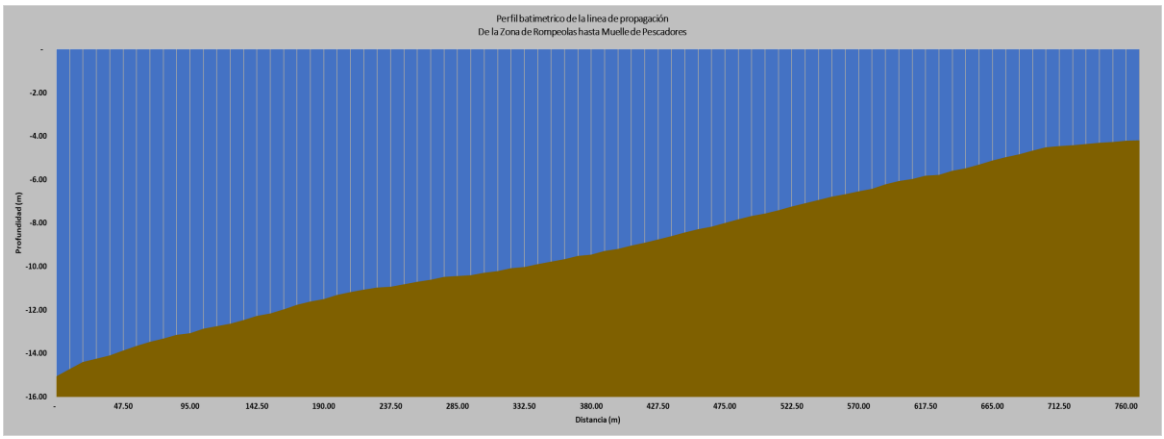


Figura 31Perfil batimétrico de la línea de propagación de la Zona de Rompeolas hasta el muelle de Pescadores

Como se maneja en las teorías de Airy (1845) y Stokes (1847), el oleaje se ve afectado por el fondo cuando la profundidad disminuye y debido al asomeramiento de la batimetría esperaríamos que la ola incremente su altura hasta llegar al punto de rotura, sin embargo, para este estudio no se alcanza el punto de rotura debido a que no llegamos a nivel de la línea de costa (nivel cero). Sin embargo, podemos observar, figura 32 que la altura de ola presenta en la zona del muelle de pescadores alcanza una altura de aproximadamente 0.4176 m para un periodo de ola de T=10.90 s.

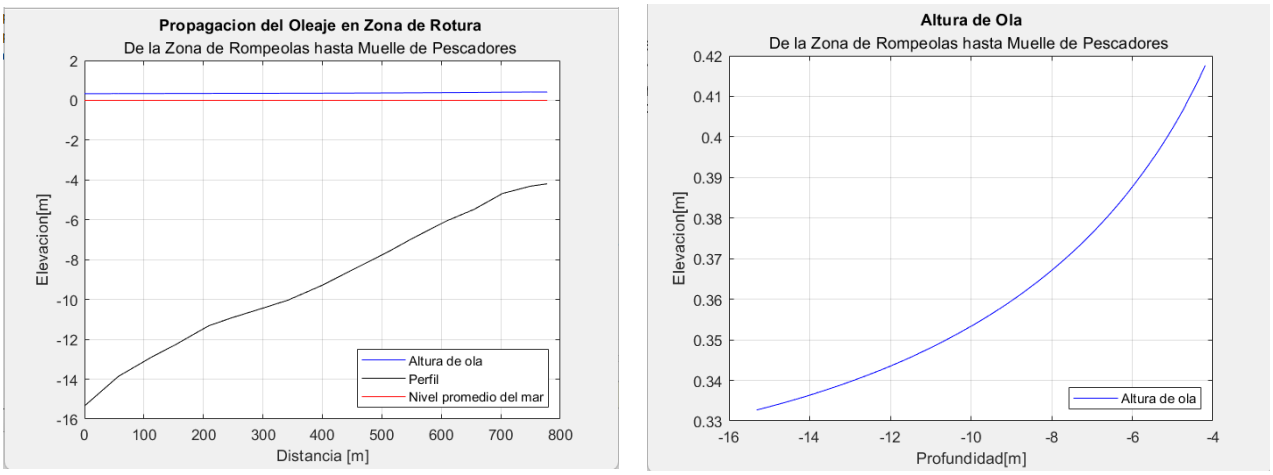


Figura 32 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad

Para representar el comportamiento del oleaje, figura 33 como podemos ver el nivel de ola tiende ser máximo cerca de la línea de costa y al muelle de pescadores.

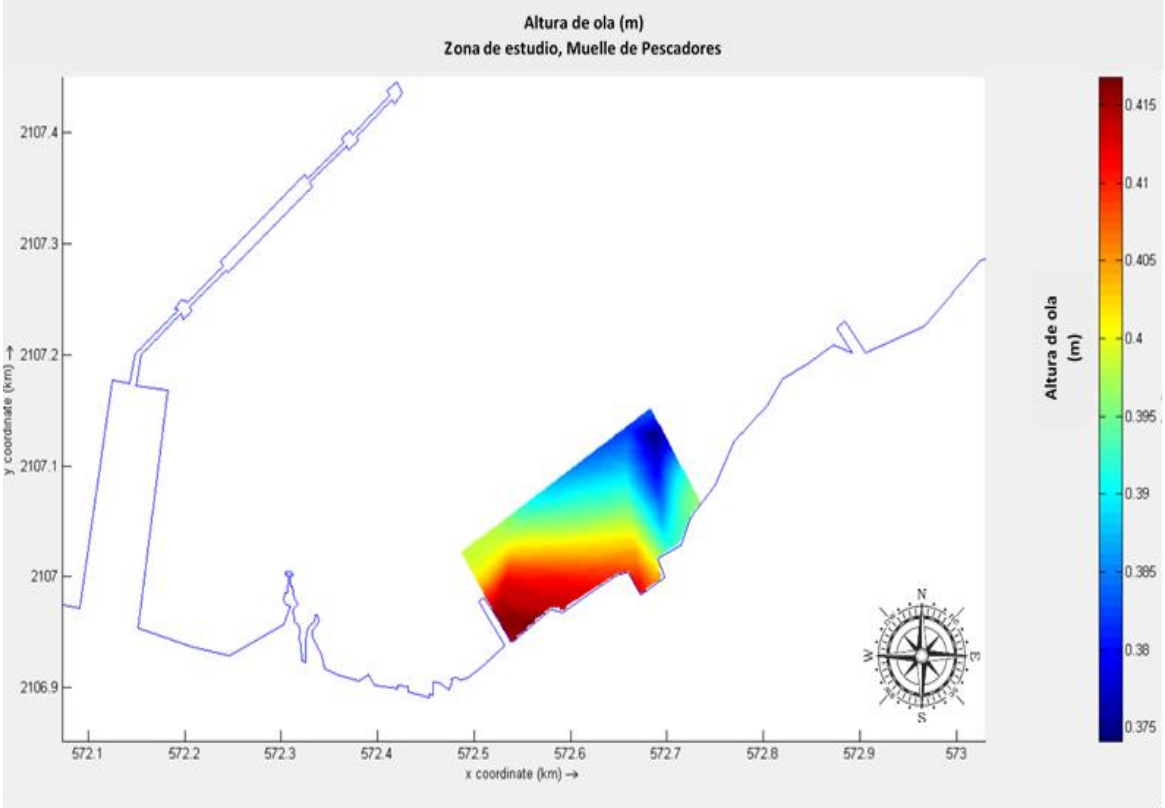


Figura 33 Altura de ola en la zona de estudio

Refracción, Difracción y Reflexión

Al entrar en aguas intermedias, hay un cambio en la dirección de propagación con la disminución de la profundidad. Las crestas tienden a ponerse paralelas a los contornos del fondo (la parte del frente de onda que está en una zona de menor calado se propaga hacia adelante a una velocidad más pequeña que la parte que está a una profundidad mayor).

La refracción, junto con el proceso de shoaling, determina la altura de la ola a una profundidad determinada para un grupo dado de condiciones de oleaje, es decir, altura, dirección y dirección de propagación en aguas profundas. Por lo tanto, tiene una

influencia importante en las alturas de ola y en la distribución de energía a lo largo de la costa. El cambio en la dirección de las diferentes partes de la cresta de la ola resulta en una convergencia o divergencia de la energía del oleaje y afecta materialmente las fuerzas ejercidas por el oleaje sobre la costa.

Agregado a estos fenómenos en caso de que el oleaje se encuentre con algún obstáculo ya sea superficial o sumergido se generará una zona de "sombra" o abrigo protegido de la acción del oleaje. El proceso de difracción puede provocar que parte de la energía del oleaje que no haya encontrado la interferencia se meta en la zona protegida. De igual forma las estructuras sumergidas, así como muros de contención pueden provocar reflexión del oleaje, en algunos la energía reflejada se suma al oleaje provocando un aumento del nivel de ola.

Derivado al alcance que tiene este proyecto, observar el fenómeno de la refracción dependería de realizar un estudio completo a la bahía ya que cuenta con obras portuarias que afectan el movimiento del oleaje dentro del mismo. Sin embargo, con ayuda del método grafico se explicará cual debería ser el comportamiento de las crestas para la zona de estudio.

De forma idealizada el oleaje en las bahías presenta variaciones como las mostradas en la figura 29, siendo las líneas amarillas el nivel de la cresta. Cuando el oleaje entra en la bahía, la energía comienza a disiparse en las orillas de la bahía por lo que va generando que se formen curvas en la zona ancha de la bahía y eso sumado al asomeramiento provocan que el oleaje llegue paralelo a la línea de costa.



Figura 34Líneas de energía o niveles de cresta en el puerto de Manzanillo

El muelle de pescadores se encuentra dentro de una zona de rompeolas que provocan la difracción del oleaje, pero continuando con un análisis grafico del comportamiento de las crestas podemos plantear como seria el oleaje afectado por esos rompeolas. Dentro de la zona de estudio, figura 35, existe la presencia de refracción debido al asomeramiento, sin embargo, la difracción ocasionada por el muelle se encuentra fuera del área por lo que para obtener un análisis discretizado del fenómeno implicaría ampliar la zona de estudio para poder comprobar el comportamiento del oleaje.

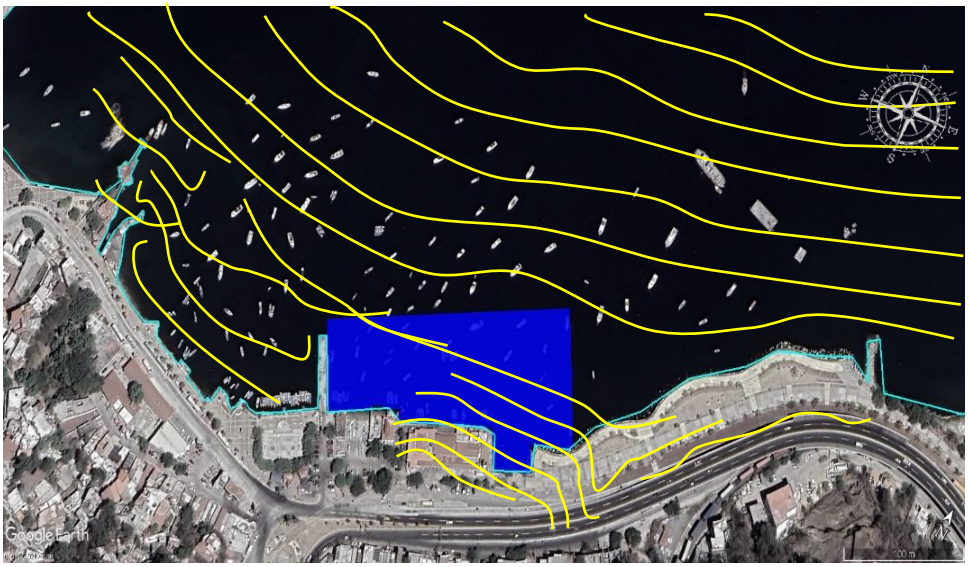


Figura 35. Líneas de energía o niveles de cresta en la zona de estudio

Geología y geomorfología costera

Fisiografía regional

La Bahía de Manzanillo se encuentra en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, dentro de la subprovincia de la Sierra de la Costa de Jalisco y Colima. La parte de este Bloque en el Estado de Colima está constituida por un conjunto de sierras menores con sus ejes de direcciones variadas, así como sus anchos y largos. También presenta variados alineamientos, a) alineamientos rectilíneos con direcciones predominantes N-S, NNE-SSW, NE-SW y E-W, que se han interpretado como fallas inactivas; dos alineamientos han sido considerados por algunos autores como extensión de las fallas

activas que se encuentran en la depresión de Colima, entre los bloques Jalisco y Michoacán, uno cerca del volcán de Fuego de Colima y otro desviando el río Armería, cerca de la ciudad de este nombre; sin embargo, en el área de estudio y alrededores, los depósitos cuaternarios no se encontraron afectados por fallas, por lo que estos dos alineamientos se siguen considerando expresiones de fallas inactivas; b) lineamientos curvilíneos, algunos como arcos circulares asociados con casquetes casi esféricos, que pueden ser evidencias de antiguos colapsos volcánicos.

La Subprovincia Planicie Costera Discontinua donde se ubica la Bahía de Manzanillo, en el Estado de Colima presenta de NW a SE tramos discontinuos de planicies costeras constituidas por terrenos planos, poco a medianamente inclinados, que corresponden, en sentido restringido, a planicies aluviales con abanicos aluviales y conos de deyección a los lados; terrenos subhorizontales de playas lagunales; terrenos largos y angostos conteniendo en su interior barras arenosas de menos de 5m de altitud, que constituyen a la planicie litoral que separa del océano cuerpos de agua lagunares; por último, entre esta planicie y el océano se encuentra un cordón litoral de lomas entrelazadas, sin arroyos, con menos de 25 msnm, que son los cordones de médanos o planicies eólicas.

Geología regional

El bloque Jalisco está geológicamente constituido de las rocas más antiguas a las recientes por tres unidades de rocas metamórficas correlacionables con la formación Taxco del Misisípico-Pensilvánico; en otros afloramientos se identificaron pizarras carbonosas, calizas foliadas y metareniscas con 2 foliaciones bien desarrolladas, correlacionables, con una formación sin nombre formal del Pensilvánico-Pérmico y por último, lavas, lahares y tobas de composición andesítica, correlacionable y con la Formación Taxco Viejo, del Jurásico Medio.

Las unidades estratigráficas están atravesadas por rocas intrusivas que han sido agrupadas por varios investigadores en el llamado Batolito Tomatlán, el cual tiene 3 fases de ascenso de magmas. La primera, que se extiende en muchas áreas de los Estados de Jalisco, Colima y Michoacán, está constituida por granitos y granodioritas de textura fanerítica de grano grueso, que cortó a las rocas anteriores durante el Cretácico Superior. La segunda fase, también de amplia extensión, está compuesta por tonalitas, dioritas y granodioritas de textura fanerítica de grano medio, que intrusionan a las rocas pre-existentes en el Terciario Paleoceno. La tercera y última fase, de monzonita con textura porfirítica (cristales grandes rodeados por cristales pequeños) y estructuras particulares, definen la penetración de magmas a profundidades relativamente someras durante el Oligoceno.

Entre el Paleoceno y el Oligoceno, la región presentó un periodo de fallamiento normal, con la formación de sierras y valles estructurales menores (horsts y grabens), depositándose sedimentos continentales en forma de abanicos aluviales y rellenos de valle que no tienen nombre formal, han sido correlacionados con las rocas del Grupo Balsas. Los terrenos bajos de fines del Terciario, han sido rellenados con sedimentos fluviales, aluviales y costeros durante el Cuaternario y presentan una gran variedad de granulometrías con fragmentos de diámetros desde peñascos hasta arcillas, con consistencias desde muy firmes hasta disgregables.

Geología local

El municipio de Manzanillo se caracteriza por ser montañoso. Se encuentra en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, el tipo de roca predominante están constituidas en su mayor parte por rocas Ígneas intrusivas (granito, 63.95%), ígnea extrusiva (volcanoclástico, 6.06%) y Sedimentaria (caliza, 1.46%), (volcanosedimentaria, 1.00%) y (arenisca-conglomerado, 0.17%); contando con una planicie costera en la porción Sur. Los sistemas de topoformas, de mayor altura se localizan al Norte y Sur del municipio; los cerros más importantes son: San Buenaventura, El Tigre, El Aguacate, Las Grutas, El Chupadero, El Centinela, Las Tablas y otros de menos altura. Su litoral está constituido por numerosas bahías y lagunas costeras, siendo las más importantes las Bahías de Manzanillo y de Santiago.

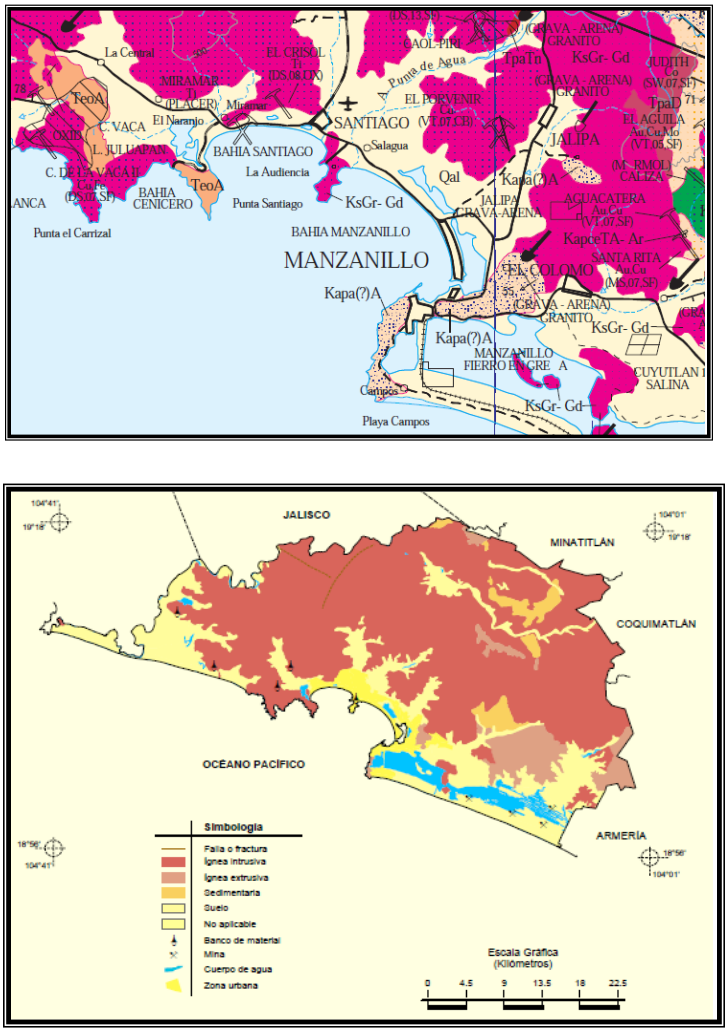


Figura 36 Geología regional (arriba) y geología local que presenta el área del proyecto (abajo: Carta Geológica - Minera Manzanillo E13-2-5).

Sismología

Desde 1992 se han registrado más de 30 eventos, con aceleraciones máximas del terreno muy variadas. Específicamente, durante el temblor de Manzanillo de 1995 se registró una aceleración horizontal de 0,394 *g*, mientras que durante el reciente temblor de Tecomán de 2003 se registró una aceleración, también horizontal, de 0,378 *g*.

Los grandes temblores han permitido estimar periodos de recurrencia para algunos segmentos de la zona de subducción. Estos varían entre 20 y 75 años. Se ha reconocido que el proceso de ocurrencia está constituido por periodos de acumulación de energía que culmina con la generación de un temblor cuando se sobrepasa la resistencia de las rocas. El concepto de brecha sísmica surge para designar a un segmento de la zona de subducción donde no se ha producido un temblor de importancia en un lapso relativamente grande. En México se han identificado diferentes brechas sísmicas, las cuales de acuerdo con la Figura 37 coinciden con la ocurrencia de los grandes temblores recientes (Colima: 1973, 1995 y 2003; Oaxaca: 1978; Petatlán: 1979 y 1985; Playa Azul: 1981; Ometepec: 1982 y 1995; Michoacán: 1985 y 1997) (Figura 37):

La brecha de Michoacán quedó claramente delineada por las áreas de ruptura de falla por los sismos de Colima de 1973 y de Petatlán en 1979.

Cabe destacar que frente a las costas de Colima se han presentado recientemente tres grandes temblores: el 30 de enero de 1973, con *M*=7,3, el 9 de octubre de 1995, con *M*=8,0, y el 21 de enero de 2003, con *M*=7,6.

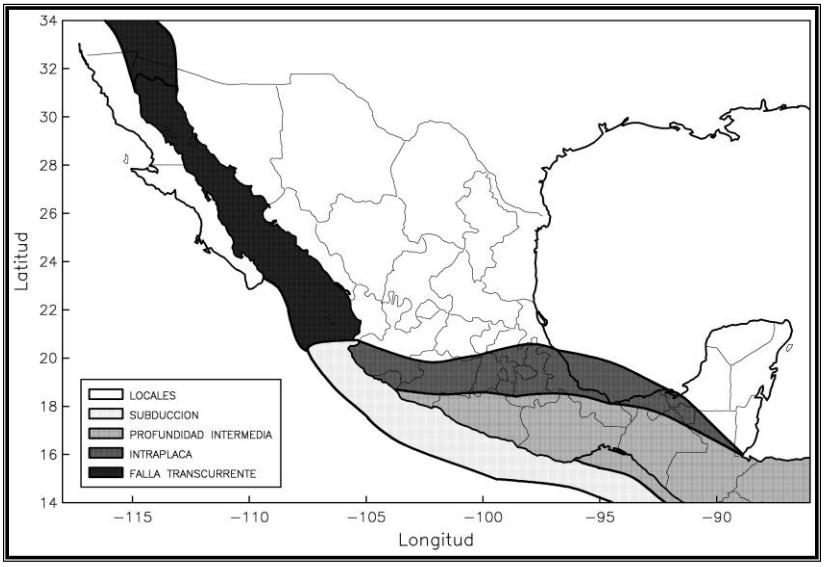


Figura 37 Principales provincias sísmicas de México**.**

Sismicidad regional

El municipio de Manzanillo se localiza en una región de elevada actividad tectónica, asociada al proceso de subducción de las placas de Rivera y Cocos bajo la placa norteamericana, por lo que la sismicidad constituye una condición natural relevante para la caracterización del medio físico y la evaluación de riesgos del proyecto. La

actividad tectónica regional ha generado históricamente eventos sísmicos de magnitud considerable frente a las costas de Colima y Jalisco.

Entre los principales antecedentes destaca el sismo del 9 de octubre de 1995, registrado por el Servicio Sismológico Nacional con magnitud 8.0, cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 10 km al sureste de Manzanillo. El evento produjo daños importantes en la zona costera y generó un tsunami que afectó sectores del litoral de Colima y Jalisco. Asimismo, el sismo del 21 de enero de 2003, con magnitud aproximada de 7.5, constituye otro antecedente significativo de la actividad sísmica regional.

De acuerdo con la información geológica de INEGI-SGN, el municipio presenta una configuración geológica constituida por diferentes unidades litológicas y estructuras asociadas a la evolución tectónica regional, incluyendo rocas ígneas, sedimentarias y depósitos superficiales. La cartografía geológica y topográfica de INEGI constituye información de referencia para la identificación de las condiciones físicas del territorio y de los elementos que pueden influir en su comportamiento ante fenómenos naturales. En consecuencia, para la evaluación ambiental del proyecto se considera la sismicidad como un factor natural de carácter regional, cuya importancia específica deberá relacionarse con las condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas del sitio. En proyectos ubicados en la zona costera de Manzanillo, también resulta pertinente considerar fenómenos asociados a eventos sísmicos, particularmente tsunamis, inundación costera y, de acuerdo con las características locales del terreno y del subsuelo, posibles procesos de inestabilidad o deformación del suelo.

Componentes abióticos marinos

Parámetros fisicoquímicos y calidad del agua

La caracterización de la calidad del agua en el área de estudio se realizó mediante la revisión de información científica, estudios técnicos y programas de monitoreo ambiental desarrollados en la Bahía de Manzanillo, los resultados disponibles permiten establecer un intervalo de referencia de las condiciones fisicoquímicas y de calidad del agua para la zona costera donde se localiza el proyecto.

La bahía de Manzanillo, que constituye un sistema costero con influencia urbana y portuaria, por lo que dentro de los análisis de calidad de agua se ha observado la

presencia de algunos contaminantes incluyendo metales pesados, hidrocarburos y compuestos asociados con actividades marítimas.

En términos generales, el área del proyecto se puede establecer como un ambiente marino costero sujeto a variabilidad natural y a influencia antropogénica, particularmente por las actividades urbanas y portuarias. Los parámetros fisicoquímicos presentan variaciones principalmente relacionadas con la estacionalidad, intercambio con el océano, precipitación, circulación y suspensión de sedimentos. Si bien existen antecedentes de presencia de contaminantes en sedimentos y de presión antropogénica, los monitoreos disponibles no permiten establecer que exista actualmente una condición generalizada de deterioro de la calidad del agua. Por ello, para la evaluación del proyecto resulta recomendable utilizar estos valores como línea base regional de referencia, complementándolos con los resultados de los muestreos específicos realizados en el área de influencia directa.

Temperatura del agua

Los estudios realizados en la Bahía de Manzanillo muestran que la temperatura superficial presenta una variación principalmente estacional, con valores reportados entre 27.2 y 30.2 °C. La temperatura tiende a incrementarse durante la época seca y a disminuir durante la temporada lluviosa. Para la costa de Colima se han reportado valores superficiales promedio cercanos a 27–28 °C, por lo que las condiciones térmicas observadas corresponden a un ambiente marino tropical-subtropical característico de la región.

Salinidad

La salinidad constituye uno de los parámetros con mayor variabilidad espacial y temporal debido a la interacción entre el agua oceánica, la precipitación y los aportes continentales. En estudios realizados dentro de la Bahía de Manzanillo se han registrado valores entre 12.1 y 15.9, particularmente en estaciones interiores de la bahía. En contraste, para aguas costeras abiertas de Colima se han reportado valores cercanos a 35 UPS durante la época seca, con disminuciones aproximadas hasta 32 UPS durante la temporada de lluvias. Esta diferencia refleja el efecto de la mezcla y de los aportes continentales sobre las aguas interiores y costeras.

Oxígeno disuelto

Los registros disponibles muestran una condición generalmente oxigenada en las aguas superficiales de la Bahía de Manzanillo, aunque con variaciones asociadas a la circulación, temperatura, salinidad, productividad biológica y presencia de materia orgánica. Se han reportado valores de 5.5 a 8.6 mg/L, mientras que otros muestreos registraron valores superficiales entre 7.2 y 8.0 mg/L. Estudios históricos realizados en el Puerto Interior y la Bahía de Manzanillo evidenciaron una mayor variabilidad espacial, con concentraciones inferiores en algunos sectores interiores y mayores hacia zonas con mayor intercambio con el océano.

pH

El pH registrado en la Bahía de Manzanillo presenta características compatibles con un ambiente marino costero, con valores reportados entre 6.5 y 8.3, aunque los valores predominantes se localizaron alrededor de condiciones ligeramente alcalinas. En los monitoreos efectuados en San Pedrito y zonas portuarias se observaron valores superiores a 8 en determinados sitios, comportamiento compatible con aguas marinas con elevada concentración de sales.

Turbidez

La turbidez presentó valores entre aproximadamente 1 y 11 NTU, observándose una mayor variabilidad durante la temporada lluviosa y en sectores donde existe mayor aporte de material suspendido. La turbidez constituye un parámetro particularmente importante para la evaluación ambiental de la zona debido a la influencia de la actividad portuaria, dragados, escurrimientos y suspensión de sedimentos. El estudio de calidad de agua realizado en la Bahía de Manzanillo encontró además una relación importante entre la turbidez y el índice integral de calidad del agua.

Nutrientes

En la zona costera de la Bahía de Manzanillo se ha documentado la presencia de nutrientes inorgánicos asociados con la productividad primaria. Se han reportado concentraciones de aproximadamente 8.27 µM de nitratos, 0.94 µM de ortofosfatos y 8.44 µM de silicatos en estaciones costeras, observándose una relación entre estos nutrientes, la composición del fitoplancton y la productividad primaria. La presencia de nutrientes debe interpretarse considerando la dinámica natural de las aguas costeras, los aportes continentales y la influencia de actividades urbanas y portuarias.

Tabla 11Parámetros fisicoquímicos y calidad del agua en el área del proyecto

Parámetro	**Intervalo reportado**
Temperatura	27.2–30.2 °C
Oxígeno disuelto	5.5–8.6 mg/L
Salinidad	12.1–15.9
pH	6.5–8.3
Turbidez	1–11 NTU

III.5. ASPECTOS BIÓTICOS.

El componente biótico de la RE está determinado por su condición de zona de transición entre ambientes terrestres, estuarinos y marinos, propia del sistema lagunar de Manzanillo. Esta posición geográfica sustenta la coexistencia de ecosistemas de alto valor ecológico (manglar, selva baja caducifolia y humedales) con áreas de fuerte transformación antrópica asociadas al desarrollo urbano-portuario e industrial de la región.

III.5.1. Vegetación.

De acuerdo con el análisis de cobertura vegetal (raster, 2025), la clase dominante dentro de la RE es "Desarrollo antrópico", con 1,752.84 ha (75.47%), lo que evidencia el grado de transformación antropogénica ya presente en el entorno inmediato, asociado a infraestructura urbana, portuaria e industrial existente. Este patrón es consistente con la clasificación edafológica dominada por Feozem y Regosol (aptitud agrícola y suelos perturbados, respectivamente) descrita en la sección 2.2.

No obstante, la transformación dominante, el SA conserva remanentes de vegetación natural de relevancia ecológica que en conjunto representan aproximadamente 14.61% de su superficie: los distintos tipos de manglar (Manglar, Manglar sedimentario y Manglar islas) suman en conjunto 164.88 ha (7.11%). El manglar es un ecosistema de vegetación hidrófila sujeto a protección especial conforme al Artículo 60 TER de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), que prohíbe la

remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier obra o actividad que afecte su integridad hidrológica, y cuyas especies típicas de la costa del Pacífico mexicano incluyen mangle rojo (Rhizophora mangle), mangle negro (Avicennia germinans) y mangle blanco (Laguncularia racemosa). La fragmentación del manglar en tres clases espectralmente distintas (continuo, sedimentario e insular) sugiere heterogeneidad estructural y posible influencia de procesos de sedimentación o intervención previa que ameritan verificación en campo.

La selva baja caducifolia (4.86%) y la selva mediana (2.18%) constituyen las comunidades vegetales terrestres remanentes, caracterizadas por especies que pierden el follaje en la temporada seca como adaptación al régimen de lluvias estacional descrito en la sección 2.5; estos ecosistemas son de particular interés en la región Pacífico por su alta diversidad y endemismo, y suelen albergar especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT. La vegetación secundaria (1.12%) refleja procesos de perturbación y regeneración en zonas previamente alteradas, mientras que el humedal (0.46%) y los cuerpos de agua (8.07%) completan el mosaico de ambientes acuáticos y subacuáticos vinculados al sistema lagunar. El componente agropecuario (0.76%) es marginal en superficie, pero relevante como indicador de presión de cambio de uso de suelo en el borde de los remanentes naturales.

En conjunto, el mosaico de cobertura vegetal de la RE representa un gradiente ecológico funcional desde ambientes estrictamente acuáticos/estuarinos (cuerpos de agua, manglar) hacia ambientes terrestres (selva baja caducifolia, selva mediana) pasando por zonas de transición (humedal, vegetación secundaria), actualmente bajo una presión de transformación significativa por el desarrollo antrópico dominante. El desglose completo se presenta en la Tabla 12.

Para la clasificación se divido la cobertura de manglar en 3 categorías:

Manglar "Remanente" : Corresponde al manglar que se encuentra previo al año 2010 y presenta mayor valor ambiental por sus características estructurales.
Manglar "Sedimentario": Cobertura de mangle que se ha incorporado en las áreas originales del cuerpo de agua que se han sedimentado.
Manglar "Islas": Cobertura de manglar establecido como medida de mitigación por el ASIPONA mediante la construcción de tarquinas y su reforestación.

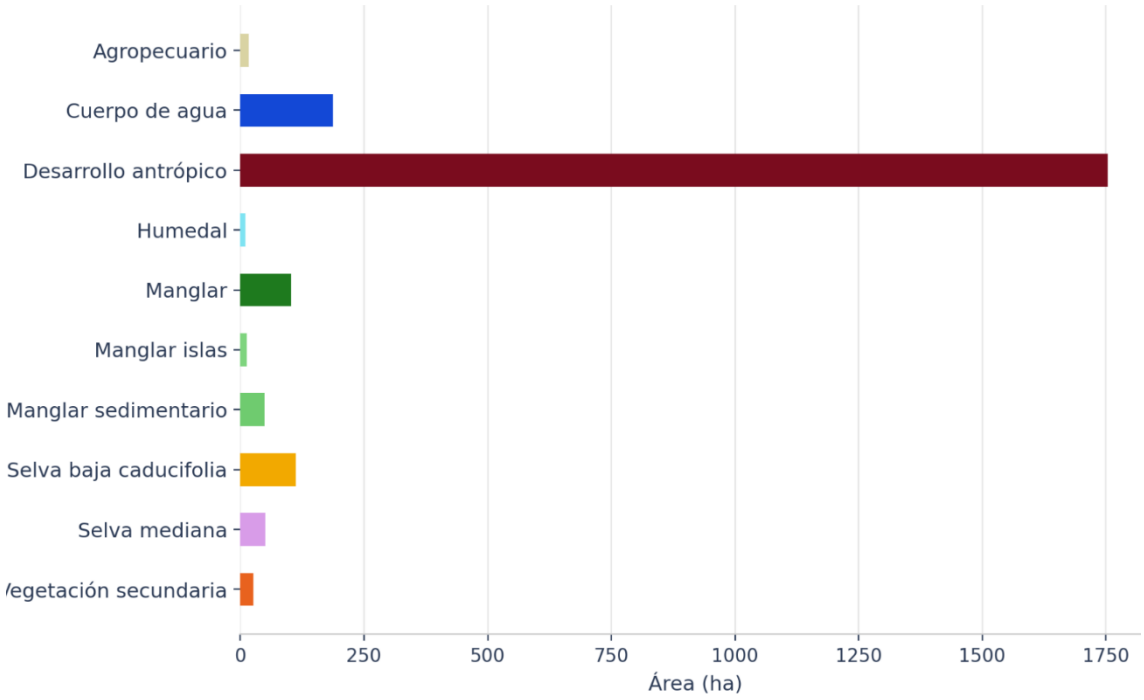


Figura 38. Superficie por tipo de cobertura en el SA.

Tabla 12. Cobertura y uso del suelo y vegetación en el SA.

Clase	Área (ha)	%
Desarrollo antrópico	1,752.84	75.47
Cuerpo de agua	187.38	8.07
Selva baja caducifolia	112.77	4.86
Manglar	102.60	4.42
Selva mediana	50.58	2.18
Manglar sedimentario	49.14	2.12
Vegetación secundaria	25.92	1.12
Agropecuario	17.55	0.76
Manglar islas	13.14	0.57
Humedal	10.71	0.46
Total	**2,322.63**	**100.00**

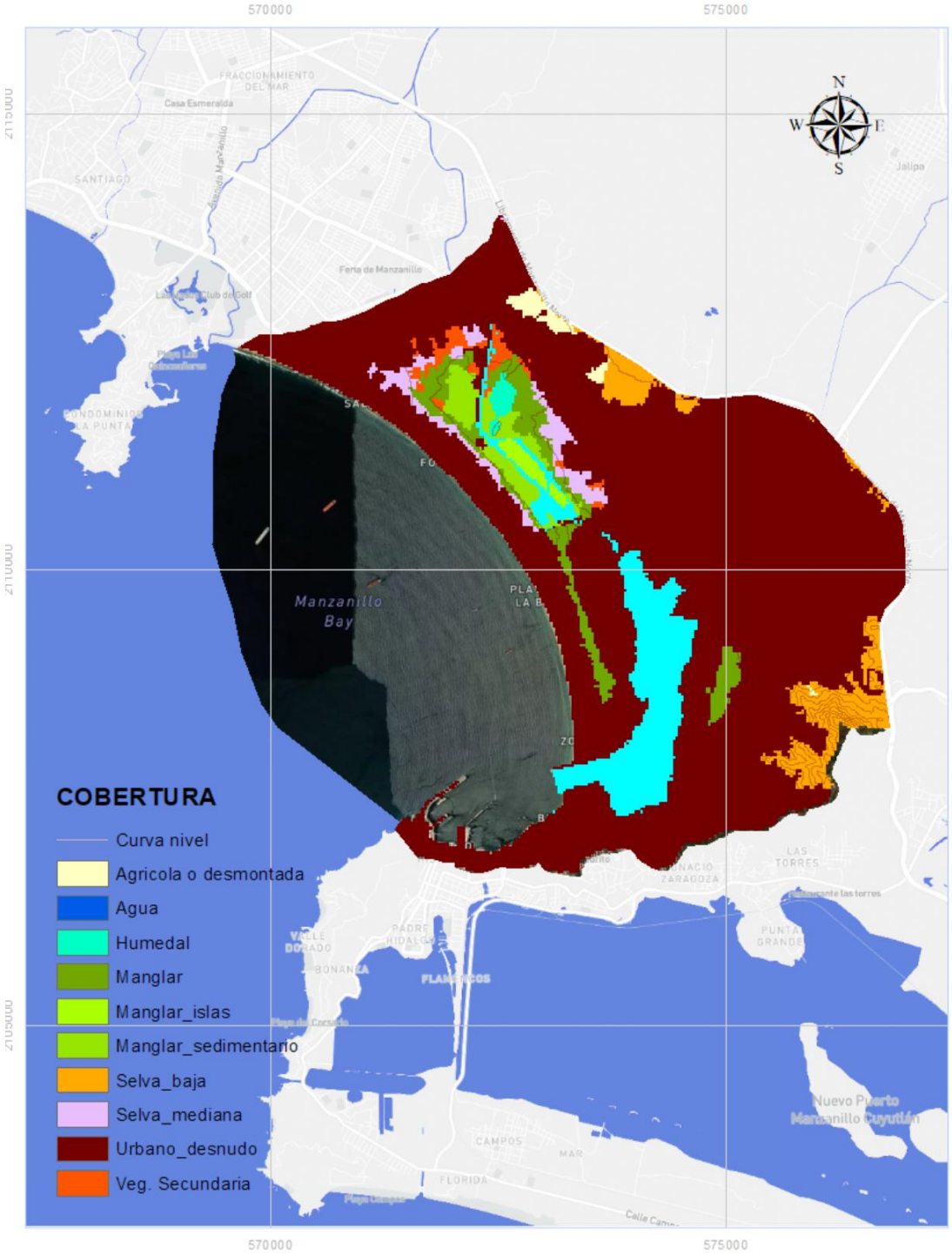


Figura 39. Distribución espacial de los tipos de cobertura en el SA.

Selva Baja Caducifolia o Bosque Tropical Caducifolio.

Se trata de una comunidad vegetal que se desarrolla en las zonas con topografía convexa, sobre suelos principalmente regosol de baja productividad. Una de sus características fundamentales es que se defolia durante la temporada seca del año, por lo general desde diciembre varias de las especies ya iniciaron el proceso de abscisión de las hojas y para finales de enero más del 90% de las especies ya se encuentran defoliadas, con muy pocas especies manteniendo las hojas a durante todo el año. Esta comunidad vegetal por lo general presenta un estrato de árboles cuya altura oscila entre los 8-15 m, con pocos individuos superando estas alturas, los principales elementos característicos de este tipo de vegetación son;

Ceiba aesculifolia, Cordia eleagnoides, Hyperbaena illicifolia, Bursera spp., Cochlospermum vitifolium, Maclura tinctoria, Lysiloma microphyllum, Coccoloba sp., Ipomoea sp., Rhacoma managuatillo, Poeppigia procera, Lonchocarpus eriocarinalis, Bursera kerberii, Caesalpinia eriostachya, Lonchocarpus cochleathus, Cedrela salvadorensis, Caesalpinia platyloba, Cyrtocarpa procera, Malpighia sp., Haparlyce mangense, Ziziphus mexicana, Apoplanesia paniculata, Erythrina lanata subsp. corallorhiza, Diospyros sp., Syderoxylon cartilagineum, Forchhameria palida.

Se encuentra un estrato arbustivo el cual va de los 4-6 m, y las principales especies más comunes son:

Alvaradoa amorphoides, Spondias purpurea, Jacquinia macrocarpa, Thevetia ovata, Ximenia pubescens, Alstonia longifolia, Thouinia serrata, Lysiloma tergemina, Randia armata, Bunchosia palmeri, Diospyros sp., Pseudosmodingium perniciosum, Maclura tinctoria, Agonandra racemosa, Karwinskya humboltiana, Amphypterigyum adstringens Hintonia latiflora, Capparis incana, Bernardia sp., Bahuinia gypsicola, Senna atomaria, Comocladia engleriana, Trichilia trifolia subsp. palmeri, Pithecellobium ungis-cati, Brogniartia sp., Mimosa sp., Croton niveus, Croton alamosanus, Manihot michaelis, Pedilanthus calcarathus, Randia tetracantha, Morisonia amricana, Monatanoa sp., Pachycereus pecten-aboriginum, Manihot michaelis

Selva Mediana Subcaducifolia.

En la zona noreste de la RE se encuentra una zona importante con suelos y las cañadas más húmedas, en los que se desarrolla el bosque tropical caducifolio, se encuentran

manchones de una vegetación, con elementos arbóreos que alcanzan alturas superiores a los 20 m, con algunas especies con diámetros por entre 30-50 cm. Se han registrado especies como *Lonchocarpus salvadorensis, Bursera simaruba, Myriocarpa longipes, Platymiscium lasiocarpum, Coccoloba floribunda, Heliocarpus sp., Agonandra racemosa, Sideroxylon capiri, Sinclairia broomeae, Pithecellobium lanceolatum, Maytenus sp., Astronium graveolens, Guettarda elliptica, Capparis incana, Brosimum alicastrum*.

Manglar

Ubicado principalmente en la laguna de las Garzas tiene estas características

Las especies más representativas para la laguna por área basal son *Ficus insípida, Pithecellobium lanceolatum, Pithecellobium dulce y Terminalia catappa*.

El área **Norte** de la laguna es la más alejada de la entrada mareal, además, está delimitada por un bordo construido para dirigir de forma directa las descargas del Arroyo Punta de Agua alejándola de las zonas urbanas. Este talud evita el flujo hídrico directo hacia el manglar.

Al contrario, en la zona **Nor-Oeste** se cuenta con condiciones de inundación permanente influenciados principalmente por aguas residuales. En esta zona se puede encontrar tanto manglar como vegetación secundaria. Para su evaluación se establecieron los sitios Birs 26-34.

En el caso de vegetación diferente del manglar, esta se ubica en las colindancias con la zona urbana en dónde anteriormente se ubicaba manglar de estrato mediano que se estableció previo al 2010, en su lugar se distribuye vegetación secundaria arbustiva de *Pithecellobium lanceolatum, Neltuma juliflora y Vachellia farnesian*a. Así como pastizales que soportan suelos anegados como las comunidades de *Cynodon dactylon, Mimosa pigra, Ipomoea purpurea y Solanum rudepannum,* principalmente.

Al **Este** de la laguna se cuenta con dos horizontes de vegetación. A diferencia de la zona Oeste de la laguna, esta es más ancha.

El primer horizonte colinda con la zona urbana, se caracteriza por presentar anegaciones constantes que provocaron la pérdida de vegetación de manglar en estrato arbóreo mediano y alto, y posteriormente los claros abiertos permitieron la población

acelerada de especies invasivas, como es el caso del helecho *Acrostichum aureum* (Helecho de manglar), una especie altamente invasiva y competitiva con el manglar por ser halófita y también en agua dulce.

Las especies del estrato herbáceo representativas son *Megathyrsus maximus, Ricinus communis, Mimosa pigra, Ricinus communis, Ipomoea indica, Mimosa quadrivalvis y Hymenachne amplexicaulis.*

Al **Este** de la laguna se cuenta con dos horizontes de vegetación. A diferencia de la zona Oeste de la laguna, esta es más ancha.

El primer horizonte colinda con la zona urbana, se caracteriza por presentar anegaciones constantes que provocaron la pérdida de vegetación de manglar en estrato arbóreo mediano y alto, y posteriormente los claros abiertos permitieron la población acelerada de especies invasivas, como es el caso del helecho *Acrostichum aureum* (Helecho de manglar), una especie altamente invasiva y competitiva con el manglar por ser halófita y también en agua dulce.

Las especies del estrato herbáceo representativas son *Megathyrsus maximus, Ricinus communis, Mimosa pigra, Ricinus communis, Ipomoea indica, Mimosa quadrivalvis y Hymenachne amplexicaulis.*

En un segundo horizonte, colindante al canal lagunar se aprecia la zona de regeneración de mangle que se estableció en las zonas que se sedimentaron (2014). En esta línea se tienen registros de árboles de *L. racemosa* con altura de hasta 12 m establecidos a altas densidades, pero también hay otras zonas en donde el bosque es de estrato arbóreo bajo.
En esta misma zona se ubica un área conocida como ***pantano dulceacuícola*** de baja profundidad y ambiente léntico, la vegetación predominante son arbustos y pastos distribuidos de forma zonal y por lo general las especies forman manchones de vegetación monoespecifica o con una especie dominante y otras aisladas.
temporales o permanentes por la diferencia topográfica de la zona, con presencia de individuos de *L. racemosa* en estrato arbustivo y arbóreo bajo en su periferia, así como una importante capa de pastos como Cynodon *nlemfuensis y Paspalum sp* cubriendo el suelo.

El humedal se encuentra zonificado con dominancia de una o más especies y se pueden señalar como las más representativas;

Zona de Typha dominguensis. Comunidad que se le encuentra donde el manto freático está sobre el nivel del suelo o muy cercano, es decir donde hay áreas inundadas o casi. Forma comunidades donde casi es el único elemento predominante, aunque algunas veces se encuentra individuos aislados o formando machones a *Cyperus articulatus*, *Lwdwigia decurrens* y *Acrostichum danaefolium*.

Zona de *Baccopa monnieri* y *Lippia nodiflora*. La comunidad tiene una altura de 10-30 cm, donde el dominio corresponde principalmente a *Baccopa monnieri* y *Lippia nodiflora*. Se pueden encontrar algunos individuos aislados de *Funastrum clausum* y *Ludwigia decurrens, Ipomoea* sp. y *Ricinus comunis*

Pastizal de *Paspalum* sp. Se le encuentra donde el manto freático está por debajo del nivel del suelo, es decir el suelo no está anegado, se encuentra después de las comunidades de Cynodon *nlemfuensis.*

Manchones de *Mimosa pigra*. se observa con frecuencia algunos manchones de Mimosa pigra en lugares con topografía cóncava donde parece que el manto freático se encuentra cerca del nivel del suelo o donde hay anegación de este. La altura de los individuos alcanza los dos o tres metros formando espacios impenetrables por las ramas decumbentes y las espinas que éstas tienen.

La zonificación y dominancia de especies se observa asociada al nivel de inundación. Al inicio, en la parte inferior hay una comunidad de una mezcla de leguminosas, *Ipomoea* sp., *Baccopa monnieri* y *Lippia nodiflora*. Sigue la comunidad de *Ludwigia decurrens*, inmediato a ello se encuentra una franja de *Acrostichum danaefolium*, luego viene un área de carrizo y el bosque de *Laguncularia racemosa*. El helecho de manglar (*Acrostichum aureum),* ha ido ganando terreno en esta zona formando manchones visibles en el pantano.

Al centro de la laguna se encuentran las **islas de manglar**, construidas en el año 2012 como parte del subprograma Creación de islas de manglar.

Como parte del programa se realizaron reforestaciones principalmente de *Laguncularia racemosa* y algunos individuos de *Rhizophora mangle.* Del total de islas construidas (5), las tres más pequeñas fueron colocadas en la zona norte de la laguna y con la entrada de sedimentos desde el arroyo punta de agua estas construcciones fueron cubiertas, a la fecha no es posible distinguirlas.

Las islas más grandes, construidas al centro de la laguna, atreves de los años han ganado superficie por la acumulación de sedimentos en su periferia. Estas islas fueron construidas con el sustrato del dragado y por su altura no reciben el flujo y reflujo de las mareas altas, la aportación hídrica en las tarquinas proviene del manto freático.

Al interior de las islas se distribuye un bosque monoespecifico de *L. racemosa* en estrato arbóreo bajo principalmente de origen inducido por reforestación, en menor proporción se pueden observar claros abiertos desnudos y otros con presencia de herbáceas y pastos como; *Hackelochloa granularis, Urochloa máxima, Asclepia sp., Chloris gayana y Cyperus sp.*

III.5.2. Fauna área terrestre.

El presente documento integra el conocimiento disponible sobre la fauna silvestre asociada al sistema ambiental La información proviene de programas de monitoreo de campo desarrollados en distintos periodos, de la revisión de literatura especializada y de la consulta de bases de datos de ocurrencia de especies, lo cual permite caracterizar de manera integral la riqueza, composición, distribución y estatus de conservación de la fauna presente en el área de estudio y su zona de influencia.

La caracterización faunística del área se sustenta en múltiples esfuerzos de monitoreo y consulta de información desarrollados a lo largo de varios años: programas de monitoreo mensual de avifauna, herpetofauna, mastofauna e ictiofauna con cobertura de ciclos anuales completos; revisión de literatura especializada y bases de datos regionales de ocurrencia de especies (incluyendo consultas a nivel de polígono del proyecto); y monitoreos de seguimiento ambiental de fauna terrestre con series de datos de varios años. En conjunto, esta información constituye una base robusta y de largo plazo sobre la diversidad faunística del sitio, e integra tanto registros confirmados en campo como listados de especies de presencia potencial documentada.

III.5.2.I. Avifauna

La avifauna constituye el grupo faunístico de mayor riqueza y relevancia ecológica, consistente con su naturaleza de humedal costero. Se han documentado hasta 280 especies de aves para el entorno, de las cuales una parte relevante ha sido confirmada mediante observación directa en campo. Los órdenes Pelecaniformes (garzas, ibis, pelícanos) y Charadriiformes (chorlitos, playeros, gaviotas) concentran la mayor riqueza, con dominancia de especies carnívoras y omnívoras asociadas al espejo de agua, seguidas de gremios insectívoro, granívoro y herbívoro.

Entre las especies más abundantes y de presencia recurrente destacan la garza blanca (Ardea alba), la golondrina tijereta (Hirundo rustica) y el pijiji (Dendrocygna autumnalis). El sitio

también es utilizado por un número considerable de especies migratorias, tanto visitantes de invierno como de verano, lo que subraya su función como sitio de paso y hábitat temporal dentro de las rutas migratorias del Pacífico mexicano. Aproximadamente una tercera parte del total de especies documentadas corresponde a especies endémicas de México, y un porcentaje similar se encuentra listado en algún apéndice de la CITES por su comercio regulado.

Entre las especies de mayor relevancia para la conservación destacan el halcón peregrino (Falco peregrinus, sujeto a protección especial y Apéndice I de CITES) y la garceta rojiza (Egretta rufescens, en peligro de extinción), además de diversas rapaces de los géneros Buteo y Buteogallus incluidas en apéndices de CITES.

III.5.2.II. (anfibios y reptiles)

La herpetofauna registrada en el área de estudio y su entorno inmediato agrupa especies de anfibios y reptiles asociadas tanto al cuerpo de agua como a la vegetación de manglar y matorral circundante. Los reptiles constituyen el grupo de mayor riqueza dentro de la herpetofauna, seguidos de los anfibios, ambos con una proporción notablemente alta de especies endémicas de México en comparación con otros grupos faunísticos.

Entre los reptiles destaca de manera prioritaria el cocodrilo de río (Crocodylus acutus), especie sujeta a protección especial y de presencia recurrente en el sistema lagunario, así como el garrobo o iguana mexicana de cola espinosa (Ctenosaura pectinata, endémica y amenazada) y la iguana verde (Iguana iguana, sujeta a protección especial), ambas de amplia distribución y abundancia dentro del polígono. Otras especies relevantes incluyen a los huicos del género Aspidoscelis (A. communis y A. lineattissimus, endémicas y sujetas a protección especial), la boa de la costa oeste mexicana (Boa sigma, endémica e incluida en CITES) y la culebra perico del Pacífico (Leptophis diplotropis, endémica y amenazada).

Entre los anfibios, todos ellos anuros, sobresalen por su condición de endemismo especies como Eleutherodactylus modestus, Eleutherodactylus nitidus, Exerodonta smaragdina y Tlalocohyla smithii, mientras que Leptodactylus melanonotus figura entre las especies de mayor presencia recurrente en los muestreos. En conjunto, la proporción de especies de herpetofauna listadas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 es considerablemente mayor a la observada en avifauna, lo que posiciona a este grupo como prioritario para las medidas de conservación del proyecto.

III.5.2.III. Mastofauna

La mastofauna documentada para el área incluye tanto especies de tamaño medio y grande registradas de forma recurrente en campo, como un espectro más amplio de especies —particularmente quirópteros (murciélagos)— identificado mediante la consulta de bases de datos regionales. Entre las especies de presencia constante y

mayor abundancia relativa destacan el mapache (Procyon lotor) y la ardilla gris del Pacífico (Sciurus colliaei, endémica), presentes en la práctica totalidad de los muestreos mensuales, junto con el tejón o coatí (Nasua narica), el tlacuache norteño (Didelphis virginiana), el armadillo de nueve bandas (Dasypus novemcinctus), el venado cola blanca (Odocoileus virginianus) y el zorrillo listado sureño (Mephitis macroura).

Destaca la presencia del jaguarundí (Herpailurus yagouaroundi), especie amenazada e incluida en el Apéndice I de CITES, así como del murciélago hocicudo mayor (Leptonycteris nivalis), especie amenazada y considerada en peligro de extinción a nivel internacional, de relevancia por su papel como polinizador. La mastofauna en su conjunto presenta una menor proporción de especies endémicas y de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 en comparación con la herpetofauna, aunque incluye a algunas de las especies de mayor prioridad para la conservación identificadas en el área de estudio.

III.5.2.IV. Ictiofauna

La comunidad íctica del sistema lagunario se caracteriza por una riqueza baja (9 especies) y una fuerte estacionalidad, con ausencia de capturas registrada en aproximadamente el 40 % de los meses muestreados a lo largo de un ciclo anual completo. El chococo (Dormitator latifrons) y la lisa (Mugil curema) son las especies dominantes, concentrando en conjunto más de tres cuartas partes de las capturas totales, seguidas en menor proporción por el sábalo (Chanos chanos) y el constantino o robalito (Centropomus sp.).

Esta baja diversidad y marcada estacionalidad son consistentes con las condiciones actuales de perturbación, fragmentación, aislamiento hidrológico y calidad de agua del sistema lagunario respecto de cuerpos de agua costeros con mejor estado de conservación en la región de Manzanillo-Cuyutlán, y reflejan una comunidad dominada por especies eurihalinas de amplia tolerancia ambiental.

III.5.2.V. Resumen riqueza faunística terrestre documentada

La tabla siguiente resume, de forma integrada, el panorama de riqueza, endemismo y estatus de conservación conocido para cada grupo faunístico en el área de estudio y su zona de influencia, considerando tanto los registros confirmados en campo como los listados de especies de presencia potencial o histórica documentada.

Tabla 13. Riqueza de fauna por gremio.

Grupo faunístico	Especies documentadas	Especies endémicas	Especies NOM-059
Avifauna	Hasta 280	36	33
Herpetofauna (anfibios y reptiles)	Hasta 66 (27 en campo + antecedentes)	22	16
Mastofauna	Hasta 32	5	6
Ictiofauna	9	Sin dato	Sin dato

Nota: las cifras de herpetofauna integran los registros de campo de anfibios y reptiles junto con el listado de antecedentes de la región; los valores de endemismo y NOM-059 corresponden al conjunto de especies documentado a través de los distintos esfuerzos de monitoreo y consulta de información.

III.5.2.VI. Especies de interés prioritario para la conservación

A partir de la integración del conocimiento disponible, se identifica un conjunto de especies de interés prioritario para la conservación dentro del área de estudio, ya sea por encontrarse en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por estar incluidas en algún apéndice de la CITES, o por su condición de endemismo a México. Estas especies deben considerarse de manera preferente en las medidas de prevención, mitigación y compensación del proyecto.

Tabla 14. Especies de interés prioritario para la conservación

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Endemismo
Herpetofauna	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de río	Pr	II	-
Herpetofauna	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	II	-
Herpetofauna	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa (garrobo)	A	II	EN
Herpetofauna	*Boa sigma*	Boa de la costa oeste mexicana	-	II	EN
Herpetofauna	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico del Pacífico	A	-	EN
Herpetofauna	*Salvadora mexicana*	Culebra chata del Pacífico	Pr	-	EN
Herpetofauna	*Micrurus distans*	Serpiente coralillo del occidente mexicano	Pr	-	EN
Herpetofauna	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Pr	-	EN
Herpetofauna	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de líneas de Jalisco	Pr	-	EN
Herpetofauna	*Trachemys scripta*	Tortuga jicotea	Pr	-	-
Herpetofauna	*Lithobates forreri*	Rana leopardo de Forrer	Pr	-	-
Herpetofauna	*Eleutherodactylus modestus*	Ranita chirriadora dedos chatos	Pr	-	EN
Herpetofauna	*Exerodonta smaragdina*	Ranita de pastizal	Pr	-	EN

Grupo	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Endemismo
Mastofauna	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundí	A	I	-
Mastofauna	*Leptonycteris nivalis*	Murciélago hocicudo mayor	A	-	-
Avifauna	*Falco peregrinus*	Halcón peregrino	Pr	I	-
Avifauna	*Egretta rufescens*	Garceta rojiza	P	-	-

III.5.2.VII. Síntesis y valor biológico del sitio

El sistema ambiental donde el sistema lagunario del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles conserva, pese a su inserción en un entorno urbano-portuario, una diversidad faunística relevante a nivel regional. La avifauna representa el componente de mayor riqueza y funcionalidad ecológica, actuando el humedal como sitio de alimentación, refugio y paso migratorio. La herpetofauna, por su parte, destaca por su elevada proporción de especies endémicas y sujetas a protección legal, encabezada por el cocodrilo de río como especie bandera del sistema. La mastofauna aporta un componente adicional de biodiversidad con especies de relevancia para la conservación, mientras que la ictiofauna, de baja riqueza y fuerte estacionalidad, refleja las condiciones actuales de perturbación hidrológica del sistema.

.

Tabla 15. Listado de aves registradas (127 especies)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Estacionalidad	Alimentación
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	-	-	Residente	Carnívora
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	-	-	Residente	Carnívora
Anseriformes	Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato cucharón	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Anseriformes	Anatidae	*Cairina moschata*	Pato real	-	Pr	Residente	Omnívora
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijiji	-	-	Residente	Omnívora
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Suirirí bicolor	-	-	Residente	Omnívora
Anseriformes	Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta café	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Anseriformes	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta ala azul	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius collaris*	Chorlitejo de Azara	-	-	Residente	Carnívora
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlito	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Gallito de agua	-	-	Residente	Insectívora
Charadriiformes	Laridae	*Chroicocephalus philadelphia*	Gaviota de Bonaparte	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Charadriiformes	Laridae	*Leucophaeus hermanii*	Gaviota ploma	-	-	Residente	Carnívora
Charadriiformes	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán real	-	-	Residente	Carnívora
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita / Candelero	-	-	Residente	Carnívora
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	-	-	Transitoria	Carnívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris himantopus*	Playero zancón	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limnodromus scolopaceus*	Agachona	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito trinador	-	-	Visitante de verano	Omnívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarillo mayor	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero aliblanco	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero solitario	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	-	Residente	Carnívora

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Estacionalidad	Alimentación
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garcita bueyera	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita verdosa	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza azul	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta thula*	Garceta nívea	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza tricolor	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Martinete coronado	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Pedrete corona negra	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata tijereta	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano blanco americano	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano pardo	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán oliváceo	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Corocoro blanco	-	-	Residente	Carnívora
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	-	-	Residente	Carnívora
Ciconiiformes	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre mexicana	-	Pr	Residente	Carnívora
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Tántalo americano	-	Pr	Residente	Carnívora
Ciconiiformes	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis cara blanca	-	-	Residente	Carnívora
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	-	-	Introducida	Granívora
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tórtola cola larga	-	-	Residente	Granívora
Columbiformes	Columbidae	*Columbina passerina*	Columbina común	-	-	Residente	Granívora
Columbiformes	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Columbina colorada	-	-	Residente	Granívora
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Tórtola turca	-	-	Residente	Herbívora
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	-	-	Residente	Granívora
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota	-	-	Residente	Granívora
Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde	-	-	Residente	Carnívora
Coraciiformes	Cerylidae	*Megaceryle torquata*	Martín pescador anillado	-	-	Residente	Carnívora
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	-	-	Residente	Insectívora

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Estacionalidad	Alimentación
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	-	Pr	Visitante de invierno	Carnívora
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Gavilán rabicorto	-	-	Residente	Carnívora
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla de monte	-	-	Residente	Carnívora
Falconiformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	-	-	Residente	Carnívora
Falconiformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	-	Pr	Residente	Carnívora
Falconiformes	Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Caracolero común	-	-	Residente	Carnívora
Falconiformes	Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	-	-	Residente	Carnívora
Falconiformes	Falconidae	*Caracara cheriway*	Caracara quebrantahuesos	-	-	Residente	Carnívora
Falconiformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	-	-	Visitante de verano	Carnívora
Galliformes	Cracidae	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca	EN	-	Residente	Frugívora
Gruiformes	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carao	-	-	Residente	Carnívora
Gruiformes	Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta americana	-	-	Residente	Omnívora
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula chloropus*	Polla de agua	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula galeata*	Polla de agua	-	-	Residente	Omnívora
Gruiformes	Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Passeriformes	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe de agua sureño	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín azulinegro	EN	-	Residente	Granívora
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	-	-	Visitante de invierno	Granívora
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	EN	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Emberizidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	-	-	Residente	Granívora
Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	EN	-	Residente	Herbívora
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	-	-	Visitante de verano	Insectívora
Passeriformes	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina acerada	-	-	Visitante de verano	Insectívora

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Estacionalidad	Alimentación
Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina ala aserrada	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina de manglar	-	-	Residente	Insectívora
Passeriformes	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	EN	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Bolsero encapuchado	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero de Altamira	EN	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Bolsero dorso rayado	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria castaña	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	EN	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Icteria virens*	Buscabreña	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo ojos rojos	-	-	Visitante de verano	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Parulidae	*Oreothlypis celata*	Chipe oliváceo	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	-	-	Residente	Insectívora
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Candelita norteña	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada	-	-	Residente	Granívora
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	-	-	Introducida	Granívora
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila nigriceps*	Perlita sinaloense	EN	-	Residente	Insectívora
Passeriformes	Thraupidae	*Saltator coerulescens*	Saltador gris	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila minuta*	Semillero pechicanelo	-	-	Residente	Granívora
Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar	-	-	Residente	Granívora
Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Chivirín feliz	EN	-	Residente	Omnívora

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Estacionalidad	Alimentación
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Chivirín sinaloense	EN	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Chivirín vientre blanco	-	-	Visitante de verano	Insectívora
Passeriformes	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela	EN	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del oeste	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Deltarhynchus flammulatus*	Copetón abejerillo	EN	-	Residente	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax albigularis*	Mosquero gargantiblanco	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Mosquero del Pacífico	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste	-	-	Visitante de verano	Omnívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón degollado	-	-	Residente	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	-	-	Visitante de verano	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Mosquero negro	-	-	Residente	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano picogrueso	-	-	Visitante de verano	Insectívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	-	-	Residente	Omnívora
Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano gritón	-	-	Visitante de invierno	Omnívora
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo bellii*	Vireo de Bell	-	-	Visitante de invierno	Insectívora
Passeriformes	Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	-	-	Residente	Insectívora
Piciformes	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	-	-	Residente	Insectívora
Piciformes	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado	EN	-	Residente	Insectívora
Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso	-	-	Visitante de invierno	Carnívora
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	-	-	Residente	Carnívora
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium palmarum*	Tecolote colimense	EN	Pr	Residente	Carnívora
Suliformes	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana	-	-	Residente	Carnívora

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Estacionalidad	Alimentación
Trochiliformes	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo	-	-	Residente	Nectarívora
Trochiliformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	-	-	Residente	Nectarívora
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Trogón citrino	EN	-	Residente	Insectívora

End. = especie endémica de México. NOM-059 = categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada). Fuente: monitoreo mensual de campo, doce muestreos (agosto 2019–julio 2020).

Tabla 16. Especies registradas de anfibios (10 especies)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Alimentación
Anura	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus nitidus*	Rana fisgona deslumbrante	EN	-	-
Anura	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus modestus*	Ranita chirriadora dedos chatos	EN	Pr	Insectívora
Anura	Hylidae	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana	EN	-	-
Anura	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	-	-
Anura	Hylidae	*Exerodonta smaragdina*	Ranita de pastizal	EN	Pr	-
Anura	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante	-	-	-
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita hojarasca	-	-	Insectívora
Anura	Craugastoridae	*Craugastor hobartsmithi*	Rana ladradora pigmea	EN	-	-
Anura	Phyllomedusidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca	EN	-	-
Anura	Ranidae	*Lithobates forreri*	Rana leopardo de Forrer	-	Pr	-

Tabla 17. Especies de reptiles registradas (34 especies).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Alimentación
Squamata	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa patas de res	EN	-	Insectívora
Crocodilia	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de río	-	Pr	Omnívora
Squamata	Colubridae	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico del Pacífico	EN	A	Omnívora
Squamata	Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirrionera neotropical	-	-	Carnívora
Squamata	Colubridae	*Salvadora mexicana*	Culebra chata del Pacífico	EN	Pr	-
Squamata	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Víbora negra	-	-	-
Squamata	Colubridae	*Lampropeltis triangulum*	Falsa coralillo real oriental estadounidense	-	-	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Alimentación
Squamata	Colubridae	*Lampropeltis polyzonae*	Falsa coralillo real occidental	-	-	-
Squamata	Colubridae	*Thamnophis validus*	Culebra listonada de la costa oeste	-	-	Omnívora
Squamata	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de petatillos	-	-	Insectívora
Squamata	Boidae	*Boa constrictor*	Mazacuata	-	-	Omnívora
Squamata	Boidae	*Boa sigma*	Boa de la costa oeste mexicana	EN	-	Omnívora
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque rayado	-	-	Insectívora
Squamata	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	EN	-	Insectívora
Squamata	Dipsadidae	*Conophis vittatus*	Culebra guardacaminos rayada	-	-	-
Squamata	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Cascabel del Pacífico	-	-	-
Squamata	Elapidae	*Micrurus distans*	Serpiente coralillo del occidente mexicano	EN	Pr	-
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática	-	-	Insectívora
Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa (garrobo)	EN	A	Herbívora
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	-	Pr	Herbívora
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico	EN	-	Insectívora
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus melanorhinus*	Lagartija espinosa de hocico negro (roño espinoso)	-	-	Insectívora
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus pyrocephalus*	Lagartija espinosa de cabeza roja	EN	-	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Lagartija espinosa del Pacífico	EN	-	Insectívora
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus siniferus*	Lagartija espinosa de cola larga	EN	-	-
Squamata	Phrynosomatidae	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico	EN	-	Insectívora
Squamata	Scincidae	*Plestiodon parvulus*	Eslizón pigmeo de occidente	EN	-	Insectívora
Squamata	Scincidae	*Scincella assata*	Eslizón centroamericano	-	-	Insectívora
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon chimalhuaca*	Tortuga de pantano jaliscience	-	-	-
Testudines	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga jicotea	-	Pr	Omnívora
Squamata	Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija arcoíris	EN	-	Insectívora
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	EN	Pr	Insectívora
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis deppii*	Huico de líneas de Jalisco	-	-	-
Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Lagartija arcoíris / huico de líneas de Jalisco	EN	Pr	Insectívora

End. = especie endémica de México. NOM-059: Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada. Anfibios y reptiles consolidados de los antecedentes de la Universidad de Colima (2019–2022), el monitoreo de doce muestreos (2019–2020) y el monitoreo anual SELOME 2024.

Tabla 18. Listado de especies de mamíferos registrados (22 especies)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	End.	NOM-059	Alimentación
Artiodactyla	Tayassuidae	*Dicotyles tajacu*	Pecarí de collar (jabalí)	-	-	-
Carnivora	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Jaguarundí	-	A	-
Carnivora	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca norteño	-	-	-
Carnivora	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado sureño	-	-	Omnívora
Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí (tejón)	-	-	Omnívora
Carnivora	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	-	Omnívora
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	-	-	-
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	-	-	Omnívora
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	-	-	Omnívora/Carnívora
Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago gris de saco	-	-	Omnívora
Chiroptera	Mormoopidae	*Pteronotus parnellii*	Murciélago bigotudo de Parnell	-	-	-
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	-	-	Omnívora
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	-	-	Omnívora
Didelphimorphia	Didelphidae	*Tlacuatzin canescens / sinaloae*	Tlacuache ratón gris	EN	-	Omnívora
Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon mascotensis*	Rata del algodón (caña) de Jalisco	EN	-	Omnívora
Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon hispidus*	Rata algodonera crespa	-	-	Omnívora
Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys pictus*	Ratón espinoso pintado	-	-	Omnívora
Rodentia	Sciuridae	*Notocitellus annulatus*	Ardilla de tierra de cola anillada	EN	-	-
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	-	-	Carnívora/Carroñera
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	EN	-	Omnívora
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	-	-	-
Lagomorpha	Leporidae	*Silvilagus floridanus*	Conejo serrano	-	-	-

End. = especie endémica de México. NOM-059: A = amenazada. Mamíferos consolidados de los antecedentes de la Universidad de Colima (2019–2022), el monitoreo de doce muestreos (2019–2020) y el monitoreo anual SELOME 2024.

Tabla 19. Especies de ictiofauna registradas (

Familia	Especie	Nombre común
Mugilidae	*Mugil curema*	Lisa
Eleotridae	*Dormitator latifrons*	Chococo
Centropomidae	*Centropomus sp.*	Constantino (robalito)
Chanidae	*Chanos chanos*	Sábalo
Scombridae	*Scomberomorus sierra / S. cavalla*	Sierra
Carangidae	*Caranx caballus*	Cocinero
Mullidae	*Mulloidichthys dentatus*	Chivo
Clupeidae	*Opisthonema libertate*	Sardina crinuda
Carangidae	*Chloroscombrus orqueta*	Catalina

III.5.3. Fauna Marina

El listado potencial se construyó mediante la revisión y actualización taxonómica de bases de datos de distribución geográfica de acceso público (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad –SNIB-CONABIO–, Global Biodiversity Information Facility –GBIF–), catálogos y colecciones científicas de referencia, y estudios técnicos y bibliográficos disponibles para la región (antecedentes académicos de la Universidad de Colima, reportes técnicos institucionales, fichas de la Carta Nacional Pesquera, entre otros). La inclusión de cada especie en los listados siguientes se sustenta en el traslape conocido de su distribución geográfica y de hábitat con el SAR, el Área de Influencia y el Área del Proyecto, y no en registros de campo generados específicamente para este estudio.

El SAR incluye dentro de sus límites al sitio RAMSAR “Laguna de Cuyutlán, vasos III y IV”, humedal costero reconocido por su alta diversidad biológica y por su función como sitio de refugio, alimentación y reproducción de un número importante de especies, varias de ellas migratorias o sujetas a alguna categoría de riesgo. Esta condición regulatoria y ecológica enmarca el listado potencial de fauna marina que se describe a continuación, la cual, en conjunto con los mamíferos y quelonios marinos de presencia potencial en la costa adyacente, está sujeta a un régimen de protección especial conforme a la Ley General de Vida Silvestre, la NOM-059-SEMARNAT-2010 y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

La fauna marina potencial se organiza en cuatro componentes: plancton (fito y zooplancton, incluyendo ictioplancton), bentos (macroinvertebrados de fondos blandos y sustratos duros), peces (ictiofauna estuarina y marina) y mamíferos y quelonios marinos (cetáceos, pinnípedos y tortugas marinas).

III.5.3.I. Plancton

El plancton de la RER se caracteriza como componente potencial a partir de antecedentes técnicos y bibliográficos disponibles. La bibliografía consultada documenta la presencia esperable de comunidades de fitoplancton y zooplancton típicas de sistemas lagunares costeros tropicales y de su zona marina de influencia, cuya composición general se describe a continuación.

III.5.3.II. Fitoplancton

De acuerdo con la bibliografía consultada para ambientes lagunares costeros y marinos análogos de la región, el fitoplancton de la RER está potencialmente representado por tres grandes grupos: diatomeas, dinoflagelados y cianobacterias/nanoflagelados. Las diatomeas constituyen el grupo con mayor relevancia esperada, con géneros de amplia distribución en el Pacífico tropical mexicano tales como Skeletonema, Chaetoceros, Guinardia, Pseudo-nitzschia y Leptocylindrus; los dinoflagelados están representados potencialmente por géneros como Scrippsiella, Prorocentrum, Gyrodinium, Gymnodinium y Ceratium, de presencia común en ambientes estuarinos y costeros del Pacífico central mexicano.

III.5.3.III. Zooplancton

El zooplancton potencialmente presente en el SAR está representado por grupos característicos de sistemas lagunares costeros y su franja marina adyacente, entre los que destacan por su relevancia ecológica y su presencia documentada en la bibliografía regional: Copepoda, Decapoda (larvas de Brachyura, Anomura y Caridea), Cladocera (Evadne sp., Penilia sp.), Siphonophora, Cirripedia, Ostracoda, Gastropoda, Chaetognatha y Amphipoda, entre otros. Dentro del zooplancton, la fracción de ictioplancton (larvas de peces) reviste particular relevancia para la caracterización de la fauna marina, al estar asociada a procesos de reproducción y reclutamiento de la ictiofauna local documentada para el sistema.

Tabla 20. Grupos de plancton con presencia potencial documentada para el SAR.

Componente	Grupo taxonómico	Ejemplos de géneros/taxa representativos
Fitoplancton	Bacillariophyceae (diatomeas)	Skeletonema, Chaetoceros, Guinardia, Pseudo-nitzschia, Leptocylindrus
Fitoplancton	Dinophyceae (dinoflagelados)	Scrippsiella, Prorocentrum, Gyrodinium, Gymnodinium, Ceratium
Fitoplancton	Cianobacterias / nanoflagelados	Formas coloniales y unicelulares de presencia esporádica
Zooplancton	Copepoda	Formas calanoideas y ciclopoideas de amplia distribución costera
Zooplancton	Decapoda (larvas)	Brachyura, Anomura, Caridea
Zooplancton	Cladocera	Evadne sp., Penilia sp.
Zooplancton	Siphonophora / Cirripedia / Ostracoda	Formas planctónicas de ambientes estuarino-costeros
Zooplancton	Chaetognatha / Amphipoda / Gastropoda (larvas)	Grupos secundarios característicos de la comunidad
Ictioplancton	Larvas de peces (meroplancton)	Asociadas a especies de las familias Mugilidae, Gerreidae, Carangidae, entre otras

Fuente: elaboración propia con base en antecedentes técnicos y bibliográficos disponibles para la región; no proviene de registros de campo del proyecto.

III.5.3.IV. Bentos

La revisión de antecedentes evidencia que el SAR ha sido objeto de diversos estudios enfocados en la caracterización ecológica, hidrodinámica y biológica de sus componentes bentónicos desde 1988 hasta la actualidad. Estos antecedentes coinciden en señalar que la Laguna de Cuyutlán y su entorno presentan condiciones típicas de sistemas lagunares costeros tropicales, con una fuerte influencia de la granulometría del sedimento, la hidrodinámica, la salinidad y el grado de confinamiento sobre la distribución esperada de las comunidades bentónicas: las zonas internas, de circulación restringida, favorecen especies oportunistas y comunidades potencialmente menos diversas, mientras que las zonas de conexión laguna–mar (canales y bocas) son consistentes, según la bibliografía, con una mayor biodiversidad potencial.

Un antecedente particularmente relevante para la evaluación ambiental es la presencia histórica documentada del gasterópodo Plicopurpura pansa en la zona intermareal rocosa del canal de Tepalcates, especie ampliamente utilizada como bioindicador de calidad ambiental por su sensibilidad a contaminantes (p. ej., compuestos organoestánnicos como el monobutilestaño), reportándose en la bibliografía la presencia de neoplasias asociadas a la contaminación portuaria en esta especie en estudios previos. Asimismo, se documentan antecedentes de macrozoobentos marino epifaunal asociado a estructuras artificiales (pecios) en la Bahía de Santiago.

Listado taxonómico potencial

Con base en la integración de antecedentes técnicos y bibliográficos disponibles para la región, se documenta un listado potencial de la comunidad bentónica de la RER conformado por organismos de los filos Mollusca, Annelida y Echinodermata, con un total de 66 especies de presencia esperable. El grupo con mayor representatividad taxonómica es Mollusca, integrado principalmente por las clases Gastropoda y Bivalvia; le siguen los anélidos de la clase Polychaeta y los equinodermos. La identificación taxonómica de referencia se basa en Keen (1971) y Abbott (1974), con actualizaciones sistemáticas para Bivalvia y Gastropoda conforme a Skoglund (2001, 2002). Del listado, únicamente Plicopurpura pansa se encuentra catalogada bajo protección especial (Pr) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010; ninguna otra especie documentada se encuentra listada en dicha norma, en los apéndices de CITES, ni fue identificada como endémica de México en la bibliografía consultada.

Tabla 21. Listado taxonómico potencial de la comunidad bentónica documentada para el SAR.

Filo	Clase	Familia	Especie	Hábitat / sustrato típico	NOM-059	CITES
Echinodermata	Asteroidea	Luidiidae	Luidia foliolata	Fondos blandos submareales	No listada	No aplica
Echinodermata	Ophiuroidea	Ophiotrichidae	Ophiothrix sp.	Fondos blandos y sustrato mixto	No listada	No aplica
Annelida	Polychaeta	Acrocirridae	Acrocirrus sp.	Fondos blandos lagunares	No listada	No aplica
Annelida	Polychaeta	Maldanidae	Maldine sp.	Fondos blandos lagunares	No listada	No aplica
Annelida	Polychaeta	Onuphidae	Onuphis sp.	Fondos blandos, tubícola	No listada	No aplica
Annelida	Polychaeta	Orbiniidae	Scoloplos sp.	Fondos blandos lagunares	No listada	No aplica
Annelida	Polychaeta	Flabelligeridae	Diplocirrus sp.	Fondos blandos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Arcidae	Anadara tuberculosa	Sustrato fangoso intermareal, manglar	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Arcidae	Anadara adamsi	Sustrato fangoso intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Arcidae	Arca sp.	Sustrato duro/mixto submareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	Carditamera sp.	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	Trigoniocardia obovalis	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Corbulidae	Corbula porcella	Fondos fangosos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Crassatellidae	Crassinella mexicana	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Donacidae	Donax californicus	Playas arenosas expuestas	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Lucinidae	Codakia distinguenda	Fondos arenosos, pastos marinos	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Lucinidae	Ctena mexicana	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica

Filo	Clase	Familia	Especie	Hábitat / sustrato típico	NOM-059	CITES
Mollusca	Bivalvia	Lucinidae	Divalinga sp.	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Lucinidae	Lucinisca sp.	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Mactridae	Mactra sp.	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	Brachidontes adamsianus	Sustrato duro intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	Crenella sp.	Sustrato duro submareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	Modiolus capax	Sustrato duro/mixto	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Mytilidae	Mytrella strigata	Sustrato duro intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Nuculidae	Nucula sp.	Fondos fangosos	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Ostreidae	Crassostrea iridescens	Sustrato duro intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Ostreidae	Saccostrea palmula	Sustrato duro intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Pectinidae	Leptopecten sp.	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Planaxidae	Fossarus sp.	Sustrato duro intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Psammobiidae	Tagelus longisinuatus	Fondos fangosos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Tellinidae	Macoma sp.	Fondos fangosos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Tellinidae	Tellina sp.	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Chione compta	Fondos arenosos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Bivalvia	Veneridae	Chione gnidia	Fondos arenosos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Cirripedia	Balanidae	Balanus amphitrite	Sustrato duro intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Acmaeidae	Acmaea sp.	Sustrato rocoso intermareal	No listada	No aplica

Filo	Clase	Familia	Especie	Hábitat / sustrato típico	NOM-059	CITES
Mollusca	Gastropoda	Buccinidae	Costoanachis sp.	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Caecidae	Caecum tenuiliratum	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	Bostrycapulus aculeatus	Sustrato duro/conchas	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	Crepidula convexa	Sustrato duro/conchas	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	Calyptraea sp.	Sustrato duro/conchas	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Calyptraeidae	Calyptraea umbrella	Sustrato duro/conchas	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Cerithioidea	Thiara sp.	Fondos lagunares someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Cylichnidae	Acteocina infrequens	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Epitoniidae	Amaea ferminiana	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Epitoniidae	Asperiscala canna	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Eulimidae	Melanella sp.	Ectoparásito de equinodermos	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Fissurellidae	Diodora saturnalis	Sustrato rocoso intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Haminoeidae	Haminoea sp.	Fondos lagunares someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Lottiidae	Lottia sp.	Sustrato rocoso intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	Cerithium sp.	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	Thais (Stramonita) biseralis	Sustrato rocoso intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Muricidae	Plicopurpura pansa	Sustrato rocoso intermareal (Tepalcates)	Pr	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Naticidae	Natica sp.	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica

Filo	Clase	Familia	Especie	Hábitat / sustrato típico	NOM-059	CITES
Mollusca	Gastropoda	Neritidae	Nerita sp.	Sustrato rocoso intermareal	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Olividae	Olivella zonalis	Fondos arenosos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Pyramidellidae	Odostomia sp.	Fondos blandos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Pyramidellidae	Turbonilla conradi	Fondos blandos lagunares	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Rissoellidae	Rissoella excolpa	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Rissoidae	Alvania sp.	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Rissoinidae	Rissoina sp.	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Vitrinellidae	Solariorbis sp.	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Gastropoda	Vitrinellidae	Teinostoma amplectans	Fondos mixtos someros	No listada	No aplica
Mollusca	Scaphopoda	Dentaliidae	Dentalium oerstedii	Fondos arenosos submareales	No listada	No aplica

Fuente: elaboración propia con base en antecedentes técnicos y bibliográficos (Keen, 1971; Abbott, 1974; Skoglund, 2001, 2002) disponibles para la región; listado potencial, no derivado de muestreo del proyecto.

III.5.3.V. Peces (listado potencial)

La importancia ecológica de las lagunas costeras reside en su alta productividad —derivada de diversos productores primarios, la energía de mareas y circulación, y la eficiencia del reciclaje de nutrientes entre hábitats bentónicos, pelágicos y de humedal (Alongi, 1998)— y en que constituyen hábitat de crianza, alimentación y refugio de invertebrados, peces y aves en alguna fase de su ciclo de vida (Day et al., 1989). Las comunidades de peces son uno de los componentes más estudiados de estos ecosistemas por ser un elemento dominante de la fauna marina y por su papel en el flujo de energía del sistema (Yáñez-Arancibia y Nugent, 1977).

El listado potencial de ictiofauna de la RER se integró a partir de antecedentes técnicos y bibliográficos disponibles para el vaso II de la Laguna de Cuyutlán y su entorno costero, así como de fichas de la Carta Nacional Pesquera, dado que el polígono del proyecto no incluye el cuerpo lagunar y no se realizó trabajo de campo ictiológico dentro de él. Con base en dicha revisión documental se integra un listado potencial de

56 especies, 41 géneros y 28 familias, dominado en su representación bibliográfica por las familias Carangidae, Lutjanidae y Gerreidae. Entre las especies con mayor relevancia ecológica y pesquera documentada en la bibliografía para la región destacan Mugil setosus (lisa), Diapterus brevirostris (malacapa), Caranx caninus (jurel), Chanos chanos (sábalo) y Opisthonema libertate (sardina crinuda).

Tabla 22. Listado potencial de especies de peces documentadas para la Laguna de Cuyutlán y su entorno costero.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat / gremio trófico	NOM-059	CITES
Achiridae	Achirus mazatlanus	lenguado redondo listado	Bentónico, fondos blandos; carnívoro	No listada	No aplica
Achiridae	Achirus klunzingeri	lenguado redondo plomizo	Bentónico, fondos blandos; carnívoro	No listada	No aplica
Albulidae	Albula nemoptera	macabí	Bentónico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Ariidae	Ariopsis seemanni	bagre, cuatete	Demersal estuarino; omnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Caranx caballus	cocinero, jurel bonito	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Caranx caninus	jurel toro	Pelágico costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Caranx sexfasciatus	ojo de perra, jurel ojón	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Caranx vinctus	jurel rayado, cocinero	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Chloroscombrus orqueta	catalina, orqueta	Pelágico costero; planctívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Hemicaranx leucurus	chocho, jurelillo amarillo	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Oligoplites altus	piña	Pelágico costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Oligoplites inornatus	cuero coliamarilla	Pelágico costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Carangidae	Selar crumenophthalmus	ojotón, charrito ojón	Pelágico costero; planctívoro	No listada	No aplica

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat / gremio trófico	NOM-059	CITES
Carangidae	Selene peruviana	jorobado espejo, tostón	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Centropomidae	Centropomus robalito	constantino	Demersal estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Centropomidae	Centropomus nigrescens	robalo prieto	Demersal estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Centropomidae	Centropomus viridis	robalo blanco	Demersal estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Chanidae	Chanos chanos	sábalo, sabalote	Pelágico estuarino; herbívoro-detritívoro	No listada	No aplica
Cichlidae	Oreochromis niloticus	tilapia	Demersal lagunar; omnívoro (especie exótica)	No listada	No aplica
Dorosomatidae	Opisthonema bulleri	sardina crinuda azul	Pelágico costero; planctívoro	No listada	No aplica
Dorosomatidae	Opisthonema libertate	sardina crinuda	Pelágico costero-estuarino; planctívoro	No listada	No aplica
Eleotridae	Dormitator latifrons	chococo	Demersal lagunar; omnívoro	No listada	No aplica
Elopidae	Elops affinis	chile	Pelágico estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Engraulidae	Anchovia macrolepidota	anchoveta escamuda	Pelágico costero; planctívoro	No listada	No aplica
Fistulariidae	Fistularia commersonii	trompeta pintada	Demersal costero; carnívoro	No listada	No aplica
Gerreidae	Diapterus brevirostris	malacapa	Demersal estuarino; bentófago	No listada	No aplica
Gerreidae	Eucinostomus currani	mojarra tricolor, charrita	Demersal estuarino; bentófago	No listada	No aplica
Gerreidae	Eucinostomus argenteus	mojarra plateada	Demersal estuarino; bentófago	No listada	No aplica
Gerreidae	Gerres simillimus	mojarra rayada	Demersal estuarino; bentófago	No listada	No aplica
Gobiidae	Gobionellus microdon	chihuilín, gobio plateado	Demersal lagunar; omnívoro	No listada	No aplica

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat / gremio trófico	NOM-059	CITES
Haemulidae	Haemulon scudderii	ronco bacoco, burro pecoso	Demersal costero; bentófago	No listada	No aplica
Haemulidae	Haemulopsis elongatus	ronco trompudo	Demersal costero; bentófago	No listada	No aplica
Haemulidae	Haemulopsis leuciscus	burro	Demersal costero; bentófago	No listada	No aplica
Haemulidae	Xenichthys xanti	salmonete, chula	Demersal costero; planctívoro	No listada	No aplica
Lutjanidae	Hoplopagrus guentherii	tecomate, pargo coconaco	Demersal costero; carnívoro	No listada	No aplica
Lutjanidae	Lutjanus argentiventris	alazán, pargo amarillo	Demersal costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Lutjanidae	Lutjanus colorado	pargo colorado, achotillo	Demersal costero; carnívoro	No listada	No aplica
Lutjanidae	Lutjanus guttatus	lunarejo, flamenco	Demersal costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Lutjanidae	Lutjanus novemfasciatus	pargo negro, prieto	Demersal costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Mugilidae	Mugil cephalus	lisa cabezuda, común	Pelágico estuarino; detritívoro	No listada	No aplica
Mugilidae	Mugil setosus (ant. curema)	lisa, liseta	Pelágico estuarino; detritívoro	No listada	No aplica
Mullidae	Pseudupeneus grandisquamis	chivo escamudo	Demersal costero; bentófago	No listada	No aplica
Paralichthyidae	Paralichthys californicus	lenguado californiano	Bentónico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Polynemidae	Polydactylus approximans	boca dulce, bobo blanco	Demersal estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Polynemidae	Polydactylus opercularis	boca dulce, bobo amarillo	Demersal estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Pristigasteridae	Opisthopterus dovii	sardina chata	Pelágico costero; planctívoro	No listada	No aplica
Pristigasteridae	Pliosteostoma lutipinnis	sardineta, arequilla	Pelágico costero; planctívoro	No listada	No aplica
Scaridae	Scarus ghobban	loro barbazul	Demersal costero-arrecifal; herbívoro	No listada	No aplica

Familia	Nombre científico	Nombre común	Hábitat / gremio trófico	NOM-059	CITES
Sciaenidae	Cynoscion reticulatus	curbina rayada	Demersal costero-estuarino; carnívoro	No listada	No aplica
Sciaenidae	Larimus acclivis	boquinete, corvina ñata	Demersal costero; carnívoro	No listada	No aplica
Sciaenidae	Umbrina xanti	berrugata roncadora	Demersal costero; bentófago	No listada	No aplica
Scombridae	Scomberomorus sierra	sierra común, macarela	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Scorpaenidae	Scorpaena histrio	lupón, escorpión juguetón	Bentónico costero-arrecifal; carnívoro	No listada	No aplica
Serranidae	Epinephelus labriformis	maranguana, mero pintado	Demersal costero-arrecifal; carnívoro	No listada	No aplica
Sphyraenidae	Sphyraena ensis	buzo, barracuda mexicana	Pelágico costero; carnívoro	No listada	No aplica
Tetraodontidae	Sphoeroides annulatus	botete diana	Demersal estuarino; omnívoro	No listada	No aplica

Fuente: elaboración propia con base en antecedentes técnicos, bibliográficos y fichas de la Carta Nacional Pesquera disponibles para la región; listado potencial, no derivado de muestreo del proyecto. Ninguna de las especies documentadas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en los apéndices de CITES, ni fue identificada como endémica de México en la bibliografía consultada.

III.5.3.VI. Mamíferos y quelonios marinos (listado potencial)

Los mamíferos y quelonios marinos son organismos protegidos por normas y leyes internacionales y nacionales (p. ej., la Lista Roja de la IUCN y la NOM-059-SEMARNAT-2010), que utilizan tanto regiones costeras como oceánicas para su reproducción y alimentación (Ballance, 2000). De los tres órdenes de mamíferos marinos (cetáceos, pinnípedos y sirenios), los cetáceos son el más diverso a nivel mundial. De las siete especies de quelonios marinos existentes en el mundo, seis anidan en México (Márquez, 1990), siendo Colima, y en particular la tortuga golfina (Lepidochelys olivacea), una de las zonas de anidación más importantes del país.

El listado potencial de mamíferos y quelonios marinos de la zona costera de la RER ,donde se ubica el polígono del proyecto, se integró con base en antecedentes bibliográficos y técnicos disponibles para la región, en particular la literatura generada por el programa académico de largo plazo de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima para la costa de Colima y Jalisco, sin que ello implique la realización de trabajo de campo específico para el presente estudio. La inclusión de cada especie se sustenta en su distribución geográfica y estacional conocida frente a las costas de Colima.

Mamíferos marinos

Con base en la bibliografía consultada para la costa de Colima y Jalisco, se documenta la presencia potencial de ocho especies de mamíferos marinos, entre cetáceos y pinnípedos. La ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) es la especie con mayor relevancia documentada en la región, asociada a su migración reproductiva estacional (aproximadamente de noviembre a abril) hacia aguas tropicales; el delfín moteado (Stenella attenuata) se reporta como especie de presencia potencial durante todo el año.

Tabla 23. Listado potencial de mamíferos marinos documentados para la costa de Colima–Jalisco.

Nombre científico	Nombre común	Grupo	NOM-059	CITES	Notas ecológicas
Megaptera novaeangliae	Ballena jorobada	Cetáceo (Mysticeti)	Verificar*	Apéndice I	Migración reproductiva estacional (nov.–abr.)

Nombre científico	Nombre común	Grupo	NOM-059	CITES	Notas ecológicas
Physeter macrocephalus	Cachalote	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice I	Distribución oceánica y costera
Orcinus orca	Orca	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice II	Amplia distribución, depredador tope
Stenella attenuata	Delfín moteado	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice II	Presencia potencial todo el año
Steno bredanensis	Delfín de dientes rugosos	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice II	Distribución costero-oceánica
Grampus griseus	Delfín de Risso	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice II	Distribución costero-oceánica
Kogia sima	Cachalote enano	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice II	Hábitos crípticos, distribución oceánica
Kogia breviceps	Cachalote pigmeo	Cetáceo (Odontoceti)	Verificar*	Apéndice II	Hábitos crípticos, distribución oceánica
Zalophus californianus	Lobo marino de California	Pinnípedo	Verificar*	No listada	Distribución costera, sitios de descanso rocosos

*Fuente: elaboración propia con base en literatura académica disponible para la costa de Colima–Jalisco; listado potencial, no derivado de trabajo de campo del proyecto. *Todas las especies de cetáceos y pinnípedos están protegidas contra el aprovechamiento extractivo conforme al artículo 60 Bis de la Ley General de Vida Silvestre; se recomienda verificar la categoría vigente de cada especie directamente en el listado actualizado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 al integrar este capítulo a la versión final de la Manifestación de Impacto Ambiental.*

Los mamíferos marinos documentados cumplen funciones ecológicas relevantes como depredadores tope o mesodepredadores dentro de las redes tróficas marinas de la región. La bibliografía consultada identifica al tránsito marítimo como una de las principales amenazas antropogénicas para este grupo a nivel regional, mediante colisiones con embarcaciones y enredo en artes de pesca.

Quelonios marinos

Se documenta la presencia potencial de tres especies de tortuga marina para la costa de Colima, con antecedentes de anidación en las playas de Manzanillo y Cuyutlán, entre otras de la región.

Tabla 24. Listado potencial de quelonios marinos documentados para la costa de Colima.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059	CITES	Notas ecológicas
Lepidochelys olivacea	Tortuga golfina	P	Apéndice I	Especie con mayor anidación documentada en la costa de Colima
Chelonia mydas agassizii	Tortuga prieta (negra del Pacífico)	P	Apéndice I	Anidación documentada en playas de Manzanillo y Cuyutlán
Dermochelys coriacea	Tortuga laúd	P	Apéndice I	Especie de mayor tamaño; anidación menos frecuente en la región

Fuente: elaboración propia con base en literatura académica y antecedentes de programas de conservación de playas de anidación en Manzanillo y Cuyutlán; listado potencial, no derivado de trabajo de campo del proyecto.

Las tres especies documentadas están catalogadas En Peligro de Extinción (P) conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y se encuentran listadas en el Apéndice I de CITES. Los quelonios marinos cumplen funciones ecológicas relevantes en el reciclaje de nutrientes de playa y en el control de poblaciones de medusas, y constituyen presa potencial —en su fase de neonatos— para aves y peces costeros. La bibliografía consultada para la región documenta al tránsito marítimo y a la interacción con artes de pesca como las principales amenazas antropogénicas identificadas para este grupo.

MUESTREOS EN EL SITIO DEL PROYECTO

Con el propósito de caracterizar las condiciones biológicas existentes en el área marina donde se pretende desarrollar el proyecto, se realizaron muestreos de los principales componentes de la comunidad marina, considerando fitoplancton, zooplancton, bentos e ictiofauna. La caracterización de estos grupos permite establecer una línea base de las comunidades presentes y reconocer las condiciones ecológicas actuales del sitio, considerando que los organismos planctónicos, bentónicos y nectónicos participan de manera integrada en los procesos de producción, transferencia de energía y funcionamiento de los ecosistemas marinos. Los programas de monitoreo de biodiversidad marina recomiendan integrar diferentes componentes biológicos y variables ambientales para obtener una evaluación representativa de la condición del ecosistema.



Figura 40. Toma de muestras de fitoplancton y zoo plancton

Para el presente estudio se establecieron dos estaciones de muestreo, una Estación de Muestra (EM), ubicada dentro del área directamente relacionada con el proyecto, y una Estación de Referencia (ER), localizada fuera de la influencia inmediata del sitio de intervención. Esta disposición permite contrastar la composición y características de las comunidades biológicas entre el área de interés y un sitio de referencia, constituyendo un criterio utilizado en estudios de línea base ambiental y caracterización de la biota marina.

El análisis conjunto de fitoplancton y zooplancton permite reconocer componentes de la comunidad planctónica y su importancia dentro de las redes tróficas, mientras que el estudio del bento aporta información sobre las comunidades asociadas al sustrato marino. Por su parte, la caracterización de la ictiofauna permite identificar la presencia y composición de peces asociados al ambiente estudiado. La información obtenida constituye la base para evaluar las condiciones biológicas actuales y posteriormente determinar la posible interacción del proyecto con los componentes de la biota marina**.** Los resultados de los muestreos se integran en las siguientes tablas:

Fitoplancton

Tabla 25. resultados de los muestreos de fitoplancton

Especies	Estación muestra	Estación referencia
Especies de potencialmente tóxicas		
***Pseudo-nitzschia* spp.**	**8326**	**58282**
Especies de interes		

Protoperidinium quinquecorne	**362**	**0**
DINOFLAGELADOS		
***Podolampas* sp.**	**7602**	**0**
DIATOMEAS		
Chaetoceros didymus	**0**	**6.73E+04**
Chaetoceros lorenzianus-like	**5.90E+04**	**1.04E+05**
Chaetoceros "peruvianus"	**0**	**8.91E+04**
Chaetoceros pseudocurvisetus	**9.96E+04**	**1.73E+05**
Ditylium brightwellii	**5792**	**7602**
***Guinardia* sp.**	**11222**	**62626**
***Navicula* sp.**	**7602**	**0**
***Skeletonema* sp.**	**1.02E+05**	**1.39E+05**
Helicotheca tamesis	**0**	**9774**
CIANOBACTERIAS		
***Eudorina* sp.**	**52852**	**0**
***Lepocinclis* sp.**	**16290**	**0**
TOTAL	**3.71E+05**	**7.11E+05**

Zooplancton

Tabla 26. resultados de los muestreos de zooplancton

ESPECIE	ESTACION MUESTRA	ESTACION DE REFERENCIA	TOTAL DE ORGANISMOS
BIVALVIA	**0**	**3**	**3**
BRACHYURA	**0**	**2**	**2**
BRIOZOA	**12**	**24**	**36**
CARIDEA	**1**	**1**	**2**
COPEPODA	**3**	**11**	**14**
DIPLOSTRACA	**5**	**33**	**38**
GASTROPODA	**0**	**21**	**21**
HIDRO-MEDUSA	**2**	**0**	**2**
HUEVO DE PEZ	**32**	**204**	**236**
OSTRACODA	**0**	**1**	**1**
PTEROPODA	**7**	**56**	**63**
TOTAL DE ORGANISMOS	**62**	**356**	**418**

Bentos

Tabla 27. resultados de los muestreos de organismos bentonicos

Especie	Estacion Referencia (ER)	Estacion Muestra (EM)	N° total de organismos
	N° de organismos por estación	N° de organismos por estación	
Bivalvia morfotipo 1	2	0	2
Bivalvia morfotipo 2	1	0	1
Bivalvia morfotipo 3	1	0	1
Bivalvia morfotipo 4	4	2	6
Brachidontes adamsianus	0	1	1
***Crassostrea* sp.**	0	1	1
Dentalium oerstedii	2	7	9
Epitonium acapulcanum	1	0	1
Laevicardium elenense	34	26	60
Polychaeta morfotipo 1	2	0	2
***Sabellidae* sp.**	1	0	1
Sanguinolaria tellinoides	2	0	2
Serratina steinbecki	1	2	3
***Syllidae* sp.**	1	0	1
Tagelus longisinuatus	1	1	2
Thylaeodus contortus	0	2	2
***Veneridae* sp.**	6	1	7
	59	43	102
	Total de organismos ER	Total de organismos EM	



Figura 41. Toma de muestras de fitoplancton y zoo plancton

Metodología de monitoreo

Caracterización no extractiva de la ictiofauna

La caracterización de la ictiofauna se realizó mediante un enfoque no extractivo, empleando como método principal el Censo Visual Submarino (UVC, Underwater Visual Census). Este método permite obtener información sobre la composición y presencia de las comunidades de peces sin recurrir a la captura, manipulación o sacrificio de organismos, por lo que resultan apropiados para estudios de caracterización ambiental y establecimiento de condiciones de línea base.

Para el método UVC un buzo realiza un recorrido submarino previamente definido, generalmente mediante transectos de banda o recorridos de duración determinada, registrando las especies observadas, número de individuos, tallas aproximadas y, cuando resulta pertinente, comportamiento y relación con el tipo de sustrato. Este método permite incorporar especies de hábitos crípticos, de pequeño tamaño o estrechamente asociadas al fondo, que pueden presentar una menor probabilidad de

detección mediante BRUVS. Los resultados de los muestreos se integran en las siguientes tablas:

Ictiofauna

Tabla 28resultados de los muestreos de ictiofauna

Estacion de muestreo (EM)

Especie	Longitud total (cm)	Longuitud estandar (cm)	Altura maxima (cm)	Peso (kg)
Caranx caballus	**17.6**	**13.7**	**4.2**	**0.072**
Caranx caballus	**19.5**	**15**	**4.8**	**0.09**
Elops affinis	**52**	**42.5**	**7.8**	**0.75**
Neoniphon suborbitalis	**15.7**	**12.5**	**5.4**	**0.092**
Opisthonema medirastre	**22.2**	**17.6**	**5.1**	**0.106**
Selar crumenopthalmus	**19.3**	**15.1**	**4.3**	**0.096**
Selar crumenopthalmus	**15.9**	**13**	**3.8**	**0.058**
Selar crumenopthalmus	**15.9**	**13.3**	**3.8**	**0.05**
Selar crumenopthalmus	**16.2**	**13.2**	**3.8**	**0.054**
Selar crumenopthalmus	**20.2**	**16**	**5.1**	**0.104**
Selar crumenopthalmus	**16**	**13**	**3.8**	**0.052**
Selar crumenopthalmus	**15**	**12.2**	**3.3**	**0.044**

Estacion de referencia (ER)

Especie	Longitud total (cm)	Longuitud estandar (cm)	Altura maxima (cm)	Peso (kg)
Caranx caballus	**20.2**	**15.6**	**5.1**	**0.106**
Caranx caballus	**20.1**	**16**	**5.1**	**0.096**
Polydactylus approximans	**17.1**	**12.2**	**3.8**	**0.046**
Xenichthys xanti	**19.5**	**15**	**5.3**	**0.102**
Xenichthys xanti	**19.4**	**15.7**	**5.8**	**0.11**
Xenichthys xanti	**20.2**	**16.2**	**5.5**	**0.114**
Xenichthys xanti	**19.2**	**15.3**	**5.4**	**0.104**
Xenichthys xanti	**19**	**15**	**5.2**	**0.082**
Xenichthys xanti	**18.3**	**14.5**	**5.4**	**0.086**
Xenichthys xanti	**18.7**	**15.1**	**5.2**	**0.094**
Xenichthys xanti	**17.8**	**14**	**4.8**	**0.08**
Xenichthys xanti	**18.2**	**14.5**	**5.3**	**0.086**
Xenichthys xanti	**17.7**	**14**	**15**	**0.086**

Xenichthys xanti	**18.3**	**14.4**	**5.6**	**0.094**
Xenichthys xanti	**19.4**	**15.4**	**5.4**	**0.09**
Xenichthys xanti	**16.9**	**13.7**	**5**	**0.068**
Xenichthys xanti	**17.8**	**14**	**5.1**	**0.074**
Xenichthys xanti	**17.8**	**14**	**5.3**	**0.066**
Xenichthys xanti	**17.5**	**14**	**5.1**	**0.066**

Anexo 7. Véase resultados y evidencia de los muestreos realizados en el área de proyecto y su área de influencia marina.

Síntesis del capítulo de fauna marina

El presente capítulo documenta el listado potencial de fauna marina de la RER —plancton, bentos, peces, mamíferos marinos y quelonios marinos—, construido a partir de la integración de antecedentes técnicos y bibliográficos de terceros (SNIB-CONABIO, GBIF, literatura académica y reportes institucionales) y no de resultados de trabajo de campo del proyecto, dado que el polígono del muelle se ubica en la zona marina costera y no abarca el cuerpo de la Laguna de Cuyutlán ni requirió acceso a su interior.

El listado documenta comunidades planctónicas y bentónicas típicas de sistemas lagunares costeros tropicales y de su franja marina de influencia, un ensamble potencial de 56 especies de peces asociado a pesquerías reconocidas oficialmente en la región (lisa, tilapia y escama estuarina), y una comunidad de megafauna marina protegida de presencia documentada frente a la costa de Colima (ocho especies de mamíferos marinos y tres especies de quelonios marinos, estas últimas En Peligro de Extinción conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010). De la comunidad bentónica destaca la presencia documentada de Plicopurpura pansa, especie sujeta a Protección Especial, en la zona intermareal rocosa del canal de Tepalcates.

Esta información constituye un marco de referencia documental para dimensionar el contexto ecológico regional de la RER y para orientar el diseño de las medidas de prevención, mitigación y del futuro programa de monitoreo ambiental del proyecto, en congruencia con el alcance espacial real de la obra, que no incluye el cuerpo lagunar

III.6. MEDIO SOCIOECONOMICO

Desde la perspectiva económica y social se tiene que el estado de Colima se ubica entre los cinco estados con mayor afinidad económica en el sector pesquero (índice de 0.64 en 2014, junto con Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Baja California Sur), lo que confirma que la actividad pesquera es una vocación productiva estructural del estado, no marginal.

México mantiene una dependencia importante de pescado importado: los productos con mayor nivel de importaciones nacionales en 2025 fueron filetes y carne de pescado frescos, refrigerados o congelados (US$640M), pescado congelado (US$353M), y preparaciones y conservas de pescado (US$260M). Esto revela una oportunidad clara: **fortalecer la infraestructura de desembarco ribereño permite sustituir parte de estas importaciones con producción nacional**, mejorando la balanza comercial pesquera del país.

Manzanillo ya exporta producto pesquero procesado: las preparaciones y conservas de pescado (US$94M) figuran entre los tres principales productos de exportación del municipio en 2025, junto con minerales de hierro y melones/sandías/papayas. Esto demuestra que **ya existe una cadena de valor pesquera local con proyección internacional**, y el proyecto fortalecería directamente su eslabón inicial, captura y desembarco, que actualmente opera con infraestructura limitada

Sin embargo, hay un Déficit de infraestructura como cuello de botella, la falta de instalaciones adecuadas de desembarco genera pérdidas post-captura, mermas en calidad del producto y menor poder de negociación de los pescadores frente a compradores. Los muelles atienden directamente esta limitante, permitiendo:

- Reducir tiempos y pérdidas en el manejo del producto.
- Mejorar condiciones sanitarias y de trazabilidad.
- Fortalecer la posición comercial del pescador ribereño

Formalización de empleo. A nivel nacional, el sector de Pesca, Caza y Captura empleó a 239 mil personas en el primer trimestre de 2025, con un salario promedio mensual de 7.8 mil pesos. Una infraestructura formal de desembarco favorece la formalización de esta actividad, ampliando el acceso a seguridad social y programas de apoyo gubernamental.

El fortalecimiento de la actividad pesquera genera un efecto de arrastre sobre transportistas, comerciantes de producto fresco, proveedores de hielo y combustible, y talleres de mantenimiento de embarcaciones. Manzanillo es el municipio con mayor producción del sector empresarial y turístico del estado de Colima, además de albergar el puerto más activo de México en la costa del Pacífico, lo que ofrece un entorno económico favorable para capturar este efecto multiplicador.

Coherencia con la estructura económica municipal

Las actividades terciarias representan el 69.4% del PIB de Colima, frente a apenas el 6.3% del sector primario, lo que refuerza la necesidad de modernizar la infraestructura pesquera para que el sector primario capture mayor valor agregado e integración con la economía de servicios y logística que ya domina la región.

III.6.1. Contexto general y demografía.

Manzanillo es el municipio más poblado del estado de Colima. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), su población ascendió a 191,031 habitantes (95,117 hombres, 49.8%, y 95,914 mujeres, 50.2%), lo que representó un incremento de 18.3% respecto al censo de 2010. Junto con los municipios de Colima, Villa de Álvarez y Tecomán, concentra alrededor del 83.9% de la población estatal, reflejando el carácter urbano-portuario del municipio dentro de la entidad.

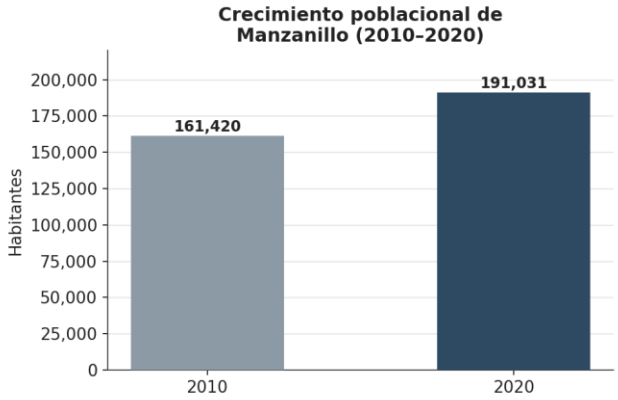
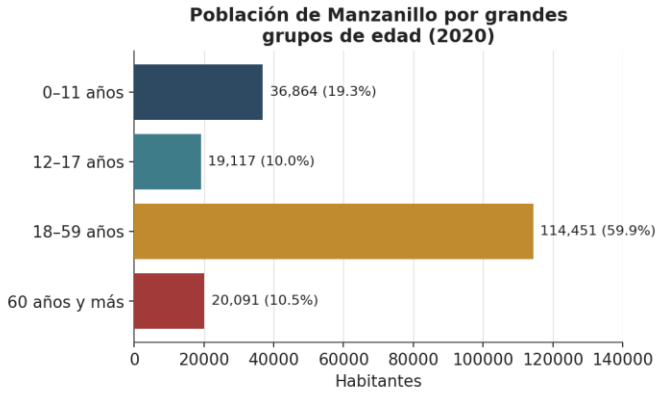


Figura 42. Crecimiento poblacional de Manzanillo, 2010–2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Los grupos de edad más numerosos corresponden a población de 10 a 14, 25 a 29 y 30 a 34 años, que en conjunto agrupan el 25.1% del total. La población en edad productiva (18 a 59 años) representa cerca del 60% del total municipal, lo que es congruente con un municipio con fuerte dinámica de empleo formal ligada a la actividad portuaria.



Gráfica 2. Población de Manzanillo por grandes grupos de edad, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

La población indígena es marginal: 596 personas de 3 años y más hablantes de lengua indígena (0.31% del total), predominando el zapoteco y el náhuatl. Esto indica que la zona no constituye un asentamiento de población originaria local, sino en gran medida una zona receptora de migración interna asociada a la actividad portuaria e industrial.

El Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PMOTDU), vigente desde su publicación el 10 de junio de 2025, proyecta un crecimiento poblacional hacia 2050 de alrededor de 308,000 habitantes, lo que anticipa mayor presión sobre el suelo urbano y periurbano, incluidas zonas como Tapeixtles y Jalipa, donde se ubica el predio del proyecto.

III.6.2. Estructura económica

Actividad portuaria

La economía municipal gira predominantemente en torno a la actividad portuaria. El Puerto de Manzanillo es el principal puerto de contenedores del país en el litoral del Pacífico.

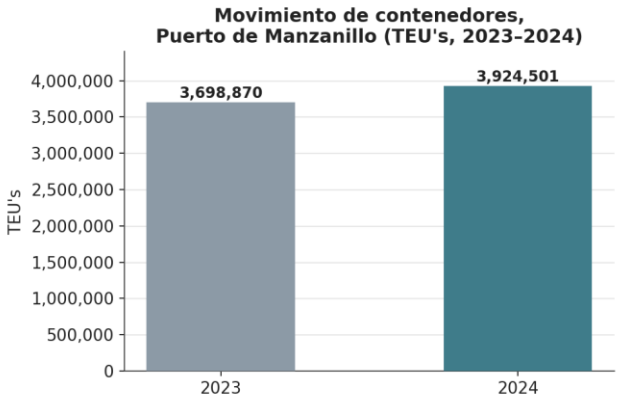


Figura 43. Movimiento de contenedores (TEU's) en el Puerto de Manzanillo, 2023–2024. Fuente: Sedeco Colima, 2025.

En 2024 el puerto movilizó 3,924,501 TEU's, un crecimiento de 6.1% respecto a 2023, equivalente al 56.62% de la carga contenerizada del Pacífico mexicano y al 41.85% del total nacional. El 77.26% de las unidades económicas del sector logístico-portuario del estado se concentran en Manzanillo (734 empresas activas).

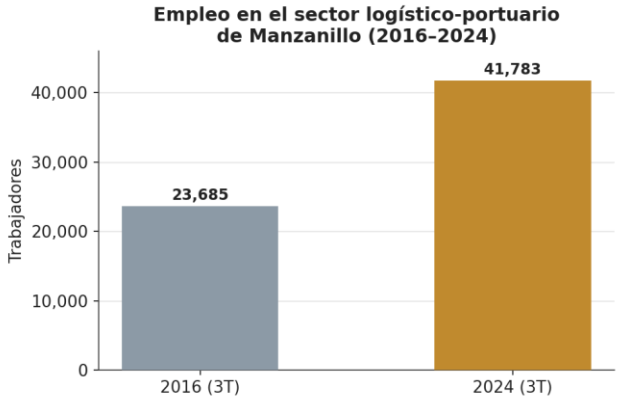


Figura 44. *Empleo en el sector logístico-portuario de Manzanillo, 2016–2024. Fuente: Sedeco Colima, 2025.*

El empleo del sector logístico-portuario creció 76.41% entre 2016 y 2024, al pasar de 23,685 a 41,783 trabajadores. A esta vocación portuaria se suman como actividades económicas relevantes:

- Comercio internacional: en 2025 los principales productos exportados desde Manzanillo fueron minerales de hierro y sus concentrados, conservas de pescado y melones/sandías/papayas; las principales importaciones correspondieron a filetes y

carne de pescado congelada, con China, Filipinas y Vietnam como principales orígenes.

- Pesca y agroindustria, con relevancia histórica en la producción de melón, sandía, papaya y cítricos.
- Turismo, como motor complementario a la actividad portuaria.
- Servicios asociados al comercio exterior: transporte y almacenaje, agencias aduanales, arrendamiento de vehículos y consultoría.
- Minería e industria pesada en la región (yacimientos ferríferos de Minatitlán y plantas termoeléctricas), vinculadas logísticamente al puerto.

La Inversión Extranjera Directa (IED) del estado de Colima, en buena medida asociada a la plataforma logística de Manzanillo, alcanzó US$261 millones entre enero y diciembre de 2024, y acumula US$2,884 millones desde 1999, con Estados Unidos, Canadá y España como principales países de origen histórico.

III.6.3. Empleo, ingresos y educación

No existen cifras de Población Económicamente Activa (PEA) representativas a nivel municipal (los indicadores de la ENOE se reportan a nivel estatal), pero como referencia estatal:

- La tasa de participación laboral en Colima fue de 65.5% en el primer trimestre de 2025, con una tasa de desocupación de 1.68%.
- El salario promedio mensual estatal fue de $9,220 MXN en el mismo periodo (formal: $11,300 MXN; informal: $6,880 MXN), con 52.6% de la población ocupada en el sector formal.
- Las ocupaciones estatales con mayor número de trabajadores fueron empleadas de ventas y dependientes de comercio, trabajadores del cultivo de frutales y comerciantes en establecimientos.

En materia educativa, el 30.4% de la población de Manzanillo de 15 años y más cuenta con secundaria como máximo grado aprobado, 25.8% con preparatoria/bachillerato y 19.8% con primaria (Censo 2020). La tasa de analfabetismo municipal fue de 2.42%.

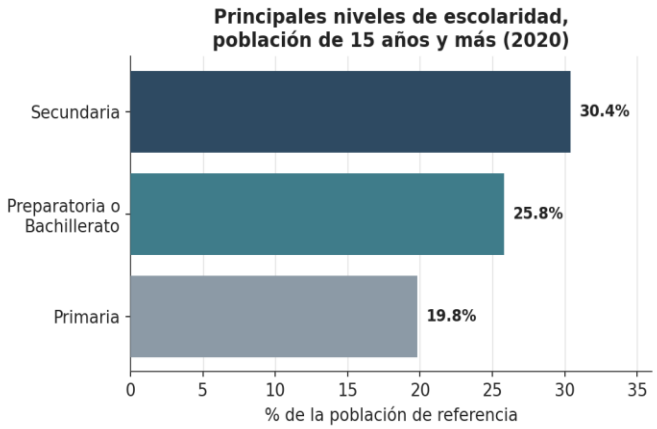


Figura 45. Principales niveles de escolaridad, población de 15 años y más, Manzanillo 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

En movilidad, el tiempo promedio de traslado al trabajo es de 20.8 minutos, y el 39.7% de la población utiliza vehículo particular como principal medio de transporte, lo que es consistente con la ubicación del predio junto al Libramiento Manzanillo, corredor vial de acceso al puerto

III.6.4. Pobreza, desigualdad y marginación

De acuerdo con datos de pobreza y carencias sociales de 2020 (CONEVAL, vía Data México):

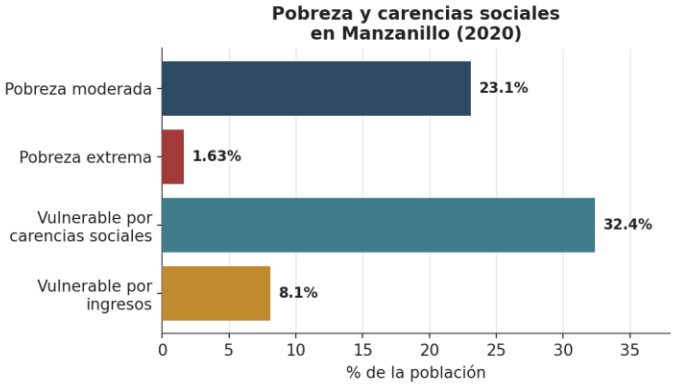


Figura 46. *Pobreza y carencias sociales en Manzanillo, 2020. Fuente: CONEVAL / Data México.*

- 23.1% de la población de Manzanillo se encontraba en pobreza moderada y 1.63% en pobreza extrema.
- 32.4% de la población era vulnerable por carencias sociales y 8.1% vulnerable por ingresos.
- Las principales carencias fueron acceso a la seguridad social, acceso a servicios de salud y rezago educativo.

El coeficiente de Gini municipal fue de 0.351, ubicando a Manzanillo entre los municipios de Colima con menor desigualdad relativa.

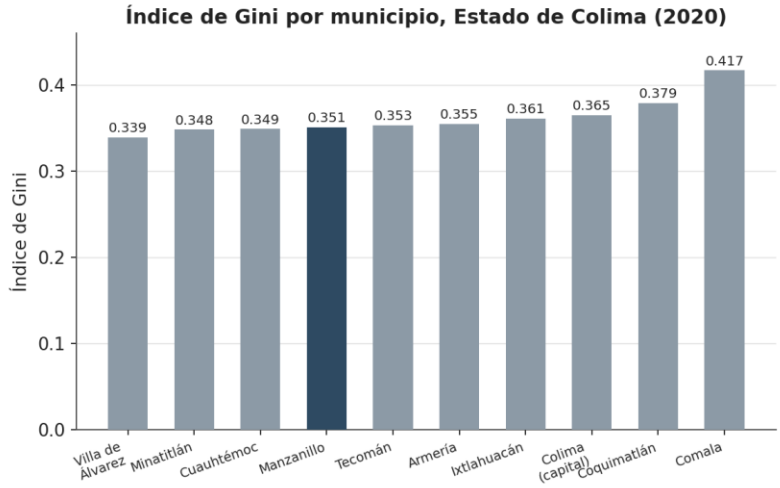
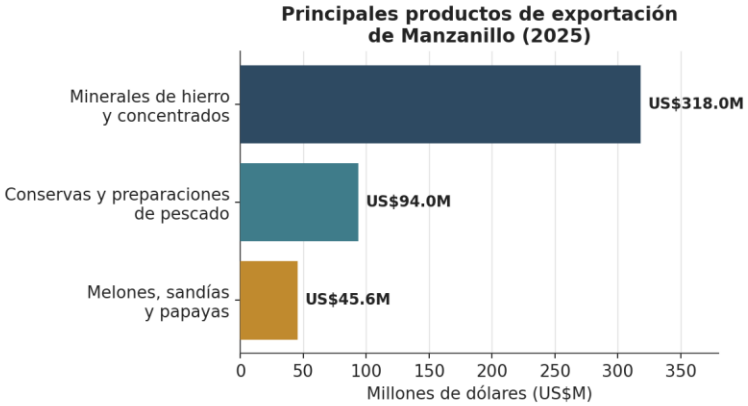


Figura 47. *Índice de Gini por municipio, Estado de Colima, 2020. Fuente: Data México (SNIEG/INEGI).*

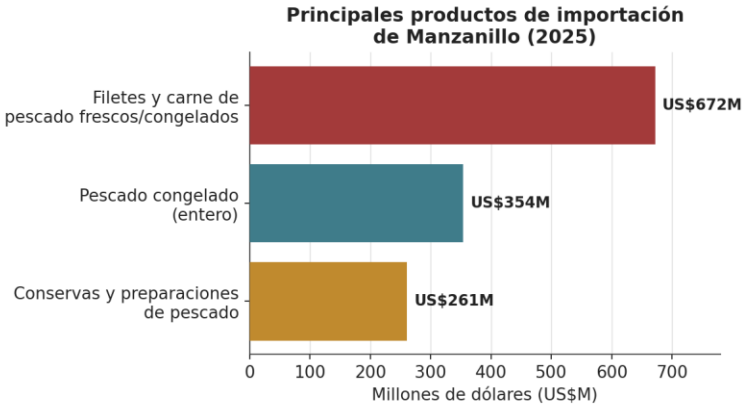
A nivel estatal, Colima se ha clasificado por CONAPO como una entidad de grado de marginación bajo (no muy bajo), tendencia consistente con el carácter urbano-industrial de sus municipios más poblados, entre ellos Manzanillo. No se identificaron datos oficiales de CONAPO desagregados a nivel de localidad para el polígono específico de Jalipa/Tapeixtles, por lo que se recomienda, si el ETJ lo requiere con mayor precisión, consultar el Índice de Marginación por Localidad 2020 de CONAPO para las localidades específicas colindantes con el predio.

III.6.5. Comercio exterior

El perfil económico de Manzanillo confirma la vocación exportadora ligada a recursos naturales y pesca, y una fuerte dependencia de insumos alimenticios importados (particularmente productos del mar), lo que es consistente con la vocación portuaria e industrial de la zona donde se ubica el predio.



Gráfica 8. Principales productos de exportación de Manzanillo, 2025. Fuente: Data México, Secretaría de Economía.



Gráfica 9. Principales productos de importación de Manzanillo, 2025. Fuente: Data México, Secretaría de Economía.

Los principales destinos de exportación en 2025 fueron Estados Unidos (US$880M), China (US$321M) y Costa Rica (US$26M). Los principales países de origen de las importaciones fueron China (US$4,150M), Filipinas (US$392M) y Vietnam (US$366M).

En remesas, Manzanillo registró un monto de US$13.8 millones en el segundo trimestre de 2026, indicador complementario de la dinámica migratoria y económica del municipio.

III.6.6. Vivienda y calidad de vida

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, el 41.1% de las viviendas particulares habitadas en Manzanillo contaba con 3 cuartos y el 47.2% con 2 dormitorios. En cuanto a movilidad cotidiana, el medio de transporte más utilizado hacia el trabajo fue el vehículo particular (39.7%), mientras que hacia el lugar de estudios predominó el transporte público (camión, taxi, combi o colectivo, 45.9%), lo que es consistente con un municipio de conectividad vial media-alta pero con dependencia relevante del transporte colectivo entre la población estudiantil.

III.6.7. Salud

En materia de cobertura de salud, en 2020 las opciones de atención más utilizadas por la población de Manzanillo fueron el IMSS (Seguro social), seguido de centros de salud u hospitales de la SSA (Seguro Popular) y otras opciones no institucionales.

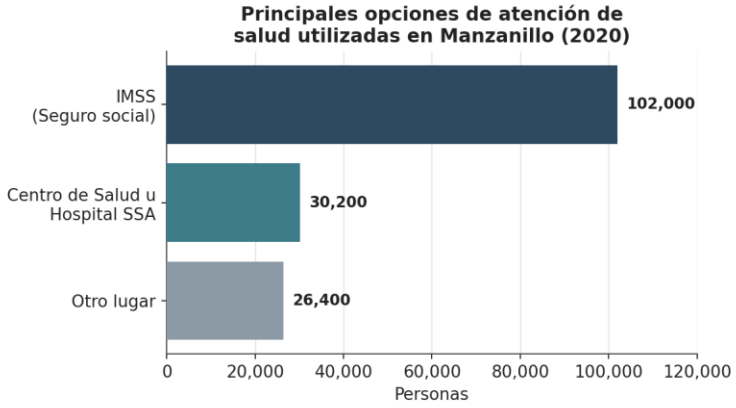


Figura 48. Principales opciones de atención de salud utilizadas en Manzanillo, 2020. Fuente: INEGI (Censo de Población y Vivienda 2020), vía Data México.

En cuanto a discapacidad, las más frecuentes en la población de Manzanillo en 2020 fueron discapacidad física (4,030 personas), discapacidad visual (3,970 personas) y discapacidad auditiva (1,710 personas), sin que se identifiquen patrones que sugieran una vulnerabilidad sanitaria diferenciada específicamente asociada al entorno del predio.

III.6.8. Equidad

Respecto a la jefatura de hogar, el Censo 2020 registró 59,800 viviendas en Manzanillo, de las cuales el 66.7% tiene como persona de referencia a un hombre y el 33.3% a una mujer.

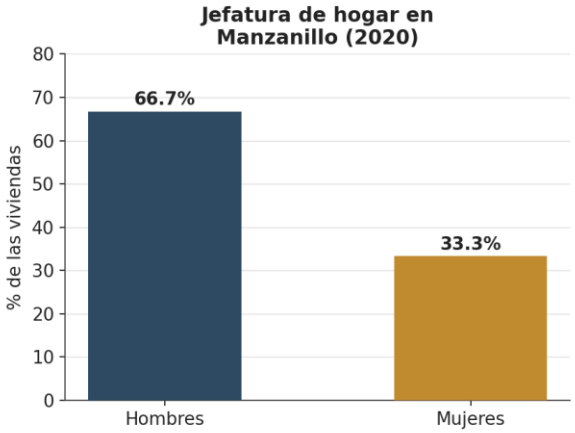


Figura 49. Jefatura de hogar en Manzanillo, 2020. Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

En materia de ingreso, y con datos representativos únicamente a nivel estatal, en Colima el 10% de los hogares de menores ingresos tuvo un ingreso corriente promedio trimestral de $14,700 MXN en 2022, mientras que el 10% de mayores ingresos alcanzó $181,000 MXN en el mismo periodo, evidenciando una brecha considerable en la distribución del ingreso a nivel estatal que contextualiza el índice de Gini municipal reportado en la sección 4.

III.6.9. Seguridad pública

Como dato de contexto social del entorno municipal —sin relación directa con las condiciones del predio o del proyecto—, en octubre de 2025 se registraron 837 denuncias totales en Manzanillo, siendo robo, narcomenudeo y daño a la propiedad los delitos con mayor incidencia, concentrando el 46.2% del total de denuncias del mes.

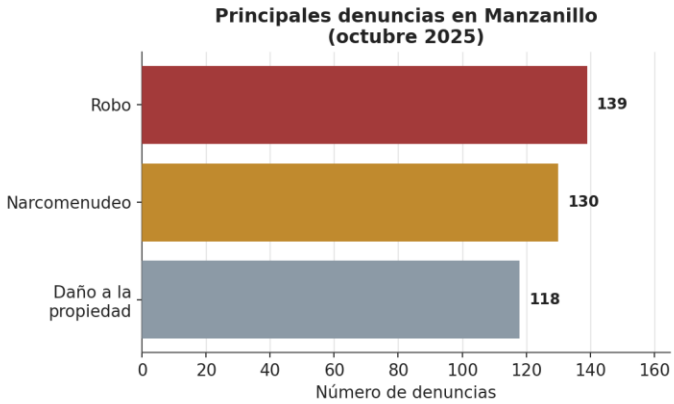


Figura 50. Principales denuncias registradas en Manzanillo, octubre 2025. Fuente: Data México (con base en registros de incidencia delictiva).

III.6.10. Equidad

Fuentes consultadas

- INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020 (Panorama Sociodemográfico de Colima).
- Data México (Secretaría de Economía), perfil municipal de Manzanillo — economía, empleo, equidad, pobreza, salud y seguridad pública (https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/manzanillo).
- Gobierno del Estado de Colima, Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo 2024–2027 (Periódico Oficial, 29/01/2025).
- Sedeco Colima, nota sobre desempeño del Puerto de Manzanillo 2024.
- CONAPO, Índice de Marginación por entidad federativa y municipio 2020.
- CONEVAL (vía Data México), indicadores de pobreza municipal 2020.

III.7. PAISAJE

Valor escénico y ecológico.

El Sistema Ambiental (SA) donde se pretende desarrollar el proyecto se caracteriza por presentar un elevado grado de transformación antropogénica, derivado principalmente de la presencia de asentamientos humanos, infraestructura urbana, instalaciones portuarias y actividades comerciales y pesqueras.

En este contexto, el área del proyecto se encuentra inmersa en un entorno predominantemente urbanizado, por lo que el paisaje circundante corresponde principalmente a un paisaje antrópico, en el cual persisten elementos naturales asociados al ambiente marino de la Bahía de Manzanillo.

La presencia de infraestructura y actividades humanas ha generado una presión constante sobre los componentes naturales del sistema, particularmente sobre el ambiente costero y marino.



Figura 51. vista general del paisaje en el sitio del proyecto

El crecimiento urbano y la intensificación de las actividades productivas han contribuido a modificar las condiciones originales del ecosistema y favorecen la generación de presiones ambientales relacionadas con la disposición inadecuada de residuos, generación de materia orgánica y posibles aportes de contaminantes asociados a las actividades que se desarrollan en la zona.

En el entorno inmediato del proyecto destaca la actividad pesquera ribereña, representada por numerosas embarcaciones menores que utilizan los espacios de la bahía y los muelles existentes para el desarrollo de sus actividades.
Esta dinámica implica la utilización frecuente de combustibles, lubricantes y otros insumos propios de la operación de las embarcaciones, por lo que constituye una fuente potencial de aportación de hidrocarburos al ambiente marino cuando no se realiza un manejo adecuado de dichas sustancias.



Figura 52. vista general del área del proyecto

Asimismo, en las inmediaciones del proyecto se localiza el Mercado de Pescadores, cuya actividad genera residuos orgánicos derivados de la manipulación, preparación y comercialización de productos pesqueros. La actividad comercial asociada al consumo de productos del mar también genera residuos de alimentos y otros materiales que, cuando no son manejados adecuadamente, pueden incorporarse al sistema costero. Estas actividades forman parte de la dinámica económica y social tradicional de la zona y se encuentran estrechamente relacionadas con el aprovechamiento de los recursos pesqueros.
Por otra parte, el municipio de Manzanillo presenta una marcada vocación portuaria. El Puerto de Manzanillo constituye uno de los principales nodos de transporte marítimo y comercio exterior del Pacífico mexicano, concentrando actividades relacionadas con el movimiento de mercancías, contenedores, transporte marítimo y servicios asociados.

El desarrollo de infraestructura portuaria especializada y la incorporación progresiva de tecnologías y sistemas operativos han favorecido el crecimiento de la actividad portuaria y la consolidación de Manzanillo como un centro estratégico para el intercambio comercial.



Figura 53. vista general de la zona colindante del proyecto.

La coexistencia de actividades portuarias, pesqueras, comerciales, turísticas y urbanas determina las características actuales del paisaje y de los componentes ambientales del Sistema Ambiental. En consecuencia, el área donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a un espacio previamente intervenido y sujeto a una dinámica antropogénica constante, en el cual las condiciones ambientales actuales son resultado de la interacción entre los procesos naturales propios de la Bahía de Manzanillo y las actividades humanas desarrolladas históricamente en su entorno. Bajo este contexto, la implementación del proyecto busca atender las necesidades de infraestructura asociadas a las actividades pesqueras y al uso del espacio costero, procurando que su integración con el entorno existente se realice considerando las condiciones ambientales actuales y las características funcionales del sitio**.**

Criterios para la caracterización visual y funcional del paisaje.

La interpretación del paisaje se realizará considerando tres componentes principales: calidad visual, visibilidad y fragilidad visual, con el propósito de determinar la sensibilidad del entorno ante la incorporación del proyecto.

La calidad visual evaluará las características naturales y antrópicas del área, considerando elementos como relieve, vegetación, cuerpos de agua, elementos

naturales relevantes y presencia de infraestructura. Se clasificará como alta, media o baja.

La visibilidad determinará el grado en que el proyecto puede ser observado desde el entorno, considerando principalmente la distancia, topografía, obstáculos visuales y presencia de zonas habitadas o de tránsito. Se clasificará como alta, media o baja.

Finalmente, la fragilidad visual permitirá determinar la capacidad del paisaje para absorber modificaciones sin generar cambios visuales significativos. Los paisajes naturales o poco alterados presentarán mayor fragilidad, mientras que las zonas urbanizadas, industriales o con infraestructura existente presentarán menor fragilidad. La integración de estos tres criterios permitirá establecer una valoración general de la sensibilidad paisajística del sitio y determinar la importancia del cambio visual generado por el proyecto.

III.8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

García, C. J. (2004). Cambios morfológicos y sedimentológicos de la celda litoral Quebrada Tacagua-La Zorra, estado Vargas, luego de los eventos fluviotorrenciales de 1999. *Terra Nueva Etapa, 20*(29), 73–85.

Patsch, K., & Griggs, G. (2006). *Littoral cells, sand budgets, and beaches: Understanding California's shoreline*. Institute of Marine Sciences, University of California, Santa Cruz; California Department of Boating and Waterways; California Coastal Sediment Management Workgroup.

Guerrero Álvarez, J. J., & Hernández Martínez, M. (2005). *Metodología aplicada para el estudio y evaluación de la calidad visual del paisaje*. Congresos Forestales. El documento identifica a ambos autores y presenta la metodología enfocada en calidad visual, fragilidad y potencial paisajístico. La referencia al año 2005 y a *Congresos Forestales* también aparece citada en documentación técnica posterior.

Jerez García, Ó. (2018). Propuesta metodológica para leer e interpretar el paisaje por medio de herramientas cartográficas virtuales. En A. García de la Vega (Coord.), *Reflexiones sobre educación geográfica: revisión disciplinar e innovación didáctica* (pp. 293–314). Universidad Autónoma de Madrid.

Martínez Serrano, A., & Bollo Manent, M. (2023). *El paisaje. Una mirada a través del análisis espacial*. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. ISBN digital 978-607-30-8003-3.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa durante 2021* [Boletín de prensa]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/PIBEF/PIBEF_Col.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), primer trimestre de 2025: Colima* [Boletín de prensa]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2025/enoe/enoe2025_05_Col.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *México en cifras: Manzanillo, Colima* [Compendio de información geográfica municipal]. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/06/06007.pdf

Secretaría de Economía. (s.f.-a). *Pesca: Salarios, producción, inversión, oportunidades y complejidad* [Perfil de industria]. Data México. https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/fishing

Secretaría de Economía. (s.f.-b). *Pesca, caza y captura: Salarios, producción, inversión, oportunidades y complejidad* [Perfil de industria]. Data México. https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/industry/fishing-hunting-and-trapping

Secretaría de Economía. (s.f.-c). *Perfil económico de Manzanillo, Colima* [Perfil geográfico]. Data México. https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/manzanillo

Wikimedia Foundation. (2026, agosto). *Manzanillo, Colima*. En *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Manzanillo,_Colima

CAPITULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

CONTENIDO

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 4

IV.1 INDICAR LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN. 4

IV.2 IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA PARA EL POSTERIOR ANÁLISIS DE IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL PROYECTO. 7

IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN. 10

IV.4 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES, CONSIDERANDO CÓMO SE SUMAN LOS IMPACTOS DEL PROYECTO A LOS IMPACTOS EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SUS EFECTOS, ASÍ COMO EL RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS. INCLUIR EN LOS ANEXOS ESPECÍFICOS POR SECTOR, EL ANÁLISIS COMPLETO DE TALES IMPACTOS Y DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS. 31

IV.5 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 32

IV.5.1 Análisis y descripción de los impactos ambientales significativos 32
Impactos ambientales de Importancia crítica y severa 33

IV.5.2 Impactos ambientales de importancia moderada 33
COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: AIRE 36
COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: SUELO 37
COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: AGUA 38
COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: SOCIO ECONÓMICO 39

IV.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 40

IV.7 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LA EXTENSIÓN E INTENSIDAD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES ANTES SEÑALADOS Y SUS EFECTOS. 53

IV.8 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL. 55

IV.9. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 55

Lista de Tablas y Figuras

Tabla 1.Impactos ambientales identificados en el Sistema Ambiental.....9
Tabla 2. Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto... 11
Tabla 3. Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto. 13
Tabla 4. Resumen de actividades del proyecto. 17
Tabla 5. Lista de verificación de impactos al ambiente. 18
Tabla 6. Identificación de impactos potenciales según factor ambiental. 19
Tabla 7.-Criterios de evaluación empleados para valorar los impactos ambientales. 23
Tabla 8.-Ponderación de los impactos ambientales..... 24
Tabla 9. Matriz de valoración de impactos ambientales para etapa de preparación del sitio. 25
Tabla 10. Matriz de valoración de impactos ambientales para etapa de construcción del proyecto. 26
Tabla 11. Matriz de valoración de impactos ambientales para etapa de operación y mantenimiento del proyecto..... 28
Tabla 12. Cuantificación de los impactos ambientales por etapas y componentes ambientales..... 30
Tabla 13. Factores ambientales con impacto de bajo - moderado. 34

Figura 1. Ubicación del proyecto con respecto al Sistema Ambiental en el que se ubica el proyecto. 8
Figura 2. Zona de Influencia del proyecto..... 54

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1 INDICAR LA METODOLOGÍA EMPLEADA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS, EN PARTICULAR LOS IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES; ASÍ COMO, LA JUSTIFICACIÓN DE SU SELECCIÓN.

Metodología para la identificación, análisis y evaluación de impactos ambientales

Para la identificación, análisis y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con la ejecución del proyecto, se empleará una metodología integrada de carácter **cualitativo y cuantitativo**, estructurada en etapas sucesivas. La selección de esta metodología permitirá identificar de manera sistemática las interacciones entre las actividades previstas y los componentes ambientales del área de influencia, así como valorar la importancia de los efectos potenciales y determinar las medidas de prevención, mitigación y seguimiento aplicables.

Identificación de impactos mediante listados simples

Como primera etapa, se aplicará la técnica de **listados simples**, la cual constituye un procedimiento de identificación cualitativa basado en la revisión ordenada de las actividades y obras que integran el proyecto, así como de los factores y componentes ambientales susceptibles de ser modificados.

Para ello, se elaborarán listados que integren, por una parte, las actividades correspondientes a las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono) y, por otra, los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico presentes en el área de influencia.

A partir del análisis de la relación entre las actividades y los componentes ambientales, se identificarán las posibles interacciones causa-efecto y se determinará preliminarmente si los efectos potenciales son de carácter adverso o benéfico, directo o indirecto.

Esta primera aproximación permitirá reconocer los componentes ambientales con mayor susceptibilidad de afectación y seleccionar las interacciones que, por sus características, requieran una evaluación más detallada.

Evaluación mediante matriz de doble entrada

Posteriormente, los impactos identificados serán evaluados mediante una **matriz de doble entrada**, tomando como referencia la matriz de Leopold modificada y los criterios de valoración propuestos por **Conesa Fernández-Vítora (1997)**.

En uno de los ejes de la matriz se dispondrán las principales actividades y acciones del proyecto, mientras que en el otro se incorporarán los factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados. Cada intersección representará una interacción potencial entre una acción del proyecto y un componente ambiental.

Las interacciones identificadas serán analizadas mediante criterios que permitan determinar las características y la importancia relativa de cada impacto.

Entre los principales atributos considerados se encuentran:

- **Naturaleza:** determina si el impacto es benéfico o adverso.
- **Intensidad:** representa el grado de alteración que puede producirse sobre el factor ambiental.
- **Extensión:** establece el área o superficie sobre la que se manifiesta el efecto.
- **Momento:** considera el tiempo transcurrido entre la acción generadora y la manifestación del impacto.
- **Persistencia:** determina la duración esperada del efecto.
- **Reversibilidad:** evalúa la capacidad del medio para retornar a sus condiciones previas.
- **Recuperabilidad:** considera la posibilidad de restituir las condiciones del componente ambiental mediante la aplicación de medidas.
- **Periodicidad:** determina la frecuencia con la que se presenta el impacto.
- **Acumulación:** identifica la posibilidad de que el efecto se incremente como consecuencia de acciones sucesivas o repetidas.
- **Sinergia:** considera la posibilidad de que la interacción de dos o más efectos produzca una alteración superior a la suma de sus efectos individuales.

Asimismo, se considerará la relación de causalidad entre la actividad generadora y el efecto identificado, así como el carácter directo o indirecto de la afectación.

Identificación de impactos negativos significativos

La evaluación cuantitativa permitirá jerarquizar los impactos ambientales de acuerdo con su importancia. Se considerarán como impactos negativos significativos aquellos que, por la combinación de sus atributos, presenten una mayor intensidad, extensión, persistencia, acumulación o dificultad de recuperación, y que puedan ocasionar una modificación relevante sobre alguno de los componentes ambientales evaluados.

La identificación de estos impactos permitirá concentrar las medidas de prevención y mitigación en aquellas interacciones que representen un mayor riesgo de afectación ambiental.

Identificación de impactos acumulativos y sinérgicos

Los impactos acumulativos serán analizados considerando la posibilidad de que un efecto generado por una actividad del proyecto se sume a efectos preexistentes o a los producidos por otras actividades desarrolladas en el área de influencia.

Para este análisis se considerará la condición actual del área, las actividades existentes y los proyectos o infraestructura presentes en el entorno, con el propósito de determinar si las acciones del proyecto pueden incrementar progresivamente una alteración ya existente.

Por otra parte, los impactos sinérgicos serán identificados cuando la interacción simultánea o sucesiva de dos o más acciones produzca un efecto ambiental cuya magnitud o importancia sea superior a la que resultaría de considerar cada acción de manera individual.

Evaluación de impactos residuales

Una vez identificados y valorados los impactos potenciales, se definirán las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, restauración aplicable a cada interacción ambiental relevante.

Posteriormente, se realizará una nueva valoración de los impactos considerando la eficacia esperada de las medidas propuestas, con la finalidad de determinar los **impactos residuales**, entendidos como aquellos efectos que permanecen después de la aplicación de las medidas ambientales correspondientes.

La evaluación de los impactos residuales permitirá determinar el grado de afectación que subsistirá durante y después de la ejecución del proyecto y establecer, cuando sea necesario, medidas adicionales de manejo, seguimiento o compensación.

Justificación de la metodología seleccionada

La selección de la técnica de listados simples y de la matriz de doble entrada basada en Leopold modificada y Conesa Fernández-Vítora se considera adecuada para las características del proyecto, debido a que permite desarrollar el análisis en dos niveles complementarios.

La técnica de listados simples facilita una identificación inicial, ordenada y sistemática de las posibles interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del medio. Por su parte, la matriz de doble entrada permite profundizar en el análisis de dichas interacciones y asignar una valoración relativa con base en criterios previamente definidos.

La combinación de ambas herramientas permite reducir la omisión de impactos potenciales, facilitar la comparación entre diferentes interacciones y establecer una jerarquización de los impactos ambientales. Asimismo, permite identificar aquellos impactos que requieren mayor atención y definir medidas específicas para prevenir, minimizar o mitigar sus efectos.

En este sentido, la metodología seleccionada proporciona un procedimiento **sistemático, transparente y reproducible** para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales, incluyendo la determinación de los impactos negativos significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales que pudieran derivarse de las diferentes etapas del proyecto.

IV.2 IMPACTOS AMBIENTALES EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA PARA EL POSTERIOR ANÁLISIS DE IMPACTOS NEGATIVOS SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL PROYECTO.

De acuerdo a la Región Ecológica delimitada para el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE MUELLES PARA PESCADORES EN MANZANILLO, COLIMA", que para efectos de este estudio se denomina **"Garzas_Sn Pedrito**" con una superficie de 2,269.64 ha. de zona terrestre y 2,343 ha de zona marítima En la parte baja se encuentra la laguna de las Garzas y el puerto de San Pedrito y a zona marítima delimitada considerando una distancia máxima de 5 km como el límite más lejano a la costa.

A continuación, se presenta la identificación de los impactos ambientales existentes, previo a la ejecución de las obras, con el propósito de establecer la línea base sobre la cual se analizarán posteriormente los impactos negativos significativos, sinérgicos,

acumulativos y residuales que generará el Proyecto de construcción de dos muelles de apoyo social a pescadores en la Bahía de Manzanillo, Colima.



Figura 1. Ubicación del proyecto con respecto al Sistema Ambiental en el que se ubica el proyecto.

La identificación de estos impactos se sustenta en información técnica documentada, de carácter académico y medible, correspondiente al diagnóstico más reciente disponible sobre el manejo integrado de la zona costera de Manzanillo (Aké Turriza et al., 2025), complementada con registros oficiales de monitoreo ambiental portuario. Con fuentes como; tasas de elevación del nivel del mar, porcentajes de participación en el comercio marítimo nacional, categorización oficial de riesgos hidrometeorológicos y registros de monitoreo periódico de calidad del agua.

Las actividades identificadas corresponden a procesos preexistentes, ajenos a la ejecución del Proyecto, que inciden actualmente sobre los componentes agua, aire, suelo, vegetación y fauna de la Región Ecológica, y cuyos efectos acumulativos deberán considerarse como base de comparación al evaluar, la magnitud e intensidad de los impactos específicamente atribuibles a las obras de atraque proyectadas.

Tabla 1.Impactos ambientales identificados en el Sistema Ambiental.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto.	***Componente ambiental impactad.***	***Impacto ambiental***	***Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)***
Operación portuaria comercial (Puerto de Manzanillo, principal puerto de contenedores de México)	Agua, aire	Presión sobre calidad del agua y del aire por expansión de infraestructura portuaria	El puerto gestiona más del 40% del comercio marítimo nacional; su expansión portuaria plantea desafíos ambientales que afectan la calidad del aire, el agua y los ecosistemas costeros. Efecto directo, permanente, extensión regional.
Actividad turística costera (playas Las Hadas las Brisas y san Pedrito)	Agua, suelo, ecosistemas costeros	Presión sobre infraestructura y recursos naturales por alta afluencia	El turismo, ejerce presión sobre la infraestructura y los recursos naturales de la zona costera. Efecto directo, estacional/permanente.
Pesca comercial y deportiva (atún, camarón, dorado)	Fauna marina	Sobrepesca y degradación de hábitats	La sobrepesca y la degradación de hábitats marinos por contaminación y cambio climático representan amenazas para la sostenibilidad del sector pesquero. Efecto acumulativo, extensión regional.
Elevación del nivel del mar (proceso regional documentado)	Costa, manglar, playas, infraestructura	Erosión costera y pérdida de superficie de amortiguamiento natural	El nivel del mar en la región aumenta 3.4 mm anuales, afectando infraestructuras críticas, áreas residenciales y ecosistemas clave como manglares y playas que actúan como amortiguadores naturales. Efecto directo, acumulativo, permanente.
Deforestación de manglar por expansión de infraestructura y turismo (proceso regional)	Vegetación (manglar)	Reducción de la capacidad de barrera natural contra inundaciones	La deforestación de manglares, causada por la expansión de infraestructura y turismo, ha reducido su capacidad como barrera natural contra eventos extremos, limitando su efectividad ante inundaciones y erosión. Efecto acumulativo, largo plazo.

Actividad industrial y de dragado portuario (API/ASIPONA Manzanillo)	Agua, sedimento	Alteración de circulación hidrodinámica y resuspensión de sedimentos	Actividad sujeta a monitoreo periódico documentado de calidad de agua (parámetros fisicoquímicos y microbiológicos). Efecto directo, periódico.

IV.3 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

La presente tabla identifica los impactos ambientales que generará específicamente el Proyecto "Construcción de Muelles para Pescadores en Manzanillo, Colima" durante sus diferentes etapas de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento.

La identificación se realizó mediante la técnica de listados simples de enfoque cualitativo, complementada con la valoración cuantitativa de una matriz de doble entrada tipo Leopold modificada (Conesa Fernández-Vítora, 1997), que pondera cada interacción proyecto-ambiente en función de diez atributos (intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad) sobre 7 componentes ambientales (aire, suelo, agua, flora, fauna, paisaje y socioeconómico).

Se destaca que el componente con mayor incidencia cuantificada es el agua, derivado principalmente de las actividades de dragado e hincado de pilotes, seguido del componente socioeconómico, cuyo efecto es predominantemente positivo por la generación de empleo y el fortalecimiento de la actividad pesquera local. La evaluación cuantitativa completa no identificó impactos de nivel severo ni crítico en ninguna etapa del Proyecto; los impactos identificados corresponden a los niveles compatible y moderado, congruentes con la escala reducida de la obra y su ubicación con respecto a un frente costero urbano previamente intervenido.

Tabla 2. Impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto.

Etapa del Proyecto	***Obra o actividad del Proyecto***	***Componente y subcomponente ambiental en el que incide***	***Impacto ambiental***	***Efectos***
Preparación	Levantamientos (batimétrico, topográfico), muestreo de flora y fauna	Fauna / fauna marina	Desplazamiento temporal por presencia humana	Directo, temporal, local
Preparación	Transporte de barcaza, grúa, martillo y maquinaria	Aire / calidad del aire	Emisiones de combustión y ruido	Directo, temporal, local
Construcción	Dragado de vértices para hincado de pilotes	Suelo / sustrato marino	Modificación del relieve marino en el punto de intervención	Directo, permanente (puntual), por retiro definitivo del material
Construcción	Dragado e hincado de pilotes	Agua / calidad del agua	Aumento de turbidez y arrastre de sedimento	Directo, temporal, local, reversible a corto plazo
Construcción	Hincado de pilotes (martillo vibro-hincador)	Agua-Fauna / ruido submarino	Aumento de ruido marino y desplazamiento de fauna	Directo, temporal, reversible
Construcción	Operación de maquinaria y embarcaciones de apoyo	Aire / calidad del aire	Emisiones NOx, SO2, CO2, CO, GEI e incremento de ruido	Directo, temporal, local
Construcción	Manejo de residuos (peligrosos, urbanos, manejo especial)	Suelo-Agua / calidad	Riesgo de contaminación por residuos e hidrocarburos	Directo, potencial, mitigable, temporal
Construcción	Eutroficación asociada a suspensión de sólidos	Flora-Fauna / hábitat marino	Riesgo de floraciones algales nocivas	Indirecto, temporal, reversible
Construcción	Instalación de obra falsa y ensamble de prefabricados	Paisaje / componente visual	Perturbación/fragmentación visual del frente costero	Directo, temporal en obra; permanente por presencia de la estructura

Construcción	Contratación de mano de obra y demanda de insumos	Socioeconómico / empleo y economía local	Generación de empleo estacional y demanda de servicios	Directo, positivo, temporal
Operación y Mantenimiento	Atraque, desembarque de pescado, embarque de combustible	Agua / calidad del agua	Riesgo de contaminación por hidrocarburos y residuos	Directo, permanente, mitigable
Operación y Mantenimiento	Mantenimiento de elementos de sujeción del muelle	Agua / sustrato-estructura	Alteración local menor por actividades periódicas	Directo, periódico, baja magnitud
Operación y Mantenimiento	Operación del muelle como infraestructura pesquera	Socioeconómico / empleo y cultura pesquera	Empleo fijo, preservación cultural, desarrollo económico local	Directo, positivo, permanente

En la siguiente Tabla se identifica el conjunto de acciones específicas, planificadas y ejecutables que el promovente implementará para evitar la generación de impactos ambientales adversos, reducir o controlar su magnitud, extensión o duración.

Cada medida se clasifica conforme al criterio establecido en la propia Guía, mediante la letra inicial correspondiente a su naturaleza y un número consecutivo según su orden de aparición: Prevención (P), Mitigación (M), Compensación (C) y Restauración (R).

Para este proyecto, la totalidad corresponde a los tipos Prevención y Mitigación, sin incorporarse medidas de Compensación ni Restauración, congruente con dos criterios:

(i) el manejo del material producto del dragado, que será retirado en su totalidad a un sitio de disposición final autorizado en tierra, sin reincorporación al lecho marino; y (ii) la conclusión, sustentada en la valoración cuantitativa de impactos del presente capitulo, de que no se identifican impactos ambientales residuales significativos que ameriten medidas compensatorias o de restauración del sistema ambiental afectado.

Para cada medida se establece su objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución, así como los parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia correspondientes, a fin de permitir su evaluación objetiva, verificable, medible y reproducible durante el desarrollo del Proyecto, conforme al Programa de Vigilancia y Supervisión Ambiental descrito en este mismo capítulo.

Tabla 3. Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto.

Tipo de Medida	***Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución***	***Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia***
P1 — Prevención	Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos. Objetivo: reducir emisiones de combustión interna (NOx, SO2, CO2, CO y GEI). Periodicidad: conforme a programa de mantenimiento del fabricante. Plazo: durante toda la etapa de construcción.	Bitácoras de inspección y servicio; registro operativo individual por equipo; comprobante de trabajos realizados en taller autorizado.
M1 — Mitigación	Restricción de horario de operación a jornada diurna. Objetivo: control de emisiones sonoras y reducción de disturbio a fauna. Periodicidad: diaria, durante horario laboral. Plazo: etapa de construcción.	Registro de horarios de operación de maquinaria y embarcaciones de apoyo.
P2 — Prevención	Perforación limitada a vértices previamente señalizados, mediante camisa metálica temporal de método vibratorio. Objetivo: garantizar estabilidad geomorfológica y contener el dragado al vértice de hincado. Periodicidad: por cada uno de los 88 pilotes. Plazo: etapa de construcción.	Verificación de colocación de camisa metálica previo a cada hincado; control de pendiente, profundidad, altura, anchura y ángulo de excavación por vértice.
M2 — Mitigación	Manejo progresivo del material dragado. Objetivo: minimizar la superficie expuesta y la dispersión de sedimento. Periodicidad: colocación de 4 pilotes por día. Plazo: etapa de construcción.	Acopio en contenedor de 67 m3 sobre barcaza; retiro documentado al alcanzar 80% de capacidad.
M3 — Mitigación	Manejo y disposición final del material dragado en sitio autorizado en tierra. Objetivo: evitar la reincorporación de sedimento no controlado al medio marino y garantizar disposición conforme a normativa. Periodicidad: por cada retiro de contenedor. Plazo: etapa de construcción.	Manifiesto de transporte y disposición del material; constancia de recepción del sitio de disposición final autorizado.
P3 — Prevención	Plan de manejo de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial. Objetivo: prevenir contaminación por residuos generados en obra. Periodicidad: continua. Plazo: toda la etapa de construcción.	Alta como pequeño generador de RP; bitácora de entrada/salida de almacén móvil (NOM-052-SEMARNAT-2005); manifiestos de recolección y disposición.

P4 — Prevención	Barreras flotantes con cortina de geotextil, instaladas alrededor del área de dragado e hincado. Objetivo: contener sólidos suspendidos y controlar turbidez. Periodicidad: permanente durante actividades generadoras. Plazo: etapa de construcción.	Número de registros de su instalación; evidencia fotográfica de instalación y estado; parámetros físico-químicos del agua en el área e influencia.
P5 — Prevención	Kits anti-derrame y membranas de contención de hidrocarburos en la barcaza, con plan de acción específico ante derrame. Objetivo: prevención y respuesta inmediata ante fuga de hidrocarburos. Periodicidad: disponibilidad permanente en obra. Plazo: etapa de construcción.	Número y capacidad de kits instalados; número de capacitaciones a tripulación para atención a derrames; cantidad de residuos peligrosos recuperados en caso de evento.
P6 — Prevención	Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna acuática. Objetivo: minimizar afectación directa a fauna marina. Periodicidad: previo al inicio de cada actividad generadora de ruido/vibración. Plazo: etapa de preparación del sitio, previo a construcción.	Registro de individuos ahuyentados/reubicados; evidencia fotográfica; bitácora de ejecución del programa.
M4 — Mitigación	Delimitación física del área de trabajo mediante barreras flotantes. Objetivo: evitar la dispersión de residuos. Periodicidad: permanente durante obra. Plazo: etapa de construcción.	Verificación de perímetro delimitado; evidencia fotográfica de señalización del polígono de trabajo.
P7 — Prevención	Plan de Seguridad del proyecto, conforme a la Ley Federal del Trabajo y NOM-031-STPS-2011. Objetivo: proteger la integridad física de trabajadores, contratistas y personal involucrado. Periodicidad: continua, con simulacros periódicos. Plazo: todas las etapas de construcción.	Porcentaje de trabajadores capacitados; inspecciones periódicas; días laborales sin accidentes.
P8 — Prevención (Vigilancia)	Programa de Vigilancia y Supervisión Ambiental, transversal a todos los componentes. Objetivo: verificar cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención y mitigación; detectar desviaciones oportunamente. Periodicidad: recorridos periódicos durante toda la obra. Plazo: todas las etapas del Proyecto.	Bitácoras de supervisión ambiental; reportes de cuadrilla ambiental; registro de desviaciones y acciones correctivas aplicadas.

Este capítulo tiene como objetivo identificar las actividades que pudieran generar impactos ambientales y que por su magnitud e importancia provocaran un desequilibrio ecológico; identificando, describiendo y evaluando los impactos ambientales y las acciones que los causan, a fin de realizar una valoración que va de lo cualitativo a lo cuantitativo mediante una matriz de impactos, que permitirá valorar los cambios ocasionados por el

proyecto y a su vez establecer medidas de mitigación, prevención, compensación y restauración.

El proyecto del proyecto **"Construcción de Muelles para Pescadores en Manzanillo, Colima"** tiene contemplado ejecutar la instalación de dos muelles para embarcaciones menores dentro del área marina conocida como "playita de en medio" ubicada frente al mercado de pescadores, los cuales requieren el hincado de 88 pilotes, colocación de obra falsa para soporte e instalación de trabes y losas que ya se encuentran prefabricadas para conformar la estructura de soporte del muelle, con el propósito de realizar la conformación de áreas de atraque, protección y desembarque de productos de pesca para dar servicio al mercado de pescadores, el cual, se ejecuta como un proyecto de desarrollo social y económico que promueven las autoridades de los tres órdenes de gobierno para la generación de fuentes directas e indirectas de empleo.

En este contexto, el proyecta contempla actividades de dragado del suelo marino solo en los vértices de colocación de los pilotes a una profundidad de -8 m sobre el suelo marino, para posteriormente colocar los pilotes, una vez colocados sobre su vértice, se realizara el hincado de los mismo para después ensamblar sobre estos, estructuras prefabricadas de trabes y losas; este método constructivo reduce los impactos ambientales en el área marina, pues limitara el proceso constructivo al ensamble de los prefabricados sobre los pilotes además de emplear pernos y tornillos para su sujeción.

Los elementos prefabricados serán adquiridos y se almacenarán previamente a su uso en un área que se encuentra desarrollada con infraestructura urbana que corresponde al malecón y mercado de pescadores, por lo que el proyecto no contempla la afectación de otras áreas marinas, ecosistemas costeros, cambios de uso de suelo en manglares o dunas, como parte de obras provisionales.

De igual manera, las áreas destinadas al manejo de maquinaria, almacenamiento temporal de materiales, servicios auxiliares y obras complementarias se ubican dentro del área urbana, por lo que no será necesario realizar desmonte, despalme ni nivelación.

Es importante mencionar que el proyecto no contempla etapa de abandono, por lo que se realizaran mantenimientos preventivos para continuar con su uso a lo lardo del tiempo

A continuación, se presenta la identificación y análisis de los impactos ambientales potenciales asociados a las actividades del proyecto, asimismo, se evalúan los efectos relacionados con las actividades de preparación, construcción y operación y mantenimiento del proyecto.

Para la identificación de los impactos ambientales provocados por la implementación de la obra durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se aplicará la técnica de listados simples, el cual tiene un enfoque cualitativo, posteriormente será complementado con una valoración cuantitativa a través de la elaboración de una matriz doble entrada (Leopold modificada, Conessa – Fernandez -1997) donde se evaluaran los impactos, dando como resultado un listado de impactos ambientales que serán cuantificados y agrupados de acuerdo a su valor de importancia, posteriormente, se realizara una descripción y análisis de los resultados obtenidos a través de dicha evaluación.

La identificación se realizará siguiendo los pasos siguientes:

a) Elaboración de un resumen de actividades del proyecto (Tabla 4).
b) Desarrollo de una lista de verificación para determinar en qué etapa se presenta interacción con cada componente ambiental (Tabla 5).
c) Identificación de impactos potenciales asociados a cada factor ambiental (Tabla 6).

Valoración cuantitativa de impactos.

La ponderación se realizó mediante la Matriz de Leopold Modificada por Conesa (1997), que determina la importancia del impacto con base en diez parámetros.

Importancia del impacto = 3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC

Descripción de impactos significativos.

Una vez obtenidas las ponderaciones, se describen los impactos ambientales significativos para cada factor ambiental.

Para este análisis, las actividades del proyecto se agruparon en tres etapas operativas:

- ✓ Preparación del sitio
- ✓ Construcción
- ✓ Operación y mantenimiento

Tabla 4. Resumen de actividades del proyecto.

Actividad	***Descripción***
Etapa de preparación del sitio	
Actividades preliminares	- Revisión de ingeniería de proyecto para reconocimiento. - Delimitación y señalamiento de Zona de Seguridad Operativa y del polígono de proyecto. - Elaboración de los estudios, proyecto ejecutivo y diagnóstico de condiciones actuales. - Implementación de medidas ambientales (Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna marina)
Transportes de embarcaciones, maquinaria y equipo	- Transporte de flexifloat (barcaza) - Transporte de grúa. - Transporte de martillo de impacto. - Embarcaciones de apoyo a flexifloat - Transporte de maquinaria, equipos, materiales, provisiones y requeridos para manejo de residuos
Etapa de construcción.	
Hincado de pilotes	- *Rotulación y preparación de pilotes para el hincado* - Colocación de vértices para hincado de pilotes. - Dragado del área de hincado de pilote - Colocación previa de pilotes sobre vértices - Hincado de pilotes
Montaje de superestructura	- Montaje de trabes
Ensamble de prefabricados de trabes y losa	- Colocación y ensamble de prefabricados de trabes - Colocación y ensamble de prefabricados de losas - Sujeción de prefabricados con pernos y tornillos - Manejo de residuos peligrosos, sólidos urbanos y manejo especial
Etapa de Operación y Mantenimiento.	

Resguardo y atraque de embarcaciones menores	- Resguardo de embarcaciones menores de pesca - Desembarque de pescados - Embarque de combustible - Embarque de tripulantes y pescadores - Generación de residuos peligrosos, sólidos urbanos y manejo especial
Mantenimiento	- Mantenimiento de elementos de sujeción de muelle

Como resultado la lista de verificación de la Tabla 5, se identificó que, en la etapa de preparación del sitio se generan únicamente 6 impactos, en la etapa de construcción y operación se observan la mayor cantidad de impactos con 22 y 18 sucesivamente. En la Tabla 5 se presenta la lista de los impactos identificados según componente, factor ambiental y etapa de proyecto.

Tabla 5. Lista de verificación de impactos al ambiente.

COMPONENTE AMBIENTAL	*FACTOR AMBIENTAL*	*Preparación*	*construcción*	*Operación/Mto.*
Aire	Incremento de las emisiones NOx, SO2, CO2, CO Y GEI	X	X	X
	Aumento de Ruido		X	X
Suelo	Modificación del relieve marino		x	
	Suspensión de Solidos		X	
	Generación de residuos peligrosos		X	X
	Generación de residuos sólidos urbanos	X	X	X
	Generación de residuos manejo especial		X	x
Agua	Modificación de la calidad del agua		X	X
	Aumento de turbidez del agua		X	
	Arrastre de sedimento		X	
	Generación de residuos peligrosos	X	X	X
	Generación de residuos sólidos urbanos	X	X	X
	Generación de residuos manejo especial		X	
	Aumento ruido marino		X	X

	Modificación de hábitat		X	
	Eutroficación del agua			X
Flora	Floraciones algales nocivas			
			x	x
Fauna	Afectación a especies marinas		X	
	Modificación de hábitat			
	Desplazamiento de fauna marina		X	
Paisaje	Perturbación/Fragmentación		X	X
Socioeconómico	Generación de empleo estacional	X	X	X
	Generación de empleo fijo			X
	Demanda de insumos y servicios de construcción	X	X	X
	Preservación cultural de actividades primarias			X
	Preservación de valores históricos			X
	Desarrollo de economía local		X	X

Tabla 6. Identificación de impactos potenciales según factor ambiental.

COMPONENTE AMBIENTAL	*FACTOR AMBIENTAL*	*IMPACTO POTENCIAL*
Aire	Incremento de las emisiones NOx, SO2, CO2, CO Y GEI	Generación partículas y emisiones de gases invernadero
	Aumento de ruido	Generación de ruido
Suelo	Modificación del relieve marino	Alteración de la topoforma por actividades de extracción de suelo
	Suspensión de solidos	Suspensión del sedimento marino
	Generación de residuos peligrosos	Contaminación por residuos peligrosos
	Generación de residuos sólidos urbanos	Contaminación por residuos solido urbanos
	Generación de residuos manejo especial	Contaminación por residuos de m
Agua	Modificación de la calidad del agua	Cambio en los parámetros naturales del agua

	Aumento de turbidez del agua	Afectación a la claridad del agua que disminuye la penetración de luz
	Arrastre de sedimento	Arrastre de suelo y material fino a las zonas aledañas al proyecto
	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos peligrosos
	Generación de residuos sólidos urbanos	Generación de residuos solido urbanos
	Generación de residuos manejo especial	Generación de residuos de manejo especial
	Aumento ruido marino	Incremento del sonido en el fondo marino que puede interferir con la comunicación y comportamiento de la fauna
	Eutroficación del agua	Aumento de nutrientes en el mar
Flora	Floraciones algales Nocivas	Formación de mareas rojas.
Fauna	Afectación a especies marinas	Impacto negativo sobre fauna marina
	Modificación de hábitat	División del hábitat en áreas aisladas
	Desplazamiento de fauna marina	Movimiento de comunidades biológicas hacia nuevas áreas
Paisaje	Perturbación/Fragmentación	Modificación del paisaje natural
Socioeconómico	Generación de empleo estacional	Oportunidad de empleos durante las etapas de preparación y construcción
	Generación de empleo fijo	Oportunidad de empleos en etapa de la operación del proyecto
	Demanda de insumos y servicios de construcción	Requerimiento de materiales para la etapa de construcción
	Preservación cultural de actividades primarias	Conservación de prácticas tradicionales que refuerzan la identidad y el conocimiento local
	Preservación de valores históricos	Conservación de elementos y referencias históricas, identidad cultural y el patrimonio de una comunidad.
	Desarrollo de economía local	Crecimiento de actividades productivas

Criterios de evaluación empleados para valorar los impactos ambientales.

Una vez definidos los factores de cambio que se realizaran en el sistema ambiental, la matriz de importancia nos permite tener una valoración cuantitativa al nivel requerido para una evaluación del impacto ambiental simplificada.

La valoración cualitativa se efectuará a partir de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, nos dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Estos elementos tipo, o casillas de cruce, estarán ocupados por la valoración correspondiente a siete símbolos siguiendo el orden espacial, a los que se añade uno o más que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de los seis primeros símbolos anteriores.

Para la valoración de los impactos se asignan los siguientes criterios asignando valores que permiten su evaluación de acuerdo a la calidad ambiental.

SIGNO. –El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difícil de predecir.

Este carácter (x), también reflejaría efectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.

INTENSIDAD DEL IMPACTO (IN). -Se refiere al grado de afectación Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa, teniendo valores del 1 al 12 siendo el 1 la afectación mínima y 12 la destrucción casi total del factor

EXTENSIÓN (EX). - Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que le impacto tiene un carácter Puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto Parcial (2) y Extenso (4).

SINERGIA (SI). – Se refiere al reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado, Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor, se considera no sinérgico asignando un valor (1), presenta sinergismo moderado se asigna un valor (2), si es altamente sinérgico se agrega un valor (4).

PERSISTENCIA (PE). – Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto a partir de su aparición. Si dura menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor (1). Si dura entre 1 y 3 años, Temporal (2); entre 4 y 10 años, Pertinaz (4) y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como Permanente, asignándole un valor (8).

EFECTO (EF). - Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa-efecto. Si el efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta se considera directo o primario y se asigna un valor (2), si Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden, es indirecto o secundario con un valor (1).

MOMENTO (MO). - Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, asignándole un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 3 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de tres años, Largo Plazo, con valor asignado (1).

ACUMULACIÓN (AC). - Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera, si el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia se es simple con un valor (1), si el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto es acumulativo con un valor (4).

RECUPERABILIDAD (MC). – se refiere a la posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a

las condiciones iniciales (previstas a la acción) por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras, protectoras o de recuperación), si el efecto es totalmente recuperable de inmediato se asigna un valor (1), si es recuperable a mediano plazo se asigna un valor (2), si el efecto puede recuperarse parcialmente es mitigable con un valor (4), si es una alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana es irrecuperable con un valor (8)

REVERSIBILIDAD (RV). - Refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado como consecuencia de la acción acometida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales. Si es a Corto Plazo, se le asigna el valor (1), si es a Medio Plazo (2), si es a Largo Plazo (4)

PERIODICIDAD (PR). – Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, si el efecto se manifiesta de forma impredecible, se considera irregular y se asigna un valor (1), si el efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente se considera periódico y se asigna un valor (2), si el efecto se manifiesta constantemente en el tiempo se considera continuo y se agrega un valor (4).

IMPORTANCIA DEL IMPACTO (I). – se refiere a la relación mediante cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente.

Se representa como una función del valor asignado a los símbolos considerados anteriormente:

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

Tabla 7.-Criterios de evaluación empleados para valorar los impactos ambientales.

NATURALEZA		*INTENSIDAD (IN)* *GRADO DE DESTRUCCIÓN*	
Impacto benéfico		Baja	1
	+	Media	2
		alta	4
Impacto perjudicial	-	Muy alta	8
Extensión (EX) *(área de influencia)*		Momento (MO) (plazo de manifiesto)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	+4

Critica	+4		
Persistencia (PE) *permanencia del efecto*		Reversibilidad (RV) (reconstrucción por medios naturales)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI) *Potenciación de la manifestación*		Acumulación (AC) Incremento progresivo	
Sin sinergismo o simple	1	Simple	1
Sinergismo moderado	2		
Muy sinérgico	4	Acumulativo	4
Efecto (EF) *Relación causa - efecto*		Periodicidad (PR) Regularidad de la manifestación	
Indirecto o secundario	1	Irregular o aperiódico y esporádico	1
		Periódico o intermitente	2
Directo o primario	4	continuo	4
Recuperabilidad (MC) *Reconstrucción por medios humanos*		Importancia (I) Grado de manifestación cualitativa del efecto	
Recuperable de inmediato.	1		
Recuperable a mediano plazo	2	**I = ± [3 (IN) + 2 (EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]**	
Mitigable o compensable	4		
Irrecuperable	8		

Tabla 8.-Ponderación de los impactos ambientales

Ponderación de la importancia del efecto (I)	(CO)	COMPATIBLE	Menor o igual a 25
	(M)	MODERADO	Mayor que25 y menor o igual 50.
	(S)	SEVERO	Mayor que 50 y menor o igual que 75.
	(C)	CRITICO	Mayor que 75.

En las Tablas siguiente se presenta la ponderación de la importancia de los impactos para cada uno de los factores ambientales sobre los que tiene incidencia el proyecto.

Tabla 9. Matriz de valoración de impactos ambientales para etapa de preparación del sitio.

Componente ambiental		Impacto generado (derivado de acción).	SIGNO	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
preparación	Aire	Incremento de las emisiones NOx, SO2, CO2, CO Y GEI	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Aumento de ruido	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
	suelo	Modificación al relieve marino	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Suspensión de solidos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos peligrosos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos sólidos urbanos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos de manejo especial	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
	Agua	Modificación de la calidad del agua	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Aumento de la turbidez del agua	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Arrastre de sedimento	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos peligrosos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos sólidos urbanos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos de manejo especial	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Aumento del ruido marino	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Eutroficación del agua	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
	Flora	Floraciones algales nocivas	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
	Fauna	Afectación a especies marinas	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Modificación de hábitat	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Desplazamiento de fauna marina	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
	Paisaje	Perturbación/ Fragmentación	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13

	Socio económico	Generación de empleo estacional	+	1	2	2	2	1	1	4	4	4	1	26
		Generación de empleo fijo	+	1	2	2	2	1	1	4	4	4	1	26
		Demanda de insumos de construcción	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Preservación cultural de actividades primarias	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Preservación de valores históricos	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Desarrollo de economía local	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13

Tabla 10. Matriz de valoración de impactos ambientales para etapa de construcción del proyecto.

Componente ambiental		Impacto generado (derivado de acción).	IN SIGNO	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
construcción	Aire	Incremento de las emisiones NOx, SO2, CO2, CO Y GEI	- 1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	20
		Aumento de ruido	- 1	1	2	4	2	2	4	1	1	2	23
	suelo	Modificación al relieve marino	- 1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Suspensión de solidos	- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
		Contaminación por residuos peligrosos	- 1	2	2	2	1	1	4	4	4	1	26
		Contaminación por residuos sólidos urbanos	- 1	2	2	2	1	1	4	4	4	1	26
		Contaminación por residuos de manejo especial	- 1	2	2	2	1	1	4	4	4	1	26
	Agua	Modificación de la calidad del agua	- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
		Aumento de la turbidez del agua	- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
		Arrastre de sedimento	- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32

		Contaminación por residuos peligrosos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	32
		Contaminación por residuos sólidos urbanos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	39
		Contaminación por residuos de manejo especial	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Aumento del ruido marino	-	4	2	4	2	1	2	4	4	2	4	39
		Eutroficación del agua	-	4	2	4	2	1	2	4	4	2	4	39
	Flora	Floraciones algales nocivas	- 2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	40
	Fauna	Afectación a especies marinas	- 2	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	40
		Modificación de hábitat	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
		Desplazamiento de fauna marina	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
	Paisaje	Perturbación/ Fragmentación	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
	Socio económico	Generación de empleo estacional	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Generación de empleo fijo	+	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Demanda de insumos de construcción	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Preservación cultural de actividades primarias	+	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
		Preservación de valores históricos	+	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
		Desarrollo de economía local	+	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	40

Tabla 11. Matriz de valoración de impactos ambientales para etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Componente ambiental		Impacto generado (derivado de acción).	SIGNO	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I
Operación y mantenimiento	Aire	Incremento de las emisiones NOx, SO2, CO2, CO Y GEI	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Aumento de ruido	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
	suelo	Modificación al relieve marino	-	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
		Suspensión de solidos	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Contaminación por residuos peligrosos	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Contaminación por residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Contaminación por residuos de manejo especial	-	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
	Agua	Modificación de la calidad del agua	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Aumento de la turbidez del agua	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Arrastre de sedimento	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Contaminación por residuos peligrosos	-	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
		Contaminación por residuos sólidos urbanos	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Contaminación por residuos de manejo especial	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Aumento del ruido marino	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
		Eutroficación del agua	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
	Flora	Floraciones algales nocivas	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
	Fauna	Afectación a especies marinas	-	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
		Modificación de hábitat	-	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28
		Desplazamiento de fauna marina	-	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
	Paisaje	Perturbación/ Fragmentación	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	24
		Generación de empleo estacional	+	1	2	4	2	2	2	4	4	1	2	28

	Socio económico	Generación de empleo fijo	+	4	4	4	2	2	4	4	4	2	4	46
		Demanda de insumos de construcción	+	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	18
		Preservación cultural de actividades primarias	+	4	2	4	2	1	2	4	4	2	4	39
		Preservación de valores históricos	+	4	2	4	2	1	2	4	4	2	4	39
		Desarrollo de economía local	+	2	4	4	2	2	4	4	4	2	4	40

Análisis de resultados de la evaluación de impacto ambiental.

Como resultado del análisis de la evaluación de impacto ambiental se integra la siguiente tabla:

Tabla 12. Cuantificación de los impactos ambientales por etapas y componentes ambientales.

	ETAPA DEL PROYECTO					
COMPONENTES AMBIENTALES	**preparación**	**construcción**	**operación**	***TOTAL (-)***	***TOTAL (+)***	***TOTAL***
Aire	26	43	48	**117**	**0**	
Suelo	65	146	105	**316**	**0**	
Agua	104	273	183	**560**	**0**	
Flora	13	40	28	**81**	**0**	
Fauna	39	92	64	**195**	**0**	
Paisaje	13	24	24	**61**	**0**	
Socio económico	104	156	210	**0**	**470**	***1800***
		Total		***1330***	***470***	

De la matriz de valoración se identificaron un total 26 interacciones conformadas por los impactos ambientales subdivididos por 7 componentes ambientales (Aire, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, socio-económico)

Etapa de preparación

(CO)	COMPATIBLE	24
(M)	MODERADO	2
(S)	SEVERO	0
(C)	CRITICO	0

Etapa de construcción

(CO)	*COMPATIBLE*	*8*
(M)	MODERADO	*18*
(S)	SEVERO	*0*
(C)	*CRITICO*	*0*

Etapa de operación y mantenimiento

(CO)	*COMPATIBLE*	*15*
(M)	MODERADO	*11*
(S)	SEVERO	*0*
(C)	*CRITICO*	*0*

IV.4 RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, ACUMULATIVOS, SINÉRGICOS Y RESIDUALES, CONSIDERANDO CÓMO SE SUMAN LOS IMPACTOS DEL PROYECTO A LOS IMPACTOS EXISTENTES EN LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SUS EFECTOS, ASÍ COMO EL RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS.

En base a la cuantificación de impactos generados en los componentes ambientales durante cada una de las actividades realizadas para la ejecución del proyecto en las diferentes etapas, resulto que el componente ambiental con mayor impacto es el **agua** con una puntuación de **560 puntos**, **socio económico** con **470 puntos**, seguido del componente **suelo con 316,** el componente fauna con **195 puntos**, el **aire** con **117 puntos, flora con 81** y por último el **paisaje** con un porcentaje de **61 puntos**.

El componente con mayor puntuación es el agua, esto se debe a que el desarrollo de las actividades se llevara en el área marina, donde se contempla el movimiento de sedimentos marinos por dragado, lo que provocara aumento de turbidez del agua, arrastres de sedimentos y un aumento del aporte de residuos sobre todo durante el proceso constructivo y de operación y mantenimiento del proyecto

El segundo componente con mayor puntuación es el socio económico que presenta un alto porcentaje debido a la derrama económica que representa el proyecto para el municipio de Manzanillo, el proyecto desde su inicio y hasta la etapa de operación representa una fuente de empleos para la población local, así como para los municipios colindantes, también, requiere de la demanda de insumos y servicios durante la etapa de construcción y operación.

La alta puntuación sobre el componente suelo se debe principalmente a la modificación del relieve marino por actividades de dragado, la suspensión de sólidos, así como el aporte de residuos que se generan durante el proceso constructivo y de operación del proyecto.

Otro componente con una alta puntuación es el de fauna, debido principalmente al incremento de vibraciones, ruido marino y movimiento en el agua, lo que provocara el desplazamiento de la fauna durante la etapa de construcción del proyecto.

El componente aire presentara un aumento de las emisiones gases de combustión NOx, SO2, CO2, CO Y GEI derivados del movimiento de maquinaria pesada, vehículos y embarcaciones en las etapas de construcción y operación, de igual manera se prevé la generación de polvo derivado del retiro de sedimentos que contempla el proyecto.

La evaluación de impactos da como resultado un total de 47 puntos en los impactos compatibles y 31 puntos en impactos moderados, 0 puntos para impactos severos y 0 puntos para impactos críticos. La evaluación de los impactos considero el análisis de información del sitio de proyecto, estudio de corrientes, mareas, vientos, las condiciones actuales del sitio, batimetría, mecánica de suelo, calidad del agua y muestreo de flora y fauna marina, donde se observa que el sitio del polígono del proyecto presenta una fuerte presión antropogénica derivado de actividades comerciales portuarias y de pesca, la cercanía de la mancha urbana con el sitio, la modificación del sistema natural por proyectos anteriores a este y que se encuentran dentro de la misma área de influencia, por lo que los impactos generados durante el desarrollo del proyecto en todas sus etapas, será compatible con el nivel de perturbación en el que se encuentra actualmente el sitio, a su vez, los cambios en el paisaje se integraran a las condiciones urbanas del sistema ambiental.

IV.5 ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

IV.5.1 Análisis y descripción de los impactos ambientales significativos

En esta parte de la evaluación se describe los impactos ambientales que requieren atención especial en la identificación de las medidas de mitigación y sus indicadores de impacto.

De acuerdo con lo establecido por la Fracción IX, del Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) respecto al concepto relativo al impacto ambiental significativo tenemos que dicho reglamento lo define como:

> *"Impacto ambiental significativo o relevante: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales" (Fracción IX, Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, REIA).*

Impactos ambientales de Importancia crítica y severa

El proyecto se localiza en una zona marina inserta dentro de un contexto predominantemente urbano. El área de influencia directa e indirecta se caracteriza por una alta densidad de uso del suelo y de la superficie marina, con una presencia consolidada de infraestructuras y actividades comerciales, pesqueras y portuarias. Esta condición de antropización previa determina que el sistema ambiental receptor presente un grado de alteración preexistente, el cual ha sido considerado en la modelación y caracterización de los factores ambientales.

Con base en la metodología de identificación y valoración de impactos ambientales aplicada para la fase de preparación, construcción y operación del proyecto, se determinó lo siguiente:

- Impactos críticos: No se identificaron residuales o afectaciones de carácter irreversible que comprometan la resiliencia o viabilidad de los ecosistemas marinos y costeros locales.
- Impactos severos: Ningún factor ambiental (calidad del agua, dinámica de sedimentos, flora y fauna marina, o medio socioeconómico) experimentará modificaciones de alta magnitud que no puedan ser controladas o mitigadas mediante prácticas convencionales de manejo ambiental.

La magnitud y escala de las obras e infraestructura proyectadas se encuentran dimensionadas para articularse de manera armónica con la trama urbana y la dinámica portuario-pesquera existente. Al adaptarse a las condiciones de urbanización del entorno, el proyecto evita la fragmentación de hábitats no intervenidos y optimiza el uso del espacio marítimo-terrestre, garantizando la compatibilidad operativa y ambiental con las actividades productivas de la zona.

IV.5.2 Impactos ambientales de importancia moderada

Los impactos Moderado identificados en la ponderación se dan sobre principalmente sobre los componentes ambientales Agua, Socio económico, Suelo, Fauna en las actividades constructivas del proyecto, así como en la etapa de operación del mismo.

Tabla 13. Factores ambientales con impacto de bajo - moderado.

Componente Ambiental	Atributo Impactado	Actividad que lo genera
Aire	Incremento de las emisiones NOx, SO2, CO2, CO Y GEI	El uso de maquinaria, embarcaciones, y equipo pesado generara un aumento de las emisiones a la atmosfera.
	Aumento de ruido	El incremento de maquinaria, así como el martillo hincador de pilotes generan un aumento en el ruido ambiental.
Suelo	Modificación al relieve marino	El movimiento del fondo marino será modificado para el hincado de pilotes, sobre todo en los lugares que presentan suelo rocoso.
	Suspensión de solidos	El dragado de los vértices de los pilotes y las vibraciones para el hincado de pilotes generaran la suspensión del sedimento marino
	Contaminación por residuos peligrosos	La maquinaria pesada, vehículos y embarcaciones requieren de combustible y aceites para su funcionamiento, lo que puede generar derrames y residuos peligrosos, además, del uso de solventes, pinturas en aerosol y otros componentes con características CRETIB de acuerdo a la NOM- 052-SEMARNAT- 2005.
	Contaminación por residuos sólidos urbanos	La generación de los residuos sólidos urbanos proviene del uso de productos domésticos provenientes del personal de obra, oficinas móviles.
	Contaminación por residuos de manejo especial	La generación de los residuos de manejo especial provendrá de los recortes de materiales de obra principalmente madera, acero y concreto.

Agua	Modificación calidad del agua	La presencia de embarcaciones y el incremento de las actividades en el área marina modificara la calidad del agua.
	Aumento de turbidez del agua	Los sólidos suspendidos en la columna de agua disminuirán la entrada de luz, además, se disminuirá la visibilidad por la presencia de solidos suspendidos.
	Arrastre de sedimentos	La suspensión de solidos por las actividades de dragado y las vibraciones durante el hincado de pilote levantarán material fondo marino el cual se extenderá en la columna de agua y puede ser transportado por las corrientes marinas.
	Contaminación por residuos peligrosos	La maquinaria pesada, vehículos y embarcaciones requieren de combustible y aceites para su funcionamiento, lo que puede generar derrames y residuos peligrosos, además, del uso de solventes, pinturas en aerosol y otros componentes con características CRETIB de acuerdo a la NOM- 052-SEMARNAT- 2005.
	Contaminación por residuos sólidos urbanos	La generación de los residuos sólidos urbanos proviene del uso de productos domésticos provenientes del personal de obra, oficinas móviles.
	Contaminación por residuos de manejo especial	La generación de los residuos de manejo especial provendrá de residuos de construcción principalmente madera y acero.
Flora y fauna	Eutrofización del agua	La suspensión de solidos provenientes del fondo marino puede generar un aumento de nutrientes en el mar

	Floraciones algales Nocivas	La eutroficación del agua por incremento de materia orgánica en la columna del agua puede favorecer la proliferación de dinoflagelados que causan mareas rojas (FANs)
	Modificación de hábitat	La colocación de estructuras que contempla el proyecto en el fondo marino puede generar la división del hábitat en áreas aisladas
	Desplazamiento de fauna marina	El aumento de sedimentos, las vibraciones y ruidos generados en el polígono del proyecto generara movimiento de comunidades biológicas hacia nuevas áreas
Socio económico	Generación de empleo estacional y fijo	Estos impactos son positivos ya que el proyecto se deriva como una obra social que genera empleos en todas sus etapas.
	Preservación cultural de actividades primarias	El impacto es positivo ya que promueve la conservación de prácticas tradicionales como la pesca que refuerzan la identidad y el conocimiento local
	Desarrollo de economía local	El proyecto favorece el crecimiento de las actividades productivas primarias principalmente la pesca

COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: AIRE

Agente causal de impactos negativos*: Uso de maquinaria pesada,* tránsito de embarcaciones de apoyo, martillo vibro hincador.

Impacto potencial: Modificación de la calidad del aire por generación emisiones de gases invernadero, niveles de ruido y polvo.

Descripción del Impacto Ambiental: durante la operación del proyecto se generarán emisiones de gases asociadas a la combustión de diésel en equipos móviles

(principalmente CO, NOx y partículas finas). Asimismo, la operación de maquinaria pesada producirá niveles de ruido intermitentes, con mayor intensidad durante el hincado de pilotes, el trasporte del sedimento del dragado en el sitio del proyecto puede generar polvos fugitivos derivados del tránsito de maquinaria.

Estos impactos serán locales, de baja dispersión debido a la ubicación del proyecto, y temporales, en el sentido de que se presentan únicamente durante el periodo operativo y cesan al finalizar las actividades.

Indicadores:

Horas de operación y frecuencia de uso de maquinaria pesada
Horarios de trabajo por jornada
Horas de operación y frecuencia de embarcaciones

Significancia: *E*l impacto sobre la calidad del aire se considera compatible, mitigable y de efecto local, dado que la dispersión de los gases será limitada y no se prevén afectaciones a comunidades, viviendas o áreas habitacionales

La generación de ruido será puntual y limitada al área operativa, pudiendo ahuyentar fauna marina durante la operación.

La aplicación de medidas de prevención de riegos durante la operación de la maquinaria, el mantenimiento preventivo y control de velocidad permitirá mantener las emisiones dentro de niveles bajos.

COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: SUELO

Agente causal*: Dragado e hincado de pilotes: El dragado de los vértices para la colocación de los pilotes, el retiro del sedimento y* el hincado de generar la modificación del suelo marino natural, además de la aportación de residuos durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento del proyecto.

Impacto potencial: Modificación al relieve marino, solidos suspendidos, contaminación por residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.

Descripción del Impacto Ambiental: Las actividades de preparación del sitio para el hincado de pilotes requerirá modificar el suelo marino, por lo que se generara la

suspensión de sólidos, además, durante el proceso constructivo del muelle se generaran residuos principalmente residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos.

Estos impactos serán locales, puntuales en la ubicación del proyecto, y temporales, en el sentido de que se presentan únicamente durante el periodo operativo y cesan al finalizar las actividades.

Indicadores

- Colocación de 88 pilotes
- 388.78 m^3 de suelo arenoso removido por dragado
- Volumen de residuos manejados

Significancia: la afectación al suelo es directa, y de importancia moderada, debido a la extracción y movimiento del sustrato, además de la generación de residuos, no obstante, el impacto se considera mitigable y de efecto local debido a la escala y magnitud del proyecto, el impacto se considera reversible a corto plazo, siempre que se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: AGUA

Agente causal de impactos negativos: *La suspensión del sustrato generada por el hincado de pilotes provocara su dispersión en el fondo marino, a su vez, puede ser transportado en el área de influencia, por otra parte, el uso de maquinaria pesada y embarcaciones aumentara la presencia de residuos peligrosos, residuos de manejo especial y residuos sólidos urbanos*

- ***Impacto potencial***:
- Contaminación de agua por el mal manejo de residuos
- Contaminación del agua por hidrocarburos
- Generación de solidos suspendidos
- Disminución de oxígeno en el agua

Descripción del Impacto Ambiental:

a) Generación de sólidos suspendidos prevista una vez expuesto el suelo marino.

El movimiento de sedimentos del fondo marino generara la suspensión de sedimentos que estarán dispersos en el área del proyecto y se moverán con las corrientes marinas

Indicadores:

Los indicadores para este agente causal son los siguientes:

- Presencia de sólidos suspendidos
- Cambios en el pH del agua
- Disminución de oxígeno en el agua

Significancia: *E*l impacto sobre la calidad del agua se considera moderado y mitigable, ya que el sitio del proyecto es un área con presencia de estos impactos, el impacto será local, presente solo en el sitio de proyecto y área de influencia.

COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO: SOCIO ECONÓMICO

Agente causal de impactos negativos*: Uso de maquinaria pesada,* tránsito de embarcaciones de apoyo, manejo de sustancias químicas y peligrosas, actividades de mediano y alto riesgo.

Impacto potencial: Posibilidad de generación de incidentes o accidentes, derrames de hidrocarburos, hundimiento de maquinaria, perdida de vida humana.

Descripción del Impacto Ambiental: *El desarrollo del proyecto genera un impacto en la seguridad de los trabajadores, embarcaciones aledañas.*

El impacto será puntual y limitado al área de construcción, además, la aplicación de medidas de prevención de riegos permitirá mantener en cero los índices de incidencias.

Indicadores:

- *Días laborales sin accidentes.*
- *Análisis de seguridad del trabajo firmados.*
- *Platica de seguridad antes del inicio de actividades*

Significancia: *E*l impacto sobre la parte socio económica ya que el proyecto se realiza como una obra social que beneficiará al sector pesquero del municipio de Manzanillo, por otra parte, el riesgo que implica el proceso constructivo será moderado y es mitigable con medidas de seguridad adecuadas, planes de trabajo, análisis de riesgo y supervisión en actividades.

IV.6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Protocolo de Salud, Seguridad y Medio Ambiente para obras constructivas.

De conformidad con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento, el proyecto incorpora las medidas preventivas, de mitigación y compensación necesarias para su correcta ejecución y operación.

La constructora Muelles, Puentes y Caminos, S.A. DE C.V. cuenta con un protocolo de Salud, Seguridad y Medio Ambiente para obras constructivas, el cual establece que todas las actividades deben realizarse, priorizando la protección de las personas, la seguridad operacional y la prevención de impactos ambientales.

El proyecto "Construcción de Muelles para Pescadores en Manzanillo, Colima" operará, en apego a su protocolo de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, garantizando una ejecución preventiva, responsable del proyecto.

IV.6.1 Medidas de mitigación impactos severos.

Derivado de la identificación y caracterización de los impactos ambientales del proyecto “Construcción de Muelles para Pescadores en Manzanillo, Colima", el proyecto no contempla impactos severos o críticos.

IV.6.2 Medidas de mitigación para impactos moderados.

Las medidas siguientes se aplican a los impactos clasificados como **MODERADOS Y COMPATIBLES**, principalmente asociados a los factore **aire, suelo, agua, fauna** derivado suspensión de sólidos, generación de ruido, emisiones de gases NOx, SO2, CO2, CO Y GEI, generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Aire

Medida de mitigación

A) Control de emisiones sonoras.

Descripción Cualitativa:

Se implementarán acciones para mantener bajos los niveles de presión sonora, reduciendo las molestias al personal operativo y minimizando el disturbio a la fauna silvestre. Las operaciones se realizarán exclusivamente en horario diurno y se procurará mantener la maquinaria en condiciones óptimas para evitar ruidos excesivos por vibraciones o desajustes mecánicos.

Descripción cuantitativa de la medida:

- Realizar mantenimiento preventivo de toda la maquinaria en el taller autorizado de la empresa.
- Operación permitida solo en horario diurno para evitar disturbios en fauna nocturna.
- Ahuyentamiento preventivo de fauna previo al inicio de las actividades

B) Control de emisiones de combustión interna

Descripción Cualitativa:

Con el fin de reducir emisiones atmosféricas generadas por motores de combustión interna, se implementará un programa de mantenimiento preventivo para maquinaria y vehículos utilizados en la operación.

Descripción cuantitativa:

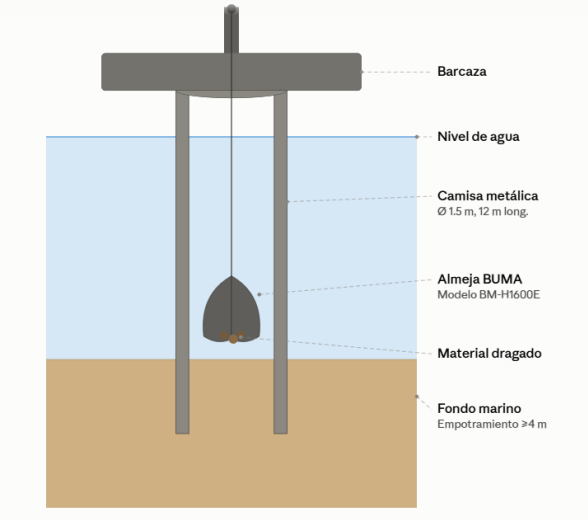
- Ejecución del Programa de Mantenimiento Preventivo con bitácoras de inspección y servicio.
- Registro operativo individual para cada equipo, documentando reparaciones, ajustes y parámetros de operación.
- Los trabajos mecánicos se realizarán en taller autorizado, evitando generación de residuos o emisiones dentro del proyecto o sus colindancias.

SUELO

A) Medida preventiva y de mitigación del impacto ambiental: Perforación solo en vértices señalizados

Descripción Cualitativa de la medida:

Se colocará una camisa metálica temporal mediante método vibratorio, con las siguientes características: Espesor de pared: 5/8", Diámetro: 1.5 metros, Longitud total: 12 metros el cual asegura que el dragado del terreno sea únicamente en el vértice donde va ser hincado el pilote para garantizar la estabilidad geomorfológica del sitio



El hincado de pilotes cuenta con un proceso constructivo establecido controlando pendiente, profundidad, altura, anchura y ángulos de excavación.

El material extraído del suelo marino será colocado en un contenedor de 67 m^3 para su posterior retiro a un sitio autorizado

Durante el proceso de perforación e hincado de pilote se colocará una barrera flotante para contención de solidos suspendidos, residuos peligrosos y residuos flotantes.

B) Prevención de arrastre de sedimentos y manejo de suelo marino

Descripción Cualitativa de la medida:

El retiro del suelo marino se realizará de manera progresiva, conforme avancen las etapas del plan de hincado de pilotes el cual contempla la colocación de 4 pilotes por día, con el objetivo de minimizar la superficie expuesta y reducir la susceptibilidad por el arrastre de sedimento por corrientes marinas.

La arena dragada será acopiada en la barcaza (flexifloat) en un contenedor de 67 m^3, el cual se retirará cuando este en un 80% de su capacidad y se volverá a incorporar nuevamente a la barcaza para iniciar el ciclo.

Se colocarán barreras flotantes alrededor del área de dragado para evitar el transporte de sedimentos fuera del polígono del proyecto.

C) Plan de Manejo integral de residuos.

Descripción Cualitativa

Residuos peligrosos (RP). Se realizará un plan de manejo de residuos peligrosos, mismo que se dará de alta como pequeño generador de residuos peligrosos ante la autoridad, se colocara un almacén móvil de residuos de acuerdo a la NOM- 052- SEMARNAT-2005, se mantendrá una bitácora de registro de entrada y salida de residuos peligrosos, para evitar riesgos de contaminación por hidrocarburos se aplicarán medidas de mantenimiento preventivo menor a maquinaria y vehículos, evitando fugas que puedan afectar el área marina o el suelo, la maquinaria que requiera mantenimiento mayor será retirada del sitio del proyecto a un área autorizada para realizar las reparaciones.

Residuos sólidos urbanos (RSU). Se estima que el proyecto genere un total de 7 kilogramos diarios de residuos sólidos urbanos, por lo que se instalaran contenedores de 200 litros con tapadera y seguro, que llevaran etiquetas de identificación de residuos para su correcta segregación en puntos estratégicos de las áreas operativas. Los residuos serán recolectados, clasificados y separados para posteriormente retirarlos de manera diaria al relleno sanitario autorizado por el municipio de Manzanillo, no se almacenarán residuos sólidos urbanos en el sitio, se contará con un convenio para su disposición final a fin de garantizar la disposición final de los mismos.

Residuos de manejo especial (RME) Los residuos de construcción como madera, recortes de metal, plásticos, nylon serán colocados en un área acordonada y señalizada como área temporal de acopio y posteriormente retirados hacia el sitio de disposición final, el cual será un sitio autorizado por la autoridad ambiental estatal, las aguas residuales provenientes de sanitarios móviles serán retiradas y manejadas por un prestador de servicio privado con autorización ambiental vigente.

Descripción cuantitativa de la medida

- Número y capacidad de los contenedores instalados para RSU y evidencia fotográfica de su ubicación.
- Verificación de instalación del almacén móvil de residuos peligrosos (jaula)
- Frecuencia diaria de retiro de RSU conforme al nivel de generación (80 % de capacidad).
- Comprobantes y manifiestos de recolección y disposición de aguas residuales por empresa autorizada.

- Bitácoras de mantenimiento y evidencia fotográfica del estado de los sanitarios portátiles.
- Autorización vigente del prestador de servicios encargado del manejo de aguas residuales.
- Bitácoras de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos como medida de prevención de fugas.
- Manifiestos o tickets de retiro de residuos.

AGUA

Medida preventiva y de mitigación del impacto ambiental:

A) Retención de sedimentos y turbidez del agua

Impacto	***Cómo lo controla***
Arrastre de sedimentos *Contaminación por residuos peligrosos, sólidos urbanos y manejo especial* *Aumento de turbidez del agua*	Colocación de barreras flotantes de contención, habilitación membranas de contención de hidrocarburos y kits anti derrames en barcaza Programa de trabajo progresivo, plan de acción en caso de derrame de hidrocarburos

El proyecto contempla la habilitación de barreras flotantes con geotextil para la contención de los sólidos suspendidos y residuos sólidos urbanos y de manejo especial, las cuales se instalarán alrededor del sitio de dragada e hincado de pilotes, se contempla un programa de trabajo progresivo con la instalación de 4 pilotes diarios, se habilitaran membranas de contención de hidrocarburos y kits anti derrames en la barcaza, esta medida se reforzara con un plan de acción en caso de derrame el cual se hará extensivo a la tripulación de la barcaza.

Descripción Cualitativa de la medida:

El hincado de pilotes cuenta con un proceso constructivo establecido controlando pendiente, profundidad, altura, anchura y ángulos de excavación. La arena dragada será acopiada en la barcaza (flexifloat) en un contenedor de 67 m^3, el cual se retirará cuando este en un 80% de su capacidad y se volverá a incorporar nuevamente a la barcaza para iniciar el ciclo.

Barrera flotante de contención de sólidos

Se colocará una barrera flotante alrededor del área de trabajo la cual tendrá una cortina de geotextil que permitirá contener los sólidos suspendidos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el agua evitando el arrastre del sedimento

Descripción cuantitativa de la medida

- *Numero de kits anti derrames*
- *Cantidad de barreras colocadas*
- *Numero de capacitaciones o platicas realizadas*
- *Cantidad de residuos retirados del área marina*
- *Parámetros físico químicos del agua en el proyecto.*



B) Plan de Manejo integral de residuos.

Descripción Cualitativa

Residuos peligrosos (RP). La barcaza tendrá un kit anti derrames marino capaz de contener un posible derrame en el mar, se colocarán absorbentes y desengrasantes biodegradables para la contención y limpieza de estos. Los residuos serán manejados de acuerdo al plan de manejo, el personal a bordo de la barcaza estará preparado para la atención a posibles derrames, se suspenderán todas las maniobras en caso de presentar alguna falla en la maquinaria.

Residuos sólidos urbanos y de manejo especial (RSU). Se instalará una barrera flotante alrededor del área de construcción del muelle que contendrá los residuos sólidos urbanos como botellas, embaces plásticos y residuos de contenedores de comida y residuos de manejo especial como madera que se pudieran generar, una cuadrilla de personal realizara la limpieza de los residuos que pudieran caer con la ayuda de una embarcación

Descripción cuantitativa de la medida

- Número y capacidad de los kits de contención instalados en barcaza.
- Numero de capacitaciones para atención a derrame de hidrocarburo
- Frecuencia de retiro de residuos en barcaza conforme al nivel de generación (semanal, mensual o cuando se alcance el 80 % de capacidad).

- Cantidad de residuos peligrosos recuperados
- Bitácoras de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos como medida de prevención de fugas.
- Manifiestos de retiro de residuos.

SOCIO ECONOMICO

A) **Medida preventiva y de mitigación del impacto ambiental**: Plan de seguridad del proyecto

Descripción Cualitativa de la medida:

El Plan de Seguridad tiene como objetivo establecer las medidas preventivas y de control necesarias para proteger la integridad física y la salud de los trabajadores, contratistas y personal involucrado durante la ejecución del proyecto del muelle de pescadores. Su aplicación se realizará durante todas las etapas de construcción, mediante la identificación y evaluación de los riesgos asociados a las actividades, maquinaria, equipos y condiciones propias de la obra.

Las medidas de seguridad se implementarán de conformidad con la Ley Federal del Trabajo y las Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social aplicables, particularmente la NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como las disposiciones correspondientes en materia de equipo de protección personal, señalización, trabajos en altura, soldadura y corte, manejo de materiales, instalaciones eléctricas y servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo

Descripción cuantitativa de la medida:

- Porcentaje de trabajadores capacitados
- Inspecciones periódicas y registro de cumplimiento
- Número de permisos de trabajo emitidos y verificaciones de cumplimiento
- Simulacros y ejercicios de respuesta
- Número de eventos registrados, investigados y con medidas correctivas implementadas
- implementación de un área de amortiguamiento segura de trabajo

IV.6.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Se implementará un programa de inspección ambiental con el objetivo de verificar la correcta aplicación y funcionamiento de las medidas de control ambiental durante todas las etapas del proyecto. El programa permitirá identificar oportunamente desviaciones, daños incipientes o fallas operativas, y aplicar acciones correctivas inmediatas.

Las inspecciones abarcarán, de manera integrada, los siguientes elementos:

- Plan ambiental para el proyecto
- Generación de una cuadrilla ambiental
- Recorridos de supervisión ambiental para cumplimiento de medidas preventivas
- Condiciones de manejo de residuos.
- Colocación de barreras para el control de solidos suspendidos
- Señalización ambiental y de seguridad
- Evidencia de afectación a flora y fauna.

Este programa se ejecutará como parte del protocolo Ambiental y HSSE del proyecto.

IV.6.4 RESUMEN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El proyecto contempla un Protocolo de Salud, Seguridad y Medio Ambiente, orientado a prevenir y controlar los impactos ambientales y los riesgos asociados a las actividades constructivas, no se identifican impactos ambientales severos ni críticos, por lo que las medidas se concentran en impactos de nivel moderado y compatible, clasificadas a continuación por componente ambiental y tipo de medida (P: Prevención, M: Mitigación, C: Compensación, R: Restauración).

Aire

- **(P1) Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos**, con bitácoras de inspección y servicio, ejecutado en taller autorizado, para el control de emisiones de combustión interna (NOx, SO_2, CO_2, CO y GEI).
- **(M1) Restricción de horario de operación** a jornada diurna, para control de emisiones sonoras y reducción de disturbio a fauna.

Estas medidas son consistentes con la escala del Proyecto frente a la contaminación atmosférica identificada en la Región Ecológica, al ser el aporte del Proyecto temporal y acotado a la etapa constructiva, la aplicación de estas medidas es suficiente para mantener el efecto dentro de un ámbito local y no acumulativo.

Suelo

- **(P2) Perforación limitada a vértices previamente señalizados**, mediante camisa metálica temporal de método vibratorio (espesor de pared 5/8", diámetro 1.5 m, longitud 12 m), controlando pendiente, profundidad, altura, anchura y ángulos de excavación.
- **(M2) Manejo progresivo del material dragado**: colocación de 4 pilotes por día para minimizar superficie expuesta; acopio en contenedor de 67 m^3 sobre la barcaza (flexifloat), con retiro al alcanzar 80% de capacidad.
- **(P3) Plan de manejo de residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial**, con registro como pequeño generador de RP, almacén móvil conforme a NOM-052-SEMARNAT-2005, bitácora de entrada/salida y retiro de maquinaria que requiera mantenimiento mayor fuera del sitio.

Agua

- **(P4) Barreras flotantes con cortina de geotextil**, instaladas alrededor del área de dragado e hincado, para contención de sólidos suspendidos y control de turbidez.
- **(P5) Kits anti-derrame y membranas de contención de hidrocarburos** en la barcaza, con plan de acción específico para atención a derrames, extensivo a la tripulación.
- **(M3) Plan de manejo integral de residuos en agua**: manejo diferenciado de RP, RSU y RME generados en el área marina de trabajo, con cuadrilla de retiro apoyada por embarcación.

Fauna

- **(P6) Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna acuática**, implementado desde la etapa de preparación del sitio, previo al inicio de actividades generadoras de ruido y vibración.
- **(M4) Delimitación física del área de trabajo (malla),** que reduzcan la exposición de fauna al área de intervención directa.

Flora

No se identifican medidas de mitigación aplicables a este componente por ausencia de afectación directa: el Proyecto no contempla remoción de manglar, dunas ni vegetación de ningún tipo. Se considera pertinente señalar expresamente esta condición, dado que la pérdida de manglar constituye la problemática ambiental de mayor relevancia identificada en la Región Ecológica.

Paisaje

El efecto sobre este componente se considera de baja significancia por tratarse de una obra que refuerza la vocación pesquera-portuaria ya consolidada del frente costero intervenido; no se identifican medidas de mitigación específicas adicionales a la delimitación y señalización del área de obra ya contempladas para otros componentes.

Socioeconómico

- **(P7) Plan de Seguridad del proyecto**, con identificación y evaluación de riesgos, capacitación, inspecciones periódicas, permisos de trabajo, simulacros y registro/investigación de incidentes, conforme a la Ley Federal del Trabajo y la NOM-031-STPS-2011.

Programa de Vigilancia Ambiental (transversal a todos los componentes)

Se implementará un programa de inspección ambiental para verificar la correcta aplicación y funcionamiento de las medidas anteriores durante todas las etapas del Proyecto, permitiendo identificar oportunamente desviaciones y aplicar acciones correctivas. Las inspecciones cubrirán manejo de residuos, condición de barreras de contención, señalización ambiental y de seguridad, como parte del protocolo Ambiental y HSSE del Proyecto.

IV.6.5 IMPACTOS RESIDUALES SEGÚN COMPONENTE AMBIENTAL

El análisis de impactos residuales se realiza una vez considerada la aplicación de las medidas de prevención y mitigación descritas en el presente capítulo, y se contrasta contra la línea base de problemática ambiental regional identificada en la Bahía de Manzanillo, a fin de determinar si los efectos remanentes del Proyecto se suman de manera significativa a las presiones ambientales preexistentes en la Región Ecológica.

Suelo

Las actividades de perforación e hincado de pilotes se limitan a los 88 vértices previamente establecidos, con un volumen de dragado de 388.78 m^3. El material dragado será retirado en su totalidad (100%) del área marina de trabajo y trasladado a un sitio de disposición final autorizado en tierra, sin contemplarse su reincorporación al lecho marino.

Contrastado contra la escala de intervención regional documentada, el dragado recurrente de API Manzanillo en la Laguna del Valle de las Garzas y, particularmente, el proyecto de ampliación "Puerto Nuevo Manzanillo" con más de 1.7 millones de m^3 de dragado, tablestacado y relleno, el volumen del presente Proyecto representa una fracción muy baja (del orden de 0.02%) de la escala de remoción de sedimento que ya se ejecuta en la misma Región Ecológica.

A diferencia de un esquema de reincorporación, el retiro definitivo del material implica una **modificación permanente y puntual del perfil batimétrico** en cada uno de los 88 vértices de hincado, coincidente con la huella de cimentación de los pilotes (218 m^2 de superficie de contacto permanente). Esta modificación es de extensión puntual y magnitud reducida frente a la escala regional de dragado y disposición de sedimento ya normalizada en la zona portuaria, por lo que el efecto residual sobre este componente se considera de baja significancia acumulativa: no introduce un nuevo vector de alteración geomorfológica relevante en la bahía, sino una intervención puntual y de pequeña escala dentro de un régimen ya consolidado en la Región Ecológica.

Agua

El incremento temporal de turbidez y sólidos suspendidos, controlado mediante barreras flotantes con cortina de geotextil, ocurre dentro de un cuerpo de agua que ya presenta contaminación documentada derivada del tráfico marítimo intenso, así como antecedentes recurrentes de contaminación por hidrocarburos asociados a la operación portuaria y a la Terminal Marítima de Pemex, el efecto residual del Proyecto no debe evaluarse como si ocurriera en un cuerpo de agua en buen estado de conservación, sino como una adición temporal y controlada dentro de un sistema acuático con carga contaminante de fondo ya presente. Bajo ese contraste, el efecto residual del Proyecto (localizado, reversible en el corto plazo, sin aporte de contaminantes persistentes como el TBT) es de menor intensidad relativa que la problemática de fondo de la Región Ecológica, pero **no es cero**.

Por lo cual, el programa de vigilancia ambiental incluirá un muestreo de calidad de agua previo al inicio de obra (línea base específica del polígono), a fin de distinguir con evidencia técnica la contribución del Proyecto de la contaminación preexistente de origen portuario.

Aire

Las emisiones temporales de NOx, SO_2, CO_2, CO y GEI, asociadas a maquinaria y equipos de construcción, se suman a una atmósfera regional ya presionada por la operación del puerto como fuente de contaminación atmosférica y emisión de gases de efecto invernadero. A diferencia de esa fuente industrial permanente, el efecto residual del Proyecto es acotado a la duración de la etapa de construcción y cesa por completo al concluir dicha etapa, por lo que no constituye una fuente adicional y permanente de deterioro de la calidad del aire de la Región Ecológica, sino una adición transitoria y de magnitud comparativamente menor frente a la fuente industrial ya existente.

Flora

Este componente no fue desarrollado en la versión original, y su inclusión es relevante porque la problemática ambiental más significativa identificada en la Región Ecológica es precisamente la pérdida de manglar por expansión de infraestructura y turismo, con reducción documentada de su capacidad de barrera natural ante eventos extremos. El Proyecto no contempla afectación de manglares, dunas ni cambio de uso de suelo forestal, al ubicarse íntegramente sobre zona marina. En consecuencia, el efecto residual sobre este componente es nulo respecto del vector de mayor preocupación regional (pérdida de manglar).

Fauna

El desplazamiento temporal de fauna marina por ruido, vibración y suspensión de sedimentos ocurre en un ecosistema donde la problemática regional ya documenta sobrepesca y degradación de hábitats marinos por contaminación y cambio climático. El efecto residual del Proyecto (reversible, de extensión puntual al polígono y su área de influencia inmediata) no añade una presión estructural nueva sobre la fauna marina de la bahía, pero tampoco es independiente de esa condición de deterioro previo: la capacidad de recuperación de la fauna ante el disturbio temporal del Proyecto depende, en parte, del estado de salud del ecosistema receptor, que ya se encuentra bajo presión antropogénica regional. Ante lo cual se implementará un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna acuática.

Paisaje

La perturbación y fragmentación visual del Proyecto se integra a un paisaje costero que ya se encuentra en un proceso de transformación regional (urbanización, expansión portuaria, infraestructura turística). Al tratarse de una obra de menor escala que se inserta en un frente costero ya consolidado como zona urbana, portuaria y pesquera, el efecto residual paisajístico es de baja significancia, no introduce un elemento incongruente con la trama urbano-portuaria existente, sino que refuerza la vocación pesquera ya presente en el sitio.

Socioeconómico

Este es el único componente con efecto residual **positivo** documentado en la matriz, lo cual adquiere mayor relevancia al vincularse con la condición socioeconómica regional: el 30% de la población del municipio de Manzanillo vive en condición de pobreza. El Proyecto, al generar empleo fijo y estacional, preservar la práctica cultural de la pesca artesanal y fortalecer la economía local del sector pesquero, no solo evita agravar una problemática social ya identificada en la Región Ecológica, sino que contribuye directamente a atenuarla.

Conclusión

Contrastados los impactos residuales del Proyecto contra la problemática ambiental existente en la Región Ecológica, se concluye que ninguno de los componentes analizados presenta un efecto residual que se sume de forma significativa a las presiones regionales ya documentadas, con excepción del componente socioeconómico, cuyo efecto residual positivo contribuye activamente a mitigar una condición social preexistente.

En los componentes agua y aire, donde la Región Ecológica presenta la mayor carga de contaminación de origen industrial y portuario, el efecto residual del Proyecto es de carácter temporal, controlado y de magnitud comparativamente menor frente a las fuentes permanentes ya identificadas, sin que ello exima al promovente de fortalecer el programa de vigilancia ambiental con línea base específica de calidad de agua, conforme se recomienda en el análisis de este componente.

IV.7 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LA EXTENSIÓN E INTENSIDAD DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS, SINÉRGICOS, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES ANTES SEÑALADOS Y SUS EFECTOS.

Una vez identificados, descritos y evaluados los impactos ambientales del proyecto, así como analizados sus efectos residuales frente a la problemática ambiental preexistente en la Región Ecológica **"Garzas_Sn Pedrito**", resulta necesario delimitar el Área de Influencia (AI) del proyecto, entendida como la superficie donde se manifiestan de manera perceptible los efectos directos e indirectos de las obras y actividades proyectadas, conforme a su extensión, intensidad y persistencia.

Esta delimitación se deriva directamente del comportamiento real de los impactos caracterizados en los apartados precedentes de este capítulo (particularmente los asociados a la generación de sólidos suspendidos, ruido subacuático y alteración puntual del lecho marino durante las etapas de dragado e hincado), así como de las condiciones físicas y ambientales específicas del sitio que determinan su alcance espacial efectivo.

Criterios para la delimitación del área de influencia

Para realizar la delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto, se consideraron los siguientes criterios:

- Localización espacial del proyecto
- Magnitud del proyecto
- Sistema ambiental
- Medio físico del área marina
- Características geotécnicas del sitio de emplazamiento
- Magnitud de los impactos ambientales

El límite del Área de Influencia se fundamenta principalmente en la extensión del proyecto, las condiciones batimétricas, el régimen de oleaje y corrientes, las características geotécnicas y granulométricas del fondo, la capacidad potencial de dispersión de sedimentos, las condiciones de calidad del agua, la distribución de los componentes biológicos y la presencia de actividades portuarias y pesqueras preexistentes.

Estos criterios nos permiten establecer un límite ambientalmente funcional y técnicamente sustentado, en concordancia con los criterios señalados por SEMARNAT, evitando utilizar una distancia arbitraria como único criterio de delimitación. En

particular, la incorporación de la hidrodinámica local y de las características del sedimento permite ajustar el área marina a las condiciones reales del sitio y a la magnitud y alcance espacial de los impactos potenciales.

En el **Anexo 8** se pueden consultar el archivo georreferenciado del área de influencia del área de influencia del proyecto (UTM, Datum WGS84).

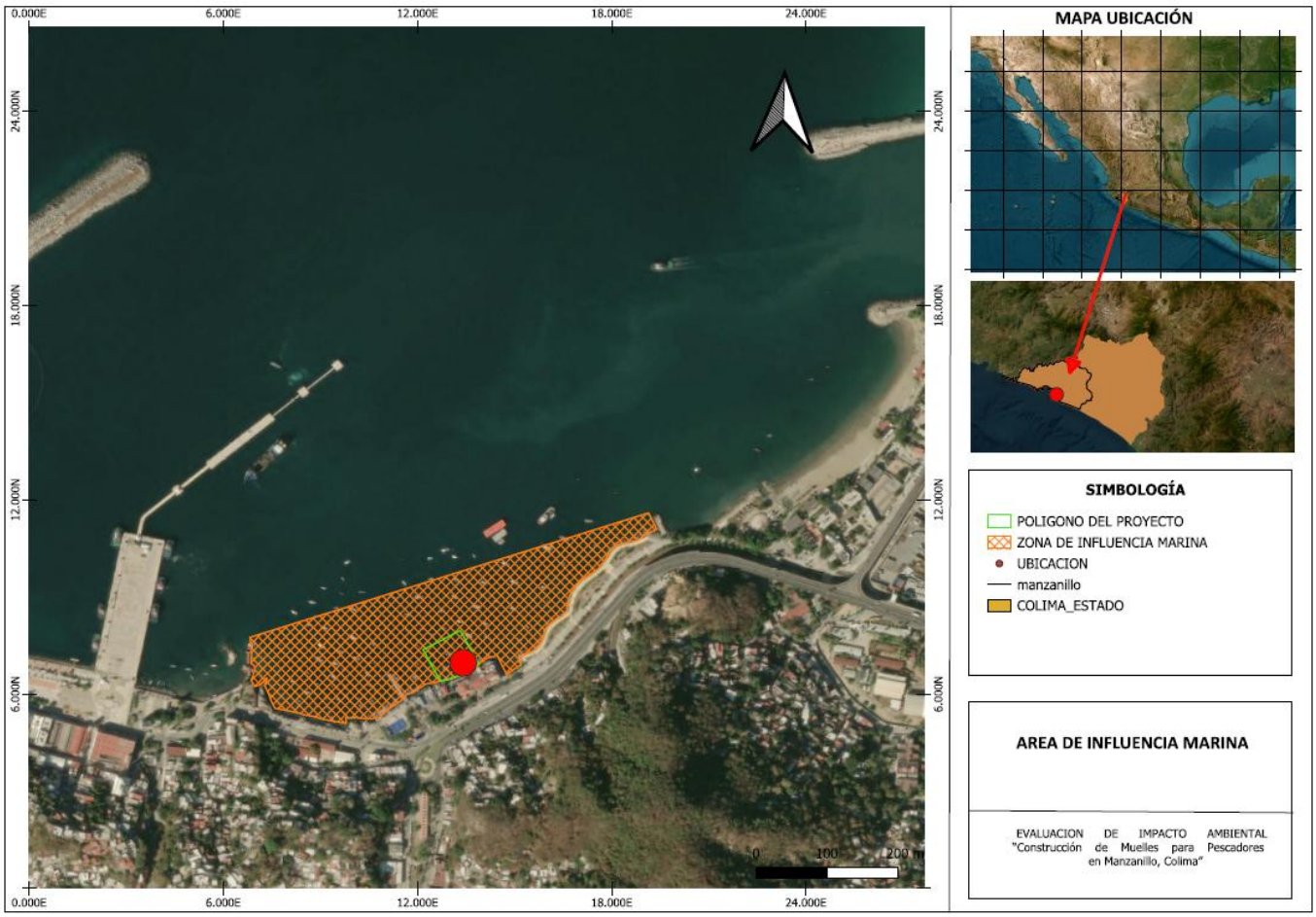


Figura 2. Zona de Influencia del proyecto.

IV.8 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL.

Para el presente Proyecto no se contemplan medidas de compensación ni de restauración ambiental, toda vez que los impactos ambientales identificados en las etapas del proyecto son de naturaleza compatible o moderada, y serán atendidos en su totalidad mediante las medidas de prevención y mitigación ya descritas, concluyéndose que no generan afectaciones permanentes ni significativas que ameriten medidas compensatorias o de restauración, dado el carácter puntual, controlado y de baja magnitud de las actividades previstas en esa etapa, así como la ausencia de remoción de vegetación, cambio de uso de suelo o afectación a cuerpos de agua que requiera reparación del sistema ambiental.

IV.9. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Aké Turriza, K.A., Cahuich Cruz, O.D., Díaz Lázaro, M., Mas Qui, O.O., Pan Barcel, J.A., Rivera-Arriaga, E., y Peña-Puch, A.C. (2025). *Diagnóstico del Manejo Integrado Costero en Manzanillo, Colima: gobernanza, modelos de evaluación y estrategias de resiliencia*. JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático, 7(1): 27-54. DOI: 10.26359/52462.0703

CFE (2023). *Datos operativos y ambientales de plantas termoeléctricas*. Comisión Federal de Electricidad.

González, R. (2021). *Estadísticas de afluencia turística en Manzanillo, Colima*.

Oceana México (2024). *Decálogo para transformar la pesca en México*. Disponible en: https://mx.oceana.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/12/decalogo-web.pdf

IPCC (2021). *Cambio climático 2021: Bases físicas*. Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

Antúnez, P. (2024). *Mangrove Area Trends in Mexico Due to Anthropogenic Activities: A Synthesis of Five Decades (1970–2020)*. Coasts, 4(4): 726-739. DOI: 10.3390/coasts4040038

IPEN (2022). *Reporte sobre contaminación de cuerpos de agua costeros en México*. International Pollutants Elimination Network.

Universidad de Colima & Administración Portuaria Integral de Manzanillo (2022). *Seguimiento ambiental Puerto de Manzanillo: calidad del agua — parámetros físico-químicos y microbiológicos, enero–julio 2022* [Informe técnico]. Disponible en: https://www.puertomanzanillo.com.mx/upl/sec/2023/CALIDAD-DEL-AGUA-PAR%C3%81METROS-F%C3%8DSICO-QU%C3%8DMICOS-JULIO-2022.pdf

2024

“ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO PARA LA ADECUACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL MUELLE DE PESCADORES Y CONTINUACIÓN DEL PASEO SAN PEDRITO, ASIPONA MANZANILLO.”



ESTUDIOS DE HIDRODINÁMICA MARITIMA.

Elaborado para:

ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL DE MANZANILLO (ASIPONA)

JULIO, 2024

Índice

1. Introducción ……2
2. Antecedentes……..2
3. Objetivo del estudio……2
4. Zona de estudio……..3
   4.1. Localización del sitio……..3
   4.2. Clima……4
   4.3. Morfología costera ……5
   4.4. Información del Puerto ……..6
5. Hidrodinámica costera……..……7
   5.1. Vientos……..7
   5.2. Oleaje (Propagación y Agitación) ……10
      5.2.1. Refracción, Difracción y Reflexión……28
   5.3. Mareas……..30
   5.4. Corrientes……35
6. Conclusiones……..……38
   Referencias ……36

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

1. Introducción

El estudio de hidráulica marítima, permite caracterizar el comportamiento del mar en una zona específica, realizar este tipo de estudios ayuda a conocer los parámetros que nos permitirán diseñar obras portuarias además de tener las consideraciones necesarias cuando se requieren realizar adecuaciones o modificaciones a obras ya existentes.

Este estudio permitirá realizar el diseño del proyecto ejecutivo para la adecuación y distribución del muelle de pescadores y continuación del Paseo San Pedrito, ASIPONA Manzanillo. Los trabajos que se deriven deberán considerar lo dispuesto en las especificaciones vigentes de la SCT; la ley de obra pública y servicios relaciones con las mismas y reglamento de la ley de obra.

2. Antecedentes

Debido a la importancia que el puerto de Manzanillo tiene por ser uno de los principales puertos exportadores y uno de los puertos turísticos más concurridos, debe estar en constante adecuación según las necesidades. La Administración del Sistema Portuario Nacional Manzanillo se ha planteado como misión consolidarse como una institución modelo en la prestación de Servicios Portuarios de Calidad, para facilitar el desplazamiento de personas y bienes con seguridad, comodidad, rapidez y economía.

Como parte del programa de vinculación Puerto-Ciudad, la API informo que el 19 de mayo de 2009 iniciaría con los trabajos para la construcción de un muelle para las embarcaciones pesqueras y de servicios turísticos en el malecón del Espíritu Santo, trabajos que concluyeron el día 23 de agosto y fueron entregados el 14 de noviembre de ese mismo año.

El proyecto estuvo conformado por la construcción de una estructura tipo espigón formada por dos módulos con longitud de 25.51 metros cada uno, cuenta con escaleras de servicios para ambos extremos de atraque, bitas de amarre y sujeción y defensa ancladas en pantalla para evitar golpeteó directo de las embarcaciones pesqueras. Sin embargo, se ha detectado la necesidad de realizar adecuaciones al muelle por el incremente en el número de embarcaciones.

3. Objetivo del estudio

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- Obtener la caracterización de los vientos en el puerto de Manzanillo, así como el tipo de marea y las corrientes en el muelle de pescadores, con el objetivo de proporcionar los parámetros necesarios en el diseño de estructuras marítimas.
- Realizar un estudio de propagación de oleaje que permita caracterizar las olas de la bahía de Manzanillo y del muelle de pescadores, que nos proporcione información como, la altura de ola significante, el periodo y la dirección, con el objetivo de diseñar estructuras marítimas correctamente. Se identificarán los fenómenos que modifiquen el oleaje como: la refracción, difracción, y reflexión.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

4. Zona de estudio

4.1. Localización del sitio

Manzanillo cuenta con un puerto de entrada para el estado de Colima y uno de los principales destinos turísticos del país. Así mismo cuenta con unos de los principales puertos exportadores de México, reconocido mundialmente como el "Puente Mexicano hacia el Pacifico". A través de este puerto se operan rutas a Japón, Hong Kong, Australia, Nueva Zelandia, así como Estados Unidos y Canadá. En volumen de carga transportada el puerto tiene capacidad para recibir buques de 14 m de calado y 80,000 TPM.

El municipio de Manzanillo, se ubica al noroeste del estado de Colima. Tiene como colindancias el municipio de Minatitlán y el estado de Jalisco al norte. Hacia el este con los municipios de Coquimatlán y Armería y al sur, el Océano Pacífico.

El muelle de pescadores se encuentra ubicado en la latitud 19.35° N, longitud 104.87°O. El área de estudio, figura 1, está limitada según las especificaciones particulares, con el polígono de color azul, con una superficie de 14,000 m2. La georreferenciación del trabajo de hidrodinámica marítima se hizo con coordenadas rectangulares en el sistema UTM (Universal Transversal de Mercator).



Figura 1 Ubicación del muelle de pescadores, Manzanillo, Colima.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

4.2. Clima

En la figura 2, se observa la ubicación de las estaciones meteorológicas que la Comisión Nacional del Agua tiene operando actualmente en el estado de Colima, no todas las estaciones cuentan con registros históricos, sin embargo, la estación ubicada en la latitud 19.04888889°N, longitud 104.2983333°O, cuenta con registros desde el año 1955 de precipitación, temperatura e intensidad de viento.

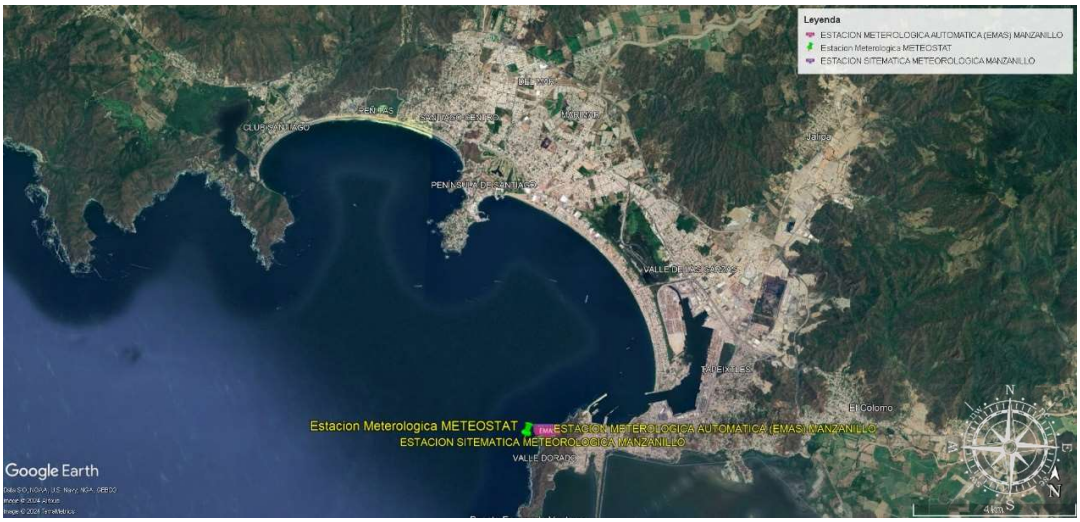


Figura 2. Ubicación de las estaciones meteorológicas en el estado Manzanillo.

Como se ve en la figura 3, durante los años de 1970, 1982 y 2020 se registraron precipitaciones de más de 250 mm de agua. Con respecto a la temperatura se puede ver que los picos máximos alcanzan niveles de más de 35°C y las temperaturas mínimas andan por debajo de los 15°C. El clima en el 86% del territorio del estado de Colima, es de tipo cálido húmedo, en el resto se presenta un clima que va de seco a semiseco.

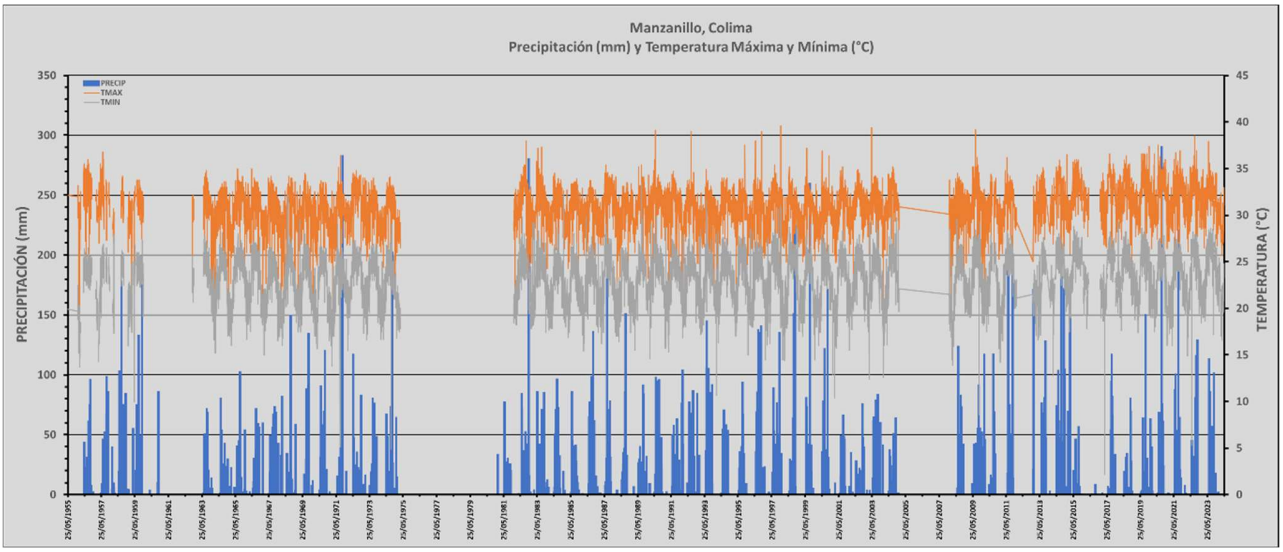


Figura 3 Registro de Precipitación, Temperatura Máxima y Mínima de la estación meteorológicos 6018, ubicada en Manzanillo, Colima.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

4.3. Morfología costera

Para realizar un estudio de hidrodinámica costera es importante identificar la morfología costera. Clasificar el tipo de playa y reconocer las formaciones naturales permite contar con información preliminar para el estudio. Cada formación puede provocar diferentes comportamientos del oleaje. En el puerto de Manzanillo, existen diversos accidentes geográficos, por ejemplo, la Bahía Manzanillo y la Bahía de Santiago, figura 4.



Figura 4. Identificación de las bahías en Manzanillo, Colima.

En la figura 5, se presenta un esquema donde se puede observar la relación entre la morfología costera y el comportamiento de las corrientes, así como del oleaje. Por lo que es importante considerar en qué tipo de morfología se encuentra la zona de estudio.

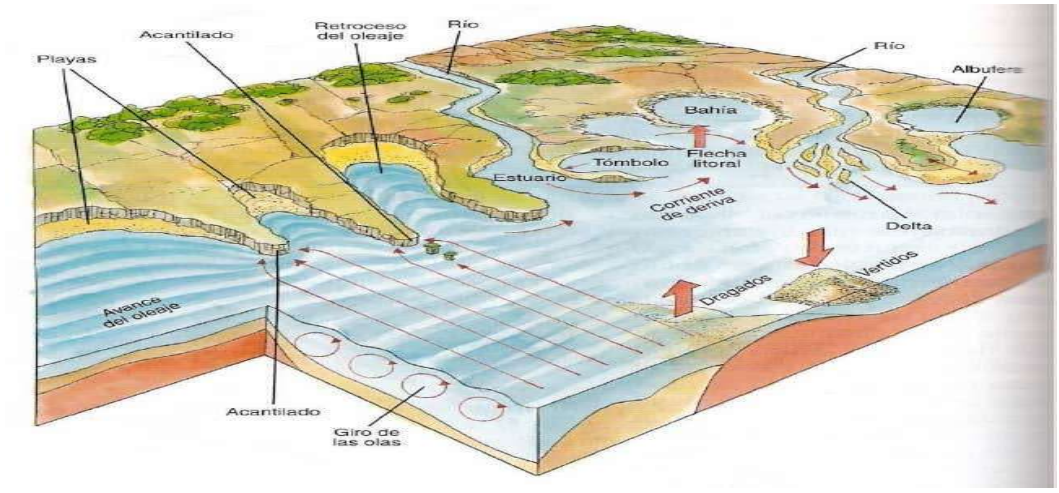


Figura 5. Esquema de la Geología Marina

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

4.4. Información del Puerto

El puerto de Manzanillo cuenta con diversas obras portuarias, debido a la importancia del mismo en el ámbito de las exportaciones, al igual se tienen identificadas las zonas naturales protegidas, zonas de pesca y áreas de fondeade. El reconocimiento de obras marítimas y las zonas dentro de un puerto nos permite contemplar posibles cambios en la dirección del oleaje.

Actualmente en el puerto interior de Manzanillo existen las siguientes obras portuarias, un rompeolas en el puerto interior de San Pedrito, con una longitud de 700 m orientado sobre la marcación 052° de Manzanillo al Oeste del muelle fiscal y a lo largo de 311 metros en la orilla del "playón". Además de dos escolleras, la del norte ubicada en la margen derecha del acceso al puerto interior, con una longitud de 300 metros, 7 metros de ancho y 3 de alto y la escollera sur en la margen izquierda del acceso con una longitud de 250 metros, 2 metros de ancho y 3 metros de altura. El puerto está conformado por varios muelles, el muelle de contenedores, el de uso múltiples, el muelle de cruceros, muelles pesqueros, muelles deportivos y muelles de autoridades, figura 6.



Figura 6. Obras portuarias en el puerto de Manzanillo

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

5. Hidrodinámica Costera

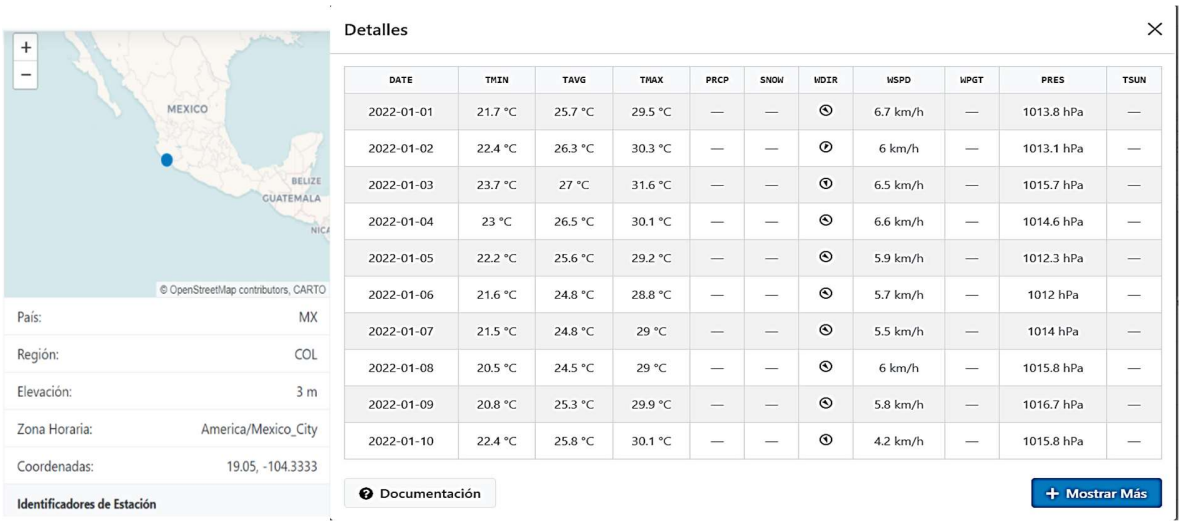
5.1. Vientos

El estudio de los vientos en la hidráulica marítima es de suma importancia ya que es el principal generador de oleaje, lo que a su vez genera las fuerzas que se transmiten a las estructuras, por ello determinar la magnitud de los mismos nos permite definir parámetros dentro de las zonas portuarias. Como definición, los vientos son el movimiento de las masas de aire.

El viento se atribuye a las desigualdades en la densidad del aire y las presiones bajas y altas. Se caracteriza por tener dirección, frecuencia e intensidad. Se pueden clasificar por su extensión en locales y generales, por su acción, constantes, irregulares y periódicos.

El oleaje que se forma por la acción del viento viaja por el mar en "Trenes" que contienen olas de diferentes tamaños y períodos; la longitud del tren y las magnitudes de las olas dependen de la localización y tamaño del Fetch, así como la dirección y velocidad de los vientos. El Fetch es el área sobre la cual sopla el viento que genera el tren de olas. Las olas que llegan a la costa ejercen fuerzas sobre las estructuras que encuentran en su recorrido.

Los datos para el análisis se obtuvieron de las Estaciones Meteorológicas que la Comisión Nacional del Agua además de la estación número 76654 de la base de datos METEOSTAT. Esta estación tiene un amplio rango de información histórica de los vientos en la zona del puerto, cuenta con registros de los años 2022, 2023 y 2024, figura 7.



DATE	TMIN	TAVG	TMAX	PRCP	SNOW	WDIR	WSPD	WPGT	PRES	TSUN
2022-01-01	21.7 °C	25.7 °C	29.5 °C	—	—		6.7 km/h	—	1013.8 hPa	—
2022-01-02	22.4 °C	26.3 °C	30.3 °C	—	—		6 km/h	—	1013.1 hPa	—
2022-01-03	23.7 °C	27 °C	31.6 °C	—	—		6.5 km/h	—	1015.7 hPa	—
2022-01-04	23 °C	26.5 °C	30.1 °C	—	—		6.6 km/h	—	1014.6 hPa	—
2022-01-05	22.2 °C	25.6 °C	29.2 °C	—	—		5.9 km/h	—	1012.3 hPa	—
2022-01-06	21.6 °C	24.8 °C	28.8 °C	—	—		5.7 km/h	—	1012 hPa	—
2022-01-07	21.5 °C	24.8 °C	29 °C	—	—		5.5 km/h	—	1014 hPa	—
2022-01-08	20.5 °C	24.5 °C	29 °C	—	—		6 km/h	—	1015.8 hPa	—
2022-01-09	20.8 °C	25.3 °C	29.9 °C	—	—		5.8 km/h	—	1016.7 hPa	—
2022-01-10	22.4 °C	25.8 °C	30.1 °C	—	—		4.2 km/h	—	1015.8 hPa	—

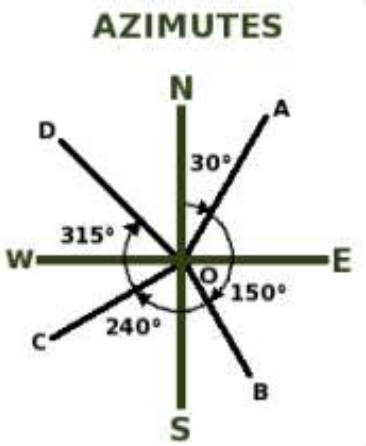
Figura 7. Información proporcionada por la estación METEOSTAT.

Debido a que las estaciones se encuentran expuestas a las condiciones climáticas, existe la posibilidad de que se presenten fallas al registrar información, en ocasiones presentan datos incorrectos o fuera de rango. Lo primero que se hace con la base de datos, es una depuración de la información.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Las estaciones meteorológicas registran la dirección de los vientos en grados Azimut, estos ángulos se miden desde el norte a favor de las manecillas de reloj. En la figura 8 se presenta la convención de los ángulos Azimut, así como el criterio utilizado para asignarles direcciones convencionales de la rosa de vientos.



Criterio para asignar Dirección
1 ≤ NE ≤ 89aa
E = 90
91 ≤ SW ≤ 179
S = 180
181 ≤ SW ≤ 269
W = 270
271 ≤ WN ≤ 359
N = 0 o 360

Figura 8. Convención de los ángulos Azimut y criterio utilizado para asignar dirección convencional

Para ejemplificar el uso del criterio anterior, tomando el registro del día 01 de enero de 2022, siendo este el primer registro de la base de datos, La dirección del viento registrada fue 308°, quedando en el rango de 271° a 359° es decir que la dirección convencional del viento es noroeste (NW). Para el registro del 03 de enero del 2022, el cual presento una dirección de 73°, podemos clasificarlo en el rango de 1° a 79° siendo la dirección convencional, noreste (NE). Se aplica para toda la base de datos, en la tabla 1 se muestra como quedaría la dirección convencional para los primeros 8 registros.

Tabla 1. Asignación de la dirección de los vientos registrados.

Date	Wdir (°)	Wspd (km/h)	Dirección
2022-01-01	308	9.1	NW
2022-01-02	325	9.4	NW
2022-01-03	73	6.2	NE
2022-01-04	359	7.2	NW
2022-01-05	345	6.6	NW
2022-01-06	359	6.9	NW
2022-01-07	332	6.7	NW
2022-01-08	3	6.4	NE

Según los valores máximos y mínimos de la velocidad de los vientos, se propone trabajar la información en 4 rangos. El primer rango será de 0 a 5 km/h, el segundo será de 5 a 10 km/h, el tercero será 10 a 15 km/h y el ultimo será de 15 a 20 km/h. En la tabla 2, se muestra el formato utilizado para concentrar la información según la dirección y la velocidad.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Tabla 2. Formato para la concentración de la información.

DIRECCIÓN / VIENTO [km/h]	N	%	NE	%	E	%	SE	%	S	%	SW	%	W	%	NW	%	TOTAL	%
0-5																		
5-10																		
10-15																		
15-20																		
TOTAL																		

Se contabilizó el número de veces que los vientos se presentaron según la velocidad y la dirección, además se determinó la frecuencia en porcentaje de cada dirección y se va a calculo con la siguiente expresión.

$$\%Freccuencia = \frac{No.de\ observaciones}{No.de\ observaciones\ total} * 100$$

En la tabla 3, se muestran los resultados que se obtuvieron al procesar la información. Los vientos predominantes son los provenientes del noroeste que ocurrieron con una frecuencia del 81% el año pasado, con una velocidad de 5 a 10 km/s.

Tabla 3. Resultados del análisis de vientos y Rosa de Vientos en el puerto de Manzanillo, Colima

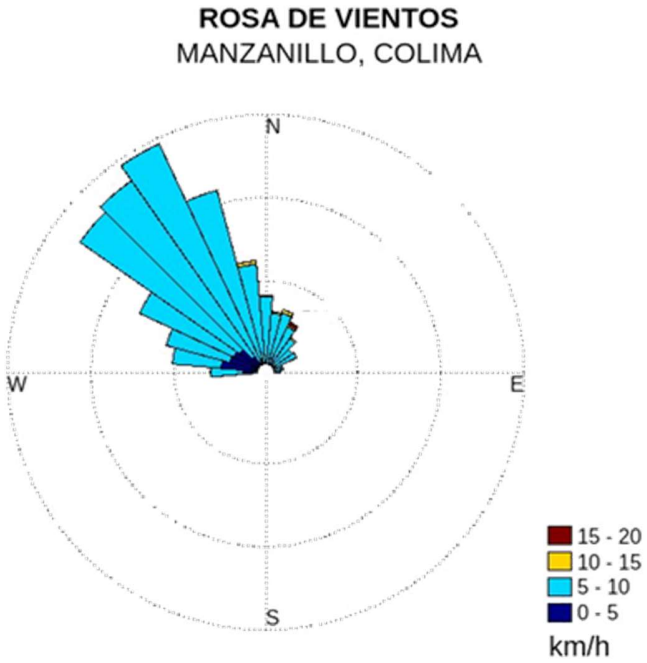
DIRECCIÓN / VIENTO [km/h]	S	%	SW	%	W	%	NW	%
0-5	0	0.0%	1	0.11%	0	0.0%	60	**6.56%**
5-10	1	0.11%	114	12.47%	1	0.11%	601	**65.75%**
10-15	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	**0.0%**
15-20	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	**0.0%**
TOTAL	**1**	**0.11%**	**115**	**12.58%**	**1**	**0.11%**	**661**	**72.32%**

DIRECCIÓN / VIENTO [km/h]	N	%	NE	%	E	%	SE	%
0-5	0	0.0%	24	2.63%	0	0.0%	4	0.44%
5-10	0	0.0%	63	6.89%	2	0.22%	33	3.61%
10-15	0	0.0%	2	0.22%	0	0.0%	5	0.55%
15-20	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	3	0.33%
TOTAL	**0**	**0.0%**	**89**	**0.0%**	**2**	**0.22%**	**45**	**4.92%**

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Para presentar los resultados se muestra la rosa de vientos que representa el comportamiento de los vientos en el puerto, de esta forma se observa mejor la dirección predominante de los vientos, así como la magnitud de los mismos.



DIRECCIÓN VIENTO [km/h]	TOTAL	%
0-5	89	9.74%
5-10	815	89.17%
10-15	7	0.77%
15-20	3	0.33%
TOTAL	914	100%

Figura 9. Rosa de vientos, puerto de Manzanillo, Colima

5.2. Oleaje (Propagación y Agitación)

Son varias las causas que originan variaciones de la superficie libre del mar. En general denominamos al oleaje como el efecto producido por el viento sobre las superficies liquidas. Un oleaje producido por vientos, trasmite energía, pero no masas. El oleaje consume algo de su energía en su avance, pero al llegar a la costa comienza a sufrir los efectos del fondo, hasta que alcanza una profundidad lo suficientemente reducida como para que el oleaje "rompa", liberando así la totalidad de la energía tanto potencial como cinética.

Para poder realizar cualquier estudio marítimo se debe caracterizar el oleaje de la zona y para eso se necesita tener mediciones del oleaje. Existen diferentes equipos que permiten realizar lecturas sin embargo las Boyas son las más utilizadas por la capacidad de resistencia a la intemperie y el número de registros que pueden guardar además de los parámetros que puede medir.

Para este trabajo se consultó la Boya PACMX27, ubicada en 18°N, 105°O, esta boya pertenece a la base de datos del Atlas de Oleaje Oceánico de México (ATLOOM), figura 10. Fue elaborado en la División de Ingeniería de Puertos y Costas del Instituto Mexicano del Transporte durante el año 2004 con la finalidad de conocer las características del oleaje del litoral mexicano.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

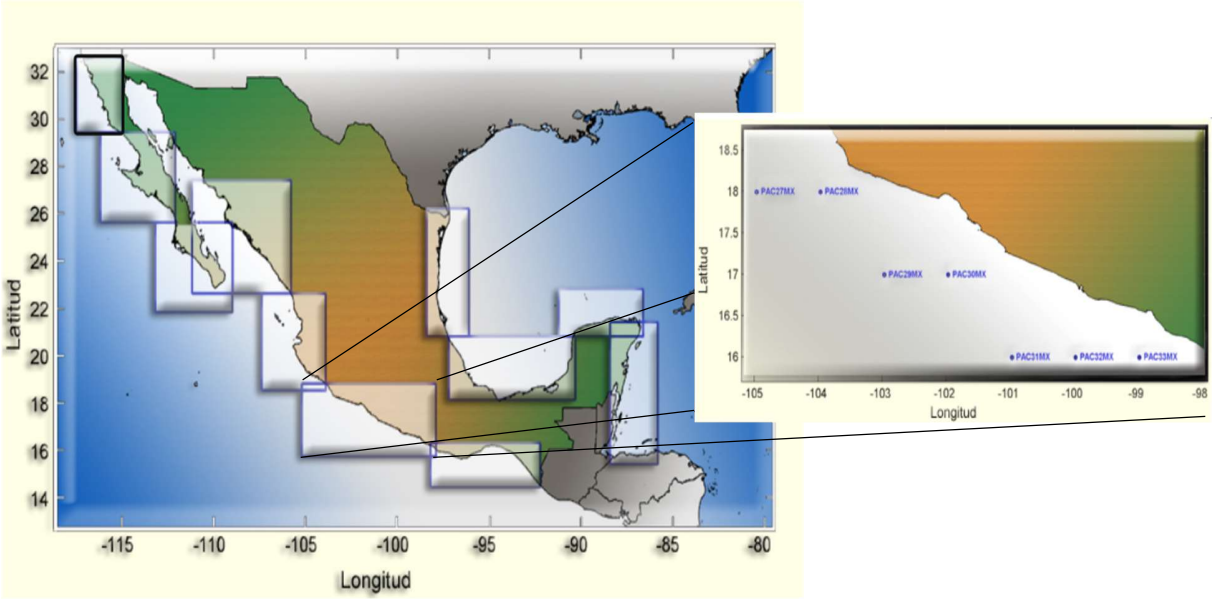


Figura 10. Atlas de Oleaje Oceánico de México (ATLOOM)

La Boya PACMX27 cuenta con información para el año 2001, en la figura 11a, 11b y 11c, se representan los datos que se registraron para todo el año. De la base de datos se obtendrá la altura de ola (H_{max}) y periodo de ola máximo (T_{max}), así como la altura de ola un medio ($H_{1/2}$), un décimo ($H_{1/10}$) y un centésimo ($H_{1/100}$) con sus periodos respectivos. Así como la altura de ola significante (H_s) y su periodo correspondiente. Estos parámetros son utilizados para caracterizar el oleaje ya que representan el comportamiento del oleaje, y se ocupan para el diseño de obras portuarias.

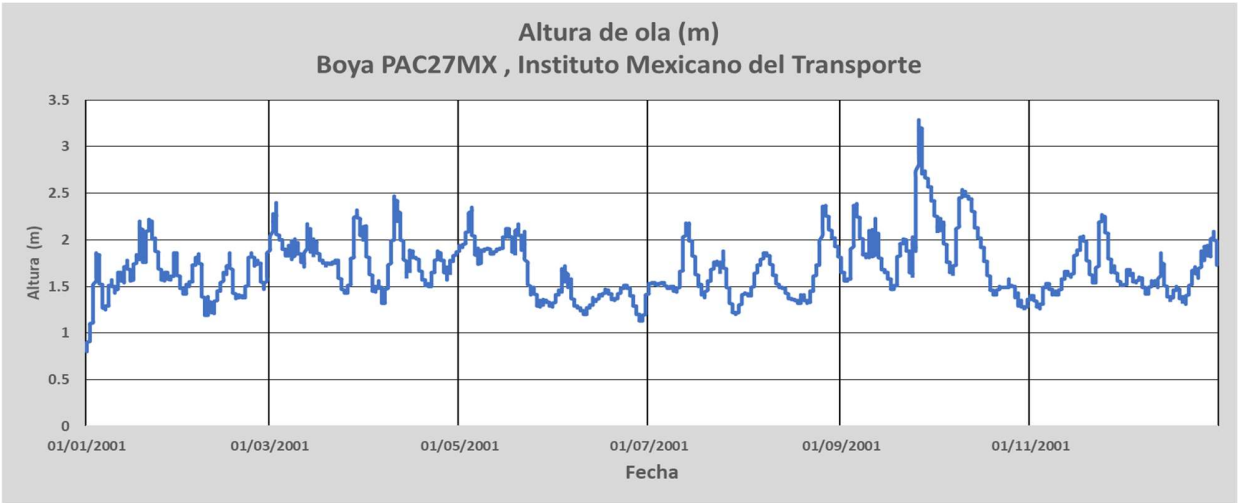


Figura 11a Altura de ola registrados por la boya PACMX27 en el año 2001

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

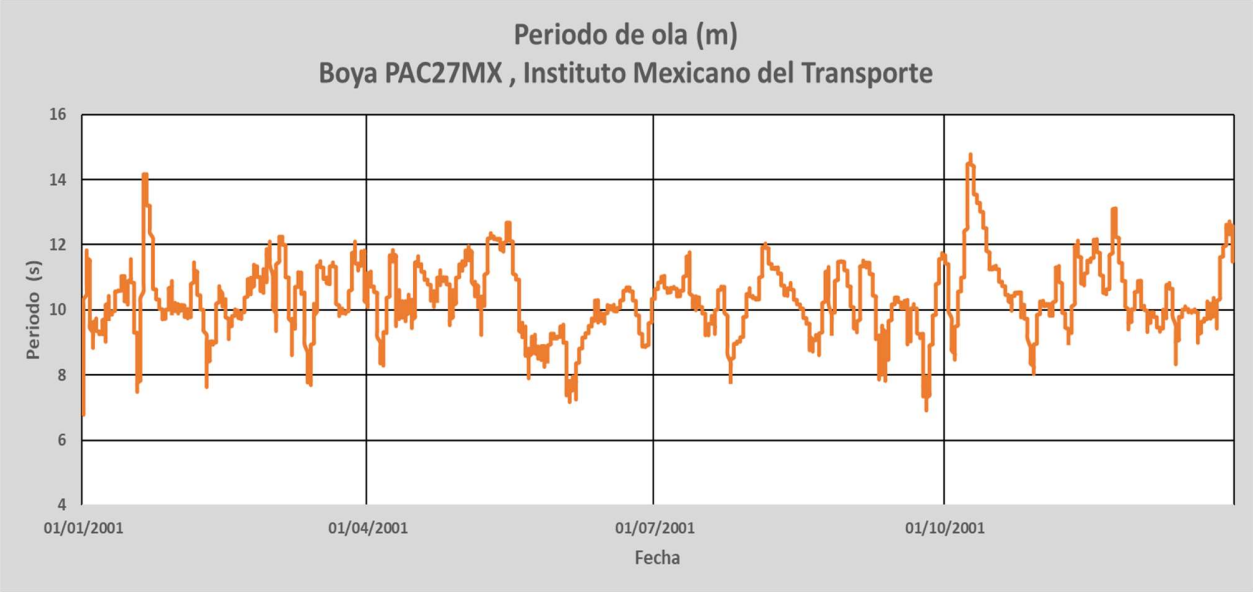


Figura 11b. Periodo de ola registrados por la boya PACMX27 en el año 2001

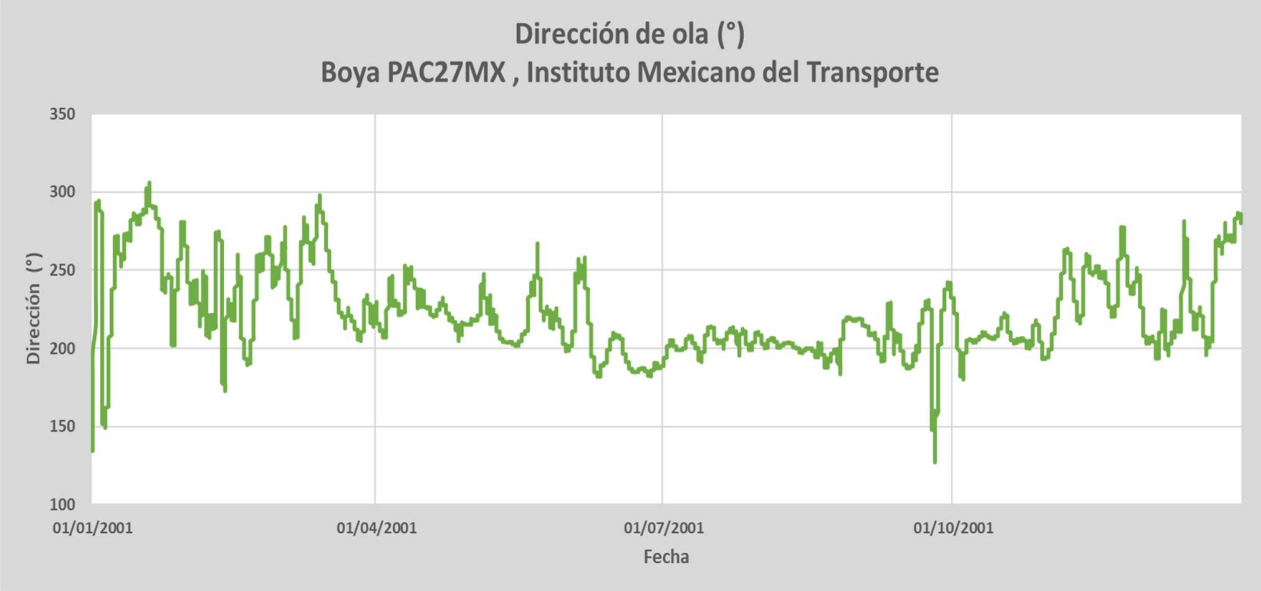


Figura 11c. Dirección del oleaje registrados por la boya PACMX27 en el año 2001

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Lo primero que debemos hacer es organizar la base de datos de mayor a menor con respecto a la altura de ola, en la tabla 4, se muestran los primeros 10 registros de la base de datos. Para H_{max} se tomará el valor máximo registrado durante todo el año y su periodo correspondiente, para este registro la altura de ola máxima ocurrió el 26 de septiembre del año 2001, alcanzo una altura de 3.29 m, ocurriendo en un periodo de 8.59 segundo y venia con dirección de 193°

Tabla 4. Primeros 10 registros de oleaje, ordenados de mayor a menor

	Fecha	H(m)	T(s)	D(°)
1	26/09/2001 15:00	3.29	8.59	193
2	26/09/2001 14:00	3.28	8.57	192.13
3	26/09/2001 13:00	3.27	8.55	191.16
4	26/09/2001 16:00	3.27	8.66	194.38
5	26/09/2001 12:00	3.26	8.51	190.07
6	26/09/2001 17:00	3.25	8.7	195.67
7	26/09/2001 11:00	3.24	8.47	188.81
8	26/09/2001 18:00	3.24	8.74	196.88
9	26/09/2001 19:00	3.24	8.76	198.05
10	26/09/2001 20:00	3.23	8.77	199.19

Para obtener $H_{1/2}$ y $T_{1/2}$, resolvemos la siguiente ecuación:

$$H_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} H_i \quad y \quad T_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_i$$

Tenemos que saber el número total de registros (n) con los que cuenta la base, para este trabajo n = 8,760 datos, se debe considerar únicamente los registros que contengan información, ya que puede existir la posibilidad de tener un registro de fecha, pero sin dato o dato erróneo por lo que se recomienda depurar la información previamente. Se calculo la sumatoria de altura de ola y periodo para todo el registro y resolvemos las ecuaciones anteriores.

$$\sum_{i=1}^{8760} H_i = 14{,}791.64 \qquad \sum_{i=1}^{n} T_i = 90{,}711.54$$

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

$$H_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{8{,}760} * 14{,}791.64 \quad y \quad T_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{8{,}760} * 90{,}711.54$$

$$H_{\frac{1}{2}} = 1.69\ m \quad y \quad T_{\frac{1}{2}} = 10.36\ s$$

Para $H_{1/10}$ se debe ubicar el valor que represente la décima parte los registros y la ecuación que resolveremos es la siguiente:

$$H_{\frac{1}{10}} = \frac{10}{n}\left(\sum_{i=1}^{i=n/10} H_i + 0.4 * H_{i=10}\right) \quad y \quad T_{\frac{1}{10}} = \frac{10}{n}\left(\sum_{i=1}^{i=n/10} T_i + 0.4T_{i=10}\right)$$

Para este trabajo $H_{i=10}$ y $T_{i=10}$ estan ubicados en la posición 870 de los datos, la tabla 11 muestra parte del registro de la base de datos. La sumatoria debe ser desde el primer registro hasta la posición de 870 de los datos.

Tabla 11 Posición 870 en la tabla de datos de la boya

	Fecha	H(m)	T(s)	D(°)
868	02/10/2001 18:00	2.1	10.65	208.98
869	02/10/2001 20:00	2.1	10.47	206.62
870	02/10/2001 21:00	2.1	10.4	205.61
871	03/10/2001 21:00	2.1	8.98	185.13
872	04/10/2001 07:00	2.1	8.85	185.82
873	08/10/2001 22:00	2.1	14.43	205.4

Resolviendo las ecuaciones obtenemos que:

$$\sum_{i=1}^{876} H_i = 2{,}036.77 \qquad \sum_{i=1}^{876} T_i = 9{,}744$$

$$H_{\frac{1}{10}} = \frac{10}{8{,}760}(2{,}036.77 + 0.4 * 2.1) \quad y \quad T_{\frac{1}{10}} = \frac{10}{8{,}760}(9{,}744 + 0.4 * 10.4)$$

$$H_{\frac{1}{10}} = 2.33\ m \quad y \quad T_{\frac{1}{10}} = 11.13\ s$$

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Para $H_{1/100}$ debemos resolver la siguiente ecuación:

$$H_{\frac{1}{100}} = \frac{100}{n}(H_{i=1} + 0.54H_{i=2}) \quad y \quad T_{\frac{1}{100}} = \frac{100}{n}(T_{i=1} + 0.54T_{i=2})$$

Donde $H_{i=1}$ es el primer valor de los registros, el máximo, y $H_{i=2}$ es el segundo valor de la tabla.

$$H_{\frac{1}{100}} = \frac{100}{8{,}760}(3.29 + 0.54 * 3.28) \quad y \quad T_{\frac{1}{100}} = \frac{100}{8{,}760}(8.59 + 0.54 * 8.57)$$

$$H_{\frac{1}{100}} = 0.06\ m \ y \quad T_{\frac{1}{100}} = 0.15\ s$$

Para los estudios de hidrodinámica, la altura de ola que nos permite caracterizar el oleaje es la altura de ola significante H_s y el periodo significante T_s esta altura representa un tercio de los datos y se obtiene con la siguiente ecuación

$$H_s = \frac{3}{n}\left(\sum_{i=1}^{i=n/3} H_i + \frac{1}{3}\, H_{i=\frac{n}{3}}\right) \quad y \quad T_s = \frac{3}{n}\left(\sum_{i=1}^{i=n/3} T_i + \frac{1}{3}\, T_{i=\frac{n}{3}}\right)$$

Siendo para esta base $H_{i=\frac{n}{2}}$= 1.8 m y $H_{i=\frac{n}{2}}$= 11.56 s

$$\sum_{i=1}^{2920} H_i = 5{,}961.78 \qquad \sum_{i=1}^{2920} T_{i=876} = 31{,}845.91$$

$$H_s = \frac{3}{8{,}760}\left(5{,}961.78 + \frac{1}{3} * 1.8\right) \quad y \quad T_s = \frac{3}{8{,}760}\left(31{,}845.91 + \frac{1}{3} * 11.56\right)$$

$$H_s = 2.04\ m \quad y \quad T_s = 10.92\ s$$

Esta altura ola corresponde a los datos registrados en la boya considerando la altura de cresta a valle, por lo que debemos referenciarla para considerar el nivel del mar como cero y para eso restamos el nivel de ola significante al nivel de ola medio obtenido anteriormente, quedando una altura de ola significante:

$$H_s = 0.34\ m \quad y \quad T_s = 10.92\ s$$

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Con la altura de ola y periodo significante se realizará una propagación del oleaje desde la Boya PACMX27 hasta la entrada de la Bahía del puerto de Manzanillo. Después se realizó una segunda propagación cambiando la dirección para obtener información del oleaje en la zona del muelle de Pescadores.

Para el estudio del oleaje existe una teoría básica que se apoya en los trabajos de Airy (1845) y Stokes (1847). En general, en mar abierto y grandes profundidades, se asume que el oleaje es un proceso lineal donde el principio de superposición es admisible, sin embargo, en las proximidades de la costa los procesos no lineales del oleaje adquieren mayor relevancia

En una onda regular la cresta sucede por un seno repitiéndose idénticamente al ciclo, mientras que los registros del oleaje real no hay repeticiones cíclicas entre protuberancias y depresiones, en la figura 12 se presentas la forma de una onda teórica y el oleaje real que se puede registrar en un punto de medición.

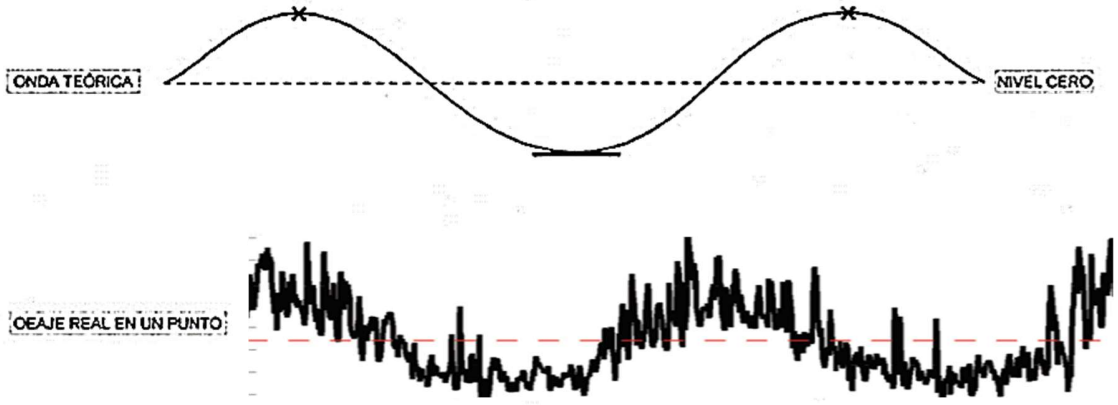


Figura 12. Representación de una onda teórica y el oleaje real,

La propagación del oleaje en un fluido es un proceso no lineal. Sin embargo, se trata de simplificar su análisis físico y matemático con las siguientes consideraciones:

- ✓ Se considera que las fuerzas principales son la gravedad y las producidas por la diferencia de presión, suponiendo que el fluido es no viscoso (μ=0) y que se pueden despreciar las tensiones tangenciales.
- ✓ Supondremos que el agua es un fluido incomprensible (ρ=0).
- ✓ El movimiento se reduce a un componente horizontal (u) y otra vertical (w).
- ✓ Se trata de un movimiento irrotacional $\nabla \times u = 0$ y podemos definir un potencial de velocidades tal que $\nabla\phi = u$, en la figura 13, se presenta la diferencia entre un flujo irrotacional y uno rotacional.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

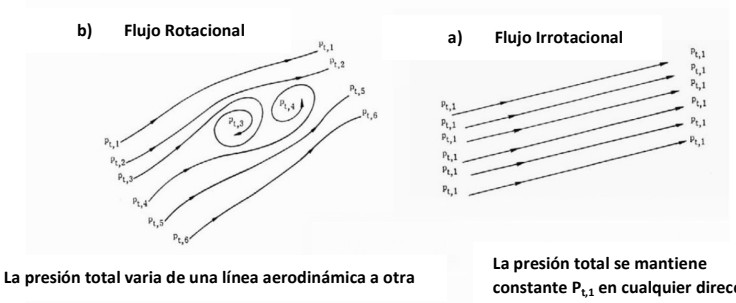


Figura 13. Diagrama de flujo rotacional y flujo irrotacional

- ✓ Se supondrá que la ola es periódica y regular. La única fuerza exterior que tiene efecto sobre el fluido es la gravedad terrestre.
- ✓ La tensión superficial no se considera en el análisis.
- ✓ El efecto de Coriolis y la perdida de energía por rotura de la ola son despreciables.

Para obtener la ecuación de la onda de Airy, que utilizaremos para este estudio, se debe integrar la ecuación de conservación del momentum para fluidos no viscosos (Ecuación de Euler) y la ecuación de conservación de masa:

$$u(x,z,t) = -\frac{\partial \phi}{\partial x}$$

$$\varpi(x,z,t) = -\frac{\partial \phi}{\partial z}$$

Ecuación Laplaciana de Conservación de Masa

$$-\frac{\partial \phi}{\partial t} + \frac{P}{\rho_w} + g \cdot z = 0$$

Ecuación de Conservación de Masa

En la figura 14, se presenta el esquema propuesto para las condiciones de fronteras que servirán para resolver las ecuaciones

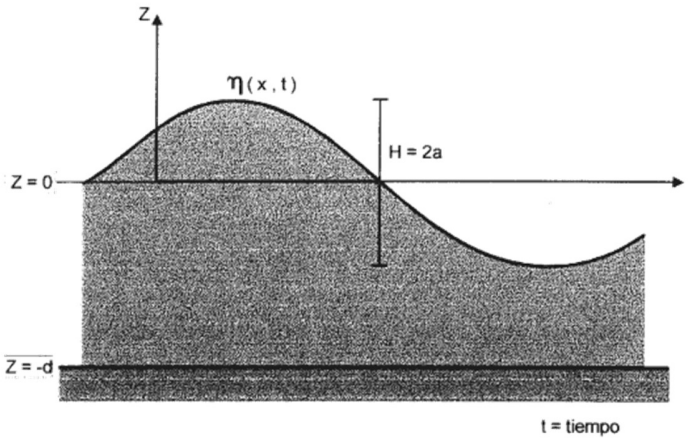


Figura 14. Condiciones de fronteras

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Las condiciones de borde para la integración de las funciones son: la primera es sobre la superficie libre por lo que la presión es cero, es decir:

z= η (x,t); es el desplazamiento medio del agua
P=0; presión cero.

Por lo tanto, en z=0, la ecuación de conservación de momento es: $$-\frac{\partial \phi}{\partial t}+g\cdot\eta=0$$

La segunda condición es, al no existir transporte de fluido en la superficie libre, la velocidad vertical del fluido coincide con la velocidad vertical de la superficie, para z=n

$$\varpi=\frac{\partial n}{\partial t}+u\frac{\partial n}{\partial x}$$

Al ser la amplitud pequeña en relación a la longitud puede asumirse $\frac{\partial n}{\partial x}$ es pequeña, por lo tanto

$$\varpi=\frac{\partial n}{\partial t}=-\frac{\partial \phi}{\partial z}$$

Derivado a que no puede haber movimiento vertical en el fondo al suponerse solido rígido e impermeable, para z=-d:

$$\varpi=-\frac{\partial \phi}{\partial z}=0$$

Por lo que la ecuación a integrar es:

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2}=0$$

Utilizando el método de separación de variables al integrar obtenemos:

$$\phi(x,z,t)=\frac{ag}{\omega}\frac{\cosh[k(d+z)]}{\cosh[kd]}\cdot\cos(kx-\omega t)$$

Donde:

$a=\frac{H}{2}$ $\quad$ *Semiamplitud de onda*
$\omega=\frac{2\pi}{T}=2\pi f$ $\quad$ *Frecuencia angular*
$k=\frac{2\pi}{L}$ $\quad$ *Número de onda*

De la ecuación anterior podemos obtener una ecuación que define la superficie (línea) de separación entre el agua y el aire que cumple con la primera condición mencionada.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

$$\eta = a \cdot sen(kx - \omega t) \qquad \text{o} \qquad \eta = \frac{H}{2} \cdot sen\left(\frac{2\pi}{L} \cdot x - \frac{2\pi}{T} \cdot t\right)$$

En cuanto a la velocidad de propagación o celeridad de la onda se define como:

$$C = \frac{L}{T} \qquad \text{o} \qquad C = \frac{\omega}{k}$$

Combinando las otras condiciones de fronteras podemos obtener una expresión que nos permite conocer la dispersión.

$$\omega^2 = g\,k\,tgh(k \cdot d)$$

Lo que significa que existe una relación única, en las ondas lineales entre ω,k,d, o lo que es igual entre T (periodo), L (Longitud de onda), d (Profundidad).

Conocidas las ecuaciones anteriores que sirven para la interpretación del fenómeno de la propagación del oleaje, se puede deducir la tercera que es:

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \cdot tgh\left(\frac{2\pi}{L} \cdot d\right)$$

Como se había mencionado, existe una relación entre la longitud de onda y la profundidad a la que se encuentra, por que se ha relacionado estos parámetros y se tiene una clasificación del oleaje para aguas someras, aguas intermedias y aguas profundas, en la tabla 12, se presenta la clasificación del oleaje.

Tabla 12 Clasificación de las aguas según la relación longitud de onda y profundidad

d/L	*CLASIFICACIÓN*	
0 a 1/20	AGUAS SOMERAS	$d \leq L/20$
1/20 a 1/2	AGUAS INTERMEDIAS	$L/2 > d > L/20$
1 /2 a ∞	AGUAS PROFUNDAS	$d \geq L/2$

Como se había mencionado la altura de ola estará siendo afectada por el fondo por lo que necesitamos conocer el perfil batimétrico desde la Boya hasta el primer punto de propagación el cual estará ubicado dentro de la Bahía del puerto de Manzanillo en la Latitud: 19.076 ° N y Longitud: -104.36°W, en la figura 15, se muestra la línea de trayecto que se trazo para obtener el perfil batimétrico, la distancia entre la boya y el punto son aproximadamente 137 km.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable



Figura 15. Línea de propagación de oleaje de la Boya PACMX27 a la Bahía de Manzanillo

Para la batimetría se consultó la base de datos de GEBCO, figura 16, la cual es una organización que tiene como objetivo proporcionar la batimetría de los océanos del mundo autorizada y disponible públicamente. Opera bajo los auspicios conjuntos de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) (de la UNESCO).



Figura 16. Portada del portal de GEBCO, base de datos de batimetría

Una vez obtenida la batimetría de la zona, se extrajo el perfil de batimetría de la línea de propagación propuesta con ayuda de los programas Google Earth Pro y Global Mapper Pro, en la figura 17 se muestra la proyección de la línea de propagación sobre la batimetría obtenida.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

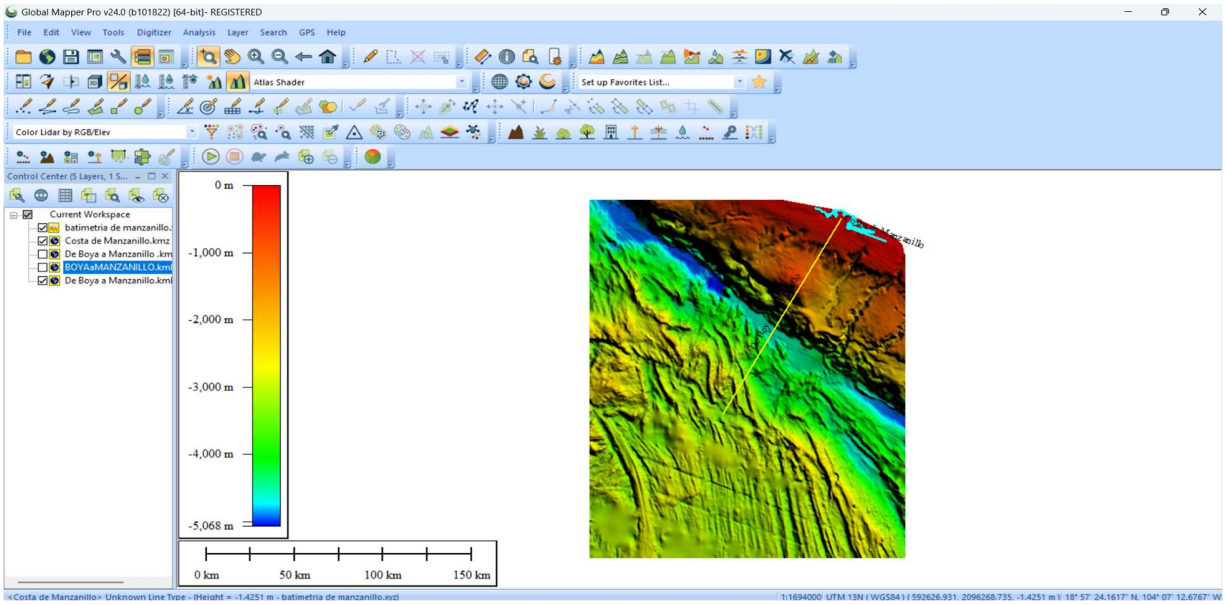


Figura 17 Trabajos de extracción de perfil batimétrico

En la figura 18, se presenta el perfil batimétrico sobre el cual se propagará el oleaje, como se observa nos encontramos en profundidades que van desde los 500 a los 4500 metros aproximadamente, por lo que se espera que el oleaje no presente variaciones como lo marcan las teorías de Airy (1845) y Stokes (1847). Sin embargo, se realizará el cálculo para su comprobación.

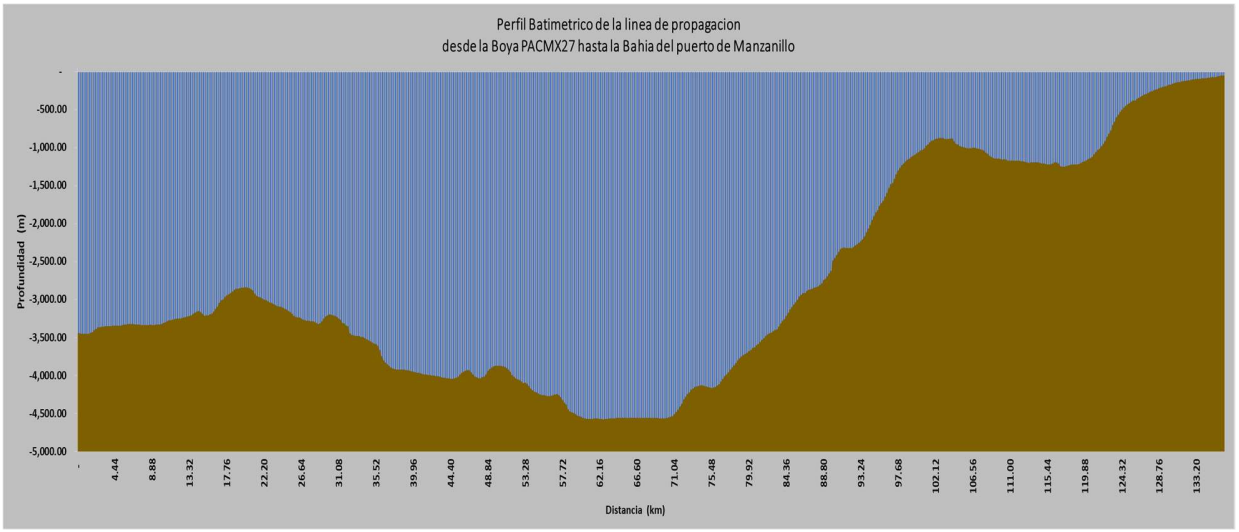


Figura 18 Perfil batimétrico de la primera línea de propagación

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Con las ecuaciones obtenidas anteriormente y utilizando como apoyo el programa matemático computacional MATLAB R2024a, figura 19, realizamos el cálculo matemático del modelo de propagación de oleaje.

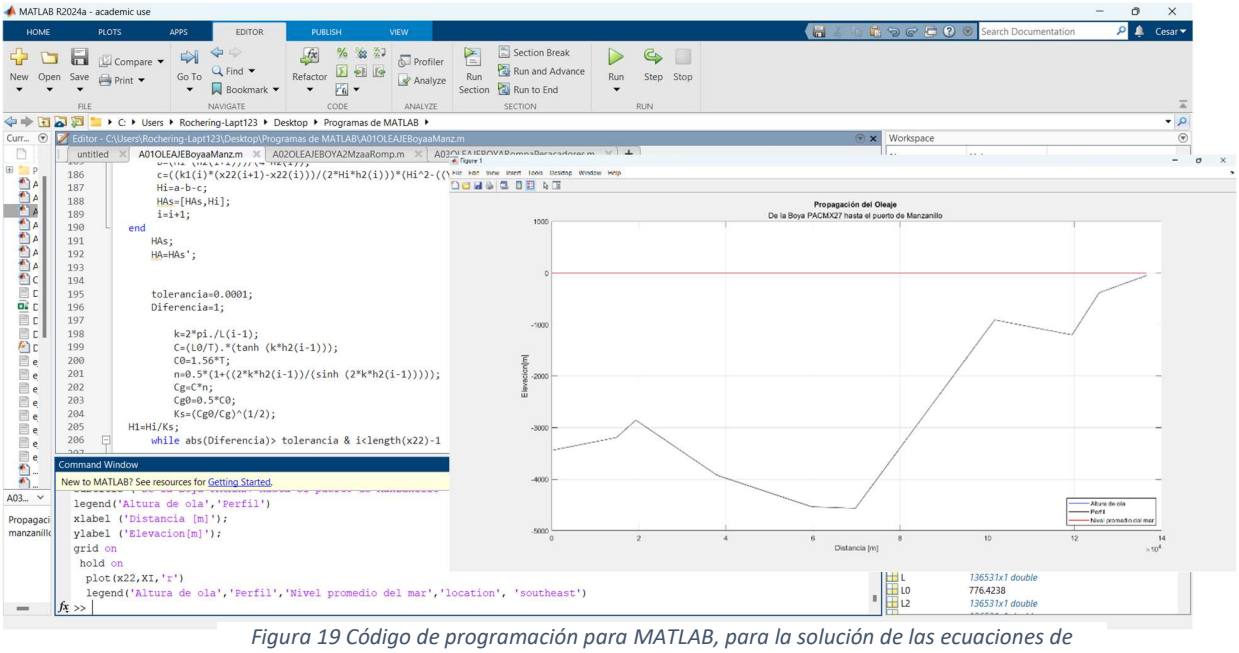


Figura 19 Código de programación para MATLAB, para la solución de las ecuaciones de propagación de oleaje

En la figura 20, se muestra la relación altura de ola con respecto a la profundidad y podemos comprobar que el fondo en aguas profundas o mar abierto no afecta el oleaje. Además, que en el punto dentro de la bahía Hs es 0.3284 m. El Periodo sigue siendo 10.90 s debido a que la teoría lineal lo considera como un factor constante durante la propagación.

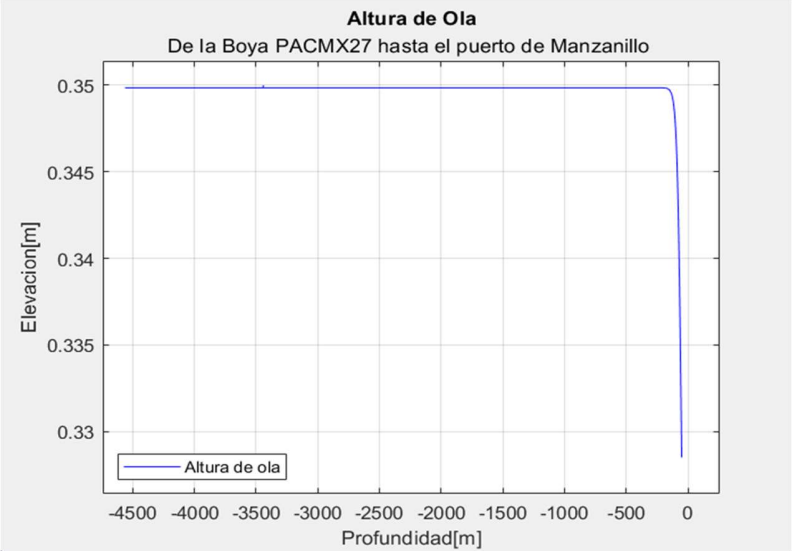


Figura 20 Relación altura de ola y profundidad

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Ahora que nos encontramos dentro de la Bahía del puerto de Manzanillo, realizaremos una segunda propagación con la finalidad de acercarnos a la zona de estudio, esto derivado a que nos encontramos con obras portuarias. Esta segunda propagación será del punto de la Bahía del Puerto de Manzanillo hasta un punto de la Zona de Rompeolas, ubicado en la latitud: 19.06°N y longitud: -104.30°W, la longitud de esta línea es de 6 km aproximadamente, figura 21.



Figura 21 Segunda línea de propagación de oleaje, de la Bahía a Zona de Rompeolas

Realizando de nuevo el método para la obtención de la batimetría de la primera línea de propagación, obtendremos el perfil para la segunda línea de propagación. En la figura 22, se observa el perfil batimétrico sobre el cual se realizó el cálculo.

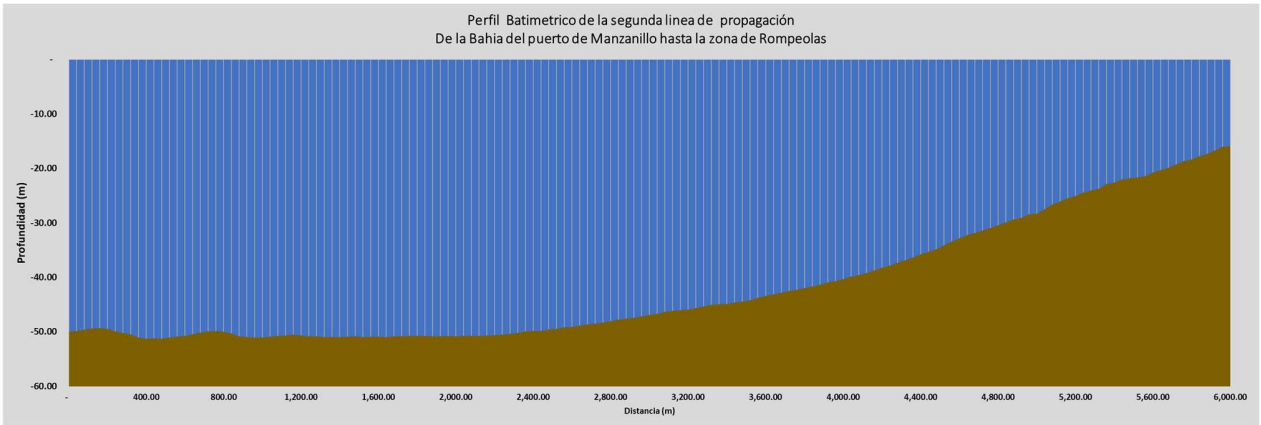


Figura 22 Perfil batimétrico de la segunda línea de conducción

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Apoyándonos de nuevo del código realizado para resolver las ecuaciones descritas anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados de altura de ola. Si observamos el comportamiento de la ola, figura 23, la altura se ve afectada por la batimetría y se presenta una disminución que va de los 1.92 metros a los 1.86 metros aproximadamente. Sin embargo, mientras la batimetría va acercando a cero, es decir, a la línea de costa la altura de ola tiende a incrementar y esto ocurre porque nos acercamos a la zona de rotura y se presenta el efecto de la refracción debido al asomeramiento.

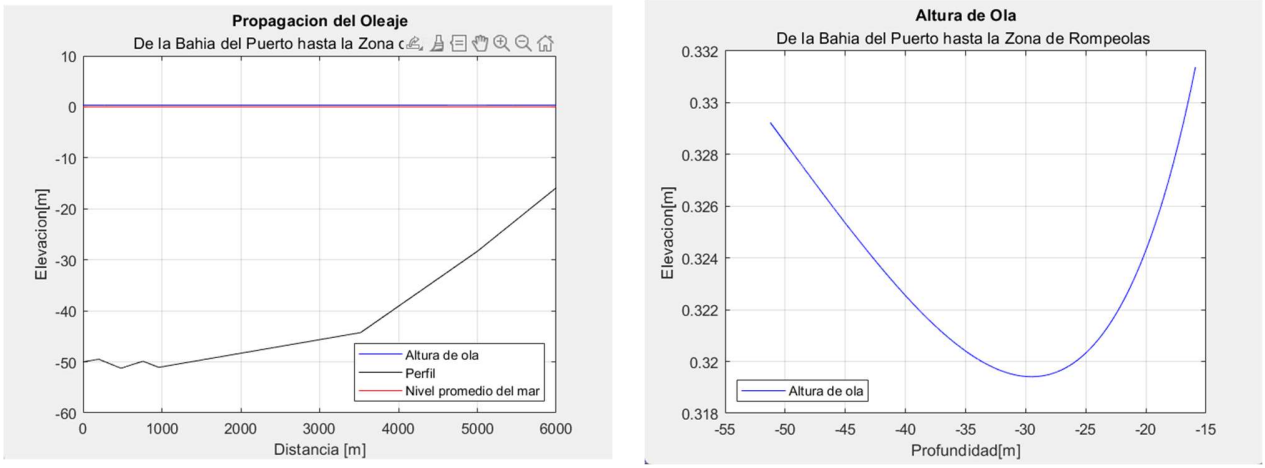
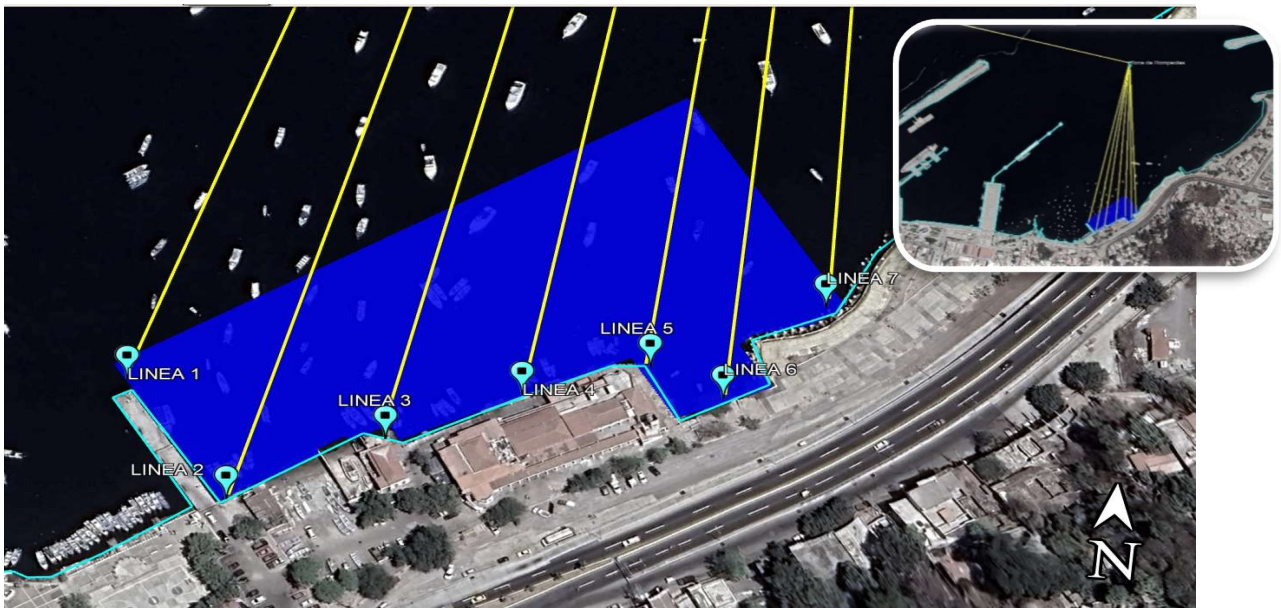


Figura 23 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad

Por último, se harán 7 propagaciones lineales desde la zona del rompeolas hasta la zona de estudio en el muelle de pescadores recorriendo aproximadamente 700 metros. Esto para cubrir la zona y considerando que la batimetría no tiene variaciones significativas que pudieran ocasionar un comportamiento diferente en el oleaje. En la figura 24, se presentan las líneas de propagación propuestas para cubrir la zona de estudio.



Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Figura 24 Líneas de propagación de oleaje para cubrir la zona de estudio

En la figura 25, se presenta el perfil batimétrico de la línea 1 de propagación, como podemos observar ya nos encontramos en aguas someras ya que va de los -15 metros a los -4 metros de profundidad, dado que la zona de estudio es una zona ocupada por pescadores, se esperaría que tuviera un calado para poder entrar con las lanchas y ese es el motivo por la el cual no termina en el nivel cero o en la línea de costa.

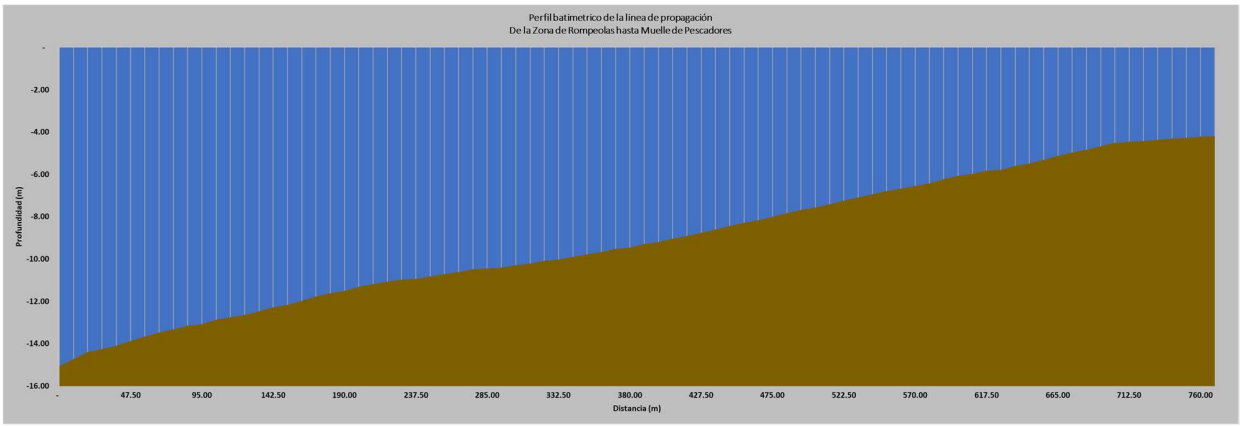


Figura 25 Perfil batimétrico de la línea de propagación de la Zona de Rompeolas hasta el muelle de Pescadores

Como se maneja en las teorías de Airy (1845) y Stokes (1847), el oleaje se ve afectado por el fondo cuando la profundidad disminuye y debido al asomeramiento de la batimetría esperaríamos que la ola incremente su altura hasta llegar al punto de rotura, sin embargo, para este estudio no se alcanza el punto de rotura debido a que no llegamos a nivel de la línea de costa (nivel cero). Sin embargo, podemos observar, figura 26 que la altura de ola presenta en la zona del muelle de pescadores alcanza una altura de aproximadamente 0.4176 m para un periodo de ola de T=10.90 s.

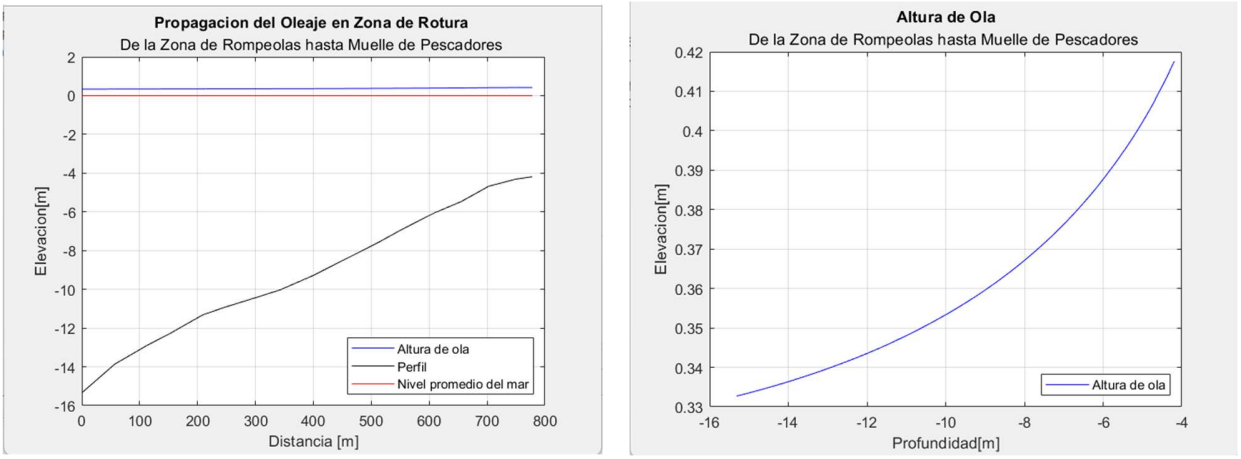


Figura 26 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

En la siguiente figura se muestran los resultados para todas las líneas de propagación propuestas, como podemos observar el perfil batimétrico es parecido por lo que se esperaría que el oleaje se comportara de la misma forma dentro de la zona del polígono de estudio para este proyecto. Los niveles de olas oscilan entre **0.33 m** hasta los **0.41 m** aproximadamente.

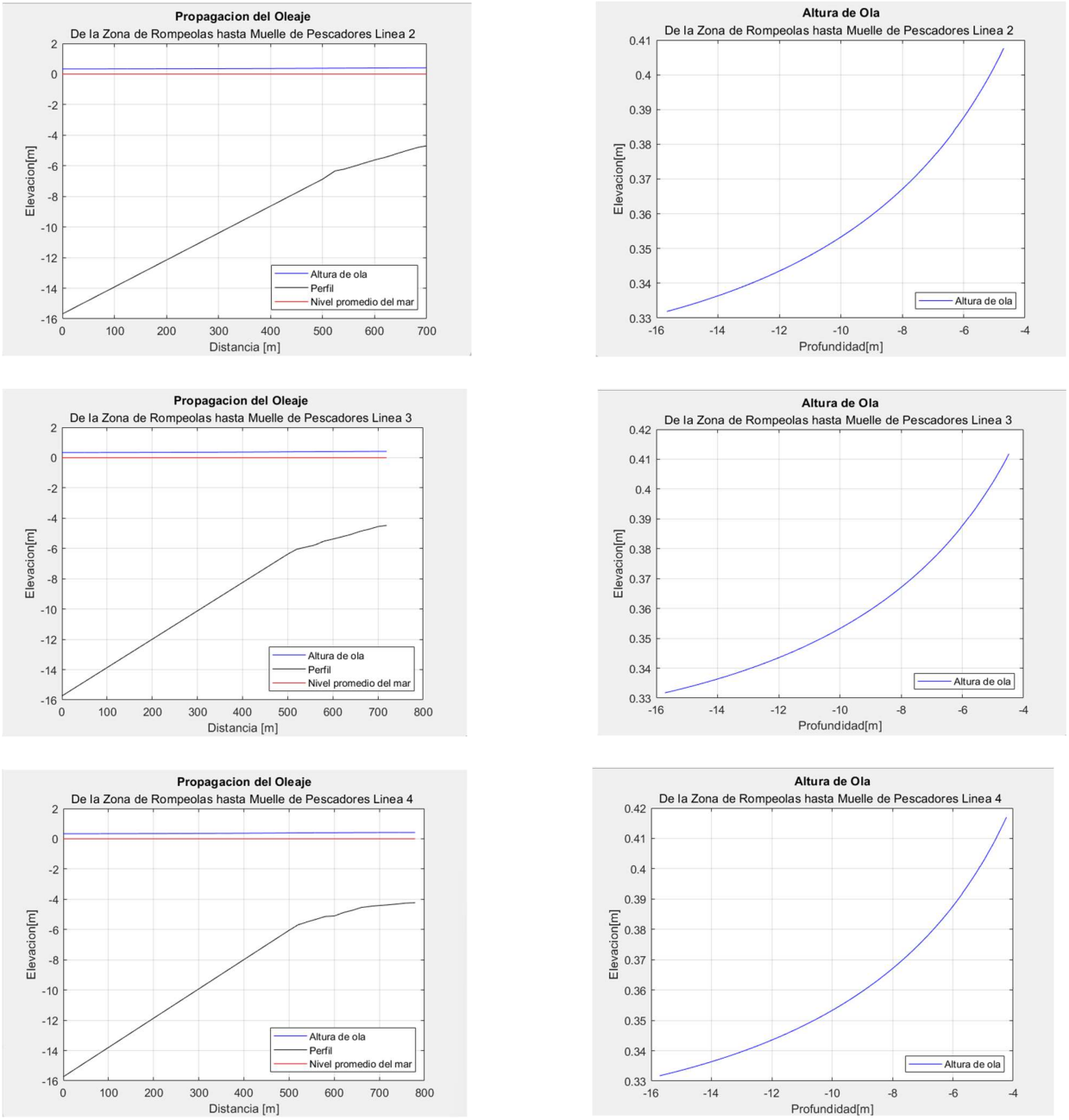
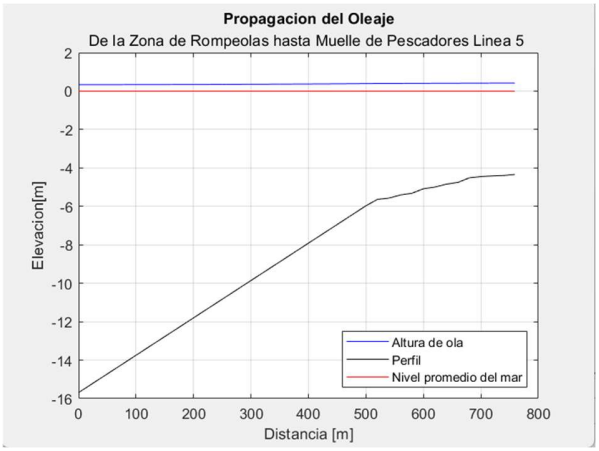
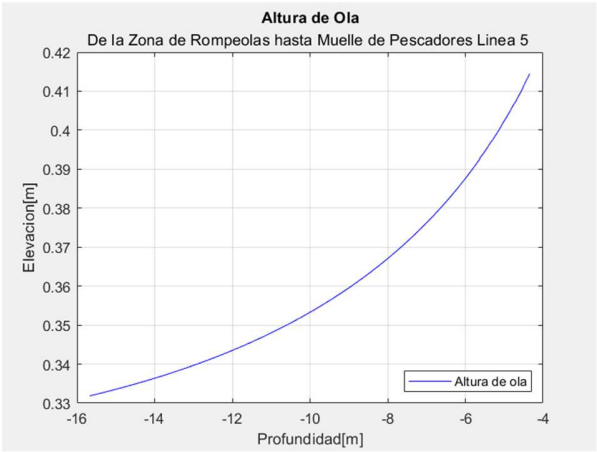


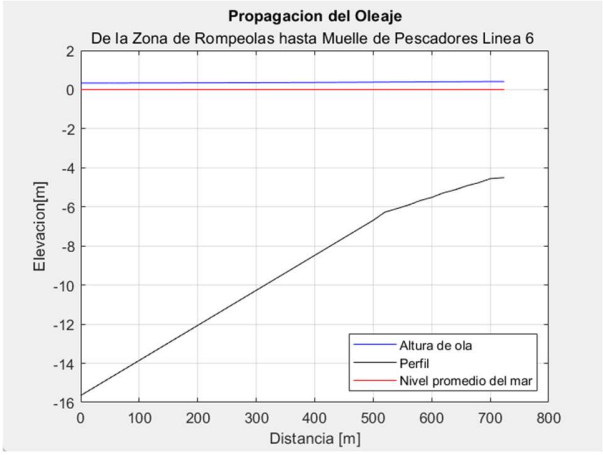
Figura 27 Resultados de la propagación de oleaje(izquierda), relación altura de ola con respecto a la profundidad(derecha) en cada línea de propagación

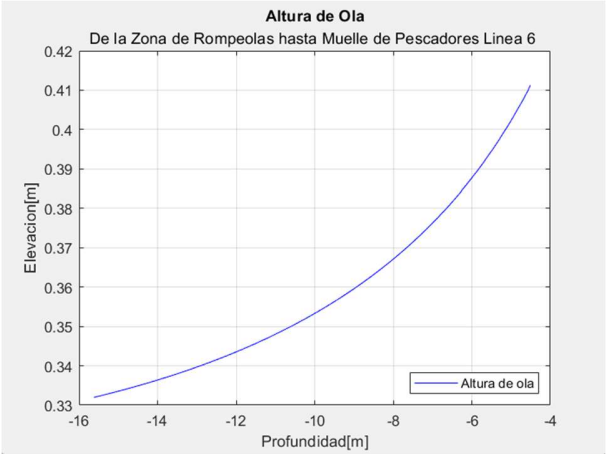
Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

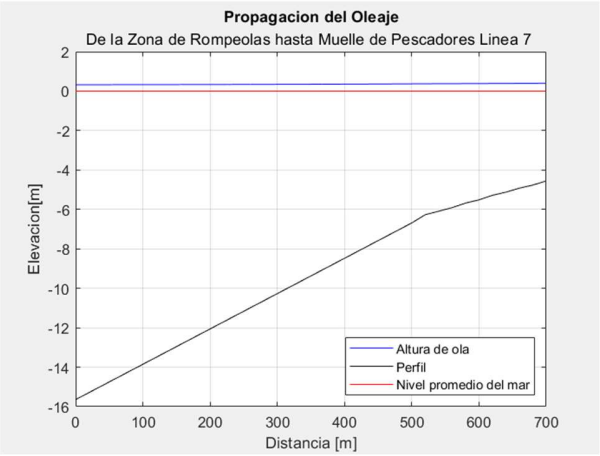
ESR Empresa Socialmente Responsable











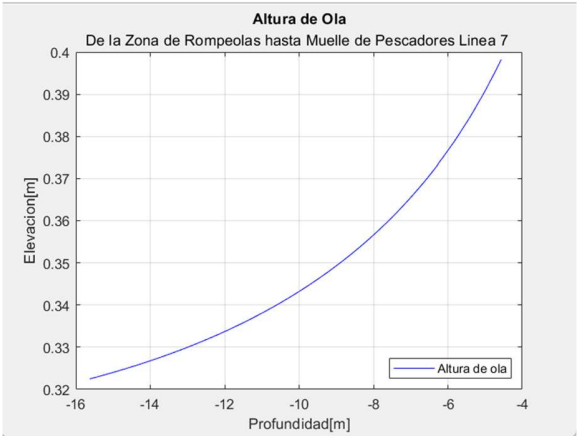


Figura 27 Resultados de la propagación de oleaje, grafica de la derecha es la relación altura de ola con respecto a la profundidad

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Con la información obtenida dentro de la zona de estudio, se realizó una interpolación para representar el comportamiento del oleaje, figura 28, como podemos ver el nivel de ola tiende ser máximo cerca de la línea de costa y al muelle de pescadores.

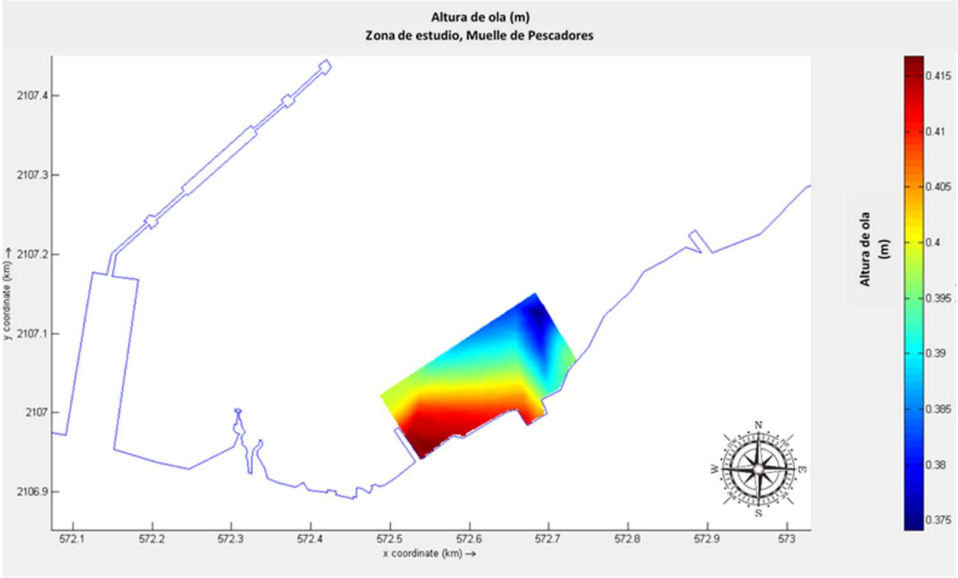


Figura 28 Altura de ola en la zona de estudio

5.2.1. Refracción, Difracción y Reflexión

Al entrar en aguas intermedias, hay un cambio en la dirección de propagación con la disminución de la profundidad. Las crestas tienden a ponerse paralelas a los contornos del fondo (la parte del frente de onda que está en una zona de menor calado se propaga hacia adelante a una velocidad más pequeña que la parte que está a una profundidad mayor).

La refracción, junto con el proceso de shoaling, determina la altura de la ola a una profundidad determinada para un grupo dado de condiciones de oleaje, es decir, altura, dirección y dirección de propagación en aguas profundas. Por lo tanto, tiene una influencia importante en las alturas de ola y en la distribución de energía a lo largo de la costa. El cambio en la dirección de las diferentes partes de la cresta de la ola resulta en una convergencia o divergencia de la energía del oleaje y afecta materialmente las fuerzas ejercidas por el oleaje sobre la costa.

Agregado a estos fenómenos en caso de que el oleaje se encuentre con algún obstáculo ya sea superficial o sumergido se generará una zona de "sombra" o abrigo protegido de la acción del oleaje. El proceso de difracción puede provocar que parte de la energía del oleaje que no haya encontrado la interferencia se meta en la zona protegida. De igual forma las estructuras sumergidas, así como muros de contención pueden provocar reflexión del oleaje, en algunos la energía reflejada se suma al oleaje provocando un aumento del nivel de ola.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Derivado al alcance que tiene este proyecto, observar el fenómeno de la refracción dependería de realizar un estudio completo a la bahía ya que cuenta con obras portuarias que afectan el movimiento del oleaje dentro del mismo. Sin embargo, con ayuda del método grafico se explicará cual debería ser el comportamiento de las crestas para la zona de estudio.

De forma idealizada el oleaje en las bahías presenta variaciones como las mostradas en la figura 29, siendo las líneas amarillas el nivel de la cresta. Cuando el oleaje entra en la bahía, la energía comienza a disiparse en las orillas de la bahía por lo que va generando que se formen curvas en la zona ancha de la bahía y eso sumado al asomeramiento provocan que el oleaje llegue paralelo a la línea de costa.

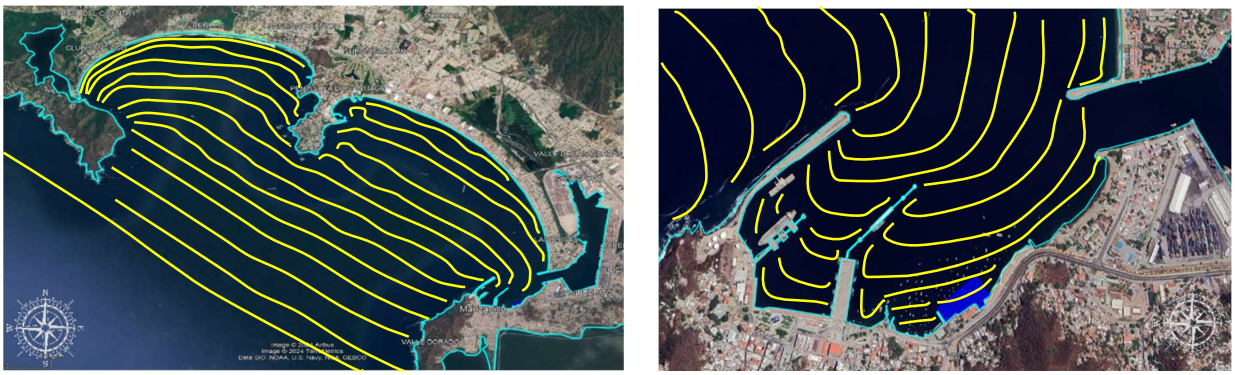


Figura 29 Líneas de energía o niveles de cresta en el puerto de Manzanillo

El muelle de pescadores se encuentra dentro de una zona de rompeolas que provocan la difracción del oleaje, pero continuando con un análisis grafico del comportamiento de las crestas podemos plantear como seria el oleaje afectado por esos rompeolas. Dentro de la zona de estudio, figura 30, existe la presencia de refracción debido al asomeramiento, sin embargo, la difracción ocasionada por el muelle se encuentra fuera del área por lo que para obtener un análisis discretizado del fenómeno implicaría ampliar la zona de estudio para poder comprobar el comportamiento del oleaje.

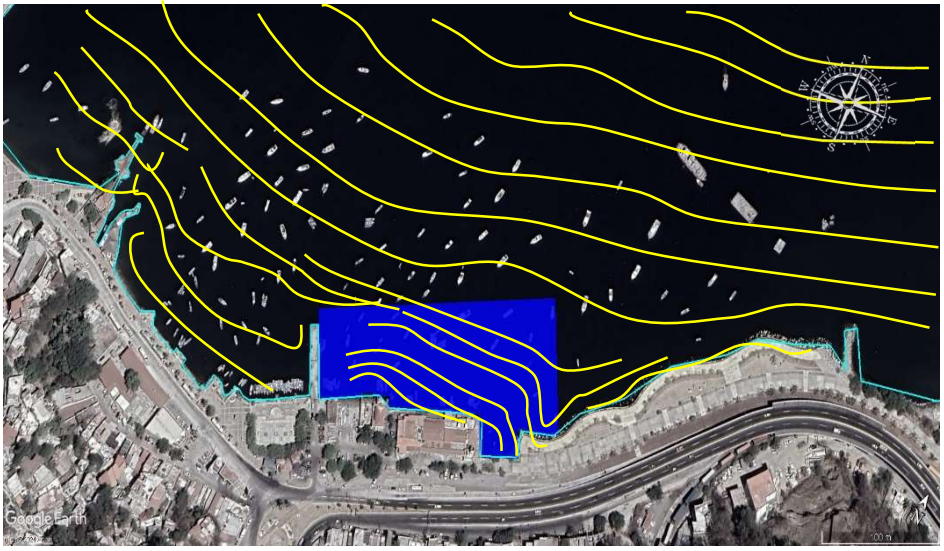


Figura 30 Líneas de energía o niveles de cresta en la zona de estudio

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

5.3. Mareas

Se le conoce como marea al movimiento periódico de ascenso y descenso de la masa de agua y es producido por las perturbaciones gravitatorias que el Sol y la Luna ejercen sobre la Tierra. Con frecuencia ocurren dos fenómenos de marea por día y la amplitud es proporcional a la fase de la luna. Cuando se presenta luna llena o luna nueva, se ha identificado que ocurren máximas amplitudes, a este fenómeno se le conoce como marea viva o sizigias, cuando la marea sube alcanzando sus niveles máximos se dice que se alcanza plenamar y cuando desciende llegando a niveles mínimos, se le conoce como bajamar.

Las mareas son fenómenos de interés para el desarrollo de la ingeniería marítima debido a que nos permite conocer los niveles de seguridad en las estructuras marítimas-costeras. Además de ubicar posibles zonas de riesgo, tener los límites para la reclamación de terrenos ganados al mar, entre otras actividades como generación de energía, problemas de intrusión salina y el comportamiento de la morfología costera.

La influencia de la luna es aproximadamente el doble que la del sol, pero ambas son del mismo orden de magnitud. Las mareas menos intensas ocurren durante la fase de cuarto creciente o cuarto menguante de la luna y a este tipo de marea se le conoce como marea muerta o de cuadratura.

En el puerto interior de Manzanillo, se encuentra un mareógrafo del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), figura 31, el cual registra observaciones periódicas cada minuto. Además, está instalado un mareógrafo de SEMAR en el muelle que se localiza en frente de sus instalaciones que registra observaciones cada 6 minutos y un segundo sensor que registra cada minuto.

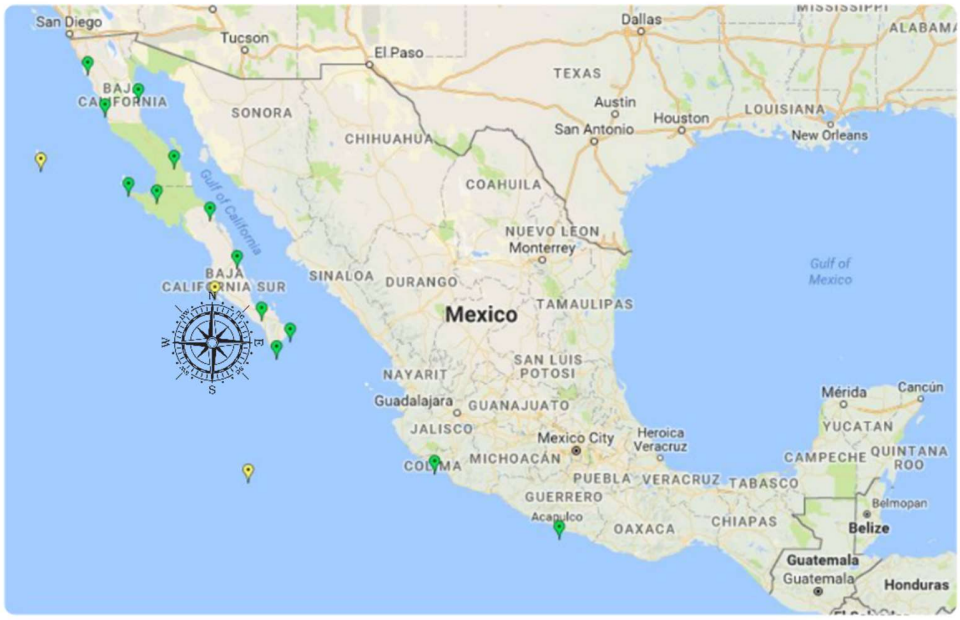
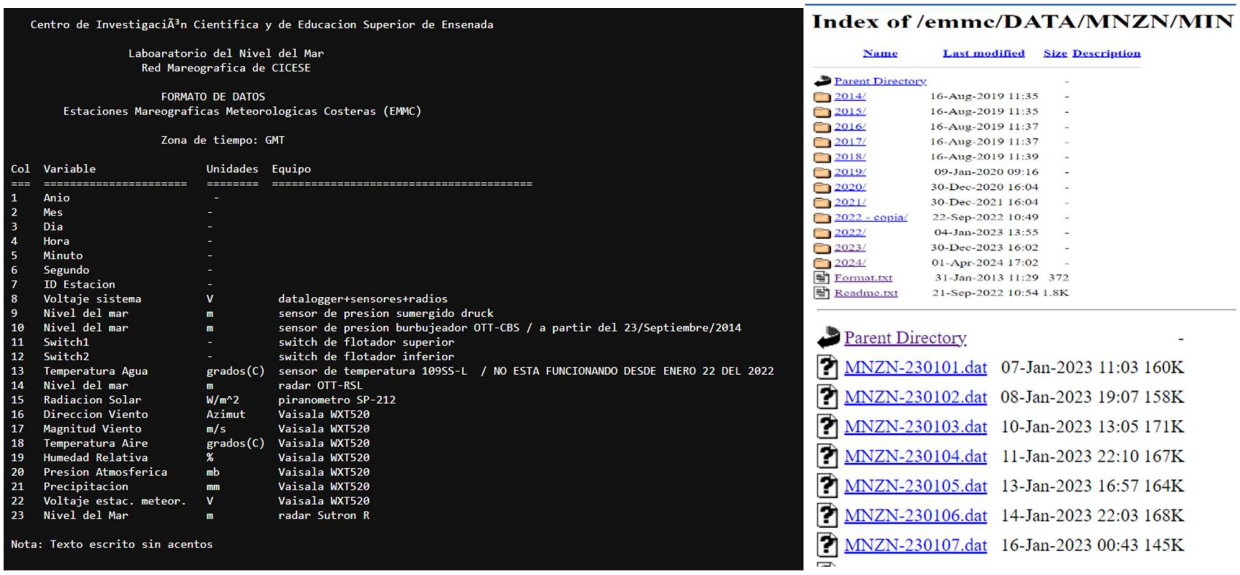


Figura 31. Ubicación de las Estaciones Mareográficas del CICESE

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Las estaciones mareográficas de CICESE, tienen una base de datos y registros históricos, en la figura 32, se muestra los detalles de la estación consultada. Cuenta con información desde el año 2014 y sigue en operación. Para poder caracterizar la marea, se analizó la información registrada en el año 2023 para tener datos recientes de la marea.



Centro de InvestigaciÃ³n Cientifica y de Educacion Superior de Ensenada

Laboaratorio del Nivel del Mar
Red Mareografica de CICESE

FORMATO DE DATOS
Estaciones Mareograficas Meteorologicas Costeras (EMMC)

Zona de tiempo: GMT

Col	Variable	Unidades	Equipo
1	Anio	-	
2	Mes	-	
3	Dia	-	
4	Hora	-	
5	Minuto	-	
6	Segundo	-	
7	ID Estacion	-	
8	Voltaje sistema	V	datalogger+sensores+radios
9	Nivel del mar	m	sensor de presion sumergido druck
10	Nivel del mar	m	sensor de presion burbujeador OTT-CBS / a partir del 23/Septiembre/2014
11	Switch1	-	switch de flotador superior
12	Switch2	-	switch de flotador inferior
13	Temperatura Agua	grados(C)	sensor de temperatura 109SS-L / NO ESTA FUNCIONANDO DESDE ENERO 22 DEL 2022
14	Nivel del mar	m	radar OTT-RSL
15	Radiacion Solar	W/m^2	piranometro SP-212
16	Direccion Viento	Azimut	Vaisala WXT520
17	Magnitud Viento	m/s	Vaisala WXT520
18	Temperatura Aire	grados(C)	Vaisala WXT520
19	Humedad Relativa	%	Vaisala WXT520
20	Presion Atmosferica	mb	Vaisala WXT520
21	Precipitacion	mm	Vaisala WXT520
22	Voltaje estac. meteor.	V	Vaisala WXT520
23	Nivel del Mar	m	radar Sutron R

Nota: Texto escrito sin acentos

Figura 32 Interfaz de base de datos de CICESE

Como se había mencionado anteriormente las estaciones se encuentran expuestas a diversas condiciones que pueden provocar lecturas erróneas y registros vacíos. Por lo que se debe realizar una depuración de la información. En la figura 33 se muestra la representación de la información antes de la depuración, como se puede ver hay espacios vacíos y lecturas fuera del rango.

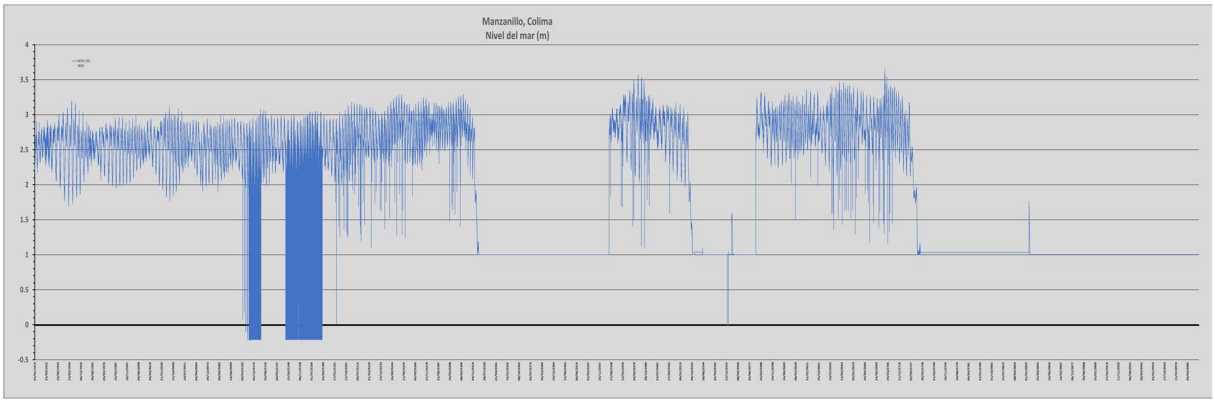


Figura 33. Representación de los datos crudos de la estación mareográficas del puerto de Manzanillo

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Con la información depurada, procedemos a organizar calendáricamente los datos, se separaron los registros por día, semana y mes. Realizamos un calendario de marea el cual nos permitirá observar el comportamiento de la marea de la zona, en la figura 34, se muestran la calendarización obtenida para la primera mitad del año 2023.

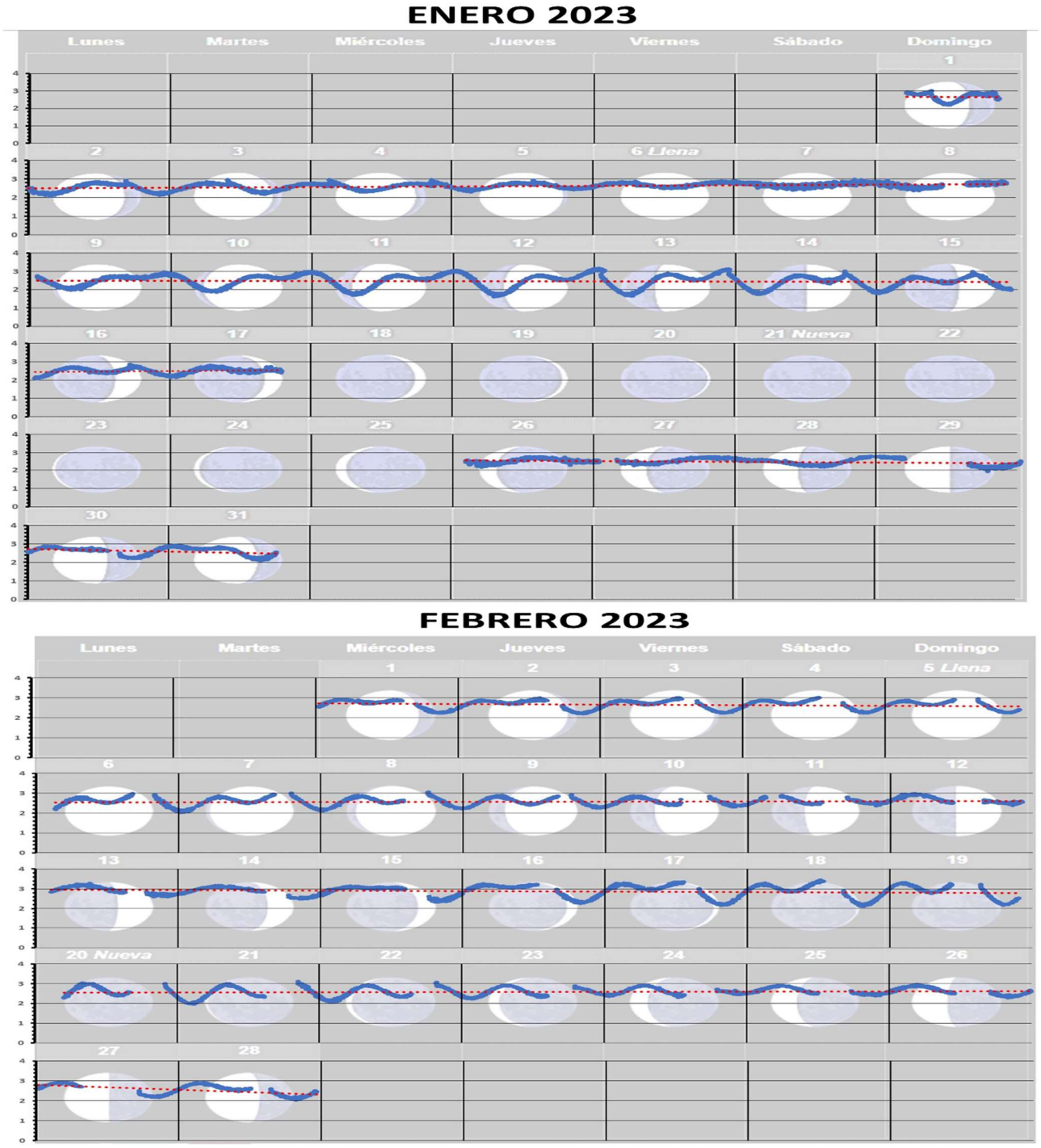


Figura 34. Calendario de mareas para la primera mitad del año de 2023 en el puerto de Manzanillo.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

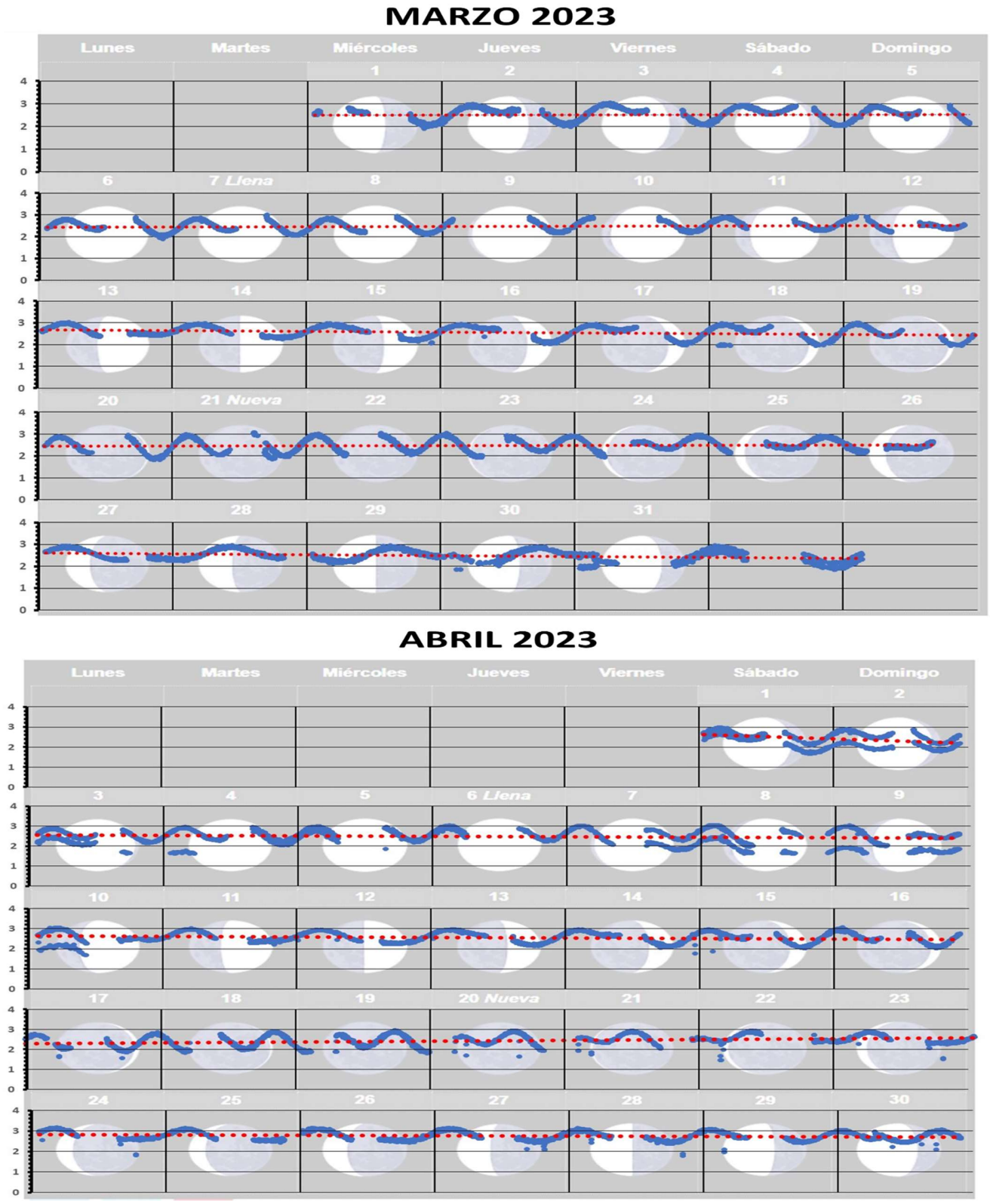


Figura 34. Calendario de mareas para la primera mitad del año de 2023 en el puerto de Manzanillo.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

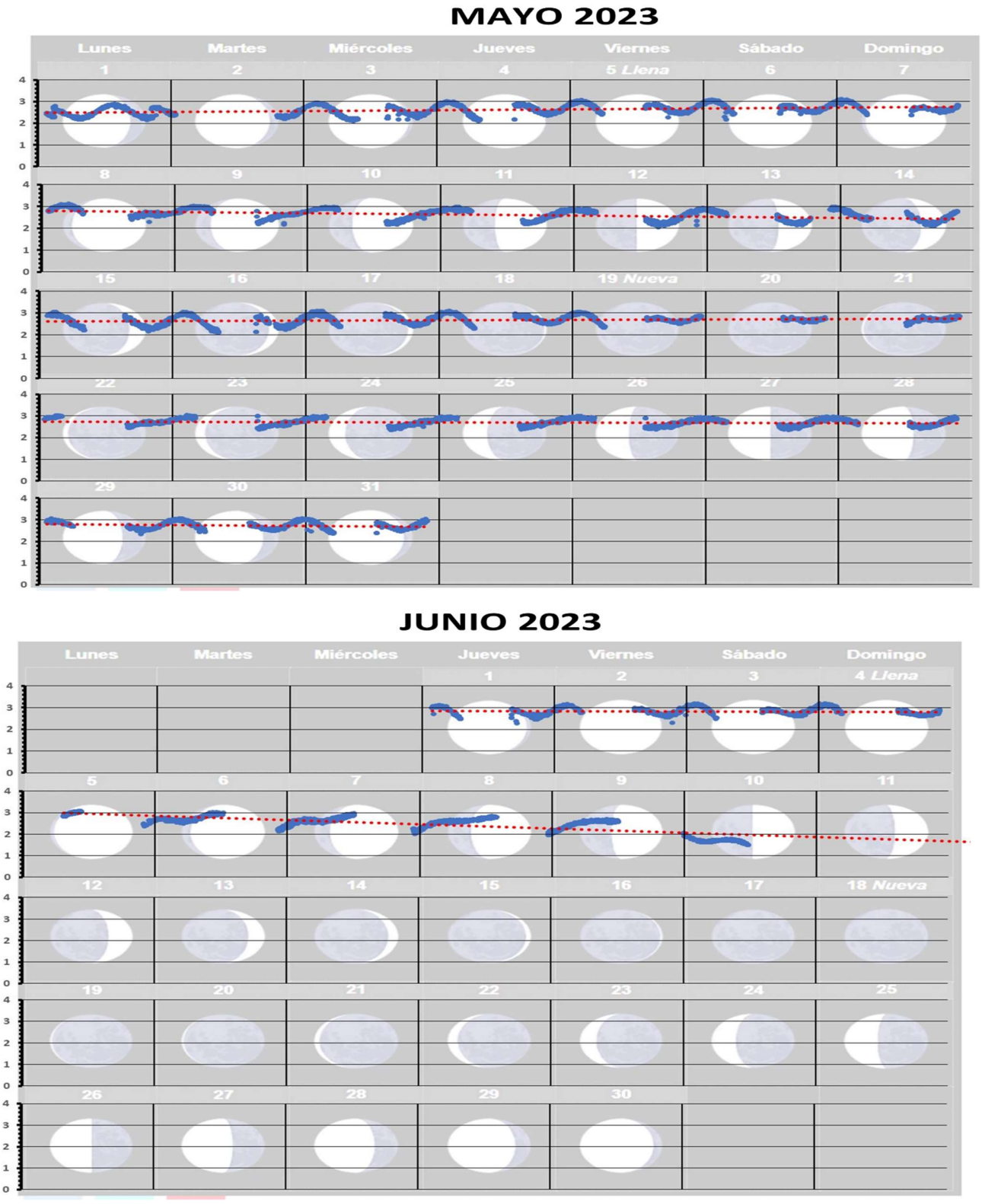


Figura 34. Calendario de mareas para la primera mitad del año de 2023 en el puerto de Manzanillo.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Podemos observar que en el puerto de Manzanillo la marea se puede clasificar como tipo mixta semidiurna, es decir, que dentro de un periodo de 12 hrs ocurren 2 plenamares y 2 bajamares en 2 ciclos sucesivos. Para referenciar la información al nivel cero o nivel de la línea de costa, se restó el valor medio de los datos, podemos decir que:

Nivel de plenamar máximo registrado:	1.30 m
Nivel de la plenamar media superior:	0.90 m
Nivel de plenamar media:	0.70 m
Nivel medio de mar:	0.40 m
Nivel de bajamar media:	0.20 m
Nivel de bajamar media inferior:	0.0 m
Nivel de bajamar registrado:	-0.60 m

5.4. Corrientes

Se le conoce corrientes marinas a un tipo de movimiento característicos de las aguas que constituyen los océanos y mares estas corrientes se deben a diversos factores entre los cuales incluyen el movimiento rotacional de la Tierra, los vientos y las características de la zona. Estas corrientes se pueden caracterizar con una dirección y velocidad.

Existen diferentes tipos de corrientes; Las corrientes oceánicas, este tipo de corriente presenta movimientos constantes generado por la rotación de la tierra, generalmente se encuentran en sentido este-oeste en la zona tropical o en sentido inverso en las altitudes medias o altas. Las corrientes de mares, son corrientes periódicas provocadas por la atracción de los astros sobre la superficie del agua y podemos decir que estas corrientes desplazan grandes cantidades de agua del hemisferio norte al sur y viceversa según la posición del astro.

Las corrientes de oleaje, son las producidas por vientos, en especial por las ocurridas por eventos extremos, estas tienen lugar en la superficie de las aguas y tienen un impacto limitado. Las corrientes de deriva litoral, se deben principalmente al encuentro de las corrientes con el trazado del relieve de las costas, que las obligan a modificar su dirección.

Para los regímenes anuales se consultó la información de Pilos Charts (Pacifico), en esta plataforma de consulta podemos obtener cartas náuticas las cuales nos explican cuáles son las corrientes oceánicas, de marea y de oleaje la zona del pacifico. La zona de Manzanillo se encuentra ubicado en una zona de corrientes superficiales, la figura 35, según las cartas náuticas, el régimen anual de las corrientes en la zona de Manzanillo es de 0.6 nudos, es decir, aproximadamente de 1.2 km/h y que estas corrientes se dirigen hacia el Noroeste.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

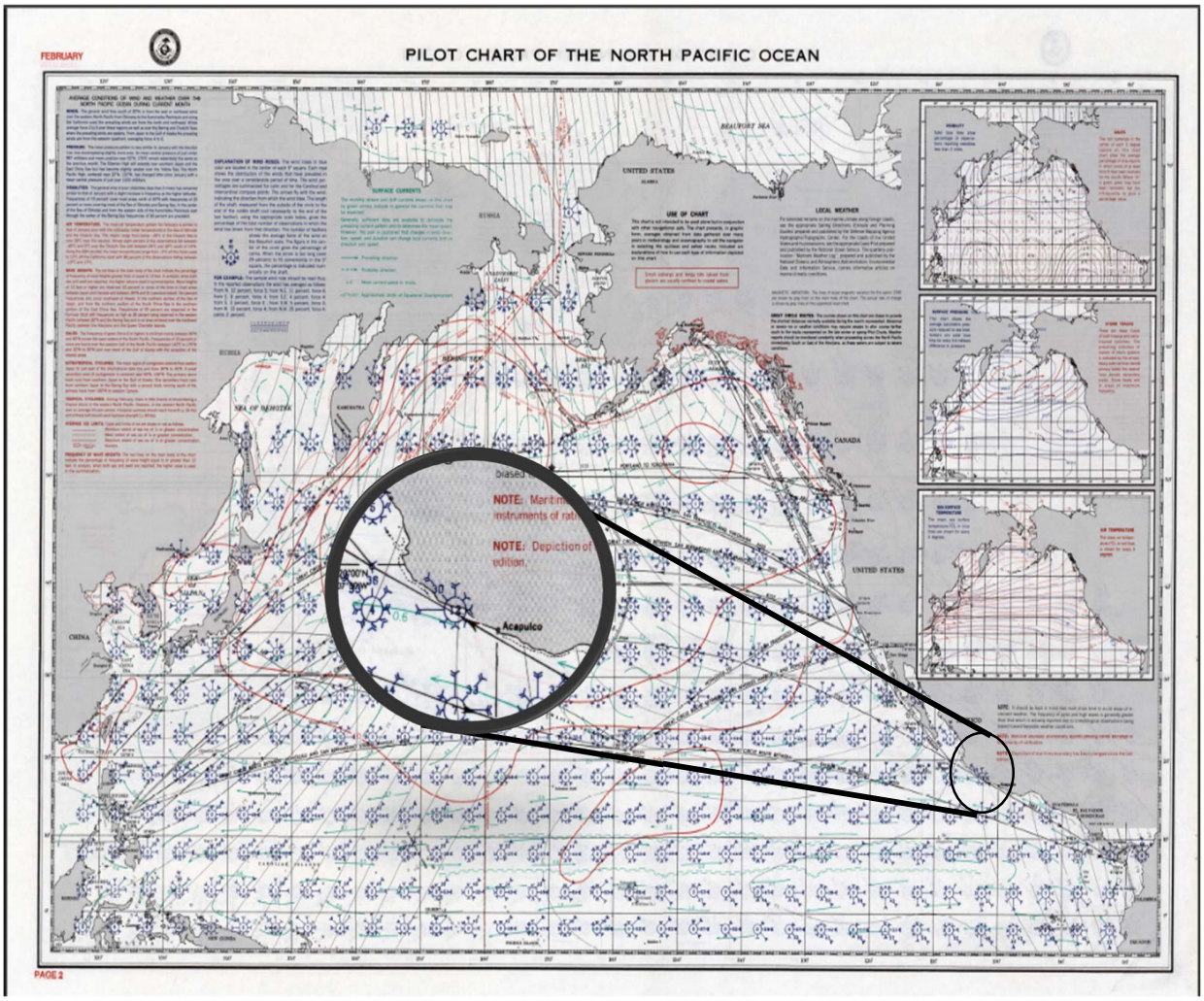


Figura 35 Carta náutica del mar Pacifico.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

6. Conclusiones

Con la información recabada referente a la morfología costera presente en el puerto de Manzanillo, así como los elementos portuarios, los vientos, el oleaje, las mareas y las corrientes de la zona cerca del polígono de estudio se realizó el estudio hidrodinámico donde se obtuvieron las siguientes conclusiones.

- Con respecto a los vientos, el puerto de Manzanillo presenta en mayor porcentaje vientos que vienen del Noreste, con magnitudes que van desde los 5 hasta los 10 km/h, sin embargo, se han registrados vientos de hasta 20 km/h.

- Según los resultados obtenidos para la caracterización del oleaje la altura de ola que representa a la zona frente a la bahía de Manzanillo es $\boldsymbol{H_s = 2.04\,m}$ y $\boldsymbol{T_s = 10.92\,s}$, con estos parámetros se realizaron propagaciones hacia la zona de las bahías con lo que se determinó el oleaje en el polígono cerca del muelle de pescadores. El oleaje en el muelle de pescadores, alcanza niveles de **0.31 metros** hasta **0.41 metros** conforme nos acercamos a la línea de costa, debido a que la zona de estudio, es un lugar protegido por el rompeolas para el resguardo de lanchas de pesca, esta debe tener un calado que permita el movimiento de las mismas, motivo por el cual la línea de costa de la zona no termina en cero por lo que no se puede apreciar el fenómeno de rotura de ola.

- En cuanto al fenómeno de refracción es notable que debido al asomeramiento se genera cambio en la dirección del oleaje por lo que la altura de ola incrementa. Con estos rangos de resultados se esclarece el panorama para la factibilidad de realizar adecuaciones a la zona del muelle.

- Los alcances del área de la zona de estudio no permiten apreciar la difracción, refracción y reflexión que provocarían las estructuras portuarias, sin embargo, mediante un análisis grafico se observa el comportamiento de la energía que tendrían las olas. Con este análisis se establece el panorama que debe ser considerado en la propuesta de adecuación.

- El puerto de Manzanillo presenta una marea de tipo mixta semidiurna la cual quiere decir que en un periodo de 12 hrs ocurren 2 plenamar y 2 bajamar. Esto se puede apreciar en los niveles registrados en los mareógrafos, siendo 1.30 m la altura máxima alcanzada y un nivel de bajamar registrado de -0.60 m. Con este dato podemos prevenir que las estructuras propuestas en la adecuación no se vean afectadas por el nivel del mar.

- Las corrientes superficiales entre la costa de Manzanillo y mar adentro no pueden ser fácilmente entendibles dada la configuración del fondo marino y la línea de costa. Sin embargo, con apoyo de las cartas náuticas podemos observar que cercano a la zona del puerto de Manzanillo se han registrado corrientes marinas de 0.66 nudo, es decir, 1.2 km/h. Siendo una velocidad baja comparada con corrientes de resaca registradas de hasta 4 nudos o más en otras bahías. Por lo tanto, podemos prever que estas corrientes no presentaran afectaciones a futuras adecuaciones al muelle.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

- Al presente informe se anexa la siguiente información:
  - Anexo 1. Plano de recorrido de vientos
  - Anexo 2. Plano de propagación de oleaje
  - Anexo 3. Plano de refracción y reflexión de las olas
  - Anexo 4. Plano de agitación de oleaje
  - Anexo 5. Plano de mareas
  - Anexo 6. Plano de corrientes
  - Anexo 7. Carta Náutica
  - Anexo 8. Datos de marea compartidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) correspondientes a enero del 2022 a julio 2024 de la estación IMTMA17.
  - Anexo 9. Datos de oleaje compartidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) correspondientes a diciembre del 2022 a abril 2024 de la estación IMTOL17.
  - Anexo 10. Datos de corrientes compartidos por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) correspondientes a diciembre del 2022 a abril 2024 de la estación IMTOL17.

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable

Referencias

"Sistema de información y Visualización de Estaciones Automáticas". CONAGUA. https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s

"Geología Marina", German Flor, Librería SERVITEC, 2004, ISBN: 84-688-4664-3. https://www.researchgate.net/publication/266910714_Geologia_Marina

"El guardián del Tiempo", METEOSTAT, https://meteostat.net/es/

"Atlas de Oleaje Oceánico Mexicano (ATLOOM), División de Ingeniería de Puertos y Costas del Instituto Mexicano del Transporte, https://www.imt.mx/sitioIMT/DIPC/ServiciosTecnologicos/Atloom/frmATLOOM.php

Palomino, Ma. del Carmen et Almazán, José, "Descripción del oleaje, medida y análisis", E.T.S Ingenieros de Caminos, Canales. I.S.B.N.: 84-7493-289-0

General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO), International Hydrographic Organization et UNESCO, https://www.gebco.net/about_us/

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, https://www.cicese.edu.mx/

"Estaciones Mareográficas", Secretaria de Marina, https://oceanografia.semar.gob.mx/mapa_estaciones.html

"Maritime Safety Information", Pilos Charts (Pacifico), https://msi.nga.mil/home

Vía Láctea 51 ▪ Col. Prado Churubusco CP. 04230 Ciudad de México Coyoacán ▪
Teléfonos: 5581 1307 ▪ 5445 9449 ▪ 5445 9447
Email rocheringenieria@prodigy.net.mx ▪
www.rocheringenieria.com.mx

ESR Empresa Socialmente Responsable