

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, AC. 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



Diagnóstico del Manejo Integrado Costero en Manzanillo, Colima: gobernanza, modelos de evaluación y estrategias de resiliencia

Diagnosis of Integrated Coastal Management in Manzanillo, Colima: governance, evaluation models, and resilience strategies

Karianna A. Aké Turriza^{1}, Osmar D. Cahuich Cruz², Marina Díaz Lázaro¹, Oscar O. Mas Qui¹, Javier A Pan Barcel¹, Evelia Rivera-Arriaga³ y Angelina C. Peña-Puch^{2,3*}*

¹Posgrado Multidisciplinario para el Manejo de la Zona Costero-Marina, Instituto EPOMEX
Universidad Autónoma de Campeche

²Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Campeche.

³Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía (EPOMEX), Universidad Autónoma de Campeche.

* autor de correspondencia: al041220@uacam.mx; angcpena@uacam.mx

doi 10.26359/52462.0703

Recibido 22/enero/2025. Aceptado 20/mayo/2025

JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático

Coordinación editorial de este número: Yassir E. Torres Rojas

Este es un artículo bajo licencia Creative Commons CC BY-NC-ND.



Resumen

El Manejo Integrado de la Zona Costera (MIZC) en Manzanillo, Colima, es clave para la sostenibilidad de sus recursos y comunidades. Las zonas costeras sustentan actividades esenciales como pesca, turismo y agricultura, pero enfrentan amenazas por el cambio climático, que aumenta su vulnerabilidad. Este estudio analiza la aplicación de modelos como Presión-Estado-Respuesta (PER), el Decálogo del MIZC (Barragán, 2014) y la economía azul para abordar estos desafíos. La caracterización ambiental, social y económica de la región destaca problemáticas como la sobreexplotación de ecosistemas, deficiencias en gobernanza y la necesidad de estrategias de resiliencia. Se identifican riesgos asociados a la elevación del nivel del mar, erosión costera e inundaciones, resaltando la importancia de medidas de adaptación basadas en análisis de riesgo y costo-beneficio. Asimismo, se examina la gobernanza costera, proponiendo mejoras en la distribución de responsabilidades, educación en sostenibilidad y participación comunitaria. La economía azul ofrece oportunidades para un crecimiento más equilibrado, aunque enfrenta retos en su integración con el manejo costero. El estudio concluye con recomendaciones prácticas para fortalecer la gestión costera en Manzanillo, promoviendo políticas de conservación, financiamiento sostenible y gobernanza participativa. Estas estrategias buscan consolidar un marco resiliente y adaptativo que garantice la protección de los ecosistemas y la seguridad de las comunidades costeras ante los efectos del cambio climático.

Palabras claves: Manzanillo, Manejo integrado costero, adaptación climática, modelo FEPEIR, economía azul.

Abstract

Integrated Coastal Zone Management (ICZM) in Manzanillo, Colima, is key to the sustainability of its resources and communities. Coastal areas support essential activities such as fishing, tourism and agriculture, but face threats from climate change, which increases their vulnerability. This study analyzes the application of models such as Pressure-State-Response (PSR), the ICZM Decalogue (Barragán, 2014) and the blue economy to address these challenges. The environmental, social and economic characterization of the region highlights problems such as the overexploitation of ecosystems, deficiencies in governance and the need for resilience strategies. Risks associated with sea level rise, coastal erosion and flooding are identified, highlighting the importance of adaptation measures based on risk and cost-benefit analysis. Likewise, coastal governance is examined, proposing improvements in the distribution of responsibilities, sustainability education and community participation. The blue economy offers opportunities for more balanced growth, although it faces challenges in its integration with coastal management. The study concludes with recommended practices to strengthen coastal management in Manzanillo, promoting conservation policies, sustainable financing and participatory governance. These strategies seek to consolidate a resilient and adaptive framework that guarantees the protection of ecosystems and the safety of coastal communities in the face of the effects of climate change.

Keywords: Manzanillo, Integrated coastal management, climate adaptation, PER model, blue economy



Introducción

Las zonas costeras albergan ecosistemas altamente productivos, esenciales para la pesca, la agricultura y el turismo. Sin embargo, son extremadamente vulnerables a la intervención humana y al cambio climático, lo que acelera su degradación, incrementando riesgos de inundaciones, erosión costera y pérdida de biodiversidad.

En este contexto, Manzanillo, Colima, enfrenta problemáticas ambientales agravadas por el aumento del nivel del mar y el cambio climático, amenazando tanto los ecosistemas costeros como las comunidades locales. Como principal puerto del Pacífico mexicano, su crecimiento en infraestructura portuaria y turística ha generado presión sobre los recursos naturales y el equilibrio ecológico (Hernández-López *et al.*, 2020).

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. La contaminación de cuerpos de agua, derivada de actividades industriales y ur-

banas, deteriora la calidad del agua, afectando a comunidades pesqueras y la biodiversidad marina (Antúñez, 2024; IPEN, 2022).

El cambio climático intensifica huracanes en el océano Pacífico, aumentando riesgos para la infraestructura costera y generando marejadas e inundaciones (Alonso *et al.*, 2019). Además, el nivel del mar aumenta 3.4 mm anuales, afectando infraestructuras críticas, áreas residenciales y ecosistemas clave, como manglares y playas, que actúan como amortiguadores naturales (IPCC, 2021). Esto acelera la erosión costera y pone en riesgo la infraestructura local (Pang *et al.*, 2023).

Para enfrentar estos desafíos, es clave integrar la conservación de ecosistemas y la infraestructura resiliente en el manejo costero. La restauración de manglares y zonas de amortiguamiento protege la biodiversidad y fortalece la resiliencia costera. Además, el desarrollo sostenible es esencial para regular la expansión urbana y mitigar la contaminación (Gómez & Pérez, 2020).

Caracterización de la zona costera de Manzanillo, Colima

Ubicación geográfica

El municipio de Manzanillo, ubicado en la costa de Colima, se localiza aproximadamente a 19°03' latitud norte y 104°19' longitud oeste (figura 1). Limita al norte con Minatitlán, al este con Armería, y al sur y oeste con el océano Pacífico (INEGI, 2020). Su territorio abarca 1 578 km² y una línea costera de 66 km, con bahías, playas y áreas naturales que impulsan el turismo, la pesca y las actividades portuarias (Gobierno del Estado de Colima, 2019; Secretaría de Turismo de Colima, 2021). Su ubicación lo consolida como uno de los principales puertos comerciales de México, clave para el comercio internacional, la biodiversidad marina y la conectividad ecológica, destacándose como un

destino turístico relevante en el Pacífico mexicano (API Manzanillo, 2022; CONABIO, 2021; SEMARNAT, 2020).

Caracterización ambiental

La zona costera de Manzanillo alberga manglares, arrecifes de coral, dunas costeras y praderas marinas, ecosistemas clave para la biodiversidad y estabilidad ambiental (INEGI, 2020; SEMARNAT, 2024).

Los manglares, como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*), filtran contaminantes, estabilizan sedimentos y brindan hábitat a peces y crustáceos (INECC, 2023). Los arrecifes de coral, aunque limitados,



Figura 1. Ubicación geográfica de Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia

albergan especies como el pez ángel (*Holocanthus passer*) y el pez payaso (*Amphiprioninae*). Las dunas costeras reducen la erosión y ofrecen refugio a reptiles e insectos, mientras que las praderas de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) estabilizan el lecho marino y sirven de criadero para especies juveniles (SEMARNAT, 2024).

Los bosques tropicales caducifolios brindan estabilidad climática y hábitat, perdiendo sus hojas en la temporada seca para resistir la escasez de agua (Siyum, 2020).

La fauna marina es diversa y fundamental para la pesca y el turismo. Destacan el pez vela (*Istiophorus platypterus*), el dorado (*Coryphaena hippurus*) y crustáceos de alto valor comercial (API Manzanillo, 2021). Además, Manzanillo es un sitio clave para aves migratorias como la garza blanca (*Ardea alba*), el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) y diversas especies de gaviotas, indicadores de la salud del ecosistema costero (INEGI, 2023).

Caracterización social

La población de Manzanillo, de 200 000 habitantes, ha crecido por la migración laboral vinculada al puerto, turismo y otras actividades económicas (INEGI, 2020). Este crecimiento ha enriquecido la diversidad cultural, pero plantea desafíos en la integración social y acceso a servicios básicos, especialmente en asentamientos informales.

El turismo, con más de 2 millones de visitantes en 2019, es vital para la economía local (González, 2021). Sin embargo, su auge ejerce presión sobre la infraestructura y los recursos naturales, requiriendo estrategias sostenibles para mitigar impactos (SEMARNAT, 2024).

El 30 % de la población vive en pobreza (Red de Derechos Humanos, 2020). La falta de educación y capacitación perpetúa la desigualdad, limitando el desarrollo, especialmente en zonas rurales e informales.



Manzanillo depende del turismo y la pesca, lo que hace a sus comunidades costeras vulnerables ante fenómenos climáticos y políticas ambientales (INEGI, 2020). Las regulaciones pesqueras, restricciones turísticas y normativas de conservación pueden limitar las oportunidades económicas de pescadores y trabajadores turísticos, generando incertidumbre, especialmente en temporadas bajas. Además, su ubicación costera expone viviendas a inundaciones y erosión, agravadas por el aumento del nivel del mar debido al cambio climático (CONAPO, 2021).

El crecimiento urbano desorganizado ha generado asentamientos informales en áreas de riesgo, con falta de planificación y servicios básicos como agua potable y saneamiento (Gobierno de Colima, 2021).

Caracterización económica

Manzanillo, es clave para la economía nacional e internacional por su ubicación estratégica y su rol en el comercio internacional. Su puerto, el más importante de México en volumen de contenedores, gestiona más del 40 % del comercio marítimo nacional (SCT, 2020). Esta actividad genera miles de empleos directos e indirectos, impulsando sectores como el transporte, la logística y el comercio (API Manzanillo, 2021; SCT, 2021). Sin embargo, la expansión portuaria plantea desafíos ambientales, afectando la calidad del aire, el agua y los ecosistemas costeros (SEMARNAT, 2024).

El turismo, con playas e infraestructura hotelera atraen a turistas nacionales e internacionales, fortaleciendo la economía local. Sin embargo, el aumento de visitantes ejerce presión sobre la infraestructura y la gestión de residuos (Cruz Salas *et al.*, 2020).

La pesca artesanal y la agricultura de subsistencia son esenciales, pero la sobrepesca ha reducido especies clave, afectando la rentabilidad pesquera.

Además, la escasez de agua y los cambios climáticos representan desafíos para la agricultura (Estrada *et al.*, 2022). Estas limitaciones incrementan la vulnerabilidad económica de las comunidades dependientes de estos sectores.

Caracterización geológica

Manzanillo, ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, es una de las regiones tectónicas más activas del mundo, propensa a terremotos y actividad volcánica, lo que es clave para la planificación de infraestructuras. Sus formaciones geológicas, compuestas por rocas ígneas y sedimentarias, influyen en la estabilidad del suelo y el uso del territorio para fines urbanos e industriales (Valdez-Moreno *et al.*, 2006; Norini *et al.*, 2010).

La actividad sísmica y la proximidad a la costa aumenta el riesgo de tsunamis, destacando la necesidad de planes de evacuación y sistemas de alerta temprana (CONAGUA, 2020).

Manzanillo cuenta con agua subterránea de calidad variable y minerales disponibles en moderada cantidad. Su gestión sostenible es esencial para el abastecimiento de agua y el desarrollo industrial y agrícola. La calidad del agua subterránea requiere vigilancia constante para evitar su deterioro por la actividad humana (Hernández *et al.*, 2020).

Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT)

La ZOFEMAT en México es una franja de terreno de 20 metros de ancho, contigua a la playa y transitable, que se mide a partir de la pleamar máxima (figura 2). Esta zona, es propiedad de la nación y está regulada por la Ley General de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar” (PROFEPA, 2016).



Figura 2. Delimitación de la Zona Federal Marítimo Terrestre. (ZOFEMAT) para Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia

Problemática sistema socio-ecológicos en Manzanillo, Colima

Actividades económicas en riesgo

Comercio Marítimo

El Puerto de Manzanillo, el principal de México en la costa del Pacífico desempeña un papel clave en el comercio internacional, especialmente con Asia (SCT, 2023). Maneja automóviles, productos agrícolas y diversas mercancías, consolidándose como un centro logístico de clase mundial con terminales especializadas (SCT, 2023). Sin embargo, enfrenta congestión y tiempos de espera debido a la alta demanda, afectando la eficiencia logística (IMT, 2022). Además, su expansión portuaria ejerce presión sobre los ecosistemas costeros, amenazando la biodiversidad (SCT, 2023).

Turismo

Las playas de Manzanillo, como Playa La Audiencia y Playa Santiago, atraen a turistas nacionales e internacionales, generando empleo y promoviendo restaurantes y comercio local (Amaya Molinar *et*

al., 2018; SECTUR, 2023). Sin embargo, la alta afluencia provoca contaminación, presión sobre los recursos naturales y afecta los ecosistemas costeros debido a la infraestructura turística y el aumento de residuos (SEMARNAT, 2024).

Pesca

La pesca es una actividad económica tradicional en Manzanillo, donde especies como el atún y el camarón son fundamentales para la economía local. Además, la pesca deportiva atrae a turistas, complementando la economía regional (INEGI, 2020). Sin embargo, la sobrepesca y la degradación de hábitats marinos debido a la contaminación y el cambio climático representan amenazas para la sostenibilidad de este sector (Oceana México, 2024).

Agricultura

La región de Manzanillo produce cultivos como melón, papaya y aguacate para el consumo local y de exportación (INEGI, 2020). Sin embargo, el



sector agrícola enfrenta desafíos relacionados con el uso intensivo de agua y la degradación de suelos debido a prácticas agrícolas convencionales. Además, el cambio climático incrementa la frecuencia de sequías, afectando la productividad agrícola (SADER, 2023).

Industrias Energéticas

Manzanillo alberga plantas termoeléctricas que abastecen de energía eléctrica al estado de Colima y apoyan el desarrollo industrial (CFE, 2023). Sin embargo, contribuyen a la contaminación atmosférica y a las emisiones de gases de efecto invernadero (SEMARNAT, 2024). El desarrollo de energías renovables, como la solar y eólica, busca diversificar la matriz energética y reducir el impacto ambiental, aunque enfrenta desafíos de financiamiento e integración tecnológica (CFE, 2023).

Minería

La región de Manzanillo cuenta con yacimientos de hierro, explotados por empresas mineras, que impulsan la economía local y generan empleo (INEGI, 2020). Sin embargo, la minería provoca deforestación, alteración del suelo y contaminación de cuerpos de agua (SEMARNAT, 2024). Se requiere una regulación más estricta y prácticas de minería sostenible para minimizar estos impactos. Ecosistemas y Recursos Naturales en Riesgo.

Ecosistemas y Recursos Naturales en Riesgo

Inundaciones

En julio de 2024, intensas lluvias provocaron inundaciones severas en varias colonias de Manzanillo,

incluyendo el Centro Histórico y el Boulevard Miguel de la Madrid. Estos eventos afectaron la movilidad y la infraestructura urbana (SEGOB, 2024). La topografía urbana y la saturación de drenajes agravan el problema, subrayando la necesidad de mejorar el manejo de aguas pluviales (INECC, 2023).

Deslizamientos de Tierra

Durante la tormenta tropical "Hernán" en 2020, se registraron deslizamientos de tierra en áreas como Tapeixtles y El Colomo, afectando viviendas y carreteras locales (INEGI, 2020). La inestabilidad del terreno, agravada por lluvias intensas, aumenta el riesgo en zonas montañosas (INECC, 2023).

Fenómenos Meteorológicos Extremos

Manzanillo ha sufrido impactos de huracanes intensos, como el huracán Patricia en 2015, cuyos vientos destructivos y lluvias intensas causaron daños significativos en la infraestructura (NHC & CPHC, 2016). Un estudio (1981-2018) reveló que los eventos de precipitación extrema son más frecuentes en septiembre, aumentando la vulnerabilidad regional (SMN, 2019).

Contaminación y Derrames

En diciembre de 2019, un derrame de hidrocarburo en el Puerto Interior de Manzanillo requirió la intervención de PROFEPA para contener el impacto ambiental (PROFEPA, 2016). En junio de 2023, una nube tóxica causada por un derrame químico generó preocupación por la calidad del aire, aunque autoridades descartaron riesgos inmediatos (SEMARNAT, 2024).

Diagnóstico del Manejo Costero - Modelo PER

En el marco del Modelo Presión- Estado – Respuesta (PER), se han realizado investigaciones sobre el impacto de la erosión costera en zonas vulnerables como Manzanillo (figura 3). El programa

analiza los cambios en los ecosistemas costeros y sus implicaciones para la biodiversidad y las actividades humanas (Gobierno de México, 2022).

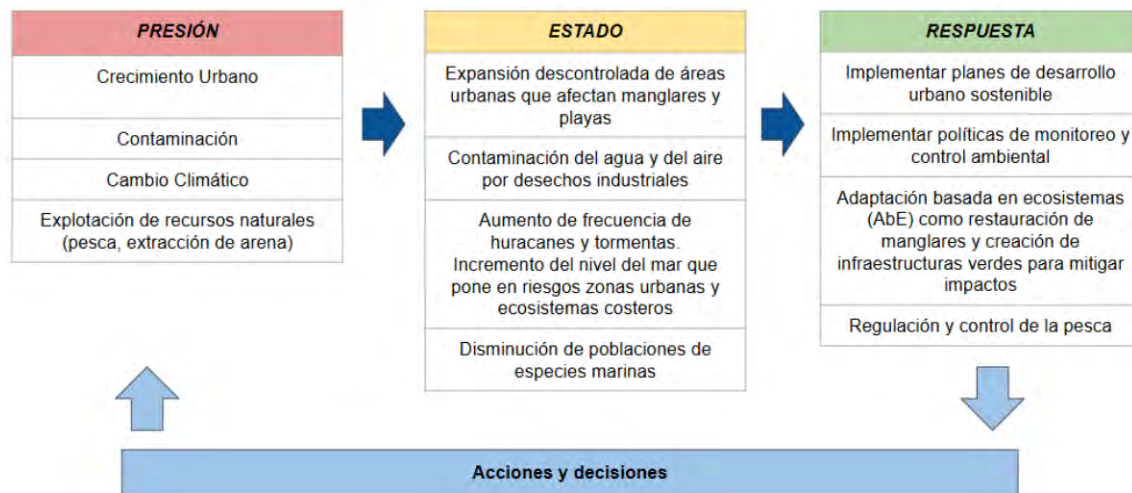


Figura 3. Modelo Presión- Estado-Respuesta, Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de riesgo y vulnerabilidad

Evaluación de riesgos actuales y futuros

La tabla 1 presenta la evaluación de riesgos costeros en Manzanillo, Colima, basada en estudios recientes sobre amenazas naturales y vulnerabilidad, considerando los riesgos climáticos y la ubicación estratégica del puerto como nodo comercial en el Pacífico mexicano (API Manzanillo, 2021).

Modelo de Evaluación de Riesgos

El análisis se basó en un modelo que emplea criterios de probabilidad de ocurrencia, evaluando la exposición y vulnerabilidad de la región a eventos naturales como huracanes e inundaciones. Los criterios de evaluación fueron los siguientes:

- Probabilidad alta: Eventos recurrentes con impacto anual o menor.
- Probabilidad media: Eventos con un ciclo de retorno de entre 5 y hasta 20 años.
- Probabilidad baja: Eventos raros con un retorno superior a 20 años.

Este diagnóstico se fundamenta en la recopilación de mapas de vulnerabilidad (INPLAN, 2024) y estudios previos sobre Manzanillo (AMIMP, 2023), que reflejan la exposición de infraestructu-

ras críticas y comunidades locales a los efectos del cambio climático y fenómenos naturales.

Gobernanza y Manejo Costero en Manzanillo

La gobernanza del MIZC en Manzanillo involucra múltiples actores, desde instituciones gubernamentales hasta comunidades locales, empresas turísticas y organizaciones ambientales. Sin embargo, la falta de coordinación entre niveles de gobierno y el escaso involucramiento de actores comunitarios han limitado su efectividad (Barragán, 2012).

El análisis de actores clave muestra que, aunque existe un marco regulatorio sólido, la implementación de estrategias enfrenta barreras como burocracia, falta de financiamiento y conflictos de intereses entre el sector portuario, turismo y conservación ambiental (OECD, 2023; INECC, 2021). Además, los mecanismos de participación ciudadana siguen siendo limitados, con poca representación de pescadores, trabajadores turísticos y comunidades costeras en la toma de decisiones (Gómez *et al.*, 2020).

Para fortalecer la gobernanza costera, se recomienda:

**Tabla 1.** Evaluación de Riesgos costeros en Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de riesgo	Descripción	Probabilidad (actual)	Probabilidad (futura)	Impacto potencial
Inundaciones por ciclones	Aumento del nivel del mar e inundaciones por huracanes.	Alto	Alto	Daños materiales y pérdida de vidas; afectación a infraestructura.
Erosión costera	Pérdida de playas por oleaje intenso y cambio climático.	Medio	Alto	Reducción de territorio y afectaciones al turismo y la pesca.
Tsunamis	Olas grandes generadas por sismos en el Pacífico.	Bajo	Medio	Daños extensos en la costa y áreas residenciales.
Deslizamiento de tierra	Desplazamiento de suelo en áreas costeras por lluvias intensas.	Medio	Medio	Bloqueo de vías y daños a infraestructuras.
Huracanes	Tormentas de alta categoría con mayor frecuencia e intensidad.	Medio	Alta	Perdida significativa de bienes y servicios.

- Fomentar mecanismos de co-gestión entre comunidades y gobiernos locales (UNDRR, 2024).
- Establecer un comité de manejo costero con representación equitativa de los sectores involucrados (Hernández *et al.*, 2020).
- Integrar a la academia y centros de investigación en la formulación de estrategias de resiliencia costera (CENAPRED, 2020).

Acciones de Manejo (Análisis Costo-Beneficio)

Para evaluar la viabilidad y eficiencia de diferentes estrategias de mitigación y adaptación a riesgos costeros y climáticos en Manzanillo, se realizó un análisis costo-beneficio (ACB), fundamentado en literatura científica, reportes técnicos y evaluaciones de riesgo climático y socioeconómico (Jiménez-Arenas, 2020; BID, 2023). Este análisis permitió comparar los costos de implementación, mantenimiento y operación de cada medida con los beneficios en términos de reducción de impactos en la infraestructura y conservación de ecosistemas costeros. Se analizaron dos enfoques principales: Medidas de Adaptación Basadas en Ecosistemas (AbE), que incluyen la restauración de manglares y la protección de arrecifes como barreras naturales contra inundaciones y oleajes extremos, reduciendo la necesidad de infraestructura gris (Spalding *et*

al., 2014; Narayan *et al.*, 2016), y la Infraestructura de Protección Costera, que comprende la construcción de diques y muros de contención en áreas vulnerables, aunque con costos elevados e impactos ambientales significativos (Beck & Lange, 2016).

Para la evaluación, se cuantificaron los costos y beneficios de cada estrategia mediante estimaciones basadas en fuentes secundarias y análisis comparativos con estudios previos sobre infraestructura y adaptación costera (Seddon *et al.*, 2020; PNUMA, 2022). Además, se evaluó el riesgo residual y los costos de inacción, determinando los posibles impactos económicos y sociales de no aplicar medidas de adaptación ante eventos climáticos extremos (IPCC, 2022). La omisión de estrategias de mitigación podría derivar en pérdidas económicas sustanciales y daños irreversibles en la infraestructura, el comercio y el turismo (OECD, 2021; Rivera-Arriaga & Villalobos-Zapata, 2012).

Sistemas en Riesgo

La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR), define al riesgo como la probabilidad de pérdidas de vidas, lesiones o destrucción y daños a causa de un desastre en un período de tiempo determinado, y por tanto lo expresa como:

$$\text{Riesgo de Desastres} = \text{Peligro} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad (UNDRR, 2024)}$$



Los desastres suelen percibirse como impactos externos, pero surgen de la interacción entre peligros, exposición y vulnerabilidad derivados de procesos de desarrollo. El riesgo resulta de la combinación entre la gravedad y frecuencia del peligro, la cantidad de personas y bienes expuestos, y su vulnerabilidad a los daños.

Antecedentes históricos de desastres

Manzanillo ha experimentado eventos naturales severos como huracanes y tormentas tropicales, afectando infraestructura, viviendas y ecosistemas costeros. Este historial subraya la importancia de una gestión adecuada del riesgo.

Sistema natural

El sistema natural de Manzanillo, Colima, incluye zonas clave como la Laguna de Cuyutlán, que protege contra inundaciones y alberga biodiversidad (INEGI, 2020). Las playas de Miramar y La Audiencia son esenciales para el turismo y la protección costera, mientras que los arrecifes de coral en la Bahía de Santiago sostienen la pesca local y son hábitat de diversas especies marinas. Estos ecosis-

temas enfrentan amenazas como el desarrollo urbano, la contaminación y el cambio climático, que elevan el nivel del mar y aumentan la temperatura (IPCC, 2022). Conservar y restaurar estas áreas es vital para garantizar su función ecológica, económica y la sostenibilidad regional. (figura 4).

Sistema urbano y de infraestructura

El sistema urbano e infraestructura de Manzanillo, Colima, destaca por su posición estratégica como uno de los puertos más importantes de México. El Puerto de Manzanillo es el motor económico principal, con infraestructura clave para el comercio marítimo y el transporte terrestre, conectando con el resto del país. La ciudad también cuenta con instalaciones turísticas e industriales que fortalecen su desarrollo. Sin embargo, enfrenta retos como el rápido crecimiento urbano, que presiona los servicios básicos y la movilidad, además de la vulnerabilidad a huracanes e inundaciones (CENAPRED, 2020). Es esencial fomentar un desarrollo sostenible que mejore la conectividad, integre áreas verdes y refuerce la resiliencia climática (figura 5).

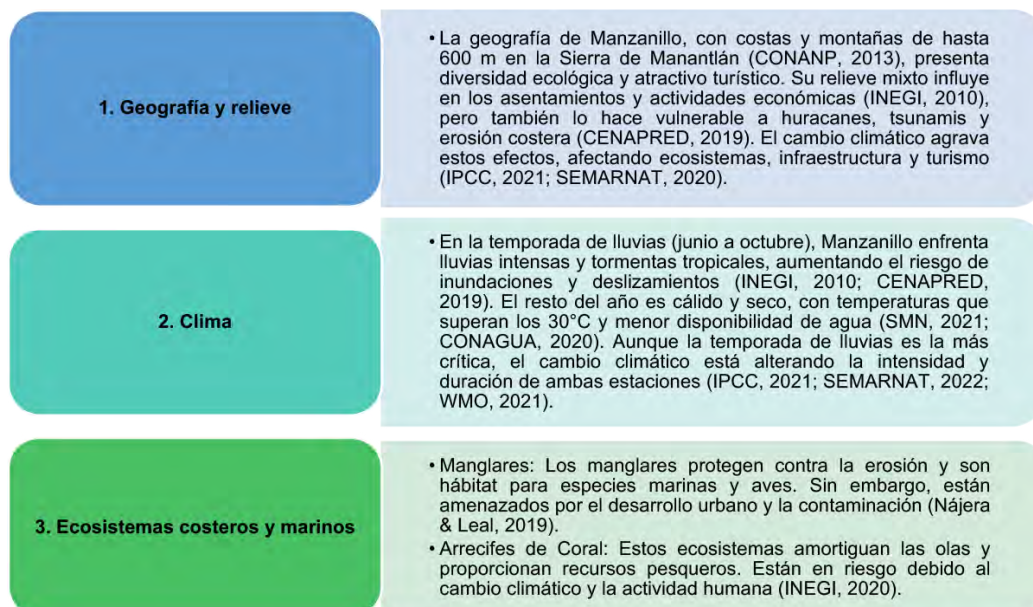


Figura 4. Sistema natural de Manzanillo Fuente: Elaboración propia.

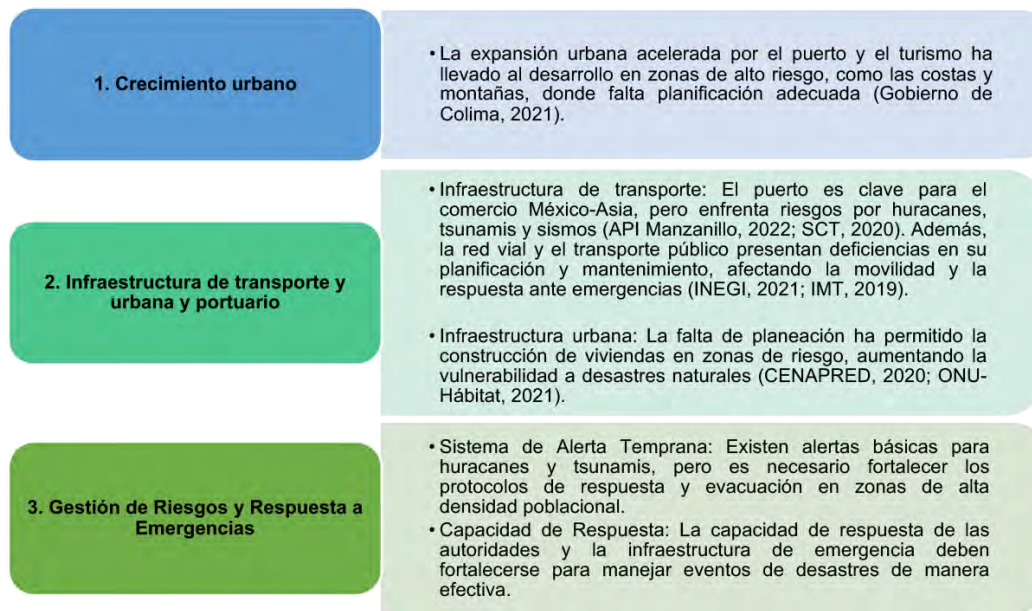


Figura 5. Subsistema urbano y de infraestructura de Manzanillo Fuente: Elaboración propia

Sistema económico

Manzanillo, Colima, tiene un sistema económico basado en el turismo, el comercio marítimo y la pesca, actividades esenciales para su desarrollo regional. Su población económicamente activa representa el 66.1 %, con una baja tasa de desempleo del 2.21 % (Gobierno Municipal de Manzanillo, 2024b). Sin embargo, enfrenta retos como desastres naturales que afectan la infraestructura y disminuyen la actividad turística. Los ecosistemas marinos, como manglares y arrecifes, son fundamentales para la pesca, pero su degradación impacta directamente la economía (Sol-Sánchez et al., 2022).

Sistema social

El municipio de Manzanillo es el más poblado del Estado de Colima con 191 031 habitantes. Mientras que las delegaciones más pobladas son: Santiago: 48378 habitantes; Salagua: 36 945 habitantes; Valle de las Garzas: 29 971 habitantes; Zona Centro: 13 861 habitantes y El Colomo: 9583 habitantes (Gobierno Municipal Manzanillo, 2024b) (figura 7).

Evaluación de amenazas, exposición y vulnerabilidad

La UNDRR (2024) define los siguientes términos como:

- **Amenaza:** Proceso, fenómeno o actividad humana que puede causar pérdidas de vidas, lesiones u otros efectos sobre la salud, daños materiales, perturbaciones sociales y económicas o degradación ambiental. Los peligros pueden ser de origen natural, antropogénico o socioambiental.
- **Exposición:** Situación de las personas, la infraestructura, la vivienda, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles ubicados en zonas propensas a riesgos.
- **Vulnerabilidad:** Característica determinada por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de un individuo, una comunidad, activos o sistemas a los impactos de los peligros. Esta varía de acuerdo con el transcurso del tiempo y el espacio.
- **Riesgo de desastre:** ocurren cuando un peligro natural impacta un sistema socioeconómico

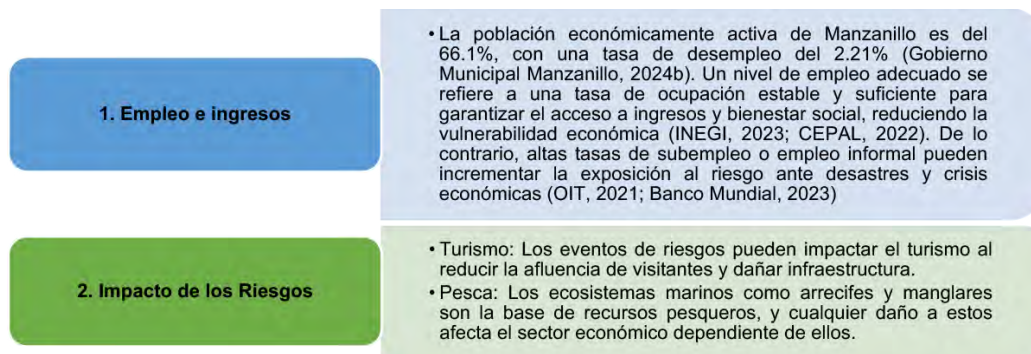


Figura 6. Sistema económico de Manzanillo Fuente: Elaboración propia.

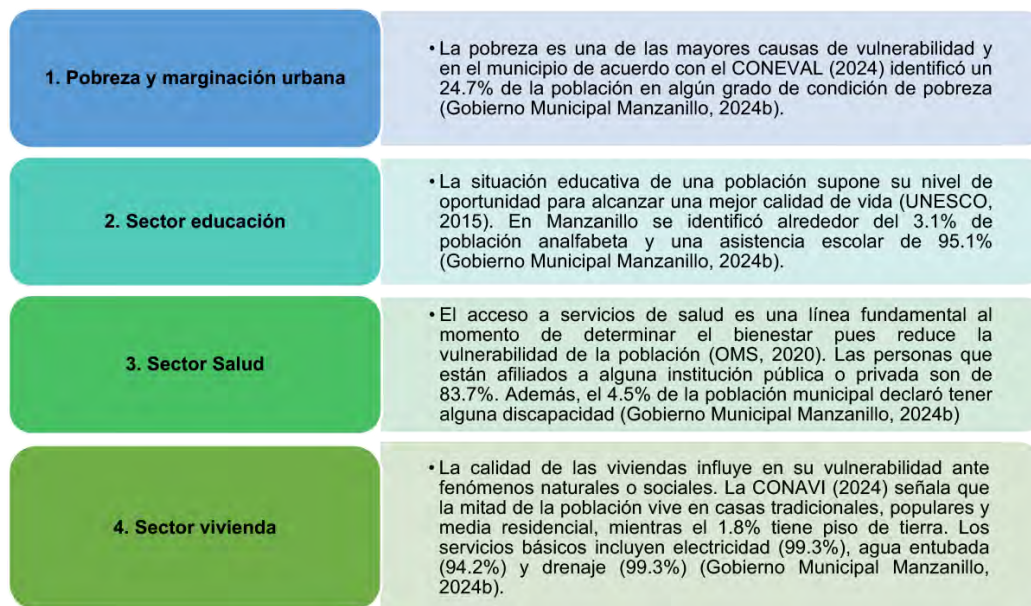


Figura 7. Sistema social y de salud de Manzanillo Fuente: Elaboración propia.

vulnerable, superando su capacidad de respuesta. Surgen de la combinación entre amenazas, vulnerabilidad y capacidades limitadas de comunidades e instituciones para enfrentar y mitigar los riesgos resultantes.

Un desastre se produce cuando se dan tres condiciones al mismo tiempo:

- Asentamientos en lugares potencialmente peligrosos, por ejemplo, cerca o dentro del cauce de ríos que se pueden desbordar.

- Fenómeno extremo (la amenaza), por ejemplo, precipitaciones intensas y concentradas.
- Si no se cuenta con una eficiente gestión del riesgo para evitar que el fenómeno provoque daños.

La evaluación de amenazas, exposición y vulnerabilidad en Manzanillo es un paso importante para comprender los riesgos a los que se enfrenta esta ciudad costera y cómo sus características sociales, económicas y ambientales aumentan la posibilidad de sufrir daños ante fenómenos naturales (tabla 2).



Tabla 2. Principales amenazas para Manzanillo, Colima.
Fuente: Gobierno Municipal Manzanillo, (2012 y 2024b).

Tipo	Fenómeno	Grado de peligro
Hidrometeorológico	Ciclón, tormenta y depresión tropical	Muy alto
	Inundaciones pluviales, fluviales y costeras	Alto – Muy alto
	Inundaciones subterráneas, lacustres	Medio
	Granizadas, corrientes de retorno, tormentas eléctricas, sequías	Bajo
	Ondas de calor	Medio
Geológico	Sismos	Muy alto
	Inestabilidad de laderas, tsunamis	Alto
	Hundimientos, erosión costera	Medio
	Erupciones volcánicas	Bajo
Químico-tecnológico	Almacenamiento de sustancias peligrosas	Medio
	Autotransporte y transporte ferroviario de sustancias peligrosas	Medio
	Transporte por ductos	Medio
	Incendios forestales	Alto
Sanitario-ecológicos	Contaminación de suelo, aire y agua	Medio
	Epidemias y plagas	Medio
Socio-organizativos	Concentración masiva de población	Moderado
	Vandalismo	Bajo
	Terrorismo	Muy bajo

Identificación de usuarios y actores clave

Manzanillo enfrenta diversos riesgos derivados de su ubicación costera, su actividad portuaria y la vulnerabilidad a fenómenos naturales como huracanes, sismos y tsunamis. Para abordar estos riesgos y la vulnerabilidad de la población, es importante identificar a los usuarios y actores clave que desempeñan un papel importante en la gestión de riesgos, la resiliencia y la respuesta ante desastres (Adger, 2006; Lin *et al.*, 20). En la tabla 3, se presenta una lista de los actores clave y usuarios involucrados en la gestión de riesgos y vulnerabilidades en Manzanillo.

La dinámica organizacional produce la reunión de disciplinas, técnicas, ciencias y funciones que facilitan la aproximación armónica de estructura, personas, procesos y recursos, donde la participación de las personas dentro de los procesos referentes a su bienestar permite una adecuada dinámica organizativa (Rincón-Quintero, 2013).

Marco Regulatorio y Legal

México cuenta con un marco legal integral para el desarrollo urbano y la protección de la población, sustentado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y diversas normativas. La CPEUM establece el derecho a un medio ambiente sano y a la vivienda digna (Artículo 4°), regula la propiedad de la tierra y su uso (Artículo 27°) y otorga a los municipios la facultad de ordenar el desarrollo urbano (Artículo 115°) (DOF, 2021). A nivel legislativo, la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano establece criterios para el crecimiento sostenible (SEDATU, 2016), mientras que la Ley General de Protección Civil y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente incorporan estrategias para la reducción del riesgo de desastres y la protección ambiental (CENAPRED, 2020). Complementariamente, las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) regulan la seguridad estructural y la planificación territorial

**Tabla 3.** Usuarios y Actores Clave del municipio de Manzanillo. Fuente: Elaboración propia.

Usuarios	Actores clave
• Población en general de Manzanillo • Turistas • Trabajadores del puerto • Trabajadores del sector industrial • Flota pesquera • Pescadores artesanales • Grupos de artesanos • Comités comunitarios • Agricultores • Sector hotelero	• Coordinación Nacional de Protección Civil • Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) • SEDENA PLAN DN-III-E • Gobierno del Estado de Colima • Secretaría de Protección Civil del Estado de Colima • Secretaría de Salud del Estado de Colima • H. Ayuntamiento de Manzanillo • Administración Portuaria Integral de Manzanillo (APIMAN) • Cruz Roja Mexicana – Delegación Colima • Policía Municipal • Comité Municipal de Emergencia

(DOF, 2023). Este marco normativo busca garantizar un desarrollo urbano resiliente y sostenible, reduciendo la vulnerabilidad ante riesgos ambientales y sociales.

Leyes como la Ley General de Cambio Climático, la Política Nacional de Mares y Costas, y la Ley General de Protección Civil buscan proteger a las personas, el ambiente y el patrimonio cultural ante eventos adversos. La Ley General de Protección Civil define roles, responsabilidades y procedimientos para la prevención, preparación, respuesta y recuperación ante desastres (DOF, 2023).

Las Leyes Estatales incluyen la Constitución Política del Estado de Colima, la Ley de Protección Civil, la Ley de Planeación para el Desarrollo, y el Atlas de Peligros y Riesgos en el Estado de Colima (APREC). De estas derivan programas y reglamentos como el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial y el Reglamento de Zonificación Estatal (Gobierno Municipal Manzanillo, 2024a; DOF, 2023).

A nivel Municipal, destacan el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN), el Reglamento de Protección Civil con enfoque en gestión integral de riesgos, el Programa de Desarrollo Urbano Municipal y el Programa Municipal de Ordenamiento Territorial (Gobierno Municipal Manzanillo, 2024b).

En la figura 8, se presenta el Marco Regulatorio y Legal a nivel nacional, estatal y municipal.

Factores climáticos y no climáticos

Los **factores climáticos** determinan las condiciones del lugar e incluyen latitud, altitud, relieve, corrientes marinas y circulación atmosférica (CREA, 2022; Molina, 1978). Manzanillo, un puerto costero vulnerable a huracanes, inundaciones y erosión, enfrenta riesgos agravados por la interacción de factores físicos, sociales y económicos. Estas amenazas, junto con la expansión urbana y la gestión territorial, afectan su capacidad de adaptación y resiliencia (CENAPRED, 2020).

Los **factores no climáticos**, vinculados a la actividad humana, aumentan la vulnerabilidad ante desastres naturales. Incluyen planeación urbana, infraestructura deficiente, pobreza, desigualdad social y políticas públicas inadecuadas.

En Manzanillo, integrar factores climáticos y no climáticos en el análisis de riesgos es clave para mejorar la prevención y respuesta ante fenómenos naturales. El cambio climático intensifica huracanes, lluvias extremas y la elevación del nivel del mar, aumentando los riesgos para las comunidades costeras. Sin embargo, problemas como el crecimiento urbano desordenado, pobreza e infraestructura in-

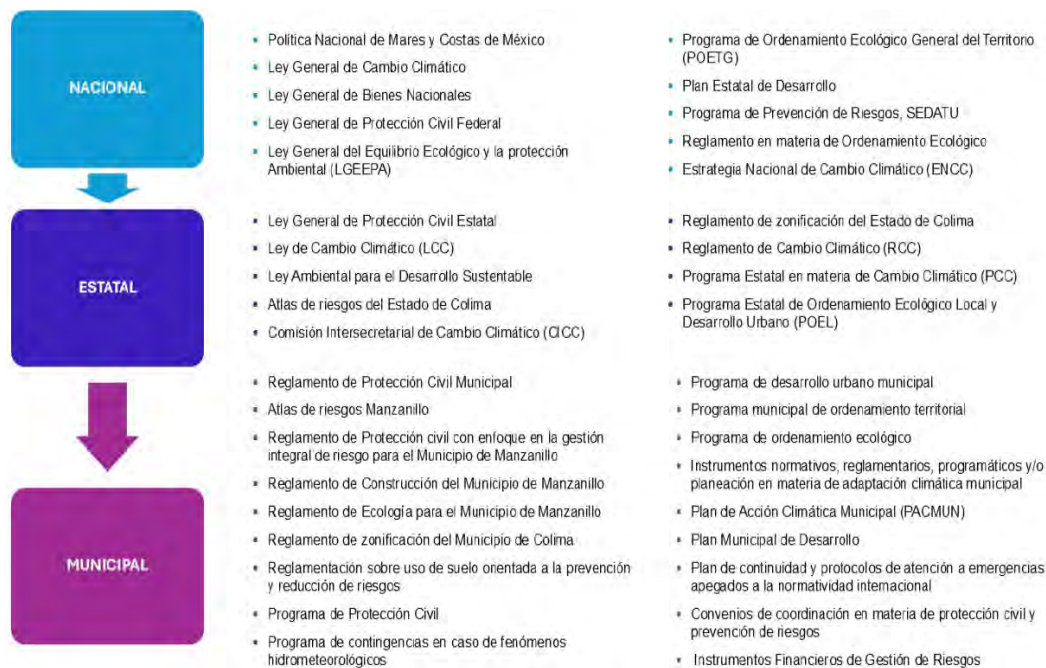


Figura 8. Marco Regulatorio y Legal para el Desarrollo Urbano y la Protección Civil en Manzanillo.

Fuente: Elaboración propia

suficiente agravan la vulnerabilidad social y económica, limitando la capacidad de adaptación ante estos eventos (Comisión Europea, 2024).

Objetivos y metas para la reducción de vulnerabilidad

La **UNDRR** establece alianzas y aplica un enfoque global para reducir los desastres, con el objetivo de minimizar la pérdida de vidas, los efectos socioeconómicos y los daños ambientales. Para ello, propone cuatro objetivos clave:

- **Incrementar la conciencia pública** sobre el riesgo, vulnerabilidad y reducción de desastres.
- **Compromiso de las autoridades** para implementar políticas efectivas.
- **Fomentar alianzas interdisciplinarias e intersectoriales**, ampliando redes de colaboración.
- **Mejorar el conocimiento científico** en la reducción de riesgos (UNDRR, 2024).

La definición de los objetivos, metas y acciones para reducir la vulnerabilidad en Manzanillo se

basó en la integración de factores de riesgo, normativas vigentes y estrategias de adaptación climática. Se identificaron amenazas como huracanes, inundaciones y erosión costera, así como vulnerabilidades derivadas del crecimiento urbano desordenado y la infraestructura deficiente.

El análisis se alineó con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), la Ley General de Protección Civil y las directrices de la UNDRR (2022). A partir de ello, se estructuraron acciones en seis ejes estratégicos, abordando infraestructura, protección ambiental, educación en riesgos, monitoreo, resiliencia socioeconómica y políticas de adaptación. La figura 9 resume este proceso metodológico y su aplicación en Manzanillo.

Metodología

En el marco del Manejo Integrado de la Zona Costera (MIZC) en Manzanillo, Colima se han implementado dos metodologías centrales para abordar los retos ambientales y promover un desarrollo



Figura 9. Modelo de los objetivos y metas para la reducción de la vulnerabilidad en Manzanillo.

Fuente: Elaboración propia.

sostenible: el Modelo de Presión-Estado- Respuesta (FPEIR) y el Decálogo del MIZC (Barragán, 2012). Estas metodologías, al aplicarse conjuntamente, ofrecen un enfoque integral que facilita la planificación y gestión eficaz de los recursos costeros.

El modelo PER es un marco analítico utilizado para evaluar la interacción entre el ambiente y las actividades humanas. Este enfoque permite identificar los factores que impulsan los cambios

en el ecosistema, los impactos que generan, y las respuestas necesarias para mitigar dichos efectos, promoviendo la sostenibilidad (Kristensen, 2004).

Para el diagnóstico del MIZC en Manzanillo, se emplearon los lineamientos del Decálogo de Barragán, el cual aborda diez categorías: marco político, normatividad, competencias, instituciones, instrumentos estratégicos y operativos, recursos financieros, conocimiento e información, educación y sostenibilidad y participación comunitaria.

Resultados

Síntesis de la organización político-administrativa territorial de Manzanillo

Políticas actuales

Manzanillo cuenta con políticas públicas para regular el uso del suelo, el desarrollo urbano y la

protección ambiental. Estas buscan preservar ecosistemas críticos, como los manglares, y gestionar riesgos climáticos, especialmente en infraestructuras portuarias estratégicas. Entre las iniciativas locales destacan estrategias para reducir la contaminación portuaria y proteger la biodiversidad marina, mediante acuerdos locales e internacionales.



En la figura 10, se resumen las políticas más relevantes y las instituciones responsables de su implementación.

Conformación de la normatividad

El marco normativo y regulatorio en Manzanillo, Colima, busca proteger y conservar los recursos naturales costeros, promoviendo la preservación ambiental, el uso sostenible de recursos y la mitigación de los efectos del cambio climático (SEMARNAT, 2024).

El desarrollo urbano, industrial y portuario presenta desafíos específicos, impulsando la implementación de políticas y normativas para minimizar impactos negativos en el ecosistema (Gobierno del Estado de Colima, 2023; CONABIO, 2021). En la figura 11, se resumen las principales normativas vigentes para la gestión costera en Manzanillo.

Competencias

La gestión costera en Manzanillo requiere una coordinación interinstitucional que distribu-

ya eficazmente las competencias entre los niveles de gobierno y las instituciones responsables de la supervisión y conservación ambiental. Las principales competencias se distribuyen de la siguiente manera:

- **Gobierno Federal - SEMARNAT.** Supervisa el cumplimiento de normativas ambientales en áreas costeras, regulando actividades con impacto en los ecosistemas y colaborando con autoridades locales para garantizar la protección ambiental en operaciones costeras (SEMARNAT, 2024).
- **(Orden autónomo, con supervisión federal) - Administración Portuaria Integral (API).** Gestiona y opera el puerto de Manzanillo, monitoreando los impactos ambientales de las actividades portuarias. Colabora con SEMARNAT para implementar y supervisar medidas de conservación ambiental (API Manzanillo, 2021).
- **Gobierno Federal.** Define políticas nacionales y normativas ambientales aplicables a las regio-



Figura 10. Políticas relevantes para la zona costero- marina de Manzanillo.

Fuente: Elaboración propia



Figura 11. Normatividad actual de Manzanillo. Fuente: Elaboración propia.

nes costeras, incluido Manzanillo. Establece un marco regulatorio que facilita la implementación de programas para la preservación y el manejo costero (Gobierno de México, 2019).

- **Gobierno Estatal de Colima.** Mediante políticas locales y coordinación municipal, el gobierno estatal facilita el manejo costero en Manzanillo, promoviendo la conservación de ecosistemas y el cumplimiento de normativas ambientales (Gobierno del Estado de Colima, 2023).
- **Municipio de Manzanillo.** Implementa medidas de gestión costera, incluyendo restauración de ecosistemas y regulaciones para el uso del suelo urbano-costero, garantizando una respuesta eficaz a las necesidades locales (Gobierno del Estado de Colima, 2023).

Esta distribución de competencias facilita una respuesta coordinada a los desafíos ambientales, promoviendo políticas de conservación y desarrollo sostenible a nivel local y federal.

Instituciones y reparto de funciones

El manejo costero en Manzanillo es una tarea multidimensional que involucra a diversas instituciones gubernamentales y académicas, cada una con funciones específicas para la protección y sostenibilidad de los recursos costeros en la región. En la figura 12, se resumen las principales instituciones y su reparto de funciones para la gestión costera en Manzanillo.

La coordinación institucional es clave para enfrentar los desafíos ambientales en Manzanillo, implementando medidas sostenibles que protejan los recursos naturales y fortalezcan la resiliencia climática.

Instrumentos estratégicos y operativo

La gestión costera en Manzanillo se basa en instrumentos estratégicos y operativos que guían la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales. Incluyen evaluaciones ambientales, sistemas de monitoreo y programas de ordenamiento

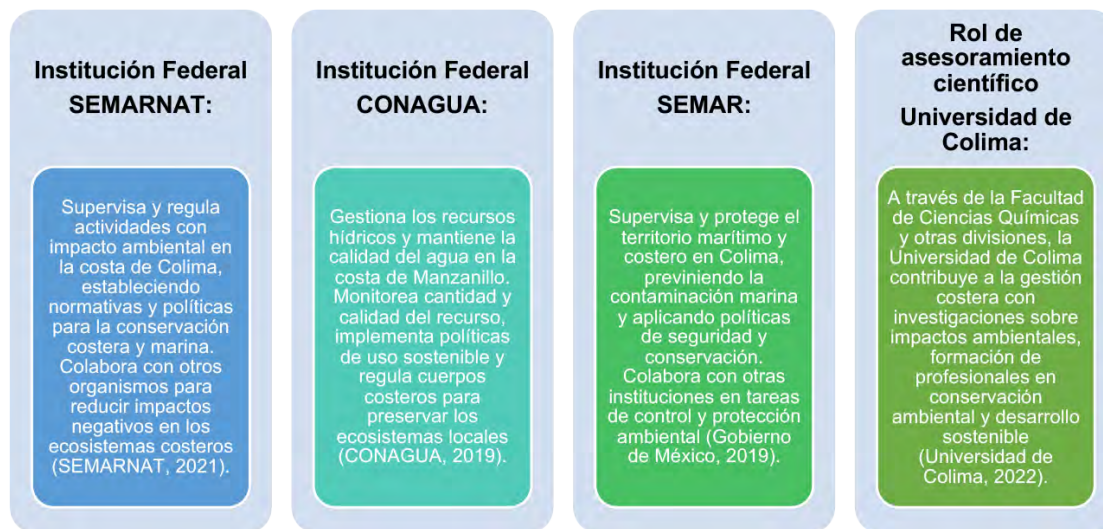


Figura 12. Instituciones y reparto de funciones en Manzanillo. Fuente: Elaboración propia.

ecológico (SEMARNAT, 2024). Además, se integran tecnologías de información geográfica y bases de datos ambientales, respaldando decisiones basadas en evidencia científica para una gestión costera efectiva y sostenible.

La tabla 4 detalla los principales instrumentos empleados en la región:

Formación y capacitación

La capacitación y formación de actores en la gestión costera son clave para implementar políticas ambientales y conservar los recursos naturales. En Manzanillo, se desarrollan programas y talleres para fortalecer las capacidades de funcionarios públicos, gestores ambientales y la comunidad local que contribuyen significativamente a la creación de una cultura de sostenibilidad y corresponsabilidad. Estas iniciativas abordan áreas como la protección de la biodiversidad, la evaluación de impactos ambientales y la mitigación de riesgos climáticos.

A continuación, se detallan las principales actividades de formación y capacitación en la región.

- **Programas de Capacitación para funcionarios Públicos, Gestores Ambientales y Comunidad Local.** Estos proporcionan herramientas importantes para la protección de los ecosistemas costeros, abarcando temas como

la biodiversidad, la evaluación de impactos ambientales y la gestión de riesgos climáticos (Gobierno del Estado de Colima, 2023; SEMARNAT, 2024).

- **Talleres de Gestión Ambiental para Personal Técnico y Tomadores de Decisiones.** Son dirigidos a personal técnico y tomadores de decisiones en la costa de Manzanillo, fortalecen sus conocimientos en gestión ambiental, facilitando la toma de decisiones informadas y sostenibles (Gobierno de México, 2019).
- **Capacitación en Manejo Costero Impartida por Instituciones Académicas.** La Universidad de Colima, a través de su Facultad de Ciencias Químicas, ofrece capacitación especializada en manejo costero, apoyando la formación de profesionales locales comprometidos con la sostenibilidad de la región (Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, 2022).
- **Programas de Formación en Cambio Climático y Sostenibilidad para Líderes Comunitarios.** Estos están dirigidos a líderes comunitarios locales, con el objetivo de sensibilizarlos sobre la sostenibilidad y el cambio climático, promoviendo su participación en la gestión y conservación ambiental (INECC, 2019).

**Tabla 4.** Instrumentos en Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia.

Instrumento	Nivel de competencia	Descripción
Sistema de Monitoreo de Manglares	Federal	Evalúa la salud y restauración de manglares ante impactos ambientales (INECC, 2019).
Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Federal	Regula proyectos en zonas costeras para garantizar su compatibilidad ambiental (SEMARNAT, 2021).
Plan de Manejo Integral de la Zona Costera	Estatad	Estrategias para el uso sostenible y resiliente de los recursos costeros (Gobierno de Colima, 2023).
Sistema de Información Geográfica (SIG)	Estatad	Análisis espacial y planificación de ecosistemas costeros mediante datos georreferenciados (CONABIO, 2020).
Base de Datos Ambientales Regionales	Estatad	Información sobre biodiversidad y calidad ambiental para monitoreo continuo (INECC, 2019).
Programa de Educación y Conciencia Ambiental	Estatad	Sensibilización y capacitación en sostenibilidad para comunidades locales (SEMARNAT, 2021).
Plan de Ordenamiento Ecológico (POE)	Municipal	Regula el uso del suelo y la gestión ambiental en la costa de Manzanillo (Gobierno de Colima, 2023).

Recursos económicos y financieros para el manejo costero

La asignación de recursos económicos es clave para el éxito de la gestión costera en Manzanillo. Los fondos provienen de financiamiento estatal y federal, destinados a la conservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas, como los manglares. La inversión en infraestructura verde es fundamental, ya que estas soluciones naturales, a diferencia de la infraestructura gris, mitigan riesgos costeros como marejadas, inundaciones y erosión, al tiempo que mejoran la calidad del agua, preservan la biodiversidad y fomentan actividades sostenibles como la pesca y el ecoturismo. Además, colaboraciones con organizaciones internacionales apoyan proyectos específicos que refuerzan la resiliencia costera, asegurando una gestión sostenible de los recursos naturales y alineada con el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) (Gobierno de México, 2019; LGEEPA, 2018).

En la tabla 5 se describen los principales recursos económicos y financieros que respaldan la gestión costera en la región:

Conocimiento e información

El conocimiento científico y la información actualizada son esenciales para una gestión ambiental eficaz en Manzanillo. Estos insumos provienen de estudios de biodiversidad, mapeo de ecosistemas y análisis de riesgos, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones informadas (CONABIO, 2021). Este enfoque facilita el diseño de estrategias de conservación y adaptación basadas en datos.

- **Colaboración con Universidades y Centros de Investigación.** Las universidades y centros de investigación son clave para generar datos científicos rigurosos que fortalecen las políticas ambientales y guían acciones de conservación. La Universidad de Colima aporta información valiosa mediante estudios sobre impactos ambientales (SEMARNAT, 2024).

- **Monitoreo de la Calidad del Agua.** La Universidad de Colima realiza monitoreos periódicos de la calidad del agua en la costa de Manzanillo, evaluando la salud de los ecosistemas marinos y detectando fuentes de contaminación para implementar medidas correctivas



(Universidad de Colima & API Manzanillo, 2022).

- **Publicaciones Científicas sobre Biodiversidad Marina y Costera.** Estudios científicos en Colima han documentado la biodiversidad marina y costera, identificando especies en riesgo y medidas para su conservación. Estos trabajos respaldan la protección de la biodiversidad y orientan la gestión costera (INECC, 2023).
- **Proyectos de Ciencia Ciudadana.** La ciencia ciudadana involucra a la comunidad local en la recolección de datos ambientales, generando información sobre los ecosistemas costeros. Además, fortalece la conciencia ambiental y fomenta la corresponsabilidad en la conservación del entorno (Gobierno del Estado de Colima, 2020).
- **Mapeo de Ecosistemas y Análisis de Riesgos.** El uso de tecnologías avanzadas, como el mapeo con sistemas de información geográfica (SIG), permite caracterizar las zonas costeras e identificar áreas en riesgo, facilitando la anticipación y mitigación de impactos ambientales y climáticos (CONABIO, 2021).

La integración del conocimiento y monitoreo fortalece la respuesta ante desafíos ambientales en Manzanillo, facilitando una gestión costera adaptativa y basada en evidencia.

Educación para la sostenibilidad

La educación para la sostenibilidad en Manzanillo abarca desde la educación básica hasta la formación profesional, integrando la conciencia ambiental en los programas locales. Se enfoca en la protección de los manglares, la biodiversidad marina y la adaptación al cambio climático. A continuación, se describen las principales iniciativas educativas en la región. (figura 13).

Estas iniciativas educativas desempeñan un papel importante en la creación de una cultura de sostenibilidad en Manzanillo, formando ciudadanos y futuros líderes comprometidos con la protección del medio ambiente y la resiliencia frente al cambio climático.

Participación ciudadana

La participación ciudadana es clave para el éxito de la gestión ambiental en Manzanillo, asegurando que las políticas reflejen las necesidades locales. Incluir a la comunidad en la toma de decisiones fortalece la corresponsabilidad y promueve una gestión efectiva y sostenible de los recursos costeros. A continuación, se detallan las principales actividades de participación ciudadana en la región.

• Consultas Públicas y Comités Ciudadanos.

A través de consultas públicas y comités ciudadanos, el gobierno local involucra a la comuni-

Tabla 5. Recursos económicos y financieros para el manejo costero. Fuente: Elaboración propia.

Recurso	Descripción
Fondos de Cooperación Internacional	Apoyo financiero para sostenibilidad costera y adaptación climática (BID, 2015).
Presupuesto Estatal para la Conservación	Fondos para restauración de ecosistemas costeros en Colima (Gobierno de Colima, 2023).
Fondos Federales para la Adaptación Climática	Financiamiento para resiliencia y mitigación en zonas costeras (Gobierno de México, 2019).
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	Financiamiento para infraestructura y adaptación en el puerto de Manzanillo (BID, 2015).
Fondos de Conservación y Desarrollo Sustentable	Recursos para infraestructura verde y áreas protegidas (CONABIO, 2020).
Incentivos Fiscales para Proyectos Ambientales	Beneficios fiscales para inversiones en conservación costera (SEMARNAT, 2021).



dad en la planificación y gestión de proyectos de conservación, fomentando la participación social y una cultura de corresponsabilidad en la protección de los ecosistemas costeros (Gobierno del Estado de Colima, 2023; Gobierno de México, 2019).

• **Desafíos en la participación ciudadana en la gestión costera.** Aunque Manzanillo cuenta con iniciativas de participación ciudadana en temas ambientales, la gestión costera sigue siendo un proceso dominado por actores gubernamentales y empresariales (Hernández-López *et al.*, 2020). La comunidad local enfrenta barreras para involucrarse activamente en la toma de decisiones debido a:

- Escasos espacios de diálogo y colaboración con autoridades (Hernández *et al.*, 2020).
- Procesos burocráticos que limitan la participación de comunidades pesqueras y rurales (OECD, 2023).

Para fortalecer la participación ciudadana en el manejo costero, se propone:

- Desarrollar programas de educación ambiental dirigidos a comunidades locales (INECC, 2023).

- Crear mecanismos de participación digital que faciliten el acceso a información y la retroalimentación en la toma de decisiones (Gobierno del Estado de Colima, 2023).

- Incluir representantes comunitarios en los comités de gobernanza costera (UNDRR, 2024).

- **Consejos Consultivos Locales para la Toma de Decisiones Ambientales.** La creación de consejos consultivos locales facilita la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales, garantizando políticas adaptadas al contexto y las prioridades de la comunidad.

- **Proyectos Colaborativos para la Restauración de Ecosistemas.** La comunidad participa en proyectos colaborativos para la restauración de playas y manglares, fomentando una recuperación activa y consciente de los recursos naturales y fortaleciendo el compromiso con la conservación (Gobierno del Estado de Colima, 2020).

- **Foros Públicos sobre Temas Ambientales y Desarrollo Costero:** Los foros públicos, organizados por el gobierno local, permiten la consulta y retroalimentación en temas ambientales

Campañas de Concienciación Ambiental para Jóvenes	• En las escuelas locales se realizan campañas de concienciación para destacar la importancia de los manglares y áreas costeras, fomentando una comprensión sobre su valor ecológico y económico y su rol en la mitigación del cambio climático (Gobierno del Estado de Colima, 2023).
Cursos en Sostenibilidad en la Universidad de Colima:	• La Universidad de Colima ofrece cursos en sostenibilidad enfocados en la gestión de recursos costeros, formando profesionales con conocimientos y habilidades para enfrentar desafíos ambientales y promover la conservación y uso responsable de los ecosistemas marinos y costeros (Facultad de Ciencias Químicas, 2022).
Proyectos Educativos en el Currículo Escolar	• Se han integrado proyectos de protección ambiental en el currículo escolar, combinando actividades prácticas y teóricas sobre la preservación de recursos naturales. Estos proyectos fomentan la conciencia ambiental y promueven prácticas sostenibles en las comunidades (Gobierno de México, 2019; SEMARNAT, 2021).
Iniciativas Comunitarias y Ciencia Ciudadana	• Los programas de ciencia ciudadana involucran a jóvenes y adultos en el monitoreo y protección ambiental, reforzando el conocimiento ambiental y fomentando una participación activa y corresponsable en la gestión de los ecosistemas costeros (INECC, 2019).

Figura 13. Iniciativas educativas en Manzanillo. Fuente: Elaboración propia.



y de desarrollo costero, facilitando el diálogo comunidad-gobierno para una gestión costera inclusiva y eficaz (INEC2023; Gobierno del Estado de Colima, 2020).

La participación comunitaria fortalece la gestión ambiental y fomenta una cultura de sostenibilidad en Manzanillo, esencial para la preservación a largo plazo de los ecosistemas costeros.

Economía azul

La economía azul en Manzanillo representa una oportunidad clave para el desarrollo sostenible, gracias a su posición estratégica como puerto relevante en el Pacífico mexicano (API Manzanillo, 2021). Se basa en el aprovechamiento sostenible de los recursos oceánicos y costeros, impulsando actividades como pesca sostenible, acuicultura y turismo ecológico (SEMARNAT, 2024). La diversificación económica, integrando sectores como la energía renovable y la biotecnología marina, no solo puede aumentar el PIB local, sino también generar empleos en sectores emergentes (INEGI, 2020).

El fortalecimiento de la economía azul podría reducir la presión sobre los ecosistemas de manglares y arrecifes, que actualmente enfrentan amenazas debido al cambio climático y al desarrollo urbano, ya que son fundamentales para la protección costera y la biodiversidad, y su conservación es importante para una economía costera resiliente (SCT, 2020). Asimismo, la implementación de políticas públicas que incentiven prácticas sostenibles en el sector marítimo y portuario contribuiría a una mayor competitividad de Manzanillo en mercados internacionales que demandan altos estándares ambientales (API Manzanillo, 2021).

Integración de la Economía Azul en el Manejo Costero

La economía azul ofrece una oportunidad clave para mejorar el manejo costero en Manzanillo mediante estrategias que vinculen la conservación de los ecosistemas con el desarrollo económico sostenible. Sin embargo, actualmente estas estrategias se presentan de manera aislada y no forman parte

de una visión integral de gestión costera (OECD, 2023).

Para fortalecer la integración de la economía azul en el MIZC, se sugiere:

- Incorporar criterios de sostenibilidad en las políticas de inversión portuaria (API Manzanillo, 2021).
- Implementar esquemas de financiamiento para emprendimientos de pesca sostenible y ecoturismo (FAO, 2021).
- Incentivar la diversificación productiva con base en principios de economía circular, reduciendo la presión sobre los ecosistemas costeros (Rodríguez & Silva, 2019).

Un caso exitoso de integración de la economía azul en el manejo costero es el desarrollo de proyectos de restauración de arrecifes artificiales, que no solo fomentan la biodiversidad, sino que también impulsan actividades turísticas de bajo impacto ambiental (PNUMA, 2022).

Perspectivas y Retos de la Economía Azul en Manzanillo, Colima

La economía azul en Manzanillo ofrece ejemplos prácticos que pueden fortalecer su desarrollo sostenible (tabla 6). Estos ejemplos incluyen:

Innovaciones en:

- Café y hongos utilizados para producir biocombustible (Santos *et al.*, 2021).
- Cáscara de naranja para fabricación de jabones biodegradables, promoviendo una economía circular (García & López, 2020).
- Biocombustibles a partir de algas y pastos marinos, que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero y evitan la competencia por espacio en tierra (Li & Yao, 2024).
- Conversión de Energía Térmica Oceánica (OETC), utilizando gradientes salinos, corrientes y mareas para capturar energía hidráulica (Thennakoon *et al.*, 2023)).
- Hidrógeno en el sector marítimo como fuente de combustible, contribuyendo a la descarbonización del transporte (Zhou & Tao, 2025).

*Capacidad para adaptarnos:*

- Reconocimiento de contextos locales y regionales para fortalecer la economía azul (API Manzanillo, 2021).
- Fortalecimiento de capacidades a nivel local, regional y nacional en prácticas sostenibles.
- Adaptación, innovación e inversión pública y privada como impulsores de la economía azul.
- Colaboración intersectorial basada en la cooperación entre ciencia e industria, apoyada en Big Data e inteligencia artificial para la toma de decisiones.
- Balance entre oportunidades de producción y beneficios sociales y ambientales.
- Promoción de la cooperación, adaptación, equidad, inversión, innovación y responsabilidad eco-social.

Océanos sostenibles:

- Reflexión sobre la necesidad de un océano sostenible para mitigar riesgos e incertidumbres mediante información, innovación, inversión y planeación (INEGI, 2020).
- Cambio de visión, fomentando la cooperación y coordinación, aumentando capacidades.
- Evaluación de la factibilidad de los flujos de producción y los costos de oportunidad de no tomar medidas.
- Necesidad de liderazgo para promover cambios y replicar casos de éxito.
- Evaluación de beneficios de acciones de adaptación y de los costos de oportunidad de no actuar (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2020).

Tabla 6. Perspectivas y retos de economía azul en Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia.

Perspectivas	Retos
Diversificación económica: Expansión de pesca responsable, ecoturismo y energías renovables (API Manzanillo, 2022).	Conflictos de uso de recursos: Competencia entre actividades tradicionales y sostenibles (SEMARNAT, 2018).
Turismo sostenible: Oportunidades en ecoturismo y recreación marina no invasiva (SCT, 2020).	Contaminación y degradación ambiental: Impacto de la contaminación marítima en la biodiversidad (INEGI, 2020).
Acuicultura y pesca sostenible: Proyectos ecológicos para empleo y conservación de especies (SEMARNAT, 2018).	capacitación y educación: Falta de formación en prácticas sostenibles y educación ambiental (API Manzanillo, 2022).
Energías Renovables Marinas: Desarrollo de energía eólica y undimotriz para reducir uso de combustibles fósiles (SCT, 2020).	Infraestructura y financiamiento: Altos costos iniciales para proyectos sostenibles (SEMARNAT, 2018).
Conservación de ecosistemas marinos: Creación de áreas protegidas y restauración de manglares (SEMARNAT, 2018).	Cambio climático y vulnerabilidad: Aumento del nivel del mar y eventos extremos (INEGI, 2020).



¿Existen oportunidades de crecimiento económico y desarrollo?

La economía azul en Manzanillo permite diversificar actividades como el turismo sostenible, la pesca responsable y la generación de energías renovables. Esto impulsa un crecimiento económico equilibrado y sostenible, fortaleciendo la economía local sin comprometer los recursos naturales.

¿Estamos a tiempo para mitigar los impactos negativos?

Sí, aún es posible reducir los efectos adversos mediante acciones inmediatas y coordinadas. Es crucial enfrentar desafíos como el cambio climático y la degradación ambiental con políticas efectivas y soluciones innovadoras que prioricen la sostenibilidad.



¿Quiénes se benefician de la economía azul?

La comunidad local, pescadores, empresarios turísticos, el sector energético y el medio ambiente son los principales beneficiarios. Al combinar desarrollo económico y conservación marina, se crea un equilibrio entre el aprovechamiento de recursos y la protección ecológica.

¿Quiénes deben liderar e implementar los cambios?

Gobiernos locales, comunidades costeras, empresarios, ONGs, instituciones educativas y el sector privado deben unirse para promover prácticas sostenibles. La colaboración intersectorial es clave para construir una economía azul inclusiva y resiliente.

Figura 14. Economía azul en Manzanillo, Colima. Fuente: Elaboración propia.

Discusión

El Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) en Manzanillo, Colima, ejemplifica un modelo de gestión clave que incorpora la conservación ambiental y el desarrollo económico sostenible en un marco participativo y adaptativo. Ha sido ampliamente adoptado en zonas costeras de alto valor ecológico, como Australia y el Caribe, donde ha demostrado reducir la degradación ambiental y fortalecer la resiliencia económica (PNUMA, 2022). Al aplicar un enfoque coordinado, como el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER), el MIZC en Manzanillo facilita una planificación costera eficaz, equilibrando conservación y desarrollo en línea con estándares de sostenibilidad internacionales.

Su implementación ofrece beneficios clave, como la mitigación del cambio climático, la protección de manglares y la mejora en la calidad de vida de las comunidades. Estas medidas no solo benefician a la población actual, sino que generan un legado de resiliencia a largo plazo. Sin embargo, su efectividad depende de la coordinación interinstitucional, fi-

nanciamiento estable y voluntad política (INECC, 2023). En otras regiones de México, como Veracruz y Quintana Roo, su adopción ha favorecido la recuperación de ecosistemas y mayor cohesión social, validando la eficacia del modelo (CONABIO, 2021; SEMARNAT, 2024).

Sin el MIZC, Manzanillo enfrentaría mayor degradación costera, afectando su economía y aumentando la vulnerabilidad ante fenómenos extremos (Cervantes *et al.*, 2023). La erosión costera, pérdida de biodiversidad y falta de planificación limitarían inversiones en turismo sostenible y pesca responsable (API Manzanillo, 2022).

Implementar el MIZC fortalecería la resiliencia de Manzanillo y serviría como modelo replicable. Para su éxito, es clave superar la fragmentación en la toma de decisiones y fortalecer la educación ambiental, involucrando a la comunidad en la conservación de los recursos costeros (SEMARNAT, 2024).



Conclusiones

El Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) en Manzanillo es clave para el desarrollo sostenible y la resiliencia ambiental. La explotación desmedida de recursos y la falta de políticas de gobernanza aumentan la vulnerabilidad de comunidades y ecosistemas ante amenazas como el aumento del nivel del mar.

Este estudio destaca la importancia de integrar herramientas analíticas en la planificación del MIZC. El análisis de riesgo y costo-beneficio permite identificar amenazas y priorizar medidas de adaptación viables. Su aplicación ha fortalecido la gestión territorial y del riesgo, además de impulsar la economía azul, promoviendo pesca responsable, ecoturismo y restauración de ecosistemas.

Los hallazgos de este diagnóstico representan un insumo clave para la construcción del Plan de Manejo Costero de Manzanillo, asegurando estrategias más resilientes, sostenibles y basadas en evidencia científica.

La implementación del MIZC no solo protege los recursos naturales y fortalece la resiliencia comunitaria, sino que también puede servir como modelo replicable en otras regiones con desafíos ambientales similares. Integrar la economía azul generará oportunidades económicas a partir de la conservación y uso sostenible de los ecosistemas marino-costeros. Para su éxito, se recomienda fortalecer el marco normativo y capacitar a actores clave, garantizando la sostenibilidad de las medidas y su adaptación a los cambios ambientales futuros.

Referencias

- Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16: 268–281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Amaya Molinar, C. M., Conde Pérez, E. M., Covarrubias Ramírez, R. (2018). La competitividad turística: imperativo para Manzanillo, Colima. Universidad de Colima.
- Antúnez, P. (2024). Mangrove Area Trends in Mexico Due to Anthropogenic Activities: A Synthesis of Five Decades (1970–2020). *Coasts*, 4(4): 726–739. <https://doi.org/10.3390/coasts4040038>
- Appendini, C. M., Meza-Padilla, R., Abud-Russell, S., Proust, S., Barrios, R. E., Secaira-Fajardo, F. (2019). Effect of climate change over landfalling hurricanes at the Yucatán Peninsula. *Climatic Change*, 157(3): 469–482. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02569-5>
- API Manzanillo. (2021). Puerto de Manzanillo: gestión de riesgos climáticos
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2023). Beneficios económicos y ambientales de la restauración de manglares en zonas costeras.
- Barragán, J. M. (2012). Manejo Costero Integrado y Desarrollo Sostenible: una aproximación desde Iberoamérica. Universidad de Cádiz. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 152
- Beck, M. W., Lange, G.-M. (Eds.). (2016). Managing Coasts with Natural Solutions: Guidelines for Measuring and Valuing the Coastal Protection Services of Mangroves and Coral Reefs. World Bank.
- CENAPRED. (2020). Atlas Nacional de Riesgos. Recuperado de <https://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx>
- Cervantes, O., Pérez-Montero, O., Velázquez-Labrada, Y. (2023). Manejo Integrado de Zonas Costeras y la Agenda 2030: experiencias desde la Universidad de Oriente, Cuba. En O. Pérez-Montero et al. (Eds.), Manejo Integrado de Zonas Costeras y la Agenda 2030 (pp. 188–221). Universidad de Oriente.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en los acuíferos costeros cercanos a Manzanillo, Colima. SIGA-GIS, México. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/colima/DR_0608.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2021). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales (en Capital natural de México, Vol. I). México: CONABIO. https://www2.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20I/I04_Losecosistemascos.pdf
- CONEVAL. (2024). Pobreza y marginación en Manzanillo, Colima. <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Colima/Paginas/principal.aspx>
- Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2021). Condiciones socioeconómicas y ambientales en los municipios con alta vulnerabilidad demográfica y ambiental (Índice de marginación y cambio climático). México: CONAPO.
- Cruz Salas, A. A., Vázquez, A., Álvarez Zeferino, J. C. (2020). Relación de la calidad ambiental y la presencia de resi-



- duos sólidos y microplásticos en cinco playas (México). https://www.researchgate.net/publication/374947020_Presencia_de_residuos_solidos_en_playas_de_arena_datos_para_entender_la_situacion
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2023). Ley General de Protección Civil en México.
- EcologíaVerde. (2023, 1 de diciembre). Elementos y factores del clima. EcologíaVerde. <https://www.ecologiaverde.com/elementos-y-factores-del-clima-3167.html>
- Sol-Sánchez, A., Hernández-Melchor, G. I., Hernández-Hernández, M. (2022). Desarrollo bioeconómico y manglares en América Latina. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 8(16), 2007–2017. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15162>
- Estrada, F., Mendoza-Ponce, A., Calderón-Bustamante, O., Botzen, W. (2022). Impacts and economic costs of climate change on Mexican agriculture. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-022-01986-0>
- European Court of Auditors. (2024). Special Report No 15/2024: Adaptation to climate change in the EU – the Commission's support is helping, but stronger delivery on the ground is needed. Publications Office of the European Union. https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2024-15/SR-2024-15_EN.pdf
- Gobierno de Colima. (2021). Planeación y ordenamiento urbano en Manzanillo. <https://pmotdum.inplanmanzanillo.com/>
- Gobierno de México. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. <https://www.gob.mx/agricultura/documentos/plan-nacional-de-desarrollo-gobierno-de-mexico-2019-2024>
- Gobierno de México. (2022). Programa de Ecología Regional (PER): Estrategias y resultados. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/828742/Informe_Avanace_y_Resultados_2022.pdf
- Gobierno Municipal de Manzanillo. (2024a). Marco regulatorio y legal para la gestión de riesgos. <https://transparencia.manzanillo.gob.mx/articulo/29/1/fraccion/detalle>
- Gobierno Municipal de Manzanillo. (2024b). Informe demográfico y socioeconómico del municipio de Manzanillo. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/manzanillo?redirect=true>
- Goldberg, J. P., Tavares, M. V., Costa, T. M., Costa, M. F., Lana, P. C. (2020). Relevance and feasibility of mangrove insurance in Mexico, Florida, and Jamaica. The Nature Conservancy. <https://www.tncmx.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/mexico/Relevancia-y-viabilidad-de-un-seguro-de-manglares.pdf>
- Hernández-López, J., Cervantes, O., Olivos-Ortiz, A., & Guzmán-Reyna, R. R. (2020). DPSIR Framework as Planning and Management Tools for the La Boquita Coastal System, Manzanillo, Mexico. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(8), 615. <https://doi.org/10.3390/jmse8080615>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2023). Jornada Estatal contra el Cambio Climático, Estado de Colima, 15–16 de junio 2023: diagnóstico y propuestas para territorios costeros [Informe]. INECC. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/961852/021_2024Colima.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Anuario Estadístico y Geográfico de Colima 2020. México: INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463610540>
- IPCC. (2022). Cambio climático 2022: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del IPCC.
- Kristensen, P. (2004). The DPSIR Framework. En UNEP Workshop on Vulnerability of Water Resources to Environmental Change: A River Basin Approach (pp. 1–15). UNEP, Nairobi, 27–29 September 2004. https://fis.freshwatertools.eu/files/MARS_resources/Info_lib/Kristensen%282004%29DPSIR%20Framework.pdf
- Li, G., Yao, J. (2024). A Review of Algae-Based Carbon Capture, Utilization, and Storage (Algae-Based CCUS). *Gases*, 4(4): 468–503. <https://doi.org/10.3390/gases4040024>
- Lin, Z., & Singh, M. (2024). Assessing coastal vulnerability and evaluating the effectiveness of natural habitats in enhancing coastal resilience: A case study in Shanghai, China. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(3): 386. <https://doi.org/10.3390/jmse12030386>
- Narayan, S., Beck, M.W., Wilson, P., Thomas, C., Guerrero, A., Shepard, C., Reguero, B.G., Franco, G., Ingram, C.J., Trespalacios, D. (2016). Coastal Wetlands and Flood Damage Reduction: Using Risk Industry-based Models to Assess Natural Defenses in the Northeastern USA. Lloyd's Tercentenary Research Foundation, London.
- National Hurricane Center & Central Pacific Hurricane Center. (2016). Tropical Cyclone Report: Hurricane Patricia (EP202015). NOAA. https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP202015_Patricia.pdf
- OCDE. (2021). Respuestas al aumento del nivel del mar: Enfoques de los países de la OCDE para abordar los riesgos costeros. OECD Publishing.
- OECD. (2003). Pressures on ecosystems and natural resources. OECD Environmental.
- Oceana México. (2024). Decálogo para transformar la pesca en México. Oceana. <https://mx.oceana.org/wp-content/uploads/sites/17/2024/12/decalogo-web.pdf>
- OECD. (2003). Pressures on ecosystems and natural resources. OECD Environmental Outlook.
- Pang, T., Wang, X., Nawaz, R. A., Keefe, G., Adekanmbi, T. (2023). Coastal erosion and climate change: A review on coastal-change process and modeling. *Ambio*, 52(12): 2034–2052. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01901-9>
- PNUMA. (2022). Informe sobre la brecha de adaptación 2022: Muy poco, demasiado lento – El fracaso de la adaptación climática pone al mundo en riesgo. <https://www.unep.org/es/resources/informe-sobre-la-brecha-de-adaptacion-2022>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2016). ¿Qué es la Zona Federal Marítimo Terrestre?



- tre? <https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/que-es-la-zona-federal-maritimo-terrestre-56672>
- Rincón-Quintero, Y. (2013). Comunicación corporativa, relaciones públicas y logística en la Dinámica Organizacional. Encuentros en Comunicación, Relaciones Públicas y Logística, Universidad Autónoma del Caribe, 12 (1), 47-59. <https://www.redalyc.org/pdf/4766/476655657003.pdf>
- Rivera-Arriaga, E., Villalobos-Zapata, G. J. (2012). El manejo integrado de la zona costera en México: Un diagnóstico. *Ocean & Coastal Management*, 66: 38–48.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2024). Avance y resultados sectorial 2023-2024: Conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020–2024, PROMARNAT). Ciudad de México: SEMARNAT.
- Secretaría de Turismo (SECTUR). (2023). Sexto Informe de Labores 2023–2024: Turismo en México. Gobierno de México.
- Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C., Smith, A., Turner, B. (2020). Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375(1794): 20190120. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
- Siyum, Z. G. (2020). Tropical dry forest dynamics in the context of climate change: syntheses of drivers, gaps, and management perspectives. *Ecological Processes*, 9(1): 25. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00229-6>
- Souter, D., Planes, S., Wicquart, J., Logan, M., Obura, D., Staub, F. (Eds.). (2021). Status of Coral Reefs of the World: 2020. Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) / International Coral Reef Initiative (ICRI). <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2023/01/Status-of-Coral-Reefs-of-the-World-2020-Full-Report.pdf>
- Spalding, M. D., McIvor, A. L., Beck, M. W., Koch, E. W., Möller, I., Reed, D. J., Rubinoff, P., Spencer, T., Tolhurst, T. J., Wamsley, T. V., van Wesenbeeck, B. K., Wolanski, E., & Woodroffe, C. D. (2014). Coastal ecosystems: A critical element of risk reduction. *Conservation Letters*, 7(3): 293-301. <https://doi.org/10.1111/conl.12074>
- Thennakoon, L. K., Witharana, S., Meegahapola, L. (2023). Harnessing the Power of Ocean Energy: A Comprehensive Review. *Journal of Research in Technology & Engineering*, 4(3), 73–102.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2024). Marco conceptual para la reducción del riesgo de desastres. <https://www.undrr.org/annual-report/2024>
- 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]. <https://www.puertomanzanillo.com.mx/upl/sec/2023/CALIDAD-DEL-AGUA-PAR%C3%81METROS-F%C3%8DSICO-QU%C3%8DMICOS-JULIO-2022.pdf>
- Valdez-Moreno, G., Schaaf, P., Macías, J. L. (2006). New Sr–Nd–Pb–O isotope data for Colima volcano and evidence for the nature of the local basement. Neogene–Quaternary Continental Margin Volcanism: A perspective from México, Siebe, C., Macías, J., Aguirre-Díaz G.
- Zhou, Z., Tao, J. (2025). Hydrogen-powered vessels in green maritime decarbonization: Policy drivers, technological frontiers and challenges. *Frontiers in Marine Science*, 12, 1601617. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1601617>