



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**

---

**División de Desarrollo Sustentable**

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA  
DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD  
PARA SU MANEJO**

**TESIS**

**Que para obtener el grado de  
LICENCIADO EN MANEJO DE RECURSOS  
NATURALES**

**Presenta**

**Meybi Karina Pat Canche**

**Director de Tesis**

**Dr. Luis Manuel Mejía Ortiz**

**Cozumel, Q. Roo, Julio de 2014.**

# UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

---

División de Desarrollo Sustentable



Tesis elaborada bajo la supervisión del comité de Tesis del programa de Licenciatura y aprobada como requisito para obtener el grado de:

LICENCIADO(A) EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

## COMITÉ DE TESIS

Director: \_\_\_\_\_

Dr. Luis Manuel Mejía-Ortíz

Asesor : \_\_\_\_\_

Dra. Marilú López-Mejía

Asesor:: \_\_\_\_\_

Dr. Ing. Geóg. Oscar Frausto Martínez

## **AGRADECIMIENTOS**

*La ayuda del que menos podemos prescindir, es la del propio esfuerzo....*

*A la Universidad de Quintana Roo por abrirme las puertas a un futuro mejor, por darme conocimiento y superación.*

*A mi director de tesis el Dr. Luis Manuel Mejía-Ortíz, por su conocimiento, su motivación y tiempo empleado durante estos años para la culminación de este trabajo.*

*Al Dr. Ing. Geóg. Oscar Frausto-Martínez y Dra. Marilú López-Mejía, por sus aportes y sugerencias a este trabajo.*

*A los Biólogos, Nallely Hernández Palacios (CONANP) y Jorge Alberto Zacarías Zagoya (Parques y museos de Cozumel), por sus aportes a este trabajo.*

*A mis profesores de la Universidad, por sus enseñanzas y conocimientos que me transmitieron para mi formación profesional.*

*A mi familia, en especial a mi madre y hermanos David y Belén, que siempre fueron un impulso para seguir adelante. Gracias madre por tu esfuerzo, dedicación y confianza, Ingrid, Samantha y Ricardo, gracias por todo el cariño que me demuestran, los quiero mucho.*

*A ti amigo del alma Ricardo, por tener siempre las palabras adecuadas, por apoyarme, darme fortaleza y empujarme a lograr esta meta, gracias por estar siempre en el lugar y momento adecuado.*

*A mis compañeros de carrera, José Gpe. Chan-Quijano, Juan C. Uh-Moo, Antonia Gpe. Puch-Delgado, Yanecsi Paredes-Barradas, Juan J. Chi-Chiclin, Alba F. González, Santiago González-Río de la Loza, por todos los buenos y gratos momentos que pasamos durante todos estos años, por aprender de todos.*

*A cada una de las personas que estuvieron a mi lado en esta travesía, gracias, porque quizás, algunas no estuvieron al tanto de saber que me alentaron de alguna u otra manera.*

*A la vida por no ponérmela fácil, gracias por los tropiezos y empujones...*

***Meybi Karina Pat Canche***

## CONTENIDO

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
HIPÓTESIS .....	12
OBJETIVOS.....	12
ÁREA DE ESTUDIO .....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	18
ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL MEDIO FÍSICO, BIÓTICO DE LAS ZONAS DE MANGLAR DE LA ISLA Y SU COBERTURA.....	18
INVERTEBRADOS .....	18
VERTEBRADOS.....	18
COBERTURA .....	25
MARCO JURIDICO NORMATIVO .....	29
APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE POLITICA AMBIENTAL Y ECOLOGICA .....	43
ESTRATEGIAS QUE SE APLICAN ACTUALMENTE .....	65
PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA MANGLAR .....	68
DISCUSIÓN .....	75
CONCLUSION .....	79
LITERATURA CITADA .....	83

## RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo mostrar el estudio prospectivo para identificar las estrategias de manejo del ecosistema manglar de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Se analiza el estado actual de la normatividad y jurisdicción, el porcentaje total de especies que habitan el ecosistema, así como la caracterización de la cobertura, para finalmente generar 6 estrategias que sirvan para diseñar pautas normativas que aseguren el equilibrio, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la conservación del ecosistema en la localidad, que permita garantizar la permanencia del ecosistema manglar amenazado por los desarrollos turísticos así como por los fenómenos meteorológicos que se generan cada año en la isla. Se genera información base de la realidad local y se propone que sea aplicada a la gestión y administración.

**Palabras clave:** Ecosistema, manglar, humedales, cobertura, normatividad.

## INTRODUCCIÓN

La zona costera es muy valiosa para el país en términos ecológicos, sociales y económicos, por la gran diversidad de ecosistemas, hábitats, recursos naturales y por el desarrollo de importantes actividades económicas. Sin embargo, la falta de planificación y de un manejo integral, han provocado en las últimas décadas la degradación ambiental y la pérdida de valiosos ecosistemas y recursos de la región (Zárate *et al.*, 2004). La carencia de una cohesión administrativa se ve agravada por la falta de información sobre aspectos ecológicos, sociológicos, económicos y legales (Jiménez, 1999); es por ello que la planeación en el manejo de los recursos naturales y la ocupación del territorio cobra una gran importancia, ya que los efectos de la forma en que la sociedad establezca su relación con la naturaleza definirán, en buena medida, el incremento o la disminución de la problemática ambiental tanto al nivel global como al nivel regional o local (Anónimo, 2006).

El ecosistema o sistema ecológico es la unidad funcional y estructural de la naturaleza, es un arreglo de componentes bióticos y abióticos o un conjunto de elementos relacionados de manera que actúan y constituyen una unidad (Nava *et al.*, 1996). Los humedales constituyen uno de los ecosistemas existentes dentro del territorio nacional y, entre ellos, los manglares, que son humedales costeros, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan (Anónimo, 2008).

Los manglares son formaciones vegetales de estructura densa y bien definida, son uno de los ecosistemas más productivos y el punto de partida de la cadena trófica; son además el resultado de la interacción entre el medio terrestre y el acuático (Tovilla, 1998). La importancia de conservar estos hábitats recae en las funciones propias del humedal, que se derivan de sus características hidrológicas, geológicas, biológicas y químicas, que son útiles e importantes para el hombre constituyendo los valores ecológicos. Algunas de las funciones y valores reconocidos incluyen el hábitat para la vida silvestre y acuática, lugares de enseñanza e investigación, reciclaje y transformación de nutrientes, alteración de los flujos de inundación, recarga de acuíferos, retención de partículas, elevada productividad y estabilización del suelo (Barba-Macías *et al.*, 2006; Anónimo, 2008; Talbot, 2001).

En México predominan cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Es común encontrarlas asociadas, en un proceso sucesorio dependiendo del nivel de las mareas que las inundan o las bañan, pero estableciendo dominancia de una especie o de una asociación predominante de dos o tres especies, dependiendo del lugar en donde se hayan asentado (Anónimo, 2008). Los manglares son extensos en las costas del Caribe en los estados de Yucatán y Quintana Roo (Trejo *et al.*, 1993); en estas zonas, las comunidades de manglar pueden estar compuestas de casi cualquier combinación (INECOL, 1990).

En la comunidad de manglar de la isla de Cozumel, se encuentran las cuatro especies típicas de la región; a éstas las acompañan otras especies como *Rhabdadenia biflora*, *Batis maritima* y ocasionalmente *Manilkara zapota* y *Annona glabra*; encontramos también presentes en el manglar algunas epífitas y trepadoras como *Brassavola nodosa*, *Selenicereus testudo*, *Schomburgklatibicinis*, *Aechmea bracteata*, *Echites yucatanenses* y *R. biflora* (Téllez, 1989). También se encuentran asociadas al manglar o limítrofes a este: *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Hampea trilobata*, *Cordia sebestena*, el helecho *Acrostichum aureum* y varias gramíneas y ciperáceas (Flores, 1992). Esta comunidad, junto con las demás asociaciones presentes en los humedales costeros, son especialmente importantes por el hecho de formar el ecosistema de transición entre la selva media subcaducifolia y el sistema arrecifal situado en el bentos marino frente a las costas. Es en este punto en el que zonas salobres con niveles de agua superficial variables de forma estacional, albergan especies adaptadas exclusivamente a este tipo de condiciones de salinidad y grado de inundación variables. A su vez, las lagunas y manglares sirven de refugio para muchas especies de peces e invertebrados que se encuentran allí resguardadas de sus depredadores o a individuos en estado juvenil y reclutas de especies de ambientes arrecifales que necesitan de estos lugares para sobrevivir durante las primeras fases de su desarrollo. Por eso también sirven como lugares de alimentación de peces y otros animales marinos (Téllez, 1989; Talbot, 2001).

---

Las zonas costeras son un sistema muy dinámico, por ello el manglar está sujeto a una serie de variables que se encuentran en interacción constantemente con las corrientes marinas, las mareas, los vientos, la precipitación, la sedimentación entre otros (Villalba, s/f). Las evaluaciones disponibles señalan que las comunidades de manglar de México tienen un estado de conservación crítico, vulnerable o amenazado y muy pocos sistemas pueden considerarse como estables (Núñez, 1997). Por lo anterior, se plantea como estrategia inicial, la formulación de un programa de ordenamiento costero que intente cumplir con los objetivos de investigación, educación y conservación del ecosistema de manglar en la isla de Cozumel de acuerdo a la normatividad establecida.

---

### ANTECEDENTES Y JUSTIFICACION

En el municipio de Cozumel no existe un plan integral sobre los ecosistemas insulares; sin embargo se cuenta con un programa de ordenamiento ecológico local (POEL) y un programa de desarrollo urbano (PDU), así como Áreas Naturales Declaradas, las cuales serán las bases para implementar las estrategias adecuadas para el manejo del ecosistema manglar en la isla de la mano con la jurisdicción Federal, estatal y municipal.

Cozumel, por ser isla, el manglar debería ocurrir en toda la costa sin embargo estudios recientes indican que actualmente solo encontramos parches de manglar que ocurre alrededor de ella, teniendo los de la zona Norte los más conservados (Herrera-Silveira *et al.*, 2008; Anónimo, 2008; anónimo, 2007; Pat-Canche, 2008), estos sistemas además de proporcionar un refugio natural para la flora y fauna asociada de la región, brinda una protección natural contra eventos climáticos y meteorológicos típicos de la región, que disminuye la erosión de la costa (Lot-Helgueras *et al.*, 2007). Cuando parte de este sistema se ve afectado, el retroceso en la línea de la costa pone en riesgo la capacidad de la región de proveer servicios ecológicos y cuando impide que la sociedad la use con fines lúdicos o de recreación, lo cual conlleva importantes pérdidas de carácter económico en países como México, que sustenta buena parte de la economía local de las zonas costeras en los servicios turísticos que ellas ofrecen. Uno de los fenómenos que hace que los gobiernos y usuarios sean conscientes de este proceso, es la presencia año con año de sistemas tropicales (huracanes) que impactan las zonas con influencia costera, producen importantes modificaciones de la línea de la costa, las cuales tienen un elevado costo económico, ecológico y social (Azuz-Adeath, 2004).

Existen varios estudios sobre la reducción de manglares en el Caribe (Ellison 2004; Flower e Imbert 2006), donde las principales causas de estas pérdidas son: principalmente de origen antropogénico y en segundo lugar de origen natural (O'Brien *et al.* 1992; Alongi 2002; Sherman *et al.* 2001; Erwin 2009). En estos años que el cambio climático global ha tomado una posición fuerte, la evidencia de los impactos en los ecosistemas costeros ha sido bien documentada (Snedaker 1995; Burkett y Rusler 2000; Erwin 2009). Por lo tanto, el aumento de la presión antropogénica ha inducido a que los

servicios ecológicos de estos ambientes disminuyan, esto sin tener en cuenta a la biodiversidad que los habitan (Ellison y Farnsworth, 1996).

La Isla de Cozumel es un lugar donde el turismo es la fuente más importante de ingresos para la población. El aumento de los servicios relacionados con el turismo es evidente cada año (Palafox *et al.*, 2008). Esto hace que la población aumente año tras año, debido a los ingresos generados por esta industria. Al mismo tiempo, la situación geográfica de Cozumel, en la trayectoria de los sistemas tropicales conocidos como huracanes que cruzan el Caribe, muestra que cada año la isla tiene una mayor probabilidad de impacto de huracán. Todos estos factores hacen que el impacto sobre los ecosistemas de manglar se haya incrementado de manera significativa en los últimos años (Ellison 2004; Flower e Imbert 2006). Este tipo de vegetación es sumamente importante para la conservación del mapache endémico (*Procyon pygmaeus*) dado que diversos estudios (Cuarón *et al.*, 2004; García Vasco, 2005; Copa- Álvaro datos no publicados) han encontrado que en estos sitios, la población de esta especie es pequeña pero estable y con evidencias de reproducción, en el estudio de McFadden, *et al.*, 2010 se estima que el tamaño total de la población anual del mapache pigmeo es de  $\pm SE \ 80 \pm 26.1$  lo que resulta en un promedio densidad de  $22 \pm 5,1$  mapaches/km<sup>2</sup> para los sitios donde persisten los animales. Los mapaches se encuentran distribuidos heterogéneamente en el hábitat de los manglares, por tanto es una especie clave en el ecosistema, una recomendación de conservación que surge de este estudio es reducir al mínimo las futuras reducciones en la extensión del hábitat del manglar, necesario para la protección de esta y otras especies. Del mismo modo estos humedales sirven de refugio para diversas especies de aves tanto residentes como migratorias (Anónimo, 2007).

El sistema de humedales está estrechamente ligado al flujo de aguas subterráneas. El agua infiltrada en el subsuelo en los hábitats selváticos en el interior de la isla, termina por desembocar en la zona de humedales y finalmente esta agua se mezcla con la del mar influyendo en los hábitats arrecifales que se encuentran frente a la costa (Anónimo, 2007). Tanto los manglares como la vegetación de dunas costeras representan una barrera natural que protege a la costa de los embates del oleaje y el mal tiempo así como de los fenómenos climáticos como las tormentas, ciclones y huracanes, amortiguando su efecto y disminuyendo el daño producido tierra adentro. En términos generales, se ha

---

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

comprobado que este tipo de vegetación protege incluso de desastres naturales como los tsunamis (Danielsen *et al.*, 2005).

Tanto el impacto natural, como las intervenciones humanas que ha tenido la isla, han generado resultados negativos para los ecosistemas de mangle y en general de los humedales. La floresta de mangle es importante en la isla porque su distribución ocurre alrededor de ella, lo que permite que actúe como barrera para eventos meteorológicos y refugio para diversos animales; sin embargo, debido a la gran actividad turística que ha existido en la isla, la conservación de estos ecosistemas tiene un panorama sombrío, resultado del impacto que el turismo ha representado en la economía de la población.

Por ser un elemento indispensable para el equilibrio y conservación de toda la isla, es urgente imponer las medidas necesarias que integren y operen los reglamentos y normas existentes para poder frenar y revertir este proceso de destrucción quien inevitablemente siguiendo por el mismo camino nos llevará a un deterioro que vulnere la viabilidad ecológica, económica y social de nuestra región.

Por esta razón se pretende tener un programa estratégico integral consensuado ante todos los miembros de una localidad que brinde información base de la realidad local, que sirva para la gestión y administración para garantizar la permanencia del ecosistema manglar gravemente amenazado por los desarrollos y los fenómenos meteorológicos. Un proceso de trabajo, el cual permita diseñar las pautas normativas que garanticen el equilibrio, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, y la conservación de los ecosistemas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. ¿Qué estrategias se aplican actualmente en el ecosistema manglar de la isla de Cozumel?
2. ¿Cuál es la normatividad vigente?
3. ¿Cuál es la cobertura y estado actual del ecosistema?
4. ¿Qué estrategias deberían implementarse?

## HIPÓTESIS

Desde los inicios del turismo en Cozumel, los ecosistemas costeros de la isla han sufrido un creciente deterioro, sin contar con las amenazas naturales que año con año impactan la isla (Ellison 2004; Flower e Imbert 2006). La administración de la zona costera no ha sido la adecuada, y esta requiere de un mayor enfoque normativo, la cual demanda determinar las condiciones actuales del ecosistema. Debido a esto, se cree, que una de las causas de la disminución de la cobertura del ecosistema manglar es la falta de integración de estrategias adecuadas en el manejo.

## OBJETIVOS

Caracterizar los ecosistemas de manglar en la isla de Cozumel, físico-biológica y jurídico-normativa, que permitan manejar el ecosistema hacia un desarrollo sustentable a largo plazo.

### Objetivos específicos

- Identificar los elementos constituyentes de la fauna terrestre (mamíferos, aves, reptiles) del ecosistema manglar y su cobertura vegetal en la isla.
- Identificar las estrategias de manejo que actualmente se aplican en las áreas de manglar en la isla.

- Revisar la normatividad vigente relacionada con los ecosistemas de manglar a nivel federal, estatal y municipal.
- Proponer estrategias para la conservación de los ecosistemas de manglar de acuerdo al estado físico-biológico y a la normatividad actual de los sistemas.

### ÁREA DE ESTUDIO

La isla de Cozumel se encuentra ubicada en el mar Caribe; abarca una extensión de 647.33km<sup>2</sup>, y se encuentra ubicada en el Mar Caribe entre los paralelos 20° 35 ' y 20° 16' de latitud N y 86 ° 44 'y 87 ° 20' de longitud O, aproximadamente a 18 km (11.25 millas) de la costa oriental de la península de Yucatán (Pacheco y Vega-Vera 2008; Wang y Endfield 2001). Presenta un clima tipo Am; cálido Húmedo con abundantes lluvias en verano superiores a 40 mm en el mes más seco (Koppen, modif., García, 1973), se ubica en la región conocida como Riviera Maya, la cual abarca el polo turístico de Cancún en el norte y Tulum como límite sur, incluye el destino de Playa del Carmen y Cozumel como parte de la zona norte del estado de Quintana Roo (Fig. 1). La región se caracteriza por su rápida urbanización, con índices de crecimiento de hasta 17.5% anual (Frausto y Chale, 2003; Frausto *et al.*, 2006).

La flora de Cozumel representa aproximadamente el 40% de la reportada para todo el estado. Esto es muy significativo, si se toma en cuenta que la isla representa el 10% del área total del estado (Télez *et al.*, 1989). Las comunidades de manglares presentan una zonación bien definida, según el nivel de oxigenación, la inundación y la salinidad del sustrato (Anónimo, 1998). Este tipo de vegetación se desarrolla en suelos salinos, inundados principalmente de agua marina, con altos contenidos de materia orgánica (Lot-Helgueras *et al.*, 2007).

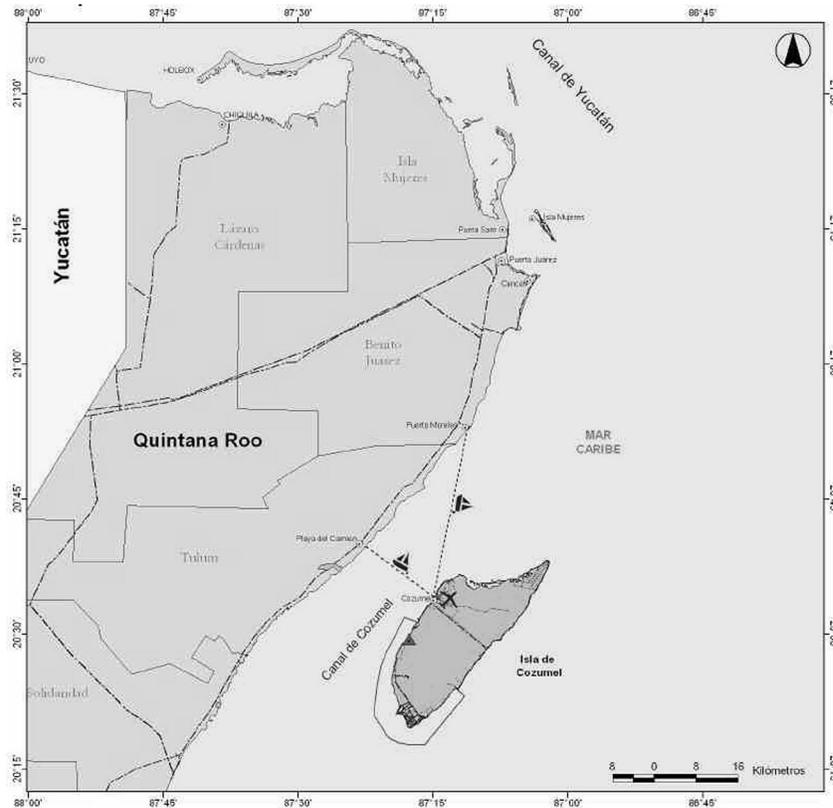


Fig. 1. Ubicación de la isla de Cozumel (Modificado de Anónimo, 2007)

La ínsula se encuentra rodeada por arrecifes de coral, los cuales constituyen la principal atracción turística de Cozumel, debido a las 81 especies que se encuentran distribuidas a lo largo de la costa sur del territorio, de las cuales 48 son escleractineos y 33 Gorgónaceos (Anónimo, 2007); así como algunas variedades animales endémicas, como el pez sapo -*Snopus Splendidus*- (West et al., 2005) y otras en peligro de extinción como el mapache de Cozumel -*Procyon pygmaeus*; cenzontle de Cozumel -*Toxostoma guttatum*; coatí de Cozumel -*Nasua Nelsoni*; y el ratón de Cozumel -*Reithrodontomys spectabilis* (WWF México, 2007).

---

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el registro de la caracterización de la fauna terrestre (mamíferos, aves, reptiles) se realizaron visitas a las áreas de manglar, donde se situaron camas de arena a las orillas de las comunidades de manglar (Fig. 2), que consisten en áreas de 1 metro de diámetro aproximadamente, cuya superficie está protegida con una capa de arena fina y en el centro se colocan atrayentes aromáticos que en este caso fue retacería de pollo, se colocaron al llegar al sitio y se revisaron a los siguientes días (López-Gonzalez *et al.*, 1995). A través de observación y fotografía se corroboró la existencia de algunas especies de aves, mamíferos y reptiles, para finalizar se realizó una revisión bibliográfica de artículos y publicaciones científicas. Las fotos y la información recolectada en campo, fueron analizadas y contrastadas con la bibliografía con la que se cuenta en la isla.

Se determinó la cobertura de manglar en la isla utilizando fotos aéreas del año 2005 a escala de 1:75 000 del INEGI SINFA. En primera instancia se identificó la vegetación de manglar por medio de la herramienta manual, estereoscopio como medio de orientación terrestre, la cual tiene como principio la recuperación de las coordenadas tridimensionales de un número de puntos de la escena, a partir de al menos dos imágenes bidimensionales tomadas desde distintas perspectivas (Torres, 1998), teniendo el área terrestre visual se prosiguió con la determinación porcentual de la cobertura a través de métodos matemáticos, utilizando hojas milimétricas a escala, obteniendo como resultado un mapa general con el porcentaje de cobertura de mangle en la isla. Con la información obtenida a través de las fotos aéreas y visitas a campo se determinó la ocurrencia de las especies de tal manera que resulte como herramienta básica para poder implementar las estrategias de manejo por zona en la isla.

Se realizó una entrevista con personal de la CONANP para la verificación de las estrategias que se emplean actualmente en la isla a través de su jurisdicción, de la misma manera a Parques y Museos de Cozumel, ya que ellos son los encargados de realizar actividades y proteger las zonas donde se concentra la mayor cobertura de mangle saludable.

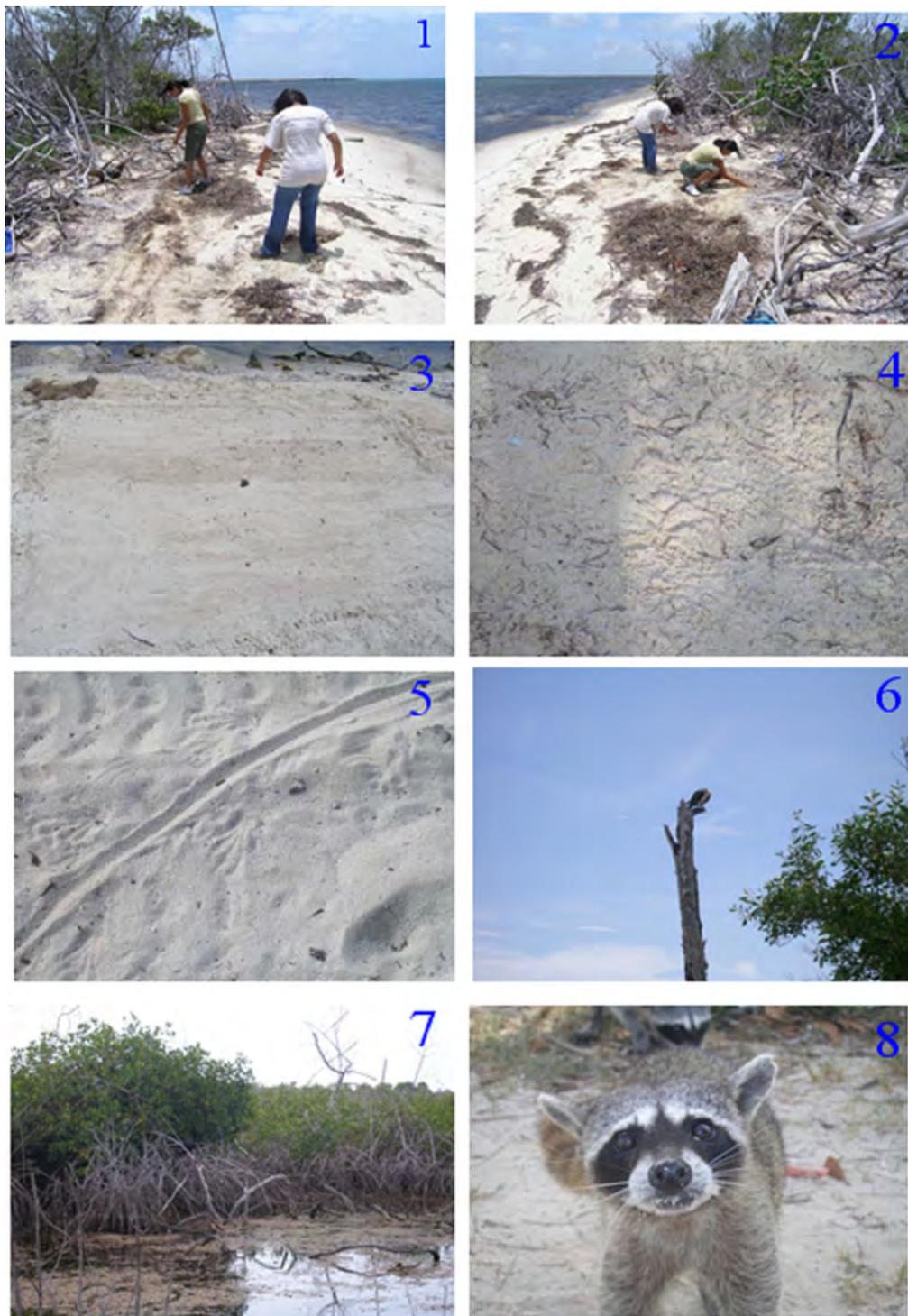


Fig.2. 1. Selección de sitios; 2,3 Colocación de camas de arena; 4,5 Huellas de aves; 5 Huellas de *Procyon pygmaeus*; 6 Águila pescadora; 7 Manglar (*Rizophora mangle*); 8 Mapache enano (*Procyon pygmaeus*).

Para el valor ecosistémico se determinó el valor de importancia de las especies en el ecosistema manglar de la isla, revisando los listados oficiales, para determinar el estado que guardan las especies registradas. El valor de importancia cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente (Moreno, 2001).

Por último, para determinar el estado de jurisdicción y normatividad de los manglares se investigó en el Diario Oficial de la Federación y del estado así como del municipio las leyes, normas vigentes e instrumentos que incurren en el tema de humedales, manglares, costas y mares. De acuerdo a los datos documentados se realizó una síntesis de las leyes y normas, separando los temas que incurren a los costas y en especial a las zonas de manglar se analizaron cada una de las leyes generales describiendo su importancia y jurisdicción.

Recabando toda la información obtenida se aterrizó a la isla de Cozumel y a las zonas de mangle, con las estrategias ya empleadas o que se están llevando a cabo y la problemática del desarrollo de la isla, se realizó una inspección normativa, con lo cual se formula y propone una serie de estrategias.

---

## RESULTADOS

### ELEMENTOS CONSTITUYENTES DEL MEDIO FÍSICO, BIÓTICO DE LAS ZONAS DE MANGLAR DE LA ISLA Y SU COBERTURA.

#### INVERTEBRADOS

Se encontró que dentro del ecosistema de manglar existe un número significativo de invertebrados, aproximadamente de 42 especies, entre las que podemos destacar a los decápodos como *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium faustinum*, *Synalpheus brooksi*, *Synalpheus pectiniger*, *Processa bermudensis*, *Processa fimbriata*, *Petrolisthes armatus*, *Phymochirus holthuisi*, *Batrachonotus fragosus*, *Macrocoeloma trispinosum*, *Microphys bicornutus*, *Mithrax hispidus*, *Pitho mirabilis*, *Cardisoma guanhumi*, *Gecarcinus lateralis* (Mejía-Ortiz et al., 2008); a esponjas como: *Chondrilla nucula*, *Ircinia strobilina*, *Ircinia felix*, *Cliona varians*; anélidos, *Haplosyllis* sp., *Tellina radiata*; moluscos: *Isognomon alatus*, *I. radiatus*, *Cerithium litteratum*, *Pinctata radiata*.; equinodermos tales como *Ophionereis reticulata*, *Ophiothrix suensonii*, *Oreaster reticulatus*, *Diadema antillarum*, *Meoma ventricosa*, *Holothuria mexicana* (Anónimo, 1998; Anónimo, 2007; Márquez y Jiménez, 2002). Siendo esto un 14.78% del total de invertebrados registrados en la isla (Tabla 1).

#### VERTEBRADOS

##### Ictiofauna

En lo que se refiere a la ictiofauna continental según Schmitter-Soto, 1998 y 2008, en la isla se encuentran once especies reportadas en manglares y cenotes, en este trabajo nos limitaremos a los que habitan en las áreas de manglar; *Atherinomorus stipes*, tiene costumbres pelágicas durante el día, pero se acerca a los fondos fangosos y a los ambientes con ramas de mangle durante la noche para alimentarse; *Rivulus marmoratus*,

el “altamirante del manglar” es común en manglares e incluso en selvas bajas inundables, sobre hojarasca, entre raíces y troncos; el registro en Cozumel se debe a Goldstein (1973). *Gambusia yucatanana yucatanana* vive en los márgenes costeros refugiándose en los mangles y juncos; puede vivir en condiciones muy variadas de salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y es extremadamente abundante en el estado, aunque su dieta principal son las algas y plantas vasculares; su carácter como larvívoro es útil para el control de los mosquitos (Anónimo, 2007); *Poecilia orri*, el “moli del manglar” se encuentra en salinidades de hasta 21 ppt, e incluso en agua marina, es muy abundante en lagunas y cenotes costeros, se alimenta de microalgas, crustáceos zooplácticos e insectos; *Cyprinodon artifrons* endémico de la península y su distribución en Quintana Roo es en la franja costera peninsular y en las lagunas interiores de Cozumel e Isla Mujeres, es extremadamente eurihalino y soporta rangos de temperatura y oxígeno disuelto muy grandes. Abunda en los manglares y lagunas costeras y sirve de alimento a aves acuáticas al concentrarse en charcas con poca agua en la época de secas (Anónimo, 2007). *Floridichthys polyommus* especie endémica de la península, presente en los tres estados; es común en lagunas costeras donde hay manglar y praderas de *Thalassia sp.* en aguas someras y salobres; se encuentra muchas veces asociado a *C. artifrons*, esta especie es usada como carnada viva y es muy frecuente en manglares y cuerpos de agua salobre. *Garmanella pulchra*, está presente desde Yucatán hasta Belice y es común en las lagunas costeras y manglares. *Ophisternona enigmaticum*, “anguila de lodo” recibe ese nombre por habitar fundamentalmente en pantanos, bajo el fango; en Cozumel se encuentra en humedales con poca influencia marina y probablemente también en cenotes anquihalinos (Anónimo, 2007). Las especies mencionadas representan el 63.63% de la ictiofauna dulceacuícola de la isla (Tabla 1).

En lo que respecta a peces marinos el porcentaje documentado es de 65.80% (Tabla 1) siendo un porcentaje importante ya que la mayor parte de las etapas juveniles de los peces la pasan en las orillas de los manglares, en este apartado podemos mencionar a especies como, *Acanthurus bahianus*, *Acanthurus coeruleus*, *Acanthurus chirurgus*, *Aluterus scriptus*, *Cantherhines pullus*, *Canthidermis sufflamen*, *Canthigaster rostrata*, *Caranx latus*, *Caranx ruber*, *Epinephelus striatus*, *Equetus acuminatus*, *Gerres cinereus*, *Ginglymostoma cirratum*, *Stegastes leucostictus*, *Stegastes partitus*, *Stegastes planifrons*, *Stegastes variabilis* (Anónimo, 2007; Malpica y Martínez, 2003).

---

## **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

### Herpetofauna

En la isla de Cozumel la herpetofauna tiene una menor representatividad. Dentro de los reptiles el total documentado en la isla es de 28; dentro del ecosistema de manglar podemos encontrar con mayor incidencia a especies como *Kinosternon cruentatum*, común e incluso abundante, en una variedad de hábitats acuáticos, estanques, arroyos, cenotes, lagos y partes inundables (Antonio-Cahuich *et al.*, 2008); *Crocodylus acutus*, que en México ha sido reportado para los estados de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Chiapas, Yucatán y Quintana Roo, vive en ríos caudalosos, lagos y lagunas profundas y posiblemente se le puede encontrar en pantanos, aguas salobres y saladas, como en lagunas costeras, esteros, marismas, canales, manglares e incluso en las costas y mar abierto, se encuentra listada dentro de las especies de *Protección especial* en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES lo cataloga dentro de su *Apéndice II* y como de bajo riesgo en las listas de la UICN (Anónimo, 1999). *Geomyda areolata*, *Pseudemys scripta*, *Aristelliger georgensis*, *Anolis limifrons*, *Basiliscus vittatus*, *Iguana iguana*, *Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae*, *Mabuya brachypoda*, *Aspidoscelis cozumela* (*Cnemidophorus cozumelus*), *Boa constrictor*, *Leptodeira frenata*, *Oxybellis aeneus* y *Thamnophis proximans*, ocupan un 53.57% del total de reptiles en la isla. En lo que se refiere a los anfibios del total de cinco, cuatro habitan el manglar, lo cual es razonable, dado que este grupo de vertebrados es sumamente sensible a la salinidad, por lo que únicamente las especies más tolerantes pudieron llegar a la isla; siendo éstos *Bufo marinus*, observable en muchos hábitats como cavidades cerca del agua, selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia, palmas y pastizales que rodean los cuerpos de agua; *Leptodactylus labialis* que habita especialmente en áreas con agua permanente tales como pantanos y aguadas; *Hyla staufferi* y *Smilisca baudini* ocupando un 80% (Tabla 1) del total de la isla (Anónimo, 1998; Anónimo, 2007; Antonio-Cahuich *et al.*, 2008).

### Mastofauna

En cuanto a mamíferos la isla tiene unos representantes muy importantes ya que varios de ellos son endémicos ya sea insular o peninsularmente. Dentro de este ámbito podemos mencionar al zorro blanco o tlacuache (*Didelphys marsupiales cozumela*), el

pizote o coatí cozumeleño (*Nesua narica nelsoni*) el cual se encuentra enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie amenazada; el jabalí de collar (*Pecari tajacu nanus*) que ha tenido registros en selva baja caducifolia, selva espinosa, petén, duna, costera (Hernández *et al.*, 1996), manglares y humedales (Morales, 1992); el mapache enano (*Procyon pygmaeus*) es endémico de la isla y se encuentra como especie en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010; la rata-arrocera de pantano (*Oryzomys couesi cozumelae*), endémica de la isla, se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como amenazada y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Anónimo, 1998; Anónimo, 2007), ocupando un 44.4% del total de mamíferos en la isla (Tabla 1).

### Avifauna

Según Macouzet y Escalante-Pliego, 2000, se han documentado en total 166 especies de aves en la isla; sin embargo, comentan que existen más, sólo que el difícil acceso a las zonas donde habitan (en este caso al interior de los manglares) no se ha permitido documentarlas. Dentro el ecosistema de manglar podemos encontrar especies de aves como; *Podiceps dominicus*, *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens*, *Seirus motacilla*, *Phalacrocorax olivaceus*, *Anhinga anhinga*, *Anas discors*, *Dendrocygna autumnalis*, *Cairina moschata*, *Cathartes aura*, *Coragyps atratus*, *Ictinia plumbea*, *Buteo brachyurus*, *Buteo magnirostris gracilis*, *Buteogallus anthracinus*, *Pandion haliaëtus*, *Crax rubragriscomi*, *Ardea herodias*, *Egretta alba*, *Egretta thula*, *Egretta rufescens*, *Egretta tricolor*, *Egretta caerulea*, *Bubulcus ibis*, *Butorides striatus*, *Nycticorax violaceus*, *Mycteria americana*, *Eudocimus albus*, *Ajaia ajaja*, *Phoenicopterus ruber*, *Aramus guarauna*, *Aramides cajanea*, *Laterallus ruber*, *Porphyryla martinico*, *Jacana spinosa*, *Himantopus mexicanus*, *Charadrius vociferus*, *Actitis macularia*, *Larus atricilla*, *Sterna antillarum*, *Sterna maxima*, *Columba livia*, *Columba leucocephala*, *Zenaida aurita*, *Zenaida asiatica*, *Columbina passerina*, *Columbina talpacoti*, *Leptotila jamaicensis*, *Amazona xantholora*, *Coccyzus minor* Cuco de manglar, *Crotophaga ani*, *Crotophaga sulcirostris*, *Tyto alba*, *Glaucidium brasilianu*, *Caprimulgus salvini*, *Nyctidromus albicollis*, *Chordeilles acutipennis*, *Chaetura vauxi*, *Anthracothorax prevostii*, *Chlorostilbon canivetii*, *Chlorostilbon forficatus*, *Ceryle alcyon*, *Chloroceryle aenea*, *Melanerpes aurifrons leei*, *Melanerpes pigmaeus pigmaeus*, *Picoides scalaris*, *Pitangus sulphuratus*, *Tyrannus melancholicus*, *Attila*

---

## LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO

*spadiceus cozumelae*, *Myiarchus tyrannulus*, *Contopus cinereus*, *Elaenia martinica*, *Myiopagis viridicata*, *Tachycineta albilinea* Golondrina de manglar, *Cyanocorax yncas*, *Troglodytes aedon beani*, *Toxostoma guttatum* Cuitlacoche de Cozumel, *Melanoptila glabrirostris cozumelana*, *Mimus gilvus*, *Polioptila caerulea*, *Bombycilla cedrorum*, *Cyclarhis gujanensis insularis*, *Vireo bairdi* Vireo de Cozumel, *Coereba flaveola*, *Dendroica petechia rufivertex*, *Agelaius phoeniceus*, *Quiscalus major*, *Quiscalus mexicanus*, *Icterus gularis*, *Icterus cucullatus*, *Euphonia affinis*, *Spindalis zena*, *Pyrranga roseogularis*, *Cardinalis cardinales saturata*, *Tiaris olivacea* (Anónimo, 1998; Anónimo, 2007; Anónimo, 2011; Macouzet y Escalante-Pliego, 2000; Moreno-Bejarano y Álvarez-León, 2003). Siendo éstas un 56% del total de las aves documentadas en la isla (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de especies asociadas al ecosistema de manglar (Basado en Anónimo, 1998; Anónimo, 2011; Malpica, 2003; Anónimo, 2007; Mejía-Ortíz, 2008; Márquez y Jiménez, 2002).

TAXA	NÚMERO DE ESPECIES EN LA ISLA.	ESPECIES EN EL MANGLAR	TOTAL DE ESPECIES QUE HABITAN EL ECOSISTEMA DE MANGLAR (%)
Esponjas	27	8	29.62
Anélidos	12	4	33.3
Moluscos	24	10	41.66
Equinodermos	81	6	7.40
Crustáceos (Decápodos)	140	14	10
Ictiofauna	427	281	65.80
Ictiofauna dulceacuícola	11	7	63.63
Aves	166	93	56.02
Anfibios	5	4	80
Mamíferos	18	8	44.44
Reptiles	28	15	53.57

Como se puede observar existe un importante porcentaje de especies que habitan en las zonas de humedales o manglares en la isla, de estas especies podemos mencionar que existen especies claves (Tabla 2) dentro del ecosistema manglar por ser endémicas y estar en categoría de protección especial, quienes al perder su hábitat quedan vulnerables con el peligro de desaparecer.

Tabla 2 Especies claves en el ecosistema de manglar, por ser endémicas o estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Clave de abreviaturas: Peligro de Extinción (P), Amenazada (A), Sujetas a Protección Especial (Pr) (Anónimo, 1998; Malpica, 2003; Anónimo, 2007; Mejía-Ortiz 2008; Márquez y Jiménez, 2002).

	ESPECIE	NOM-059- SEMARNAT- 2010	DISTRIBUCIÓN
<b>Mangle</b>	<i>Avicennia germinans</i>	A	No endémica
	<b><i>Conocarpus erectus</i></b>	<b>A</b>	<b>No endémica</b>
	<i>Laguncularia racemosa</i>	A	No endémica
	<b><i>Rhizophora mangle</i></b>	<b>A</b>	<b>No endémica</b>
<b>Mastofauna</b>	<i>Didelphys marsupiales cozumelae</i>		Endémica de Cozumel
	<b><i>Nesua narica nelsoni</i></b>	<b>A</b>	<b>Endémica de Cozumel</b>
	<i>Procyon pygmaeus</i>	P	Endémica de Cozumel
	<b><i>Oryzomys couesi cozumelae</i></b>	<b>A</b>	<b>Endémica de Cozumel</b>
	<i>Pecari tajacu nanus</i>		Endémica

<b>Ictiofauna</b>	<b><i>Cyprinodon artifrons</i></b>		<b>Endémica península de Yucatán</b>
	<i>Floridichthys polyommus</i>		Endémica península de Yucatán
	<b><i>Gambusia yucatana yucatana</i></b>		<b>Endémica península de Yucatán</b>
<b>Herpetofauna</b>	<i>Crocodylus acutus</i>	Pr	No endémica
	<b><i>Sceloporus cozumelae</i>,</b>		<b>Endémica península de Yucatán</b>
	<i>Aspidoscelis cozumela</i>	LC	Endémica de Cozumel
	<i>(Cnemidophorus cozumelus),</i>	Preocupación menor Lista Roja IUCN	
<b>Avifauna</b>	<b><i>Crax rubra griscomi</i></b>	<b>P</b>	<b>Endémica de Cozumel</b>
	<i>Amazona xantholora</i>	A	Endémica
	<b><i>Attila spadiceus cozumelae</i></b>	<b>Pr</b>	<b>Endémica de Cozumel</b>
	<i>Buteo magnirostris gracilis</i>		Endémica de Cozumel
	<b><i>Buteogallus anthracinus</i></b>	<b>Pr</b>	<b>No endémica</b>
	<i>Cardinalis cardinales saturata</i>		Endémica de Cozumel
	<b><i>Columba leucocephala</i></b>	<b>A</b>	<b>No endémica</b>
	<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	Pr	Endémica de Cozumel
	<b><i>Chlorostilbon forficatus</i></b>		<b>Endémica de Cozumel</b>
	<i>Dendroica petechia rufivertex</i>		Endémica de Cozumel
	<b><i>Egretta rufescens</i></b>	<b>Pr</b>	<b>No endémica</b>
	<i>Melanerpes aurifrons leei</i>		Endémica de Cozumel
	<b><i>Melanerpes pigmaeus pigmaeus</i></b>		<b>Endémica de Cozumel</b>

<i>Melanoptila glabrirostris</i>		Endémica de Cozumel
<i>cozumelana</i>		
<b><i>Toxostoma guttatum</i></b>	<b>P</b>	<b>Endémica de Cozumel</b>
<i>Troglodytes aedon beani</i>	Pr	Endémica de Cozumel
<b><i>Vireo bairdi</i></b>	<b>A</b>	<b>Endémica de Cozumel</b>
<i>Zenaida aurita</i>	Pr	No endémica

### COBERTURA

La cobertura de manglar obtenida fue de 38.56 km<sup>2</sup>, lo que corresponde al 8% del total de la superficie total de la isla (Fig.3), En el 2008 Herrera-Silveira *et al.*, reporta una cobertura total de 10.59%. Cabe recalcar que en este trabajo se realizó un análisis visual y matemático por lo que nuestro margen de error puede ser amplio, sin embargo, no hay que olvidar que se determinó la cobertura con fotos aéreas tomadas después del huracán Wilma en el 2005.

En Cozumel los manglares se distribuyen en Punta Norte en los bordes de las lagunas y corresponden al tipo ecológico de manglares de franja (Lugo y Snedaker, 1974; Cintrón y Schaffer-Novelli, 1985), tienen contacto directo con el mar, asimismo hay manglares tierra adentro del tipo ecológico denominados de cuenca, estos se distribuyen en todo el sitio de Punta Norte. En Punta Sur son de tipo de franja, en esta área el sistema lagunar se encuentra aislado por lo que no tienen contacto directo con el mar, solamente en ocasiones se abre una pequeña boca donde se establece la conexión con el sistema marino.

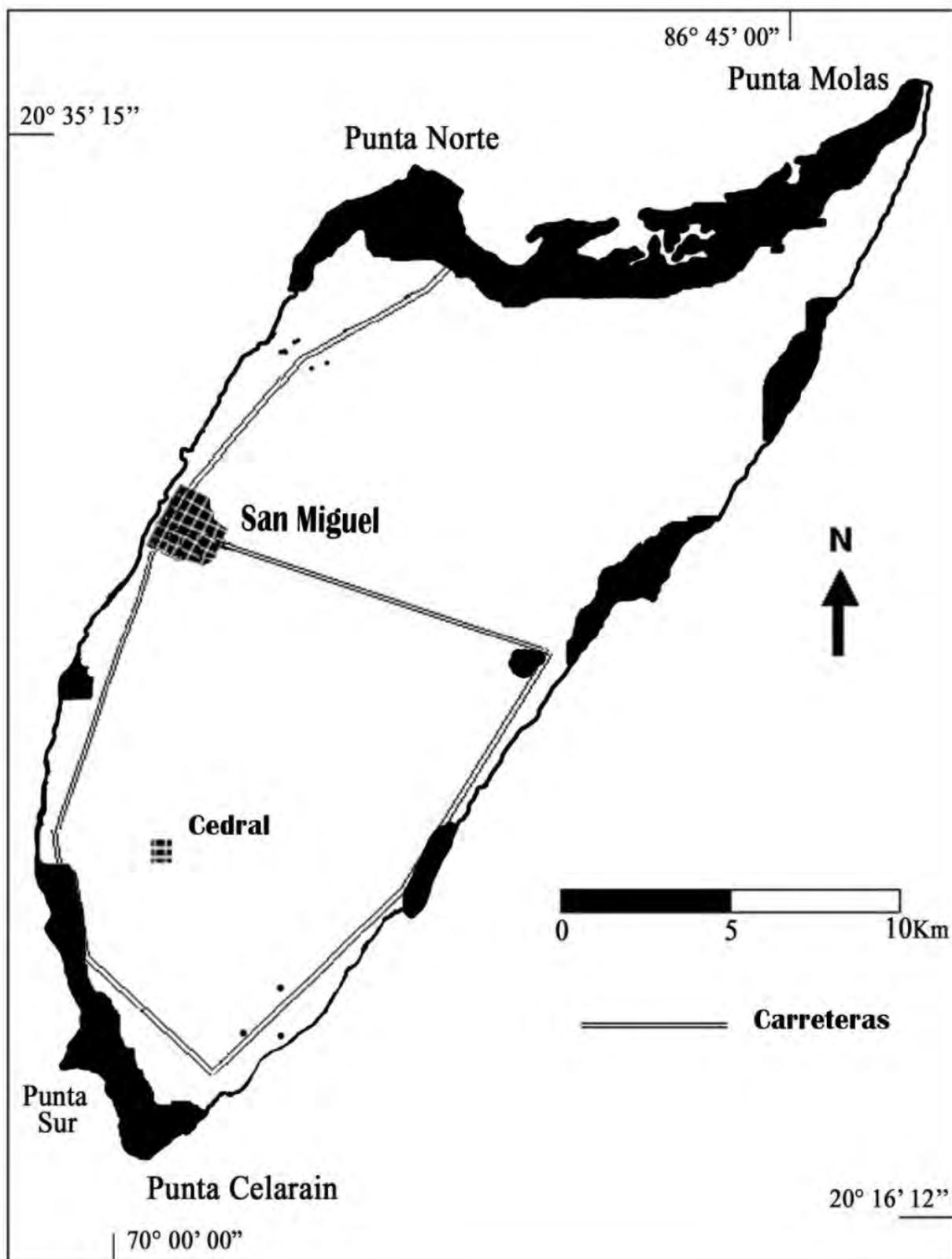


Fig. 3. Cobertura total de Manglar 2005 (Pat-Canché et al, 2008).

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

En relación a la ocurrencia total de especies de manglar, se determinaron, *Rhizophora mangle*, *Conacarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, todas ellas enlistadas como sujetas a protección especial dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Se encontró con mayor cobertura la especie de *Rhizophora mangle*, ocurriendo en casi toda la costa, se observó de igual manera el impacto de los efectos meteorológicos que ha tenido la costa este de la isla, encontrando sólo parches de *Conacarpus erectus* (Fig. 4). Cabe recalcar que la presencia de las especies de mangle se documentó con visitas a la costa de la isla en lugares de libre acceso y a través de fotos aéreas. Se observa un gran impacto ya que sólo se mantienen parches de algunas de las especies en zonas donde antes se ha documentado (Pat-Canche *et al.*, 2008).

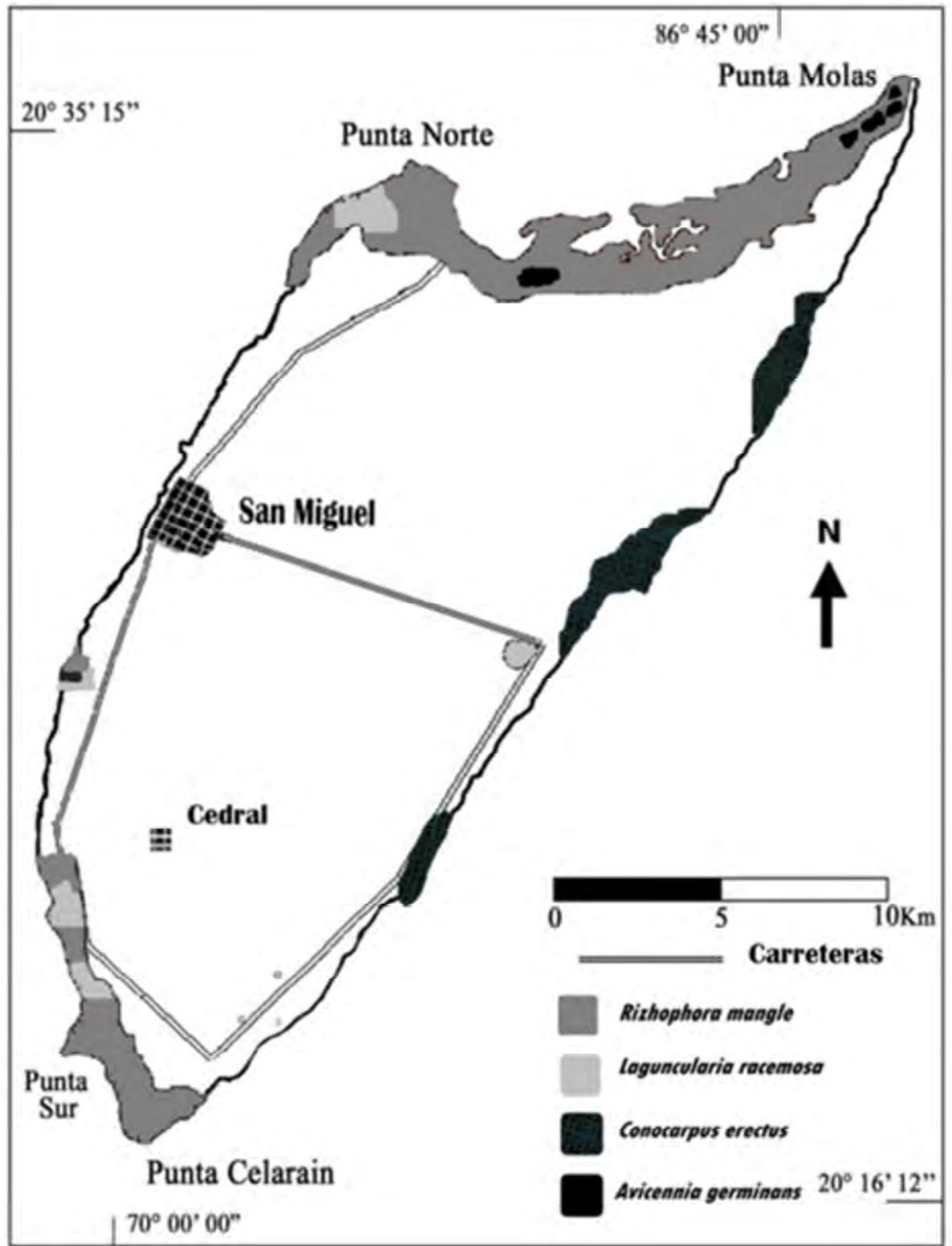


Fig. 4. Cobertura de especies de mangle en las costas de la isla de Cozumel (Pat-Canché et al., 2008)

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

---

### MARCO JURIDICO NORMATIVO

En México se cuenta con 11,592.76 kilómetros de costa, incluidos más de 500 rasgos morfológicos interconectados o aislados —lagunas, bahías, esteros, estuarios y marismas— con 231,813 km<sup>2</sup> de mar territorial y cerca de 3,149,920 km<sup>2</sup> de zona económica exclusiva (De la Lanza-Espino, 2004). De las 32 entidades federativas del país, 17 tienen frente litoral; existen 263 municipios costeros, de los cuales 150 cuentan con frente de mar y 113 municipios con influencia costera. La longitud de la línea de costa de dichos estados es de 11,122 km —sin contar el territorio insular—, de los cuales 7,828 km corresponden a estados que tienen acceso al Océano Pacífico y Golfo de California, mientras que los estados del Golfo de México y Mar Caribe comparten 3,294 km de línea de costa (INEGI, 2000).

La zona costera es habitada por aproximadamente 15% de la población del país; sin embargo, algunas de sus localidades presentan las mayores tasas de crecimiento poblacional (2.8% en promedio) (Lara-Lara *et al.*, 2008). Por ende, el país tiene una enorme responsabilidad en la protección de los humedales, ya que constituyen una superficie importante dentro del territorio nacional, entre ellos los manglares, ocupan un lugar privilegiado por la riqueza natural que encierran y los servicios ambientales que prestan. Su importante papel ecológico y económico ha sido reconocido internacionalmente (CONABIO, 2009).

Usualmente se describe a la costa sólo en términos de sus características físicas, presencia de lagunas, arrecifes de coral y playas arenosas; otras veces sólo vemos los usos típicos, pesquerías o turismo. Sin embargo, para planear un desarrollo sustentable, es necesario tener una visión global y entender cómo los ecosistemas trabajan en conjunto y que esto, a su vez, puede ser afectado por las actividades que se llevan a cabo en ellos o en lugares aledaños (Molina *et al.*, 1998). Por ello, se entiende que los manglares son una transición entre los ecosistemas terrestres y los marinos en la que existe una conectividad que permite el flujo entre las especies que viven en estos ambientes (CONABIO, 2009). Dado que resulta complejo determinar la jurisdicción de

estos ambientes, en este apartado se hace una descripción del marco jurídico- normativo con relación directa a los humedales costeros con presencia de manglar.

Para iniciar, podemos mencionar que el marco jurídico de la zona costera no es integral, debido a la multiplicidad de actores, sectores, instancias de gobierno e instrumentos jurídicos que tienen competencias, atribuciones e intereses, que inciden en la vida natural y social de las zonas marinas y costeras, por tal motivo es necesario contribuir con estrategias idóneas que integren la legislación en materia ambiental, para un manejo adecuado de los ecosistemas. Para abordar este tema partimos de la base de la legislación en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, donde se define la propiedad del territorio nacional, tanto terrestre como marina y se establece la soberanía y jurisdicción sobre los bienes propiedad de la Nación (Artículo 27).

### **Ley General de Bienes Nacionales**

Desde un punto de vista jurídico, las zonas costeras en México comprenden cinco conceptos: playas marítimas, zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT), terrenos ganados al mar, ambientes costeros y formaciones rocosas y acantilados; se encuentran regulados fundamentalmente en la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN) y su Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados por el Mar (Reglamento); y en el reglamento de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (Nava-Escudero, s/f; LGBN).

Según el Artículo 7, Fracción IV de esta ley, se entiende por playas marítimas, las partes de tierra que, por virtud de la marea, cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujó hasta los límites de mayor flujo anuales, es decir desde la bajamar hasta la pleamar (Fig. 5). Asimismo en el Artículo 119, indica que cuando la costa presente playas, la Zona Federal Marítimo Terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas, cuando carezcan de playas y presenten formaciones rocosas o acantilados, la secretaría determinará la zona dentro de una faja de veinte metros contigua al litoral marino, únicamente cuando la inclinación en dicha faja sea de 30 grados o menor en forma contigua (Reglamento para

### **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados por el Mar). De igual manera se considera como parte de la ZOFEMAT la totalidad de la superficie de los cayos y arrecifes ubicados en el mar territorial, la franja de veinte metros que rodea a cualquier cuerpo de agua de origen marino, como son los esteros, lagos, lagunas o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directamente con el mar, así como a las riberas de los ríos desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba. Cuando por causas naturales o artificiales, se ganen terrenos al mar (Fig. 6), los límites de la ZOFEMAT se establecerán de acuerdo con la nueva configuración física del terreno, de tal manera que se entenderá ganada al mar la superficie de tierra que quede entre el límite de la nueva ZOFEMAT y el límite de la ZOFEMAT original.



Fig. 5. Zona Federal Marítimo Terrestre (SEMARNAT, 2002).

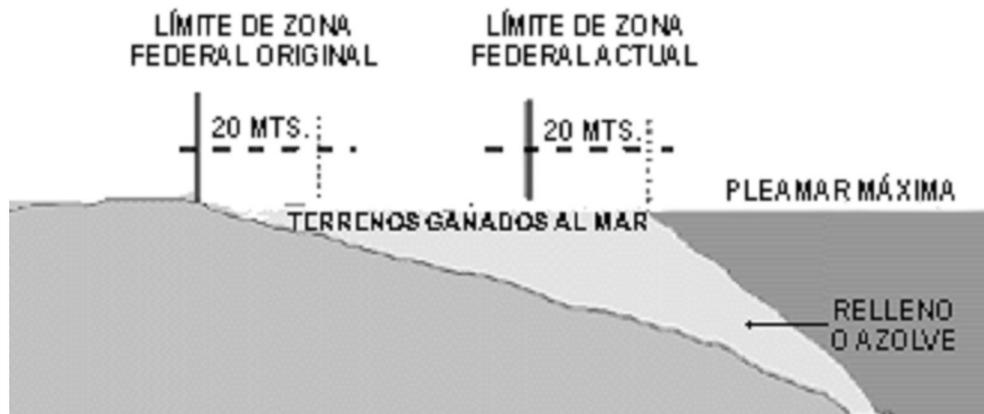


Fig. 6. Terrenos ganados al mar (SEMARNAT, 2014).

### Ley General del Mar

Las zonas marinas mexicanas según el Artículo 3 de la Ley General del Mar (LGM) son, el mar territorial, las aguas marinas interiores, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental e insulares y cualquier otra permitida por el derecho internacional. Según esta ley se esquematiza lo siguiente (Fig. 6).

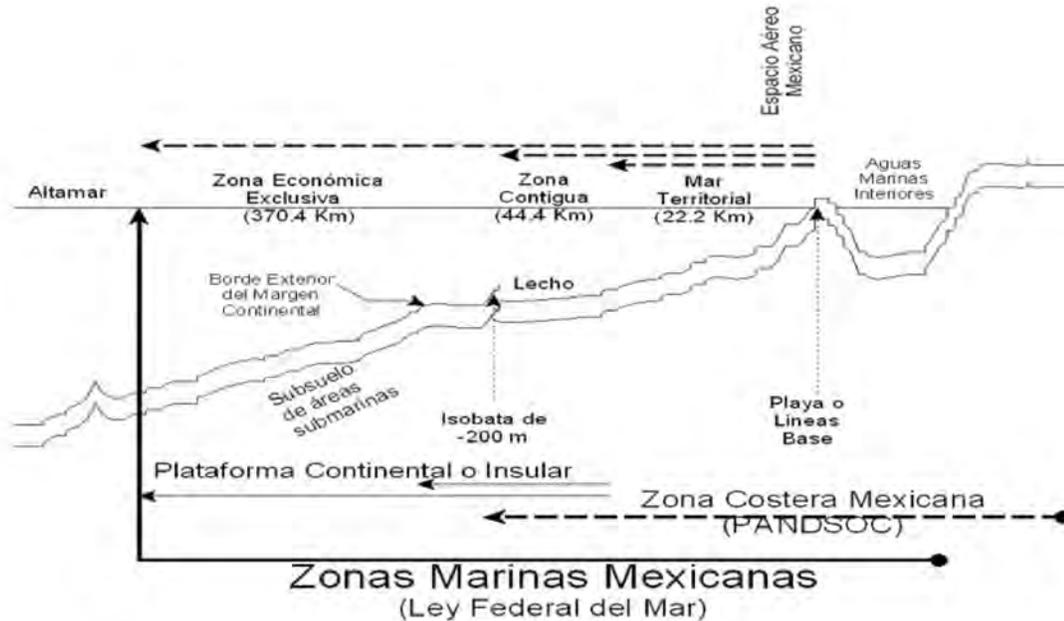


Fig. 6. Perfil de las regiones relevantes para la Política Nacional de Mares y Costas de México, de acuerdo con las definiciones vigentes (Anónimo 2011, Basado en la LGM).

La importancia de este ordenamiento radica en que reglamenta las disposiciones constitucionales en materia de soberanía, propiedad y jurisdicción sobre los espacios y ecosistemas marinos del país (Artículo 6, Fracciones I-VI).

En virtud de que los humedales costeros son porciones terrestres sujetas a las inundaciones marinas por el simple efecto de la marea, entonces resulta claro que al menos una parte amplia de los humedales costeros son zonas sujetas al dominio público de la nación y por lo tanto, propiedad de la Federación y en consecuencia es absolutamente ilegal que los particulares efectúen rellenos y actos de propiedad privada sobre estos bienes. Sin embargo, la Ley General de Bienes Nacionales previene que para que un particular o algún organismo público puedan hacer uso de bienes nacionales requerirá por fuerza de la tramitación de una concesión o asignación. Dicha concesión nunca generará derechos reales sino que exclusivamente generará frente a la Administración Pública y sin perjuicio de terceros, el derecho de realizar los usos, aprovechamientos y explotaciones de dichos bienes con los límites que expone la ley y el propio título de concesión.

## LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO

### **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

La Ley General De Equilibrio Ecológico y Protección Al Ambiente (LGEEPA) es el cuerpo normativo que establece los principios de política ambiental y los principales instrumentos de aplicación, que tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección de la biodiversidad y del ambiente en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, lo que incluye también las zonas marinas y costeras. Esta ley establece los principios por los que la Federación tiene competencias en la política ambiental de mares y costas, así como la injerencia en lo que respecta a la biodiversidad marina para regular su aprovechamiento sustentable.

Distribuye competencias ambientales entre la Federación, los estados y los municipios, establece instrumentos de política ambiental entre los cuales se regulan el ordenamiento ecológico, la evaluación de impacto ambiental, los instrumentos económicos, la regulación ambiental de los asentamientos humanos, las normas oficiales mexicanas, la autorregulación y auditorías ambientales. Debido a la importancia de estos instrumentos más adelante se hace un análisis en el apartado “Aplicación de los instrumentos de política ambiental”.

### **Ley General de Vida Silvestre**

En primera cuenta podríamos decir que la jurisdicción de los ecosistemas de manglar pertenece a la Ley Forestal; sin embargo, al ubicarse en categoría de riesgo le compete a la LEY General de Vida Silvestre (LGVS). En su Artículo 60 tercero (TER) indica claramente que efectivamente los manglares son objeto de regulación de esta ley. En materia de flora y fauna acuática son de competencia federal y regulan a las aves marinas, los manglares y a todas aquellas especies en riesgo. Asimismo, también se puede observar que los manglares gozan de una protección muy fuerte ya que se prohíbe cualquier actividad que tale manglares, que afecte la integridad del manglar, su integridad hidrológica y su productividad. Esta Ley faculta a la SEMARNAT a instalar áreas de refugio para proteger especies acuáticas en aguas de jurisdicción federal, zona federal

---

### **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

marítimo terrestre, y terrenos inundables con el objeto de conservar, a través de medidas de manejo apropiadas, las especies presentes.

### **Ley de Aguas Nacionales**

Las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir. En materia de humedales encontramos la mención en el Artículo 3, mismos que se definen como las zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénagas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional; las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos. En el reglamento de esta ley se obliga a las autoridades competentes a tomar en cuenta las medidas necesarias para la conservación y restauración de los sistemas acuáticos, incluyendo los humedales y las interacciones para la conservación y manejo de las cuencas alimentadoras de las aguas residuales; por tanto, es una base que debe tomarse en cuenta en la aplicación de los instrumentos para las mejoras y la conservación de los humedales costeros.

### **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**

Otra de las leyes aplicables a este tema es la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental que, como bien explica en su Artículo 1, es la encargada de regular las responsabilidades en materia ambiental y de la restauración o remediación que en el caso se necesite para zonas dañadas. Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del Artículo 4 Constitucional, de orden público e interés social. Menciona que los daños ocasionados a los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, serán restituidos a su “Estado Base” (condiciones químicas, físicas, biológicas, relaciones de interacción y servicios ambientales) mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación (Artículo 13). El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios

---

## **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

### **Ley General de Cambio Climático**

Un tema importante que no debe dejarse de analizar es el cambio climático, ya que le concierne a las costas de todo el mundo. En México tenemos la promulgación de la Ley General de Cambio Climático (LGCC); nueva ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, la cual tiene por objeto en su Artículo 2 garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; establecer las bases para la concertación con la sociedad y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Esta ley crea el Instituto de Ecología y Cambio Climático como un organismo público descentralizado de la administración pública federal, sectorizado en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, quien tiene las atribuciones de coordinar, promover y desarrollar, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades, la investigación científica y tecnológica relacionada con la política nacional en materia de bioseguridad, desarrollo sustentable, protección del medio ambiente; preservación y restauración del equilibrio ecológico y la conservación de los ecosistemas y el cambio climático.

En el Artículo 27 sobre política nacional de cambio climático se sustentan los instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación. Estos instrumentos tienen como objetivos, reducir la vulnerabilidad de la

---

### **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático, fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos, minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático, identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas, establecer mecanismos de atención inmediata y expedita en zonas impactadas por los efectos del cambio climático como parte de los planes y acciones de protección civil y facilitar y fomentar la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, ganadera, pesquera, acuícola, la preservación de los ecosistemas y de los recursos naturales.

Para el caso particular de los manglares esta ley es un acierto de gran importancia, ya que al ser un ecosistema costero este se ve gravemente amenazado. Al verse afectado la línea de costa, uno de los efectos sobre estos sistemas es el comportamiento transgresivo, provocando una modificación espacial de los ecotonos con impacto ecológico por el reemplazo del hábitat original y la migración de condiciones ambientales a través de series sucesionales, correspondientes a ambientes con mayor influencia marina (Ortiz, *et al.*, 1999), es por ello que identificar los escenarios futuros ayudarán a tomar mejores decisiones para el manejo de la zona costera minimizando lo más posible las afectaciones desfavorables.

### **Ley General de Asentamientos Humanos**

Otra de las leyes de importancia para el manejo adecuado de los ecosistemas, en nuestro caso de los manglares, es la Ley General de Asentamientos Humanos, esta ley tiene como objetivo la planeación y regulación del ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y del desarrollo urbano de los centros de población, a través de planes y programas de desarrollo urbano a nivel federal, estatal y municipal, considerando los criterios generales de regulación ecológica establecidos en los Artículos 23 a 27 de la LGEEPA y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica. Facultando a las autoridades locales para aprobarlos, ejecutarlos, controlarlos y evaluarlos.

### **Ley de Puertos**

La Ley de Puertos de igual manera tiene injerencia en la política ambiental de costas y mares, esta ley tiene por objeto regular los puertos, terminales, marinas e instalaciones portuarias, su construcción, uso, aprovechamiento, explotación, operación y formas de administración, así como la prestación de los servicios portuarios. En el capítulo IV sobre concesiones y permisos, en el Artículo 20, nos explica que para la explotación, uso y aprovechamiento de bienes del dominio público en los puertos, terminales y marinas, así como para la construcción de obras en los mismos y para la prestación de servicios portuarios, sólo se requerirá de concesión o permiso que otorgue Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

El siguiente texto extraído de la propia ley nos deja en claro que no hay una relación eminente con la LGBN, nos dice que para construir y usar embarcaderos, atracaderos, botaderos y demás similares en las vías generales de comunicación por agua, fuera de puertos, terminales y marinas, se requiere de permiso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), sin perjuicio de que los interesados obtengan, en su caso, la concesión de la zona federal marítimo terrestre que otorgue la SEMARNAT. La desvinculación existente entre esta ley y la LGBN y su reglamento, es clara; una vez aprobada la concesión por la SCT, el incentivo para construir un puerto sin el permiso de la SEMARNAT es evidente, ya que suele ser la inversión del proyecto más importante que el trámite de la concesión de la ZOFEMAT y su correspondiente instrumento de política ambiental la Evaluación de Impacto Ambiental.

### **Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables**

Dentro de los objetivos de Ley General De Pesca y Acuicultura Sustentables, se menciona en su Artículo 2 un punto importante ya que indica que se deben establecer las bases para la ordenación, conservación, la protección, la repoblación y el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas en que se encuentran dichos recursos.

En Cozumel se practica tanto la pesca comercial, deportiva-recreativa, así como acuicultura comercial, por lo que es de suma importancia establecer los objetivos de esta

---

### **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

ley ya que los manglares contribuyen a la biodiversidad de los ecosistemas con las que están asociadas, las cuales en su mayoría se usan para estas actividades.

### **Ley de Turismo**

Otra de las leyes que juegan un rol importante dentro de la entidad es sin duda la ley de Turismo, en esta se establecen las pautas para determinar los mecanismos hacia la conservación, mejoramiento, protección, promoción y aprovechamiento de los recursos y atractivos turísticos nacionales, preservando el patrimonio natural, cultural y el equilibrio ecológico con base en los criterios determinados por las leyes en la materia, así como contribuir a la creación o desarrollo de nuevos atractivos turísticos, en apego al marco jurídico vigente, formulando las reglas y procedimientos para establecer, el ordenamiento turístico del territorio nacional. Esta ley en conjunto con las demás aplicaciones en el Estado de Quintana Roo, deben tratarse con la misma importancia para el desarrollo del estado.

### **Ley Federal de Derecho y la Ley Federal del Código Penal**

Por último y no menos importante se menciona la Ley Federal de Derecho y la Ley Federal de código penal, por ser aplicaciones que determinan derechos y sanciones monetarias. La Ley Federal de Derecho establece las obligaciones que deberán pagarse por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la nación, así como por recibir servicios que presta el Estado en sus funciones de derecho público.

Para fines del tema de humedales la ley del código penal en su artículo 420 bis, señala en específico : “se impondrá pena de dos a diez años de prisión y por el equivalente de trescientos a tres mil días multa, a quien ilícitamente: Dañe, desee o rellene humedales, manglares, lagunas, esteros o pantanos, arrecifes, introduzca o libere en el medio natural, algún ejemplar de flora o fauna exótica que perjudique a un ecosistema, o que dificulte, altere o afecte las especies nativas o migratorias en los ciclos naturales de su reproducción o migración, o provoque un incendio en un bosque, selva, vegetación natural o terrenos forestales, que dañe elementos naturales, flora, fauna, los ecosistemas o al

ambiente”. En estos casos quien cometa alguna conducta aquí descrita se aplicará una pena adicional hasta de dos años de prisión y hasta mil días de multa adicional.

### **Otros acuerdos y convenios aplicables**

#### **RAMSAR**

Es una convención relativa a los humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

En su Artículo 1, incisos 1 y 2 , define que a efectos de la presente Convención son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros y que son las son aves acuáticas las que dependen ecológicamente de los humedales (RAMSAR, 2013).

Para efecto de Cozumel esta herramienta es importante ya que se cuenta con 2 sitios prioritarios que se encuentran dentro de esta categoría (Fig. 7 y 8).

**SITIOS RAMSAR COZUMEL**

**Nombre del sitio Ramsar:** Parque Nacional Arrecifes de Cozumel

**No.1449**

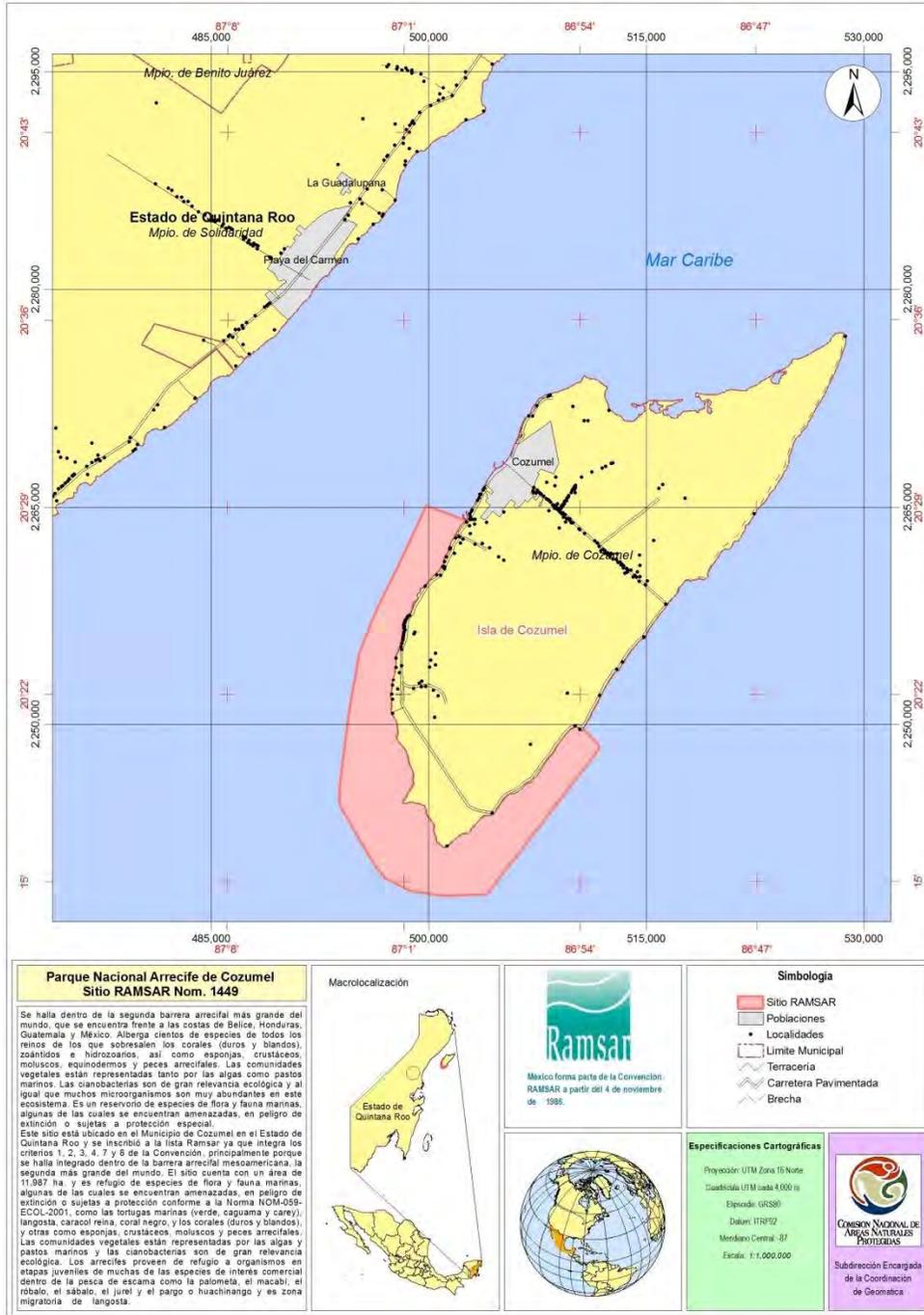


Fig. 7 Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (RAMSAR, 2013a)

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

Nombre del sitio Ramsar: Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel  
 No. S/N

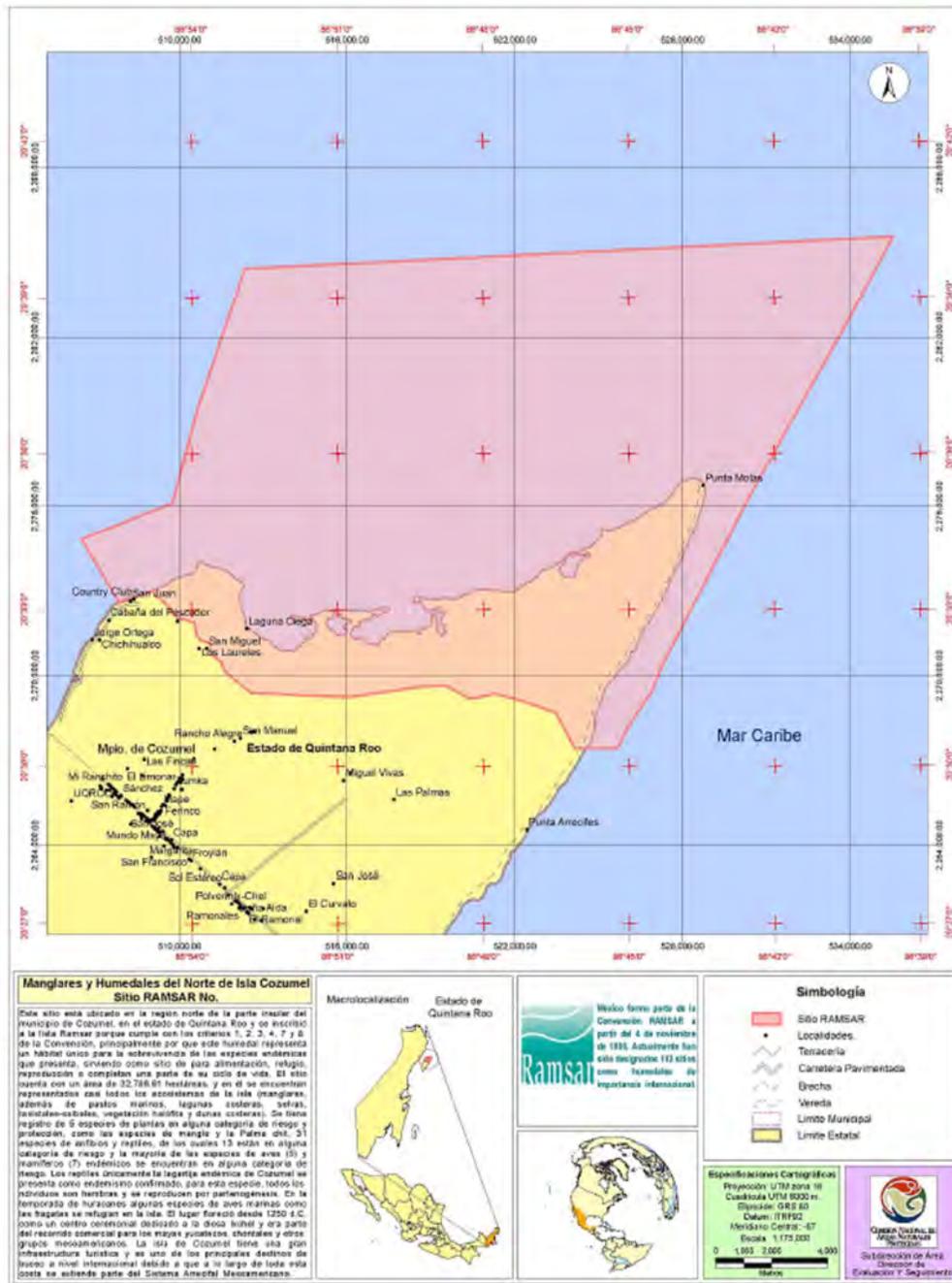


Fig. 8. Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel (RAMSAR. 2013b)

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

---

## APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL Y ECOLÓGICA

Los instrumentos de la política ambiental están definidos en la LGEEPA en su capítulo IV. Se entiende que para cada objetivo de la política ambiental, debe existir un instrumento tal que coadyuve a lograr la meta para la que fueron planteados. Entre las características para el diseño de los instrumentos deben encontrarse, los actores involucrados o afectados, las posibilidades técnicas y prácticas de aplicación, los costos administrativos de operación, monitoreo, condiciones, sociales, económicas y políticas donde se apliquen (Cortina Segovia S., *et al.*, 2007).

En este apartado se definen los objetivos y las líneas de operación de cada uno de los elementos.

### a) ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

EL Ordenamiento Ecológico (OE) se define en la sección XXIV del Artículo 3 de la LGEEPA, como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (Anónimo, 2003). Busca un equilibrio entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales. Por ello, uno de los principales retos del ordenamiento ecológico es armonizar las actividades de todos los sectores entre sí y con el medio ambiente (Anónimo, 2009a).

La LGEEPA señala cuatro modalidades de Ordenamientos Ecológicos según la competencia de los gobiernos.

#### 1. General del Territorio

El Ordenamiento Ecológico del territorio (OEGT), tiene por objeto, llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y de aptitud sectorial (Fig. 9), conforme a las disposiciones contenidas en Reglamento de la LGEEPA (en materia de ordenamiento ecológico) y tomando en consideración los criterios que se establecen en el Artículo 20 de la Ley.

De igual manera deberá establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para:

- Promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales;
- Promover el establecimiento de medidas de mitigación tendientes a atenuar o compensar los impactos ambientales adversos que pudieran causar las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal;
- Orientar la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos, en concordancia con otras leyes y normas y programas vigentes en la materia;
- Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
- Fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la protección de los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, las áreas de refugio para proteger especies acuáticas y otros instrumentos de conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
- Resolver los conflictos ambientales y promover el desarrollo sustentable;
- Promover la incorporación de la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en términos de lo dispuesto en la Ley de Planeación.

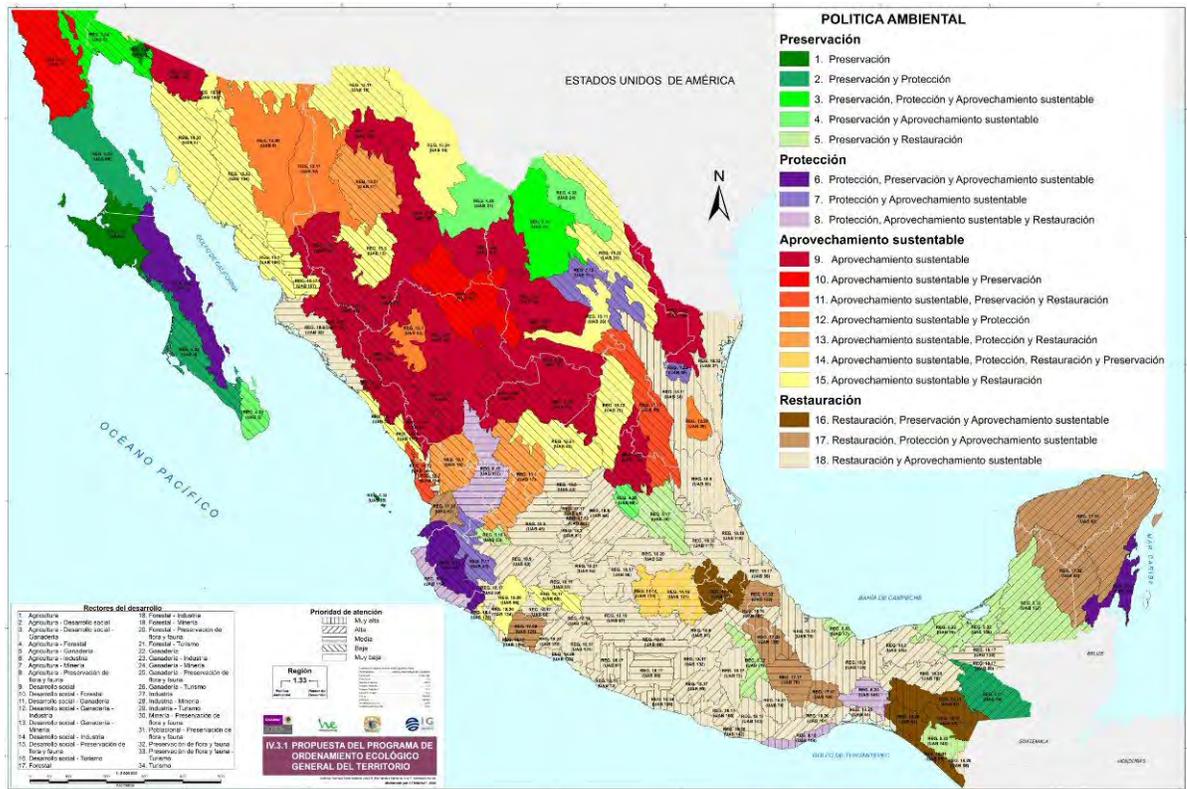


Fig. 9. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (SEMARNAT, 2014a).

## 2. Regionales

La formulación, expedición, ejecución y evaluación del Ordenamiento Regional (OER) es competencia del Gobierno Estatal.

Cuando incluye parte o la totalidad del territorio de un estado, dos o más entidades federativas, el gobierno federal, se coordina con los gobiernos estatal y municipal, según el caso, en el ámbito de sus respectivas competencias, mediante la firma de convenios de coordinación.

Si existe un área Natural Protegida de competencia Federal, el programa deberá ser elaborado y aprobado en forma conjunta por la SEMARNAT y los gobiernos de

## LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO

los Estados y Municipios en que se ubique, según corresponda. El OER tiene como objetivo orientar el desarrollo de los programas sectoriales hacia los sitios, con mayor aptitud y menor impacto ambiental, identificar áreas de atención prioritaria, optimizar el gasto público y asegurar la continuidad de las políticas ambientales locales.

### **3. Locales**

Los programas de ordenamiento ecológico local (OEL) serán expedidos por las autoridades municipales, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental.

Tiene como objetivo determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área de que se trate, regular los usos del suelo fuera de los centros de población y establecer los criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

### **4. Marinos**

El Reglamento de la LGEEPA nos indica que los programas de ordenamiento ecológico marino (OEM) tendrán por objeto establecer los lineamientos y las previsiones a que deberá sujetarse el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en las zonas marinas mexicanas y sus zonas federales adyacentes en los términos de la Ley y de la Ley Federal del Mar. La formulación, aplicación, expedición, ejecución y evaluación de este programa es de competencia del Gobierno Federal.

### Proceso de Ordenamiento Ecológico

El OE debe considerarse como un proceso de planeación continuo y participativo, transparente y metodológicamente riguroso y sistemático (Fig. 10).

El proceso provee mecanismos para determinar con una periodicidad bienal (2 años), el cumplimiento de las metas previstas en los programas, así como la evaluación de los resultados respecto de las expectativas de ordenación del territorio planteadas.

Como resultado se debe tener los siguientes productos: Convenios de coordinación, programa de ordenamiento ecológico y una bitácora ambiental (Anónimo, 2003).

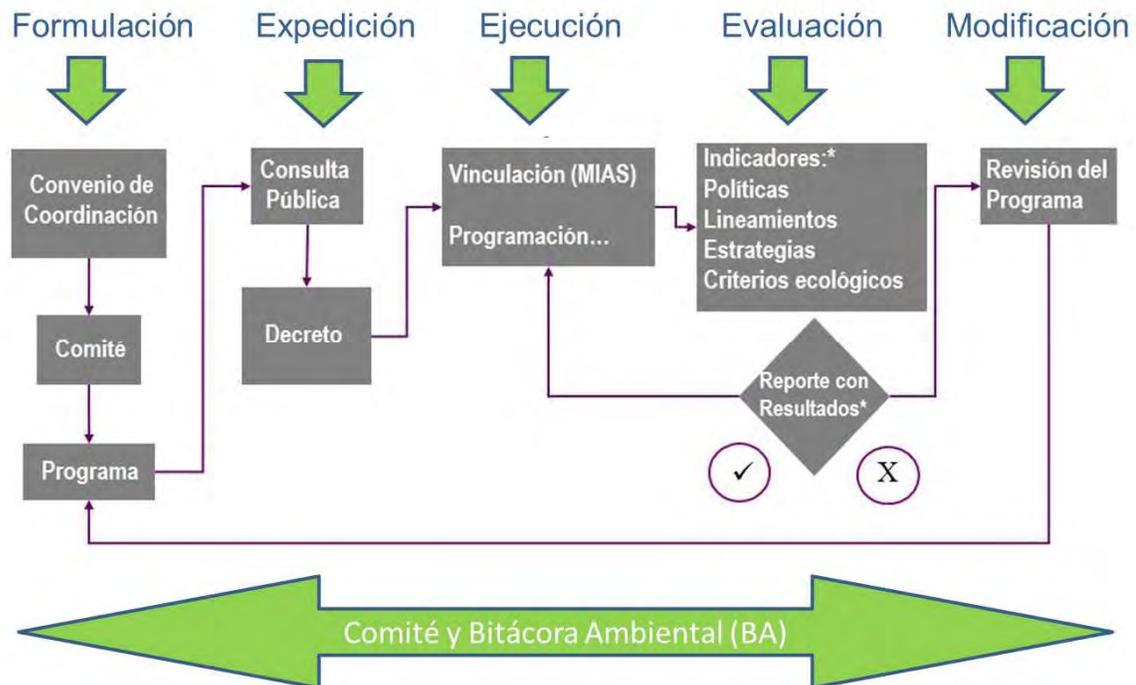


Fig. 10. Proceso de Ordenamiento Ecológico (SEMARNAT, 2013)

### Formulación

En primera, tenemos la etapa de Formulación, la cual constituye el inicio formal del proceso de Ordenamiento Ecológico, pues se crean e instrumentan los mecanismos de

coordinación entre los tres órdenes de gobierno, se promueve la participación social corresponsable, inicia el registro de información para garantizar la transparencia y acceso a la información, concluyendo con la integración de la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico (Arriaga *et al*, 2006; Anónimo, 2003).

Las actividades de esta fase incluyen:

- Suscripción del convenio de coordinación.
- Establecimiento del Comité de Ordenamiento Ecológico,
- Integración de la agenda ambiental,
- Inicio del registro del Proceso de Ordenamiento Ecológico en la Bitácora Ambiental.
- Elaboración de la propuesta de programa (realización de Estudio Técnico)

El Comité de Ordenamiento Ecológico debe estar integrado por personas, organizaciones e instituciones del sector público, privado y social.

La realización del estudio técnico debe contener, el modelo de ordenamiento ecológico (MOE) con el que se regionaliza o se determina las zonas ecológicas, según corresponda y los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio y las estrategias ecológicas aplicables, que resultan de la integración de los objetivos, acciones y proyectos, así como de los responsables de realizarlos.

En general, los estudios técnicos para la integración de los Programas de Ordenamiento Ecológico se realizan a través de cuatro etapas: Caracterización, Diagnóstico, Pronóstico y Propuesta (Fig. 11).



Fig. 11. Etapas estudios técnicos (SEMARNAT, 2013)

El MOE es el producto final de un Programa de Ordenamiento Ecológico en el cual se plasman las propuestas de uso y ocupación del territorio con base en el análisis de los atributos del medio físico, biológico, social y económico, la aptitud del territorio y los procesos que ocurren en el mismo, es la representación en un sistema de información geográfica, de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) y sus respectivos lineamientos ecológicos. Posee condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común. (Mendoza Manuel, *et. al.*, 2007; Arriaga *et. al.*, 2006).

**Expedición**

En esta etapa se realiza las consultas públicas para tener como resultado final la publicación del POE en el Diario Oficial de la Federación, Periódico Oficial o Gaceta (Fig.12).

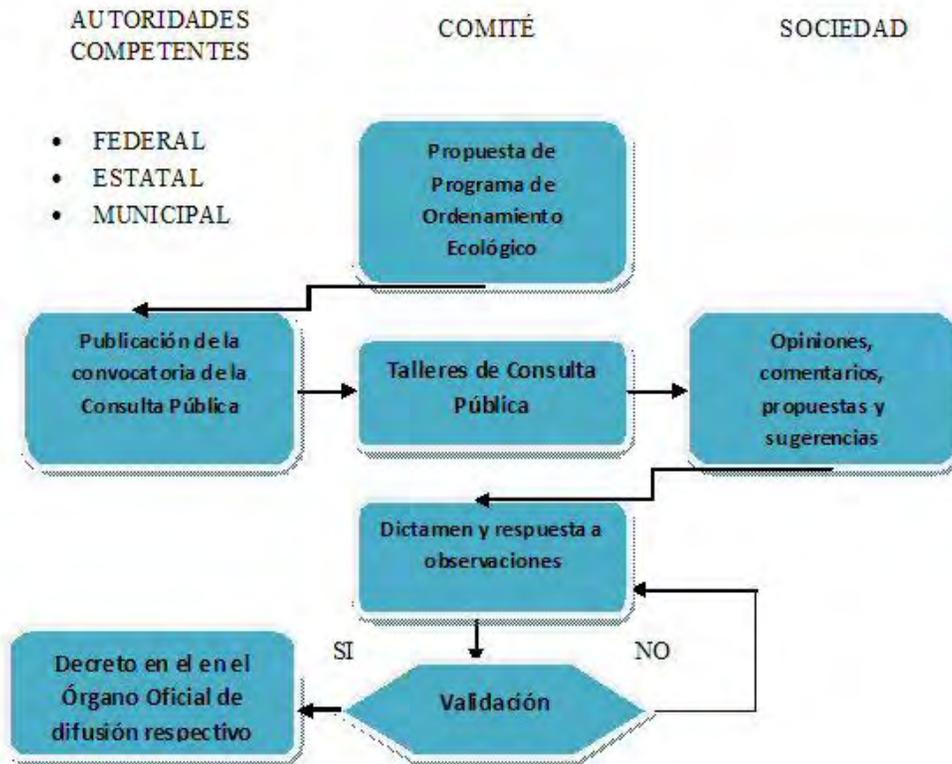


Fig. 12. Proceso de Expedición del Programa de Ordenamiento Ecológico (Esquema basado en Arriaga *et al.*, 2006)

Con la concurrencia de los actores involucrados y en los términos de los convenios respectivos, se deberán llevar a cabo las siguientes actividades: Publicación de la convocatoria, talleres de consulta pública, atención a las observaciones de la consulta y una vez discutido y aprobado el Programa de Ordenamiento Ecológico, prosigue su publicación en el Periódico o Gaceta Oficial del estado el cual se efectúa a través de un decreto que expide el ejecutivo (federal, estatal y/o municipal), apoyado en las leyes locales y sus reglamentos. Una vez decretado, el POE se convierte de observancia obligatoria para las dependencias y entidades de la administración pública federal, estatal y municipal y puede ser de observancia general para los sectores social y privado si es que este ordenamiento es de modalidad local (Arriaga *et al.*, 2006).

---

## **Ejecución**

Esta etapa es primordial para el territorio ya que en base al POE, se apoyará a la toma de decisiones de las localidades, municipios o estados según sea el caso en términos de crecimiento y desarrollo. En esta etapa se promueve la aplicación de las acciones, proyectos y programas identificados en las estrategias ecológicas para resolver y prevenir conflictos ambientales y lograr los lineamientos ecológicos. Otro aspecto importante es que deben hacer compatibles los Planes de Manejo con los Programas de Ordenamiento Ecológico para asegurar la conservación de ecosistemas y recursos naturales al interior y más allá de los límites de las ANP. De igual manera se promueve la identificación de los sitios con mayor potencial productivo, genera propuestas integrales en estas zonas de interface mar-tierra en las que se manifiesta gran dinamismo, promueve un desarrollo urbano-regional basado en criterios de sustentabilidad (Anónimo, 2003).

La expedición del Programa de Ordenamiento Ecológico de competencia federal da atribuciones a la PROFEPA, quien lleva a cabo la inspección y vigilancia del cumplimiento en las materias de competencia federal, de conformidad con el Reglamento y apoyada en los convenios que con este fin se suscriban.

## **Evaluación**

Esta etapa está orientada a valorar dos cuestiones:

- 1) El grado de cumplimiento de los acuerdos asumidos en el Proceso de Ordenamiento Ecológico.

Esta fase se realiza a través de consultas a las bases de datos o a una matriz de evaluación, para conocer el valor de los campos relacionados con el avance del compromiso, el responsable de su cumplimiento y la fecha prevista para su cumplimiento. Esta evaluación puede realizarse en cualquiera de las fases del Proceso de Ordenamiento Ecológico.

- 2) El grado de cumplimiento y efectividad de los lineamientos y estrategias ecológicas en la solución de los conflictos ambientales

En esta fase se tiene que contar con un POE ya expedido. La evaluación consiste en determinar el cumplimiento y efectividad de las estrategias adoptadas, para cumplir con los objetivos y los lineamientos ecológicos encada UGA.

Al igual que la evaluación de los compromisos y acuerdos, los resultados de la evaluación de los lineamientos y estrategias, también se deben incluir en un reporte y posteriormente ingresarlo a la Bitácora Ambiental (Anónimo, 2003).

### **Modificación**

La autoridad competente o el Comité pueden sugerir la modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico dependiendo de los resultados de la evaluación. El proceso inicia identificando al promovente de la modificación, definir el o los componentes a modificar, la integración de grupos de trabajo y emisión del dictamen.

### **Programa de Ordenamiento Ecológico Isla Cozumel**

En Cozumel existe el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial que ha dado lugar a realizar el local (Fig. 13) actualmente se encuentra en proceso de actualización; sin embargo, el análisis resulta significativo ya que justo por estas herramientas es como el municipio ha dado pauta a que se cree las nuevas áreas naturales protegida en la zona norte de la isla y a que exista una mayor ordenamiento para los futuros desarrollos sin dañar parte del territorio.



Se consideran instrumentos económicos los mecanismos normativos y administrativos de carácter fiscal, financiero o de mercado, mediante los cuales las personas asumen los beneficios y costos ambientales que generen sus actividades económicas, incentivándolas a realizar acciones que favorezcan el ambiente. Los instrumentos se dividen en fiscales financieros y de mercado.

#### **Instrumentos fiscales**

Se consideran instrumentos económicos de carácter fiscal, los estímulos fiscales que incentiven el cumplimiento de los objetivos de la política ambiental. En ningún caso, estos instrumentos se establecerán con fines exclusivamente recaudatorios.

#### **Instrumentos financieros**

Son instrumentos financieros los créditos, las fianzas, los seguros de responsabilidad civil, los fondos y los fideicomisos, cuando sus objetivos estén dirigidos a la preservación, protección, restauración o aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el ambiente, así como al financiamiento de programas, proyectos, estudios, investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación para la preservación del equilibrio ecológico y protección al ambiente.

#### **Instrumentos de mercado**

Son instrumentos de mercado las concesiones, autorizaciones, licencias y permisos que corresponden a volúmenes preestablecidos de emisiones de contaminantes en el aire, agua o suelo, o bien, que establecen los límites de aprovechamiento de recursos naturales, o de construcción en áreas naturales protegidas o en zonas cuya preservación y protección se considere relevante desde el punto de vista ambiental.

Las prerrogativas derivadas de los instrumentos económicos de mercado serán transferibles, no gravables y quedarán sujetos al interés público y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

**c) REGULACIÓN AMBIENTAL DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS**

Otro de los instrumentos de la política ambiental, para contribuir al logro de los objetivos, es la planeación del desarrollo urbano y la vivienda, cumpliendo con lo dispuesto en el artículo 27 constitucional.

Los planes o programas de desarrollo urbano deberán tomar en cuenta los lineamientos y estrategias contenidas en los programas de ordenamiento ecológico del territorio, se buscará lograr una diversidad y eficiencia de los mismos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales, así como las tendencias a la suburbanización extensiva. Asimismo, las autoridades de la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la utilización de instrumentos económicos, fiscales y financieros de política urbana y ambiental, para inducir conductas compatibles con la protección y restauración del medio ambiente y con un desarrollo urbano sustentable.

**d) EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

La LGEEPA en el artículo 28, define la evaluación del impacto ambiental como el procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT) establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. De esta manera es posible establecer la factibilidad ambiental del proyecto y en su caso, determinar las condiciones para su ejecución y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que será necesario tomar para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

### **Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental**

La evaluación de un estudio de impacto ambiental lo realiza la autoridad mediante un procedimiento de tipo técnico administrativo, hay tres opciones mediante las cuales puede presentarse dependiendo del control que se tenga sobre los impactos y la magnitud del área donde se pretende desarrollar un proyecto:

- Informe preventivo
- Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad particular.
- Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad regional.

El informe preventivo es un documento mediante el cual se dan a conocer los datos generales de una obra o actividad, se efectuará, cuando existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen los impactos ambientales en dichas áreas..

Ahora bien una manifestación de impacto ambiental (MIA) es un documento con base en estudios técnicos con el que las personas (físicas o morales) que deseen realizar alguna de las obras o actividades previstas en el artículo 28 de la LGEEPA, analizan y describen las condiciones ambientales antes de la realización del proyecto, con la finalidad de evaluar los impactos potenciales que la construcción y operación de dichas obras o la realización de las actividades podría causar al ambiente , se definen y proponen las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar esas alteraciones, en la siguiente ilustración (Fig. 14) se describe el tipo de MIA que se requieren para casos en específico en la LGEEPA.

Orden de Gobierno	Típos de MIA	Actividades que requieren
Federal	Regional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parques Industriales</li> <li>• Parques Acuicolas</li> <li>• Granjas acuicola de más de 500 hectáreas</li> <li>• Carreteras</li> <li>• Vias férreas</li> <li>• Proyectos de generación de energía nuclear</li> <li>• Presas</li> <li>• Proyectos que alteran las cuencas hidrológicas</li> <li>• Planes o programas parciales de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico</li> <li>• Conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada</li> <li>• Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en que se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas</li> </ul>
	Particular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demás casos, previstos en el artículo 5° del reglamento de la LGEEPA en materia de EIA</li> </ul>
Estatal		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depende de cada legislación estatal municipal</li> </ul>
Municipal		

Fig. 14 Tipos de MIAs (SEMARNAT, 2013)

Le corresponde a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) evaluar las MIAs de competencia Federal, asimismo todas las obras o actividades listadas en el Artículo 28 de la Ley General para el Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y 5 del Reglamento para la manifestación de Evaluación del Impacto Ambiental. A nivel de Estados le confiere a las Delegaciones Federales de la SEMARNAT.

Ahora bien después de tener toda la documentación lista, ya sea los informes preventivos y/o las MIAs, sigue los trámites administrativos (Fig. 15). El ciudadano que requiera someter a evaluación de impacto ambiental su proyecto, deberá presentar la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando a esta: MIA (en la modalidad que corresponda), discos compactos que contengan la MIA, uno de ellos con la leyenda "Consulta al público", resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental original impreso y en CD, estudio de riesgo, cuando se trate de actividades de altamente

riesgosas, original de pago de derechos para cotejo y una copia legible y Carta bajo protesta de decir verdad firmada por quien(es) elaboró (aron) el documento.

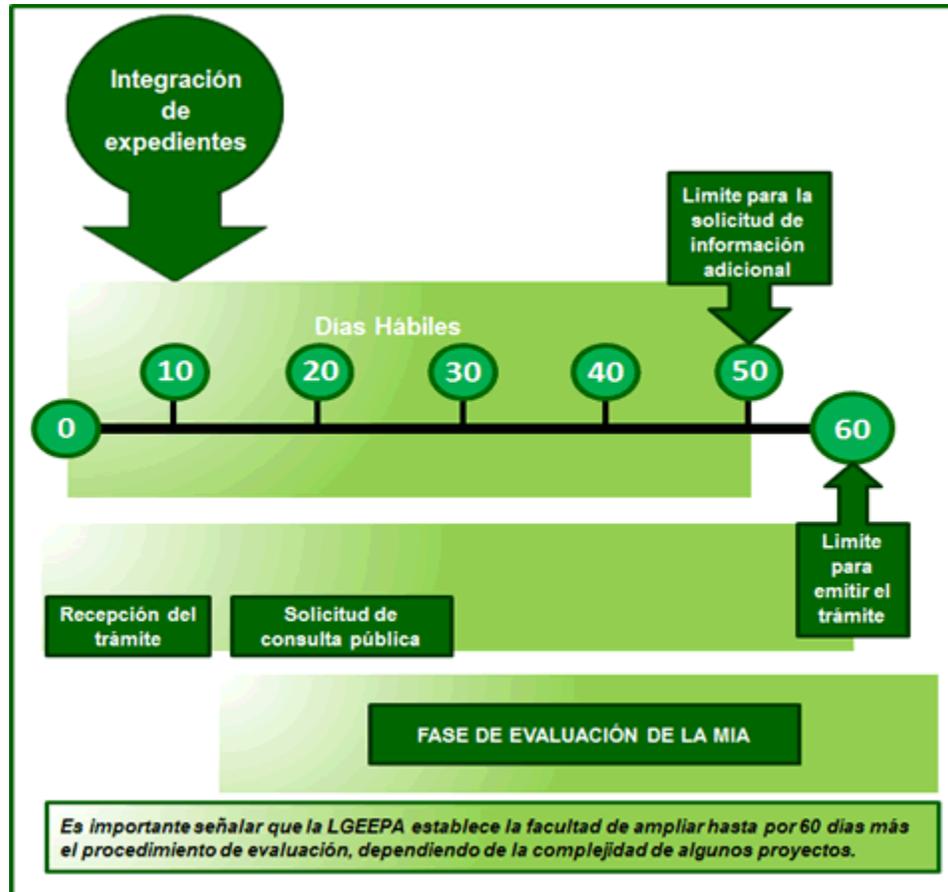


Fig. 15. Duración de los trámites administrativos (SEMARNAT, 2013)

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la SEMARNAT emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente:

- 1.-Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate.
- 2.-Autorizar la modificación del proyecto o el establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales.
- 3.-Se negará cuando, se contravenga lo establecido en la ley, sus reglamentos, normas oficiales y demás disposiciones aplicables, cuando uno o más especies sean declaradas

como amenazadas o en peligro de extinción o cuando exista falsedad en la información proporcionada (SEMARNAT, 2013).

#### **e) NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA AMBIENTAL**

Según lo establecido en la Ley Federal de Metrología y Normalización las normas son un instrumento muy poderoso, no sólo por su capacidad de control de los procesos productivos, sino por su capacidad de inducir cambios de conducta e internalizar costos ambientales, lo que las convierte en un mecanismo que promueve cambios tecnológicos y genera mercados ambientales. (Cortina Segovia S., et al., 2007), son regulaciones técnicas de observancia obligatoria que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en proceso, considerando las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente; así como estimular a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable (Art. 3-XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 36 LGEEPA).

Así, las NOMs ambientales tienen como objetivo definir para las personas físicas o morales, particulares o públicas, el cómo, cuándo y dónde puede realizar determinadas actividades, es decir, regula el actuar de los agentes a efecto de que en la realización de ciertas acciones ocasionen al medio ambiente y recursos naturales el menor impacto negativo posible. Dentro de dicho cuerpo normativo podemos ver que tanto el procedimiento de evaluación del impacto ambiental como las normas oficiales mexicanas son los dos instrumentos de política ambiental que tienen una mayor relación con la protección de los manglares y los humedales costeros, ya que determinan y estipulan los permisos y condiciones de los desarrollos y proyectos en las zonas costeras del país.

Para fines del tema que nos concierne, se enlistará las normas aplicables a las zonas costeras, humedales y manglares.

- a) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SEMARNAT-2003, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN ZONAS DE MANGLAR.

Esta norma detalla el alcance del artículo 60 ter. De la LGVS.

- b) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.

- c) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SEMARNAT-2000 QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS, ESTUDIO, MUESTREO Y ANÁLISIS.

- d) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-126-SEMARNAT-2000, POR LA QUE SE ESTABLECEN LAS ESPECIFICACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES DE COLECTA CIENTÍFICA DE MATERIAL BIOLÓGICO DE ESPECIES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES Y OTROS RECURSOS BIOLÓGICOS EN EL TERRITORIO NACIONAL.

- e) NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-146-SEMARNAT-2005, QUE ESTABLECE LA METODOLOGIA PARA LA ELABORACIÓN DE PLANOS QUE PERMITAN LA CARTOGRÁFIA DE LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y TERRENOS GANADOS AL MAR QUE SE SOLICITEN EN CONCESIÓN.

**f) AUTORREGULACIÓN Y AUDITORÍAS AMBIENTALES**

Dentro de los instrumentos que señala la LGEEPA tenemos en su artículo 38 el denominado, Autorregulación y Auditorías Ambientales, esto señala que los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, a través de los cuales mejoren su desempeño ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.

A través de la auditoría ambiental (Fig. 16), los responsables del funcionamiento de una empresa pueden o deben realizar el examen metodológico de sus operaciones, respecto de la contaminación y el riesgo que generan, así como el grado de cumplimiento de la normatividad ambiental y de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería aplicables, con el objeto de definir las medidas preventivas y correctivas necesarias para proteger el medio ambiente.

Los pasos básicos de una auditoría son la obtención de información ambiental, la evaluación de ésta y el establecimiento de conclusiones que incluyan la identificación de aspectos que deban ser mejorados. Una vez dentro del programa se somete a la supervisión y sanción de la autoridad y queda obligado a cumplir las disposiciones que conlleva el resultado de la auditoría. Para efectos de lo anterior la SEMARNAT se auxilia de la PROFEPA, la cual cuenta con una subprocuraduría de auditorías ambientales, quien se dedica exclusivamente a la validación de las auditorías que se llevan a cabo en las empresas (Ordaz Avilés, M. L. 2003).

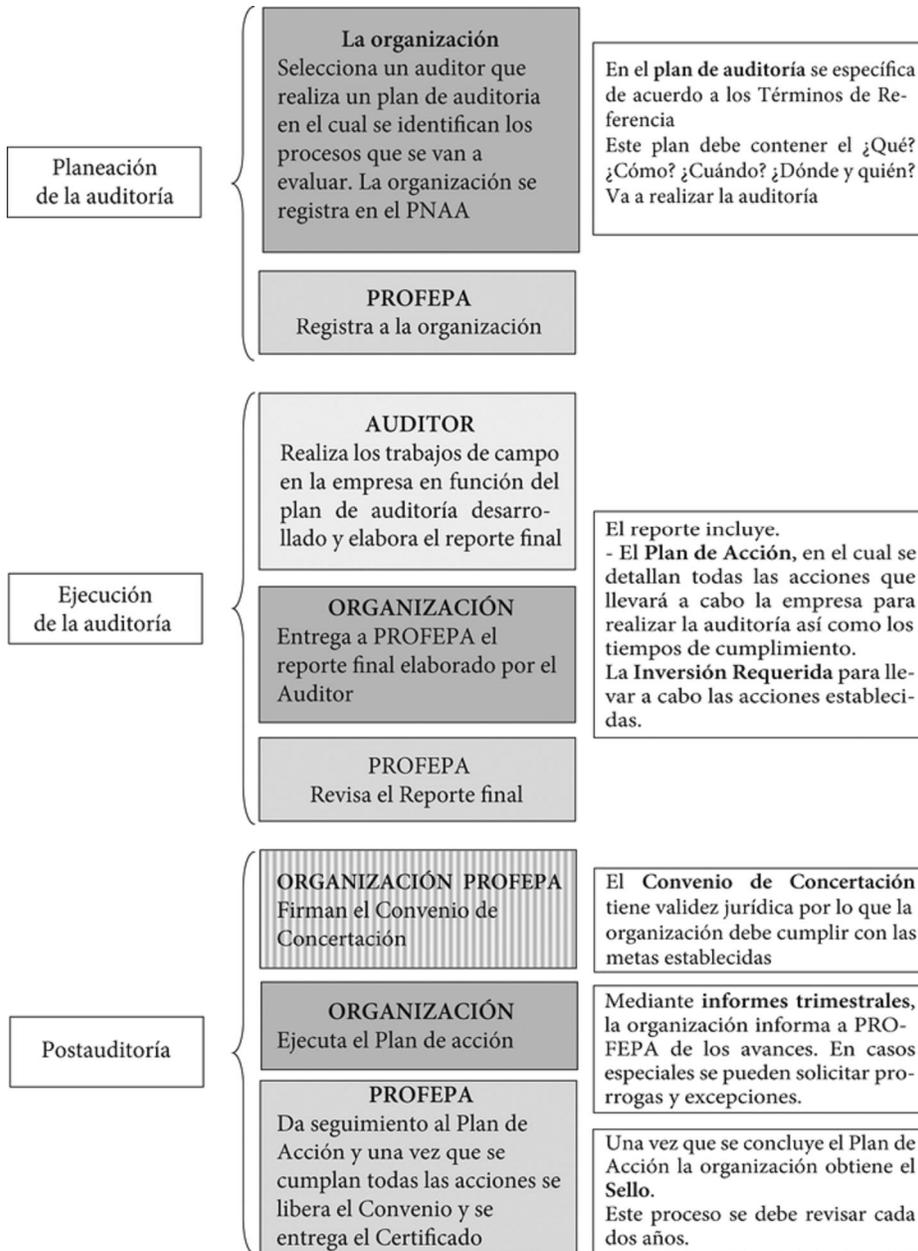


Fig. 16. Proceso de las auditorías ambientales (Cortina Segovia S., et al., 2007)

### **g) INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN ECOLÓGICAS**

La LGEEPA no indica a las estrategias de educación como un instrumento específico de la política, sino como un criterio que debe promoverse en los distintos ámbitos de competencia de la Secretaría para propiciar una mayor cultura ambiental, de igual manera la investigación lo describe como un criterio para otros instrumentos tales como la creación de fondos de financiamiento y el otorgamiento de estímulos fiscales (LGEEPA, Arts. 22 y 22 bis).

Así, la SEMARNAT, con la participación de la Secretaría de Educación Pública y las autoridades competentes promueven la incorporación de contenidos ecológicos, conocimientos, valores y competencias, en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud. De igual manera promueven que las instituciones de Educación Superior y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica, desarrollen planes y programas para la formación de especialistas en la materia en todo el territorio nacional y para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales.

La SEMARNAT cuenta con un organismo especializado para el tema de educación ambiental, el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) cuyas principales atribuciones son dirigir y coordinar los procesos de educación, capacitación y comunicación, con el objetivo de fomentar una cultura ambiental (Cortina Segovia S., *et al.*, 2007).

### **h) ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) no están consideradas en la LGEEPA como un instrumento de política ambiental, más bien es considerado como un Instrumentos de la Política Ecológica, debido a que en la práctica es una herramienta que promueve e induce

---

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

a un objetivo de conservación bien definido de ciertas zonas del país. Así, tenemos que el establecimiento de áreas naturales protegidas, tiene por objeto, preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeografías y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos (LGEEPA, artículo 45).

Para lograrlo es necesario establecer una declaratoria del ANP en donde queden claramente identificados las zonas de protección (artículo 47 BIS , LGEEPA) , las actividades que puedan realizarse , las modalidades de aprovechamiento y protección así como los mecanismos administrativos que operan . Con el objeto de fortalecer la administración del ANP, se establece la necesidad de elaborar un programa de manejo (artículo 65, LGEEPA) siendo esta una herramienta de planeación que deberá incluir las medidas administrativas de corto, mediano y largo plazo.

En general, los instrumentos de la política se dividen en dos grandes grupos, aquellos de carácter correctivo denominado de comando y control y los de aplicación voluntaria (Tabla 3).

Tabla 3. Instrumentos de la política ambiental (LGEEPA, Cortina Segovia S., *et al.*, 2007)

<b>COMANDO Y CONTROL</b>	INSTRUMENTOS DE REGULACION DIRECTA	LEYES, NORMAS, PERMISOS, LICENCIAS, CONCESIONES, AUTORIZACIONES, EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL, LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y LAS DECLARATORIAS DE ANP.
	INSTRUMENTOS DE PLANEACION	PROGRAMAS DE PLANEACION, PRESERVACIÓN, RESTAURACIÓN, Y PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE, EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL TERRITORIO Y LA REGULACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS.

<b>ESQUEMAS VOLUNTARIOS</b>	INSTRUMENTOS ECONÓMICOS	INSTRUMENTOS FISCALES, ECONÓMICOS Y DE MERCADO
	INSTRUMENTOS DE FOMENTO	ESTRATEGIAS DE EDUCACION, CAPACITACION Y SENSIBILIZACIÓN, LOS PROCESOS DE CERTIFICACIÓN Y LOS MECANISMOS DE AUTORREGULACIÓN Y AUDITORIAS.

Esencialmente, en este apartado abrimos el panorama para poder analizar los instrumentos que nos ayudan a formar estrategias viables para el manejo, en nuestro caso el de las zonas costeras ya que incluyen al manglar tema de interés.

**ESTRATEGIAS QUE SE APLICAN ACTUALMENTE**

**ZONA NORTE DE ISLA COZUMEL**

Actividades y programas a largo plazo

“Evaluación de la salud de los manglares y plan para la restauración en la zona lagunar norte de Cozumel, Quintana Roo” CINVESTAV-CONANP

“Monitoreo de salinidad intersticial y productividad de hojarasca de los manglares de Cozumel” CINVESTAV-CONANP

Actividades permanentes

Cultura para la conservación (educación ambiental): Se realizan recorrido guiados a grupos de jóvenes o estudiantes, la intención de esta actividad es que conozcan en persona el manglar, se les explica la importancia, los servicios ambientales, cuestiones biológicas, etc.

---

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

Difusión: Labores de difusión impresa o por medios electrónicos, de las diferentes especies de manglar y la importancia de conservarlos.

Protección: En esta línea los guardaparques realizan recorridos de supervisión y vigilancia para detectar cualquier irregularidad que esté sucediendo en los manglares.

Actividad 2013 - 2014

Vigilancia: Programa de vigilancia comunitaria integrado por pobladores locales de la sociedad cooperativa lagunas de Cozumel, este programa tiene como finalidad contribuir a las labores de vigilancia y prevenir ilícitos ambientales.

Actividad 2010-2014

Manejo: a través de los programas de conservación y desarrollo (PROCOCODES) de CONANP, se han financiado estudios técnicos para conocer el estado de conservación de las lagunas del norte y sentar bases para labores de restauración

Gestión: se realizaron labores de apoyo y gestión para que la cooperativa lagunas de Cozumel tuviera acceso a un recurso de casi 3 millones de pesos por parte de CONAFOR, para labores de restauración del flujo hídrico de las lagunas del norte

Restauración: actualmente existe un programa de restauración financiado por CONAFOR, Para rehabilitar el flujo hídrico de las lagunas del norte (2014-2016), en el participa CONANP- asesores externos y los beneficiarios.

Conocimiento: se han impulsado la generación de investigación y monitoreo del estado de conservación y salud del manglar desde el 2008 a la fecha.

---

### ZONA SUR DE LA ISLA DE COZUMEL

Programa de restauración de mangle en el Parque Ecológico Punta Sur; Cozumel, México; se lleva a cabo por Fundación de Parques y Museos de Cozumel, Quintana Roo y Jóvenes por la Conservación.

Vinculación: Parques y museos de Cozumel, trabaja como vinculo operacional para la realización de investigaciones de instituciones y universidades.

Educación ambiental: es la principal actividad que se realiza en esta zona de la isla, a través de Parques y Museos de Cozumel.

Protección: Se realizan recorridos de supervisión y vigilancia para detectar cualquier irregularidad que esté sucediendo en los manglares, tanto la CONANP como la Fundación de parques y museos de Cozumel.

Dependencias involucradas en estos trabajos: CONANP-CONAFOR-PROFEPA- ZONA SUJETA A PROTECCION ESTATAL LAGUNA COLOMBIA (FUNDACION DE PARQUES Y MUSEOS) CINVESTAV- ATEC (ASISTENCIA TECNICA Y ESTUDIOS COSTEROS) Y COOPERATIVA LAGUNAS DE COZUMEL.

---

**PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA MANGLAR****Estrategia 1**

Favorecer la permanencia y conservación de los procesos ecológicos y de la biodiversidad de los ecosistemas de manglar en la isla de Cozumel Quintana Roo, México.

**Acciones**

- Crear un programa local permanente que en coordinación con las instancias en la materia y la iniciativa privada, se encarguen de la atención de contingencias, monitoreo y control de especies.
- Formar con organizaciones de la sociedad civil, universidades y diversos sectores del gobierno municipal, estatal y federal, alianzas y acuerdos que resulten en esfuerzos conjuntos y amplificados para el control y estudio de los ecosistemas de manglar.
- Continuar con los estudios y monitoreo de las comunidades de manglar, relativos a las especies, hábitat y los procesos biológicos que acontecen, abarcando más sitios.
- Fomentar, apoyar e incrementar la generación de conocimiento a través de investigaciones, estudios y monitoreo de los factores bióticos, abióticos, económicos y sociales que permitan la preservación, la toma de decisiones y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad.
- Dar a conocer los estudios a los prestadores de servicios y desarrolladores y hacerlos participe de la conservación de los manglares.

- Continuar con los programas de cultura ambiental, involucrando a la comunidad en general, para evitar que las actividades humanas generen disturbios en dichas áreas, con el fin de evitar factores estresantes y dañinos para las poblaciones silvestres.
- Profesionalizar y capacitar permanentemente al personal operativo sobre las técnicas y conocimientos básicos para la protección de los ecosistemas.

## **Estrategia 2**

Recuperar y restablecer las condiciones ecológicas previas a las modificaciones causadas por las actividades humanas o fenómenos naturales, permitiendo la continuidad de los procesos naturales en los ecosistemas.

## **Acciones**

- Fomentar estudios integrales de la zona costera de Cozumel, desarrollando modelos de integración entre los programas de manejo de los manglares y aquellos vinculados con el desarrollo y operación de ecosistemas costeros.
- Realizar un plan integral de la zona costera a partir de los estudios realizados. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL COSTERO DE COZUMEL.
- Crear un programa permanente a través de la instancia correspondiente encargada de la restauración de ecosistemas (Instituto de Ecología y Cambio Climático a través de la SEMARNAT, CONANP; CIMARES)
- Identificar las áreas que deben ser restauradas, priorizando las áreas críticas y continuar con los programas permanentes de salud de los ecosistemas de manglar en todas las áreas de la isla donde se encuentre.

- Mantener la conectividad entre ecosistemas y la ecología del paisaje, a través de acciones de prevención de la fragmentación y restauración de ecosistemas.
- Desarrollar metodologías que permitan identificar los posibles riesgos de afectación a los ecosistemas de manglar por la realización de proyectos al interior o en sus zonas de influencia.
- Apoyar la conservación y recuperación de las especies en riesgo, así como las de importancia ecológica y económica.
- Continuar con la campaña del conocimiento de las especies endémicas o en alguna categoría de riesgo y los efectos que tienen las especies invasoras sobre éstas.
- Crear un programa de corresponsabilidad con los comerciantes o entidades que realicen alguna actividad económica en esas áreas, para que ellos aporten a un fondo de rescate y se les haga partícipes de la recuperación

### **Estrategia 3**

Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático, según los acuerdos de la Ley General De Cambio Climático (LGCC)

#### **Acciones**

- Llevar a cabo las acciones que indica la LGCC.
  - Programa de monitoreo y seguimiento de fenómenos meteorológicos (Instituto de Ecología y Cambio Climático a través de la SEMARNAT).
  - Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales.

- Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos, minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático.
- Instancia local encargada de monitorear el seguimiento de las acciones.
- Realizar programas de información de acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios.

#### **Estrategia 4**

Fortalecer la coordinación interinstitucional e intersectorial para mejorar los mecanismos de vigilancia y cumplimiento de la normatividad, con respecto a costas y mares.

#### **Acciones**

- Establecer una oficina local de la Comisión Intersectorial para el manejo sustentable de mares y costas (CIMARES).
- Establecer una oficina la Procuraduría Federal de Protección al ambiente (PROFEPA), que vigile el cumplimiento de la normatividad para actuar con rapidez y eficacia.
- Supervisión y vigilancia permanente en coordinación con las instancias relacionadas en la materia, que ayuden a evitar el mal uso y deterioro de los recursos marinos, costeros y terrestres de los sistemas de transición.
- Generar una lista actualizada de las concesiones existentes en la zona costera para monitorear la aplicación de los acuerdos.

- Diseñar y aplicar proyectos de vigilancia comunitaria permanente para observar el cumplimiento de vedas, artes de pesca y normatividad aplicable.

### **Estrategia 5**

Incentivar el desarrollo de actividades productivas y recreativas de bajo impacto, para mejorar las condiciones ambientales y económicas de la isla.

### **Acciones**

- Recopilar información sobre las actividades productivas que se desarrollan en la zona costera.
- Fomentar la realización de estudios e investigaciones para el desarrollo de actividades alternativas de bajo impacto.
- Promover actividades productivas de bajo impacto ambiental en la zona costera a través de los programas de subsidio existentes, promoviendo la sustentabilidad como eje fundamental.
- Contar con información sobre las condiciones actuales de los servicios ofrecidos para generar un posible pago por los mismos (captura de carbono, desempeño hídrico, conservación de la biodiversidad y belleza escénica).
- Fomentar el conocimiento y la valoración económica de los servicios ecosistémicos prestados a la comunidad de isla Cozumel.
- Mitigar los impactos negativos del turismo en los ecosistemas

- Lograr que las actividades turísticas recreativas se lleven a cabo conforme a la subzonificación establecida.
- Fomentar la concordancia de los instrumentos de planeación como el POEL, y los programas de manejo existentes.
- Capacitar en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible a los actores sociales implicados en la gestión y funcionamiento del destino.
- Potenciar el diagnóstico geoespacial del destino como indicio para la formulación estratégica y gestión de las modalidades turísticas.
- Mantener un alto grado de naturalidad en las playas para garantizar el funcionamiento óptimo del sistema costero
- Generar un programa de rehabilitación y restauración de las playas de Oeste de la Isla para que las actividades económicas de esa área se vean beneficiadas y no impacten otras áreas vulnerables.
- Controlar los flujos turísticos sobre el espacio litoral en función de los problemas locales del destino.
- Mantener la calidad de los ecosistemas, ya que constituyen el principal atractivo turístico con la finalidad de prolongar los beneficios económicos que de ellos se obtienen.
- Facilitar el cumplimiento de la normatividad ambiental, en función de que para la realización de obras y actividades se requiere una manifestación de impacto ambiental o bien ajustar los proyectos a lo establecido en los ordenamientos ecológicos a fin de evitar o reducir sus efectos negativos sobre el ambiente.

**Estrategia 6**

Promover que el manejo de los humedales presentes en la periferia de la isla sea bajo el concepto de “uso racional” de la Convención Ramsar.

**Acciones**

- Difusión para el conocimiento de los dos sitios Ramsar presentes en la isla.
- Fomentar esquemas de cooperación nacional e internacional para la conservación.
- Evitar rellenar y deforestar los humedales existentes en la isla.

Todas las estrategias aquí mencionadas están basadas en las políticas públicas nacionales de mares y costas y las estrategias nacionales de manglares de la Comisión Intersectorial para el manejo sustentable de mares y costas (CIMARES).

## DISCUSIÓN

Como se ha descrito y documentado, los ecosistemas de manglar son de gran importancia para la protección de las zonas costeras y éstas, a su vez, para el desarrollo de las entidades.

México cuenta con una importante cobertura de estas comunidades por su ubicación geográfica (De la Lanza-Espino, 2004). A lo largo del litoral de Quintana Roo los ecosistemas costeros presentan cuatro unidades topográficas paralelas a la costa, lo que determina el cambio en la elevación del suelo y como consecuencia el tipo de ecosistema presente, tenemos entonces que de este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas es el siguiente: arrecifes de coral, playas, humedales y lagunas costeras y selva (Fig. 17), estos ecosistemas forman parte de la conservación de procesos biofísicos tales como el almacenamiento de agua, la remoción de nutrientes que contribuyen a la eutroficación de los cuerpos de agua y como trampa de sedimentos y carbón, contribuyendo al control de la calidad y cantidad de agua, partículas y nutrientes descargados al mar (Molina *et al.*, 1998).

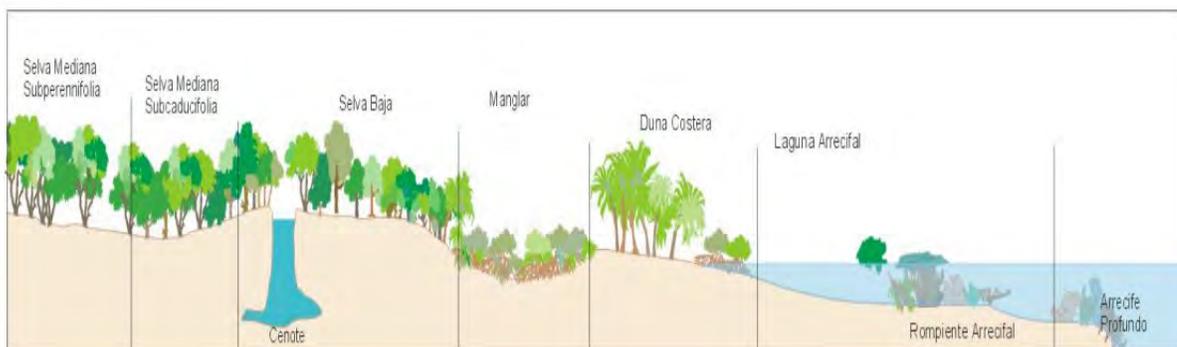


Fig. 17. Distribución de ecosistemas en la costa (SEMARNAT-SSFNA, s.f.)

Estas características no han sido tomadas en cuenta del todo para el desarrollo del estado ya que el principal objetivo ha sido el crecimiento desmedido de los servicios turísticos, causando severos daños a la costa del estado, sobre todo en municipios como Cancún, Playa del Carmen y Cozumel (SECTUR, CESTUR, 2000), no se consideró que la

zona costera sea un área muy dinámica, donde existe una fuerte interrelación entre los ecosistemas terrestres-marinos, la cual está sujeta a la acción de procesos y fenómenos naturales que a corto o largo plazo influyen en las construcciones costeras.

Por otra parte, el turismo representa una de las más importantes fuentes generadoras de divisas del país en especial el Caribe mexicano, donde el principal atractivo lo constituye la variedad de ecosistemas presentes en la zona costera, entre los que destacan arrecifes coralinos, playas arenosas y lagunas costeras (Molina *et al.*, 1998, SECTUR, CESTUR, 2000). En el pasado la política de inversión se enfocó hacia el desarrollo urbano, la construcción de infraestructura aeroportuaria y el fomento de la hotelería de tipo internacional, que dieron como resultado destinos poco diferenciados, no se asignaron presupuestos para la protección y cuidado ambiental, fueron considerados como renovables y se percibieron como un capital dado e inagotable, gran problema de enfoque. En este sentido, se ha llegado a sufrir los embates del crecimiento incontrolado en muchos destinos turísticos (SECTUR, CESTUR, 2000). El modelo acogido ha llevado al deterioro de los destinos, la pérdida de competitividad y provocado problemas en diversos ámbitos; por tanto, es necesario replantear las estrategias de desarrollo turístico, considerando las variables económicas, sociales, políticas y sobre todo ambientales, para no perder la gran belleza natural de los procesos ecológicos de los ecosistemas, así como la gran biodiversidad que ahí albergan.

Uno de los principales problemas para desarrollar de manera sustentable los segmentos turísticos es la falta de conocimiento sobre el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como la falta de programas de manejo y la operatividad de la normatividad (SECTUR y CESTUR, 2000). En este sentido, se propone apoyar a la educación y a la investigación, del mismo modo se pretende apoyar el desarrollo de acciones que involucren el monitoreo de la aplicación de las normas y la actuación de las comunidades locales como prestadores de servicios turísticos ecológicos y culturales para que compartan los beneficios derivados de esas actividades.

En el caso concreto de Cozumel, es a partir de los años 60 cuando se incrementa el desarrollo del turismo hotelero (Xacur, 1998), atrayendo a turistas internacionales y, por ende, mayor empleo para la región, lo cual origina la llegada masiva de familias a la isla y

---

## **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

es en 1985 cuando el turismo se transforma en la base del desarrollo económico de la isla, al ocupar el primer lugar en el país por el número de visitantes vía crucero que recibía anualmente (Palafox *et al.*, 2009). Como podemos darnos cuenta, Cozumel se desarrolló aceleradamente para el progreso de la actividad turística; sin embargo, la sustentabilidad de los sistemas insulares tiene que enfrentar de forma particular ciertos retos, debido a la fragilidad de los ecosistemas y recursos limitados (UNESCO, 2002). El proceso de producción del espacio turístico de la isla de Cozumel ha estado basado en un modelo de desarrollo que ha generado significativos impactos físicos, demográficos, socioculturales y económico financieros; Cozumel es el ejemplo claro de fragmentación de una comunidad pesquera y chiclera en su integración al mundo moderno (Palafox, *et al.*, 2005), el cual se ha dedicado a la búsqueda de un turismo masivo y de grandes repercusiones.

Hasta hace algunos años se corroboraba un insuficiente fomento de áreas naturales con protección legal y planes de manejo que satisficieran las existencias de la sostenibilidad en Cozumel (González Herrera, *et al.*, 2006), ahora contamos con dos nuevas áreas declaradas además del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (Federal), Refugio Estatal de Flora y Fauna Laguna Colombia (estatal) y el parque natural “Laguna de Chankanaab” (estatal); la Reserva Estatal denominada “Selvas y Humedales de Cozumel” y el “El Área de Protección de Flora y Fauna la Porción Norte y la Franja Costera Oriental, Terrestre y Marina de la Isla de Cozumel (APFFIC) Federal (Anónimo. 2013b.). Es de pensar que se está haciendo un buen trabajo en este campo; sin embargo, el problema ha sido la falta de monitoreo y control ambiental eficaz al cumplimiento sistemático de las normas y leyes ambientales, es por ello que se pretende trabajar en coordinación con los actores involucrados para hacer un manejo integral de la isla e implementar estrategias adecuadas para los problemas existentes: irregularidad en el cumplimiento de las normas y leyes, pérdida de biodiversidad, retroceso de la costa, turismo mal enfocado y vulnerabilidad hacia eventos climático.

El desarrollo turístico de la región ha originado una serie de problemas sobre todo ambientales por la falta de planificación en el pasado, sin embargo otro de los grandes peligros para la pérdida de biodiversidad en la isla son los fenómenos meteorológicos, que año con año se va incrementando. El cambio climático es un factor que cada día

---

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

toma mayor importancia por la sobre elevación del nivel del mar y el incremento en la frecuencia e intensidad de las tormentas tropicales, desafortunadamente el estado de Quintana Roo se ubica dentro la franja con mayor incidencia de las trayectorias de huracanes, lo que lo hace altamente vulnerable a los mismos, en los últimos años ha ocasionado cuantiosos daños a la infraestructura hotelera y ha afectado significativamente la estabilidad de las playas (Guido *et al*, 2009), la problemática que ha ocasionado en Cozumel obedece a la combinación de estos complejos fenómenos naturales, así como a las acciones irresponsables del hombre en su afán por explotar los recursos naturales sin considerar la sustentabilidad de los mismos, como bien se sabe, los manglares, son ecosistemas que sirven de protección hacia estos eventos, son reconocidos como un amortiguador contra el oleaje derivado de las tormentas que, de otra forma tendrían un efecto perjudicial sobre las áreas terrestres bajas, similares a las de la costa sur de Quintana Roo, también tienen un importante papel como estabilizadores de la línea de costa mediante la reducción de la energía del oleaje, corrientes y otras fuerzas erosivas, de manera natural, están entre los ecosistemas más estresados y vulnerables del planeta (Duke *et al.*, 2007; Valiela *et al.*, 2001), De esta forma, la configuración costera puede ser alterada, aumentando la vulnerabilidad, poniendo en riesgo o causando daños a todo el sistema (Azuz 2004 ; Arriaga *et al*, 2004).

De tal manera es necesario llevar a cabo las acciones que indica la Ley General de Cambio Climático, para implementar medidas de vulnerabilidad en las zonas de mayor impacto. En su artículo 27 sobre política nacional se menciona los instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, que tienen como objetivos, reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas, fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos, minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros, identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales. Es una tarea que de llevarse a cabo tal y cual indica las leyes, los resultados serían positivos, por ello en este trabajo se considera como primordial las estrategias que indica esta ley, sobre todo para que la población siga manteniéndose en equilibrio con la naturaleza, su desarrollo y con su economía.

## CONCLUSIÓN

En la Isla de Cozumel, encontramos una gran biodiversidad de aves y mamíferos endémicos, de los cuales uno de sus principales hábitats, son los ecosistemas costeros, en especial el mangle, ahí anidan, se reproducen y son fuentes de alimentación de muchas especies, algunas de las funciones del ecosistema manglar se describen en la siguiente tabla.

TABLA 4. Funciones del ecosistema manglar Isla Cozumel, Herrera-Silveira *et al.*, 2008; Barba-Macías *et al.*, 2006; Anónimo, 2008; Talbot, 2001.

POTENCIALMENTE ESPERADOS EN UN MANGLAR		PRESENTES EN EL AREA DE ESTUDIO
BIENES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PESQUERIAS</li> <li>• EXTRACCION DE LEÑA</li> <li>• MADERA DE CONSTRUCCION</li> <li>• PRODUCCION DE CARBÓN</li> <li>• PRODUCCION DE CORTEZA</li> <li>• PRODUCCION DE MIEL</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE FAUNA</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE FLORA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PESQUERIAS</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE FAUNA</li> <li>• APROVECHAMIENTO DE FLORA</li> </ul>
SERVICIOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROTECCION CONTRA INUNDACIONES Y TORMENTAS</li> <li>• RETENCION DE SEDIMENTOS Y NUTRIMENTOS</li> <li>• PROTECCION DE LAS LINEAS DE COSTA</li> <li>• MANTENIMIENTO DE LA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PROTECCION CONTRA INUNDACIONES Y TORMENTAS</li> <li>• PROTECCION DE LAS LINEAS DE COSTA</li> <li>• MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUAS</li> <li>• RETENCION DE</li> </ul>

	<p>CALIDAD DE AGUAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OPORTUNIDADES DE RECREACIÓN</li> <li>• CONSERVACION DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE</li> <li>• TRANSPORTE</li> <li>• OPORTUNIDAD DE EDUCACIÓN E INVESTIGACION</li> <li>• MANTENIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL AREA</li> </ul>	<p>SEDIMENTOS Y NUTRIMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OPORTUNIDADES DE RECREACIÓN*</li> <li>• CONSERVACION DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE*</li> <li>• OPORTUNIDAD DE EDUCACIÓN E INVESTIGACION</li> <li>• MANTENIMIENTO DE ACTIVIDADES DEL AREA</li> </ul>
ATRIBUTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD</li> <li>• VALOR DE EXISTENCIA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD</li> <li>• VALOR DE EXISTENCIA</li> </ul>

Los manglares de la isla han sufrido un deterioro importante, se encuentran bajo creciente presión como consecuencia del desarrollo costero, turístico y fenómenos meteorológicos, ocasionando daños físicos, hidrológicos, impactando en las funciones propias del ecosistema. Sin embargo, las acciones que se están llevando a cabo dan una visión positiva hacia el manejo y conservación de cobertura vegetal de isla. Las gestiones normativas que se están realizando sobre Cozumel han logrado que un gran porcentaje (60% aproximadamente) de la isla se encuentren protegida (Tabla 5.), ya sean Áreas de Protección de Flora y fauna, parques marinos, naturales, etc., Sin embargo esto no pudo lograrse sin antes no haber perdido una notable cobertura, debido a la mala planificación y desarrollo desmedido de las últimas décadas.

Tabla 5. Áreas Naturales Protegidas Isla Cozumel, Anónimo, 2013a; Anónimo, 2013b; Anónimo, 1998; Anónimo. 1996; Anónimo, 1983.

Área natural protegida	Nivel	Extensión
1.-Parque Nacional Arrecifes de Cozumel.	Federal	11,987-87-50 Hectáreas.
2.- Zona sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna "Laguna Colombia".	Estatal	1,113-64-38.99 Hectáreas
3. Parque natural "Laguna de Chankanaab"	Estatal	13 -6474.4 Hectáreas.
4.- la Reserva Estatal denominada "Selvas y Humedales de Cozumel"	Estatal	19,846.450 Hectáreas.
5. "El Área de Protección de Flora y Fauna la Porción Norte y la Franja Costera Oriental, Terrestre y Marina de la Isla de Cozumel.	Federal	37,829-17-00.54 Hectáreas Superficie terrestre de 3,401-69-97.42 ha; superficie marina de 470-46-92.99 ha; zona de amortiguamiento 33,957-00-10.13 ha.

En este trabajo, se analizaron en total 13 leyes que conforman el marco legal, desde la base de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, hasta los acuerdos aplicables al ecosistema manglar.

Como propuesta principal se pretende que se establezca en la isla la acciones en pro del manglar coordinadas por la Comisión Intersectorial para el manejo sustentable de mares y costas (CIMARES), que pueda integrar todas las herramientas de acuerdo a la normatividad. Encargada de vigilar, coordinar los proyectos y el desarrollo en la zona costera, que exista un órgano profesionalizado en el manejo integral en concordancia con las demás secretarías e instancias establecidas en las leyes, que genere un Programa de Ordenamiento Costero, en el que incentive el cuidado de nuestras costas, pero que

## **LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

también incentive la economía local de la isla, tomando en cuenta todos los sectores de Cozumel.

---

**LITERATURA CITADA**

Alongi DM, 2002. Present state and future of the world's mangrove forest. *Environ. Conserv.* 29(3): 331-349.

Anónimo, 1917. *Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos*. Diario Oficial de la Federación 5 de Febrero de 1917. (Última Reforma DOF: 19-07-2013).

Anónimo, 1931. *Código Penal Federal*. Diario Oficial de la Federación el 14 de agosto de 1931. (Última reforma DOF: 07-06-2013).

Anónimo, 1981. *Ley Federal de Derechos*. Diario Oficial de la Federación el 31 de diciembre de 1981. (Última reforma DOF: 09-04-2012).

Anónimo. 1983. *Decreto por el que se crea el Parque Natural de la "Laguna de Chankanaab" en la Isla municipio de Cozumel*. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 26 de Septiembre de 1983.

Anónimo, 1986. *Ley Federal del Mar*. Diario Oficial de la Federación 8 de enero de 1986. (Texto vigente).

Anónimo, 1988. *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. (Última reforma: DOF 24-05-2013).

Anónimo, 1991. *Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar*. Diario Oficial de la Federación 21 de Agosto 1991. (Texto vigente).

Anónimo, 1992. *Ley de aguas nacionales*. Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992. (Última reforma DOF: 20-06-2011).

Anónimo, 1992a. *Ley federal sobre metrología y normalización*. Diario Oficial de la Federación el 1º de julio de 1992. (Última reforma publicada DOF: 09-04-2012).

Anónimo, 1993. *Ley general de asentamientos humanos*. Diario Oficial de la Federación el 21 de julio de 1993. (Última reforma DOF: 30-11-2010)

Anónimo, 1993a. *Ley de puertos*. Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1993. (Última reforma DOF: 11-06-2012).

Anónimo. 1996. *Decreto mediante el cual se modifica el similar por el que se declara como Área natural protegida la región conocida como Laguna Colombia*. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, 15 de Julio 1996.

Anónimo. 1998. *Programa de manejo del parque nacional marino Arrecifes de Cozumel*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP, 165 p.

Anónimo. 1999.

<http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/pdf>. Proyecto conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los crocodylia en México. Fecha de consulta: 24 de agosto 2012.

Anónimo, 2000. *Ley general de vida silvestre*. Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000. (Última reforma DOF: 06-06-2012).

Anónimo, 2000a. *Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental*. Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000. (Última reforma DOF: 26-04-2012).

Anónimo. 2000c. *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SEMARNAT-2000*. Diario Oficial de la Federación.

Anónimo. 2000d. *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-126-SEMARNAT-2000*. Diario Oficial de la Federación.

Anónimo, 2003. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente en materia de ordenamiento ecológico*. Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 2003. (Texto Vigente).

Anónimo. 2003a. *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SEMARNAT-2003*. Diario Oficial de la Federación.

Anónimo, 2004. *Ley general de bienes nacionales*. Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2004. (Última reforma DOF: 16-01-2012).

Anónimo. 2005. *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-146-SEMARNAT-2005*. Diario Oficial de la Federación.

Anónimo, 2006. *La investigación ambiental para la toma de decisiones. Instituto Nacional de Ecología 2001-2006*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F., 323 p.

Anónimo, 2007. *Estudio previo justificativo para el establecimiento del área de protección de flora y fauna de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 150 p.

Anónimo, 2007a. *Ley general de pesca y acuacultura sustentables*. Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007. (Última reforma DOF: 07-06-2012).

Anónimo. 2008. *Manglares de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, 35p.

Anónimo, 2009. *Ley general de turismo*. Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 2009. (Última reforma DOF: 08-04-2013).

Anónimo, 2009a. *Guía de ordenamiento ecológico del territorio para autoridades municipales. Secretaría de medio ambiente y recursos naturales*. Dirección

General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209. México, 40 p.

Anónimo. 2010. *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010*. Diario Oficial de la Federación.

Anónimo, 2011. *Política Nacional de Mares y Costas de México*. Gestión integral de las regiones más dinámicas del territorio nacional. Propuesta de la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas (CIMARES). Documento para consulta. 65 p.

Anónimo, 2012. *Ley general de cambio climático*. Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. (Texto vigente).

Anónimo, 2013. *Ley federal de responsabilidad ambiental*. Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013. (Texto vigente).

Anónimo.2013a. Borrador del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la isla de Cozumel, para consulta pública. 168 pp

Anónimo. 2013b. [http://www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/). Áreas protegidas decretadas. Última modificación : 25 de Noviembre del 2013,03:45:20 PM Fecha de consulta: 28 de Noviembre 2013.

Antonio-Cahuich, A.G. E. Mena-Celis y L. L. May-Hoil. 2008. Anfibios y reptiles. Cap. 16: 265-275, En: Mejía-Ortíz, L. M. (Editor). *Biodiversidad acuática de la isla de Cozumel*. Universidad de Quintana Roo- Plaza y Valdez, México D.F. 422 p.

Arriaga, R.E., Villalobos, G. J. 2004. El manejo costero en México. Centro EPOMEX-UAC/CETYS Universidad de Quintana Roo, Semarnat. México.647 p.

Arriaga V., YV. Córdova Ana, 2006. Manual del proceso de ordenamiento ecológico, INE-SEMARNAT, ISBN: 968-817-828-4, 2006. México.336 p.

---

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

- Azuz Adeath I., 2004. El manejo de los cambios en la morfología costera. En: Rivera Arriaga E., Villalobos G.J., Azuz Adeath I., y Rosado May F.,(eds).*El Manejo Costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p.
- Barba-Macías E, Rangel-Mendoza J, Ramos-Reyes R. 2006. [www.ujat.mx/publicaciones/uciencia](http://www.ujat.mx/publicaciones/uciencia). Clasificación de los humedales de tabasco mediante sistemas de información geográfica. Fecha de consulta: 12 de Noviembre 2013.
- Cintrón, G. y Y. Sehafter-Novelli. 1985. Características y desarrollo estructural de los manglares de Norte y Sur América. *Ciencia Interamericana* 25(1-4): 4-15.
- Coelho, P.A., Tenório, D.O., Ramos-Porto, M. & Mello, R.L.S. 2004. *Tomado de:* Rocha Ferreira, Colaço Ramos, Ferreira Barbosa, Vinícius de Oliveira M. de M. , Lyra Pinto, MarinhoVerçosa, Apolônio Silva de Oliveira&ArrudaFrancisco.2009. Zonación vertical del macrobentos de sustratos sólidos del estuariodel río Massangana, Bahía de Suape, Pernambuco, Brasil Biota Neotrop.vol.9, n.1, p. 0-0.
- Cortina Segovia S., Brachet Barro G., Ibáñez de la Calle M. y Quiñones Valades L. 2007. Océanos y costas. Análisis del marco jurídico e instrumentos de política ambiental en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209. Col. Jardines de la Montaña 14210Deleg. Tlalpan México, D.F. ISBN: 978-968-817-862-2 .236 pp.
- Copa Álvaro, M. A., D. Valenzuela Galván y A. D. Cuarón. 2006. Efectos de los huracanes Emily y Wilma en la abundancia de mamíferos medianos en la Isla Cozumel, México. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.

- Cuarón A. D., M. A. Martínez-Morales, K.W. McFadden, D. Valenzuela y M. E. Gompper. 2004. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 13: 317-331.
- Danielsen, F., M.K. Sørensen, M. F. Olwig, V. Selvam, F. Parish, N. Burgess, T. Hiraishi, V. M. Karunakaran, M. S. Rasmussen, L. B. Hansen, A. Quarto y N. Suryadiputra. 2005. The Asian Tsunami: A protective role for coastal vegetation. *Science* 310: 643
- De la Lanza-Espino, G. 2004. Gran escenario de la zona costera y oceánica de México. *Ciencias76* : 4-13.
- Díaz-Ruiz, S. y A. Aguirre-León. 1993. Diversidad e ictiofauna de los arrecifes del sur de Cozumel Quintana Roo.817-832. En: *Biodiversidad Marina Y costera de México*. CONABIO/CIQRO, México, D.F. 865 p.
- Duke, N. C., J. O. Meynecke, S. Dittman, A. M. Ellison, K. Anger, U. Berger y S.Cannicci. 2007. A world without mangroves. *Science*, 317: 41-42.
- Ellison AM .2004. Wetlands of Central America. *Wetlands Ecology and Management*, 12:3-55.
- Ellison AM, Farnsworth EJ. 1996. Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: past impacts, present trends and future predictions. *Biotropica* 28: 549-565.
- Erwin KL. 2009. Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management* 17: 71-84.
- Flores, J. 1992. Vegetación de las Islas de la Península de Yucatán. Florística y Etnobotánica. Fascículo 4 de Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. *Sostenibilidad Maya*.

- Flower J.M., Imbert D .2006. Recovery deficiency following tree mortality in mangroves of two Caribbean islands: field survey and statistical classification. *Wetlands Ecology and Management*, 14: 185-199.
- Frausto, O. y G. Chale .2003. "Educación ambiental a servidores turísticos de Cozumel: Indicador ecológico de turismo sustentable para el Caribe y Centroamérica", en A. Palafox (coord.), *Desarrollo sustentable del turismo*, México, 53-74 p.
- Frausto, O., G. Chale y J. Rojas. 2005. "Herramientas y técnicas para la aplicación y evaluación de indicadores de desarrollo sustentable para localidades y municipios", en A. Palafox (coord.), *Turismo: Teoría y praxis*, Plaza y Valdés, México, 85-91 p.
- García de Miranda, Enriqueta .1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*, México, D.F., UNAM
- García Vasco, D. 2005. *Distribución, abundancia y aspectos poblacionales del mapache enano (Procyon pygmaeus), un carnívoro insular endémico*. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana.
- Goldstein, R.J. 1973. Report of a collection of freshwater fishes from Cozumel, Q. R., Yucatan. *Advanced Aquarist Magazine*, 44: 7- 9.
- González Herrera, Manuel, Palafox Muñoz, Alejandro. 2006. Producción del espacio turístico en ambientes sensibles, Isla de Cozumel, México y Cayo Las Brujas, Cuba, *Estudios y Perspectivas en Turismo* .ISSN 0327-5841.
- Guido Aldana P., Ramírez Camperos A., Godínez Orta L., Cruz León S. 2009. Estudio de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. 16 pp.
- H. Ayuntamiento de Cozumel. 2010.  
[http://tecnicq.roo.gob.mx/portal/documentos/Perfiles\\_Municipales/COZUMEL.pdf](http://tecnicq.roo.gob.mx/portal/documentos/Perfiles_Municipales/COZUMEL.pdf)

Cozumel, Perfil Municipal de Cozumel Quintana Roo México. Fecha de consulta: 21 de mayo 2012, México.

Hernández, S., V. Sánchez-Cordero, Sosa-Escalante, J y Segovia, A. 1996. *Listados Faunístico de México. VIII. Lista anotada de los mamíferos terrestres de la Reserva de Dzilam, Yucatán, México*. Primera edición. Universidad Autónoma de México. Instituto de Biología. México, D.F.

Hogarth P. J.1999. The Biology of Mangroves. *Biology of Habitats*. OXFORD University press. 228 pp.

INEGI.2000.

[www.inegi.gob.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2000/aspgeo.pdf](http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2000/aspgeo.pdf). Aspectos geográficos. Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. Fecha de consulta: 11 de abril 2012.

Instituto de Ecología, A.C. (INECOL). 1990. Estudios de ecología costera y determinación de zonas de preservación ecológica del Corredor Turístico Cancún-Tulum. Reporte técnico presentado a FIDECARIBE, Secretaría de Turismo, México. 90+viii p.

Instituto de Geografía. 2007. Atlas Nacional de México: Mapas temáticos de México, Tomo II, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Jiménez, J. A. 1999. El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales,. *In: A. Yáñez-Arancibia y A. L. Lara-Domínguez (eds.). Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. 275-290 p.

Kathiresan, K. y B.L. Bingham, 2001. *Biology of mangroves and mangrove ecosystems*. *Adv. Mar. Biol.* 40:81-251.

Lalana-Rueda, R. 1986. Fauna asociada a las raíces de *Rhizophora mangle* L., en la Laguna costera "El Ciego". *Rev. Invest. Marinas*, 7(3):55-65.

- Lara-Lara, J.R., Arenas Fuentes V., Bazán Guzmán C., Díaz Castañeda V., Escobar Briones E., de la Cruz García Abad M., Gaxiola Castro G., Robles Jarero G., Sosa Ávalos R., Soto González L. A., Tapia García M., Valdez-Holguín J. E.. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en *Capital natural de México*, vol. I : *Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio, México. 109-134 p.
- Lopez-Gonzalez, C., J. Laundre, K. Altendorf y A. Gonzalez. 1995. Carnivores in a tropical dry forest of western Mexico: test of methods. Annual meeting Northwest Scientific Association and Idaho Chapter, Idaho Falls, Idaho. *The Wildlife Society*. March 9-11.
- Lot-Helgueras, A. y P. Ramírez-García. 2008. VEGETACIÓN. Cap. 7: 115-120, En: Mejía-Ortíz, L.M. (Editor). *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*, 422 PP. Universidad de Quintana Roo- Plaza y Valdés, México DF.
- Lugo, A. E. Y S. C. Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 39-64.
- Macouzet T. y Escalante-Pliego P. 2000. First record of Louisiana waterthrush (*Seiurus motacilla*) from Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. *Ornitología Neotropical* 11: 183–184.
- Malpica y Martínez J. E. 2003. Tesis. *Diagnosis ecológica para el manejo de la zona costera de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México*. Universidad Nacional Autónoma de México. 105 p.
- Márquez y Jiménez. 2002. Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Revista Biología Tropical*. 50(3/4): 1101-1112.
- McFadden Katherine W., García-Vasco Denise, Cuarón Alfredo D, Valenzuela-Galván David, Medellín Rodrigo A., Gompper Matthew E. 2010. Vulnerable island

carnívoros: the endangered endemic dwarf procyonids from Cozumel Island. *Biodivers Conserv.* 19:491–502 DOI 10.1007/s10531-009-9701-8

Mejía-Ortiz, L. M., M. López-Mejía y A. V. Muñoz-Gómez. 2008. Crustáceos decápodos. Cap. 13: 225-238, En: Mejía-Ortiz L. M. *Biodiversidad Acuática de la Isla de Cozumel*, 422 PP. Universidad de Quintana Roo-Plaza y Valdés, México D. F. 2007.

Mendoza Manuel, Velázquez Alejandro, Larrazábal Alejandra y Toledo Alejandro, 2007. *ATLAS fisicogeográfico de la cuenca del Tepalcatepec*. ISBN: 978-968-817-916-1. México. 53pp.

Mollet-Encalada & Álvarez-Filip. 2008. Peces arrecifales. Cap. 14: 239-255. En: Mejía-Ortiz L. M. *Biodiversidad Acuática de la Isla de Cozumel*, 422 PP. Universidad de Quintana Roo-Plaza y Valdés, México D. F. 2007.

Morales, J. 1992. *Sian Ka'an. Introducción a los ecosistemas de la península de Yucatán. Humedales, un mundo olvidado*. Primera edición. Amigos de Sian Ka'an. Merida, Yucatán. 87 p.

Moreno-Bejarano y Ricardo Álvarez-León. 2003. Fauna asociada a los manglares y otros Humedales en el delta-estuario del río Magdalena, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27(105): 517-534, 2003. ISSN 0370-3908.

Nava R. C., Armijo T. R., Gasto J. C. 1996. *Ecosistema la unidad de la naturaleza y el hombre*. Universidad Autónoma Agraria. Antonio Narro. Ed. Trillas. México. 281 p.

Núñez Fartán, J. 1997. *Estudio ecológico y genético de las poblaciones de Rhizophora mangle en México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ecología. Informe final SNIB-CONABIO PROYECTO No. B007 México D.F.

O'Brien ST, Hayden BP, Shugart HH. 1992. Global change, hurricanes, and a tropical forest. *Climat. Change* 22: 175-190.

Ordaz Avilés, M. L. 2003. *Autorregulación de empresas mexicanas en materia de medio ambiente*. Tesis Licenciatura. Derecho con especialidad en Derecho Internacional. Departamento de Derecho. Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla. Mayo. Pp.

Orellana, R., F.Nava y C.Espadas. 2008. El clima de Cozumel y la Riviera maya. Cap.1:23-32. En: Mejía-Ortíz, L.M. (editor). *Biodiversidad Acuática de la Isla de Cozumel*, 422 PP. Universidad de Quintana Roo-Plaza y Valdés, México D. F. 2007.

Ortiz, Pérez, Mario Arturo, Méndez, Linares, Ana Patricia. 1999. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56903905>. Escenarios de vulnerabilidad por ascenso del nivel del mar en la costa mexicana del Golfo de México y el Mar Caribe Investigaciones Geográficas (Mx) . En línea. Fecha de consulta: 26 de mayo de 2014. ISSN 0188-4611

Pacheco MA, Vega-Vera FJ. 2008. Reseña Geológica. En: Mejía-Ortíz LM (ed) *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*, Plaza y Valdes / Universidad de Quintana Roo, México D. F., pp 33-42.

Palafox A, Anaya-Ortíz JS, Ken-Sánchez HA, Aguilar-García SN. 2008. Turismo y Biodiversidad: Una Mirada crítica. In: Mejía-Ortíz LM (ed) *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*, Plaza y Valdes / Universidad de Quintana Roo, México D. F., pp 383-392.

Palafox Muñoz, Alejandro y Julia Anaya Ortiz. 2005. Globalización y turismo en Cozumel. Turismo, patrimonio y desarrollo. Universidad de las Américas. CONPETH. No. 2, julio 2005.

PANDSOC-SEMARNAT. 2006. Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México. *Estrategias para su conservación y uso*

---

**LAS ZONAS DE MANGLAR EN LA ISLA DE COZUMEL Y LA NORMATIVIDAD PARA SU MANEJO**

*sustentable*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Subsecretaría de Planeación y Política ambiental, Dirección General de Política ambiental e Integración Regional y Sectorial, Dirección de Integración Regional, México, D.F., 86 pp.

Pat-Canche M.K., Martínez Trinidad M. I., López -Mejía M., Mejía-Ortíz L. M. 2008. Reducción de los ecosistemas de mangle en la Isla de Cozumel: 30 años de impactos naturales y antropogénicos. Cartel. *Congreso Mexicano de Ecología 2008*. La Ecología Mexicana en Tiempos de Cambio Global. Mérida Yucatán, México 16-21 de noviembre de 2008. Sociedad Científica Mexicana de Ecología, A.C.

RAMSAR. 2013. [http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-about-ramsar/main/ramsar/136%5E7687\\_4000\\_2\\_\\_](http://www.ramsar.org/cda/es/ramsar-about-about-ramsar/main/ramsar/136%5E7687_4000_2__). Acerca de la Convención de Ramsar. Fecha de consulta: 27 de Mayo 2013, 18:30 hrs.

RAMSAR, 2013a. <http://sites.wetlands.org/reports/ris/4MX054map.pdf>. Parque Nacional Arrecifes de Cozumel No.1449. Fecha de consulta: 27 de Mayo 2013 18:30 hrs.

RAMSAR, 2013b. [http://sites.wetlands.org/reports/ris/4MX118\\_MAP\\_2008.pdf](http://sites.wetlands.org/reports/ris/4MX118_MAP_2008.pdf). Manglares y Humedales del Norte de Isla de Cozumel No. s/n. Fecha de consulta: 13 de Octubre de 2013, 11:25 hrs.

Reyes, R. y Campos, N. 1992. Moluscos, anélidos y crustáceos asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* Linnaeus, en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. *Caldasia*, 17(1):133-148.

Schmitter-Soto, J. J. 1998. *Catálogo de peces continentales de Quintana Roo*. ECOSUR, San Cristóbal de las casas. 239 p.

Schmitter-Soto, J. J., 2008. PECES DULCEACUICOLAS. Cap. 15:257-264, En: Mejía-Ortíz L. M. *Biodiversidad acuática de la Isla de Cozumel*, 422 PP. Universidad de Quintana Roo-Plaza y Valdés, México D. F. 2007.

SECTUR y CESTUR. s/f. *El turismo cultural en México. Resumen ejecutivo del estudio estratégico de viabilidad del turismo cultural en México.* 16 pp.

SECTUR y CESTUR. 2001. *Estudio estratégico de viabilidad del segmento de ecoturismo en México.* 173 pp.

SEMARNAT. 2002. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Zona Marítimo Terrestre y Ambientales costeros, México.

SEMARNAT. 2013. Ordenamiento Ecológico.  
<http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Paginas/OrdenamientoEcol%C3%B3gico.aspx>. Fecha de consulta: 8 de Octubre de 2013, 12:04 hrs.

SEMARNAT. 2014. <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/zonafederal>.  
Conceptos Básicos Zona Federal. Fecha de consulta: 7 de Abril de 2014, 18:12 hrs.

SEMARNAT. 2014a.  
[http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poel\\_cozumel.jpg](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/poel_cozumel.jpg). Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel. Fecha de consulta: 7 de Abril de 2014, 20:00 hrs.

SEMARNAT-SSFNA. s.f. Características ambientales de la zona costera del caribe Mexicano.

Sherman RE, Fahey TJ, Martinez P. 2001. Hurricane impacts on a mangrove forest in the Dominican Republic: damage patterns and early recovery. *Biotropica* 33:393-408

Herrera-Silveira, J.A., Zaldívar-Jiménez, A., Teutli-Hernández, C., Pérez-Ceballos, R. 2008. Caracterización y monitoreo de comunidades de manglares en la Isla de Cozumel. Informe Final. CINVESTAV-CONANP, 49pp.

- Snedaker SC. 1995. Mangrove and climate change in the Florida and Caribbean region: scenarios and hypothesis. *Hydrobiologia* 295: 43-49.
- Talbot, F. yand Wilkinson, C. 2001. Coral Reefs, Mangroves and Seagrasses: A Sourcebook for Managers. ICRI, AIMS, GCRMN, GBRRF, IUCN, CORDIO, WWF.
- Téllez-Valdés, O., E. F. Cabrera-Cano, E. Linares y R. Bye. 1989. *Las plantas de Cozumel. Guía botánico-turística de la Isla Cozumel, Quintana Roo*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- TORRES, M.A. 1998. *Reconstrucción confiable de superficies usando rango de disparidad adaptativo*. Trabajo Fin de Máster. Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Ingeniería, Santiago de Chile, 203 p.
- Tovilla H., C. 1998. *Ecología de los bosques de manglar y algunos aspectos socioeconómicos de la zona costera de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 368p.
- Trejo, J.C.; R. Durán e I. Olmsted.1993. Manglares de la Península de Yucatán. En: S.I. Salazar y N.E. González, eds. *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y Centro de Investigaciones Costeras de Quintana Roo, México. p:660-672.
- UNESCO. 2002. Implementing Agenda 21. United Nations Economical and Social Council, EUA.
- Valiela, I., J. L. Bowen y J. K. York. 2001. Mangrove forests: One of the world's threatened major tropical environments. *BioScience*, 51: 807-815.
- Viga de Alva, M. D., Paredes Chi A. A. s/f. Diseño curricular y sustentabilidad. Nuevas alternativas para el área turística. 10pp.

- Villalba M.,J.,C. s/f. Los manglares en el mundo y en Colombia-estudio descriptivo básico. Costa Caribe Colombia. 22 pp.
- Wang, C. Y Enfield. 2001. The tropical western Hemisphere warm pool. *Geophys. Res. Lett.*, 28:1635-1638.
- West, M., L. Cecchi, S. Krein, J. Padilla, D. Brailovsky y L. Morales .2005. Cozumel Reef Monitoring: Ecological Process in Summer 2000, en: *Desarrollo sustentable: turismo, costas y educación*. Universidad de Quintana Roo, México.
- World Wildlife Foundation México .2012. [http://www.wwf.org.mx/wwfmex/especies\\_cuadro02.php](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/especies_cuadro02.php) . Sitios críticos y especies en riesgo en México. Fecha de consulta e20 de Mayo de 2012, México.
- XacurMaiza, J. Á.1998. Enciclopedia de Quintana Roo. Tomo 8, México.
- Zárate L. D. 2004. Instrumentos para la gestión y el manejo de la zona costera de México. *En: Rivera Arriaga E., Villalobos G.J., AzuzAdeath I., y Rosado May F.,(eds). El Manejo Costero en México*. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p.