

Colima

El clima costero

Sistema hidrográfico

Los paisajes de las playas y dunas

Tipos de dunas y extensión

Tipo de arena

Flora

Estado de conservación de las dunas costeras

Los espacios protegidos y de importancia biológica

Problemática y diagnóstico

Usos del suelo · Geomorfología, biodiversidad y vegetación · Agricultura y ganadería

Desarrollos turísticos y urbanos · Industria e infraestructura costera · Erosión

· Vulnerabilidad ante el cambio climático

Recomendaciones y planes de manejo

Foto: Gerardo Sánchez Vigil



Foto: Gerardo Sánchez Vigil

Óscar Jiménez-Orocio
Ileana Espejel
Patricia Moreno-Casasola
Dulce Infante Mata
Ma. Luisa Martínez
Natalia Rodríguez-Revelo
Roberto Monroy

El estado de Colima se encuentra situado en la región centro-occidental de la República Mexicana. A lo largo de la costa, colinda al sur con Michoacán de Ocampo y al noroeste con Jalisco. Su capital es Colima, ubicada tierra adentro, y otra ciudad de relevancia económica y que está ubicada en la costa es Manzanillo. Además del turismo en las playas, el estado de Colima es uno de los sitios más atractivos para observar aves y practicar el surf.

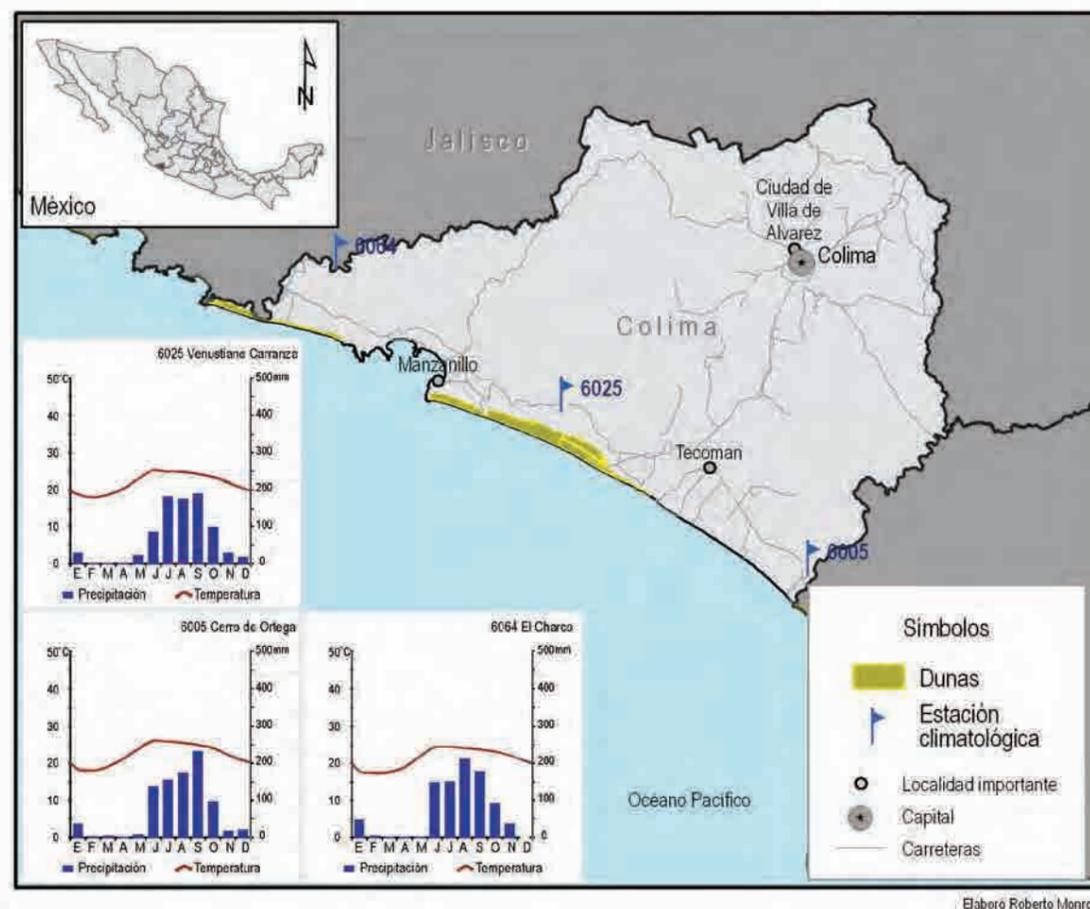
La costa de Colima se extiende a lo largo de 140 km y solamente tiene dunas costeras de un tipo, frontales, que ocupan 7,400 ha. El archipiélago de Revillagigedo forma parte del territorio del estado de Colima desde 1861 y está formado por las islas de Socorro, San Benedicto, Clarión y Roca Partida, las cuales pertenecen al municipio de Manzanillo y se encuentran bajo jurisdicción federal (INAFED, 2010). Las costas de Colima pertenecen a una de las dos regiones que más dunas ha perdido en la costa de México (Seingier et al., 2009) y en este estado, básicamente ha sido por el uso agropecuario y los múltiples pero pequeños asentamientos humanos y asentamientos humanos así como el puerto de Manzanillo.

El clima costero

La mayor parte de la zona costera del estado tiene clima tropical, cálido subhúmedo, con precipitación media anual de 660 a 1,070 mm y temperaturas de entre 17 y 26°C (figura 1). Se aprecian dos estaciones climáticas bien definidas: a) lluvias que comprenden los meses de junio a octubre y b) la de secas que corresponde a los meses de noviembre a mayo (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991). La costa de Colima se ve afectada frecuentemente por huracanes y tormentas tropicales, aunque generalmente los huracanes no tocan tierra directamente en el estado. En los últimos 50 años se han registrado un huracán y una tormenta tropical. El litoral colimense se encuentra influenciado por la corriente norecuatorial y no existen corrientes de surgencia.

Sistema hidrográfico

Los principales ríos de Colima nacen en Jalisco. El río más grande, ancho y caudaloso del estado es el Río Armería que desciende de la Sierra de Cacoma (se le conoce como Tuxpan, Naranjo o Coahuayana y limita con Jalisco por el este y con Michoacán por el suroeste) y tiene tres afluentes principales: el río Comala, el Colima y el Ayuquila. El Río Cihuatlán (también conocido como Chacala, Marabasco o Patitajo), limita con Jalisco por el oeste, y desciende por la zona oeste. El Coahuayana, que nace en el Municipio de Tamazula, Jalisco, con su afluente el Salado, riega la parte oriental y limita con Michoacán. Dentro del territorio la corriente más importante es la del Río Salado, que nace al norte



▲ figura 1. Climograma de diferentes estaciones ubicadas en la costa del estado de Colima donde se resalta la concentración de las lluvias en los meses de verano.

del Valle de Colima y recibe las aguas de muchos arroyos de los municipios de Cuauhtémoc, Colima e Ixtlahuacán para confluir con el Río Coahuayana.

En la zona costera se localiza la laguna Potrero Grande, ubicada en el municipio de Manzanillo, al igual que la de Miramar y la de San Pedrito. También se encuentran las lagunas de Alcuzahue y la de Amela, ubicados en el municipio de Tecoman; y la laguna Cuyutlán, localizada en los municipios de Armería y Manzanillo, rica en depósitos de sal, y donde se ubica el estero Palo Verde, entre otros. Existen en la entidad varios depósitos lacustres, los de mayor capacidad se encuentran en la zona costera y los de menor capacidad en el Valle de Colima (INAFED, 2010).

Los paisajes de las playas y dunas

Casi tres cuartas partes del estado están compuestos por sistemas montañosos, ya que es parte de una derivación de la Sierra Madre Occidental que se compone de cuatro sistemas montañosos. La zona costera está compuesta por el sistema montañoso formado por las sierras paralelas a la costa, entre los ríos Marabasco y Armería, y el sistema montañoso entre los ríos Salado y Coahuayana. Colima pertenece a la región llamada Costa Suroccidental del Pacífico Mexicano, que abarca la totalidad de la línea de costa de los estados de Jalisco, Colima Michoacán, Guerrero y, parcialmente, el de Oaxaca. Es una costa de colisión en la que las costas rocosas se alternan con playas bajas arenosas. Parte de estos afloramientos rocosos forman elevaciones de rocas graníticas en donde se disponen las principales bahías como Manzanillo. Es una costa con oleaje de alta energía (Ortiz-Pérez y de La Lanza Espino, 2006). La bahía de Manzanillo, incluyendo Bahía Santiago hasta playa San Pedrito, posee litoral arenoso con acantilados y agregados rocosos; San Pedrito es una playa arenosa con infraestructura costera (escolleras). Playa La Audiencia, aproximadamente a 10 km al norte de Manzanillo, es una playa arenosa en cuyos extre-

mos existen promontorios rocosos, peñascos y acantilados expuestos al fuerte oleaje (Mateo-Cid y Mendoza-González, 1991). Al sur de Manzanillo la costa está conformada por una extensa barra arenosa que resguarda el sistema lagunar Cuyutlán.

Los principales campos de dunas se distribuyen en las dos terceras partes, al noroeste del estado. En los límites con Jalisco, desde El Rebalse hasta Manzanillo, se encuentran extensas planicies de dunas frontales. Estas dunas son características por presentar un estrecho primer cordón de dunas frontales con vegetación pionera, seguido de una serie de cordones ya estabilizados con vegetación de matorral espinoso (muy fragmentado) y delimitado, tierra adentro, por un cuerpo de agua: estero del río Marabasco y estero Potrero Grande. La ciudad de Manzanillo, se encuentra ubicada sobre una barra arenosa, en una costa de bahía, donde difícilmente se puede distinguir los límites de lo que fue una planicie de dunas frontales. Al sur de Manzanillo, sobre Playa Campos hasta el canal del Tepalcate, se encuentra uno de los cordones de dunas frontales más altos del Pacífico Sur; las dunas alcanzan los 28 msnm. Los campos de dunas frontales siguen hasta Boca de Pascuales (Armería). En esta zona las planicies de dunas se distribuyen hasta 3 km tierra adentro, aunque la altura máxima no supera los 5 msnm. Al igual que el extremo noroeste las dunas son delimitadas por un cuerpo de agua (Laguna Cuyutlán y río Armería) (figura 2).



▲ a)



▲ b)



▲ c)

◀ **figura 2.**
En las dunas de Colima es común encontrar a) matorrales, b) palmares, así como c) zonas cubiertas por pastizales. (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil).

Tipos de dunas y extensión

Como se mencionó anteriormente, el litoral costero del estado de Colima es una combinación entre afloramientos rocosos, acantilados y playas bajas arenosas. La planicie costera de Colima se conforma particularmente por planicies de dunas frontales.

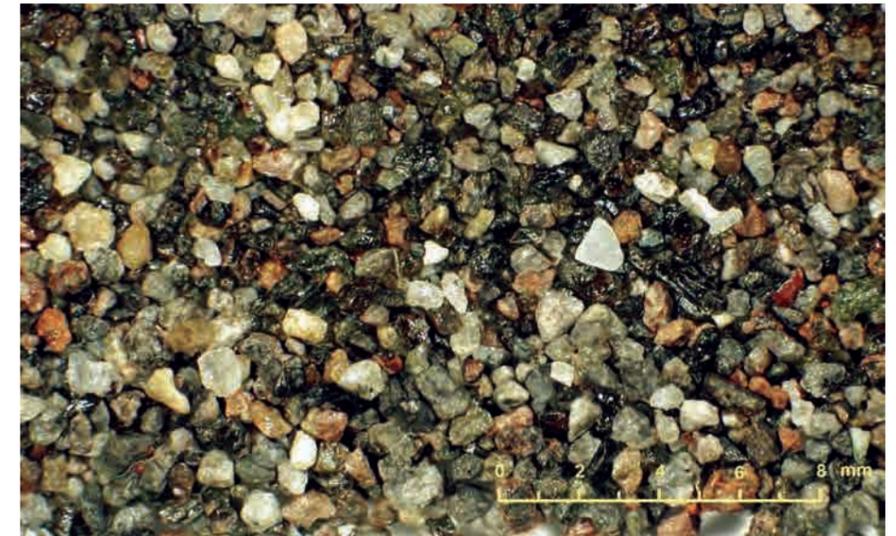
Las dunas de Colima suman un total de 7,412 ha y se encuentran ubicadas principalmente en los municipios de Aquila, Armería, Coahuayana y Manzanillo. El 100% de las dunas están cubiertas por vegetación, es decir se trata de dunas estabilizadas (Cuadro 1), pero la vegetación no es nativa, casi en su totalidad ha sido sustituida por pastizales y cocotales.

► Tipo de arena

Hay un estudio sobre las características magnéticas de las arenas de Colima (Sánchez-Guillen et al., 2011). La arena de las dunas de Colima contiene muchos minerales oscuros, como horblendas, magnetitas y otros minerales densos. Presenta un bajo contenido de cuarzos y feldespatos y pocos restos de conchas marinas. Presentan granos que van desde subredondeados a subangulosos. Se encuentra clasificada como arena media con tamaños de granos que van desde los 0.05 a los 0.2 mm (figura 3). Este tipo de arena se clasifica como bien seleccionada. La selección significa qué tan homogénea o heterogénea es la arena en cuestión al tamaño de grano, y en este caso particular la arena es

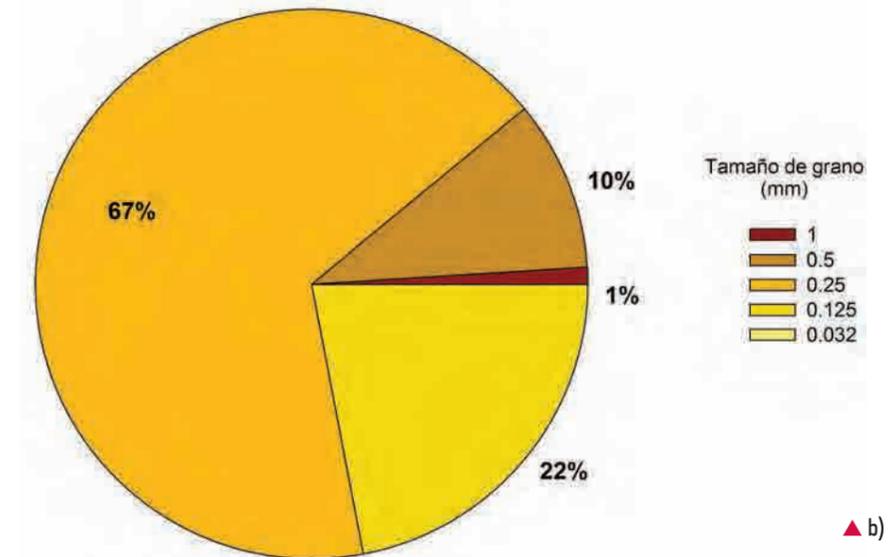
▼ **Cuadro 1.**
Superficie de las dunas costeras frontales y transgresivas del estado de Colima, según su grado de movilidad y estado de conservación. Las categorías para determinar el estado de conservación se explican en el cuadro 2.

Tipo de duna	Movilidad	Estado de conservación (ha)					Total estatal
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna frontal	Estabilizada		51	1,261	5,054	1,046	7,412
TOTAL ESTATAL		0	51	1,261	5,054	1,046	7,412



▲ a)

Porcentaje por tamaño de grano



▲ b)

▲ **figura 3.**
a) Imagen de la arena de Cuyutlán; b) Puede apreciarse que predominan las arenas de 0.25 mm de diámetro, con un ligero porcentaje de arenas más gruesas. (Fotos: G. Rendón-Márquez y N. Rodríguez-Revelo).

homogénea. El color de la arena es oscuro de negro a verde olivo, sin presencia de limos y arcillas, materia orgánica y carbonato de calcio.

► Flora

La información sobre la vegetación de las playas y dunas de Colima es muy escasa. Para la descripción de la flora de las dunas de Colima se utilizaron las siguientes fuentes: para árboles, Padilla-Velarde et al. (2006); para especies melíferas a Santana-Michel et al. (1998) y para las playas de las islas a Huertas Muzquiz y Barrientos (1975), además de consultar el trabajo de Moreno-Casasola et al. (1998) y Espejel et al., (2013). Las especies más frecuentes en las playas y zona de pioneras de Colima y sus islas son: *Abronia maritima*, *Canavalia rosea*, *Ipomoea pes-caprea*, *Sesuvium portulacastrum* y *Cenchrus ssp.*, entre otras. En la zona de matorral y selva espinosa se puede encontrar *Bursera excelsa favionalis*, *Bursera grandifolia*, *Elytraria imbricata*, *Vinca rosea* y *Caesalpinia ssp.* En la ribera de la laguna se establecen principalmente los manglares (*Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*) y el tule (*Typha domingensis*); en la orilla de la laguna y en los parches vegetados de lugares bajos de la laguna se encuentra barilla (*Batis maritima*), zacate salado (*Distichlis spicata*) y chamizo (*Atriplex spp.*) (figura 4).

Hay un estudio sobre micorrizas (asociadas a las plantas) de playas y dunas costeras de Colima (González et al., 1998) que puede ser muy útil para los experimentos de restauración y revegetación tan necesarios en el estado.

► Estado de conservación de las dunas costeras

Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras de México se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadro 2) y que se describen a continuación (ver capítulo 9):

Según la clasificación categórica del estado de conservación de las dunas costeras (capítulo 9), se determinó que la mayoría de las dunas frontales se encuentra en un estado de conservación que corresponde a las categorías malo (68%), regular (17%) y muy malo (14%); el 1% restante cae en la categoría bueno (figura 5, Cuadro 1). No hay dunas costeras sin

▼ Cuadro 2.

Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México.

Estado de conservación	Características
Muy bueno	Natural, sin disturbios aparentes
Bueno	Fragmentado por carreteras, brechas, accesos
Regular	Presencia de actividades agropecuarias
Malo	Actividades agropecuarias acompañadas por asentamientos humanos dispersos
Muy malo	Totalmente antropizado, con asentamientos urbanos en más del 75% de la superficie

► a)

► figura 4.

Imágenes de algunas especies características de la flora de playas y dunas costeras de Colima.

a) *Stegosperma halimifolium*, b) *Waltheria spp.*, c) *Pectis multiflosculosa* y d) *Tribulus cistoides* (Fotos: Gerardo Sánchez Vigil)





▲ b)



▲ c)



▲ d)

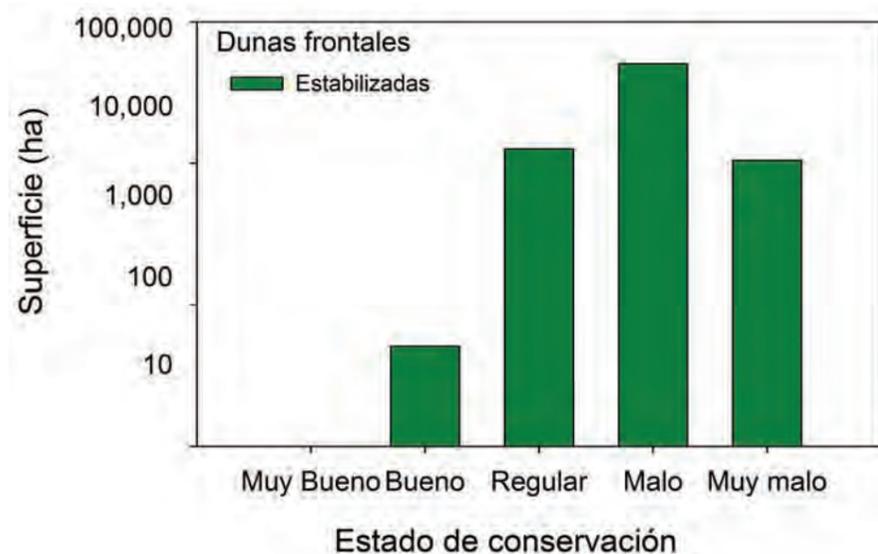
disturbios aparentes. Dado a que el total de las dunas frontales están estabilizadas, las proporciones de estado de conservación por grado de estabilización son similares al total de este tipo de dunas (Cuadro 1).

Esta situación de las dunas del estado de Colima indica que debe hacerse un esfuerzo para restaurar y reforestar estos campos de dunas. Hay actividades sustentables compatibles con el mantenimiento del ecosistema playa-duna y la conservación de los sedimentos donde se desarrollen actividades productivas y se mantenga parte de la cobertura vegetal nativa y el funcionamiento del ecosistema.

► Los espacios protegidos y de importancia biológica

El estado de Colima cuenta diversos espacios protegidos y de importancia biológica (figura 6). La Reserva de Biosfera Archipiélago de Revillagigedo conformado por las Islas Socorro, Roca Partida, San Benedicto e Isla Clarión (CONANP 2004, SIMEC, 2013) (figura 6). Aproximadamente el 31.6% de las especies vegetales y el 100% de los vertebrados terrestres nativos son endémicos. Las tortugas marinas arriban para desovar y las zonas costeras y someras son importantes para las ballenas jorobadas (CONANP, 2004). La vegetación de halófitas costeras consiste principalmente en asociaciones de herbáceas; en los cordones litorales de bahías y ensenadas se encuentra *Ipomoea pes-caprae* y *Canavalia maritima*. Cerca de los acantilados se observa la gramínea *Jouvea pilosa*. Existen matorrales de croton o hierba de mula (*Croton masonii*) con copal (*Bursera nesopala*) y cascarillo (*Guettarda elliptica*) (CONANP, 2004). El Archipiélago de Revillagigedo es importante como sitio para aves (AICA 31) y región marina prioritaria por su biodiversidad y es reconocida también como una región amenazada (CONABIO 2013a; 2013b).

En la zona costera también se cuenta con programas de protección de sitios Ramsar: Laguna de Cuyutlán Vaso III y IV (1985) y Santuario Playa Boca de Apiza-El Chupadero-El Tecuanillo (1764) y Laguna Barra de Navidad (1817) la cual se comparte con el estado de Jalisco (RAMSAR-CONANP, 2013). Además existe una Región Hidrológica Prioritaria (RHP 25) que cubre más de la mitad del territorio costero del estado: Río Purificación-Armería (CONABIO, 2013c) (figura 6). Hay muchos estudios sobre los programas de protección de tortugas que indirectamente protegen playas y al menos el primer cordón de dunas (Campuzano et al, 2000; Sarti et al., 1996; Saucedo-Lozano et al., 2012, entre otros). Algunos de ellos son en Manzanillo la playa tortuguera a cargo de Z gas (particular); el tortuguero de Peña Blanca (<https://www.facebook.com/eltortugario.cuyutlan>) y en el municipio Armería el Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario" (<https://www.facebook.com/tortugariocuyutlan?fref=ts>) que es un organismo descentralizado del municipio, con patrimonio propio y personalidad jurídica. No hay playas certificadas en Colima.



▲ figura 5.

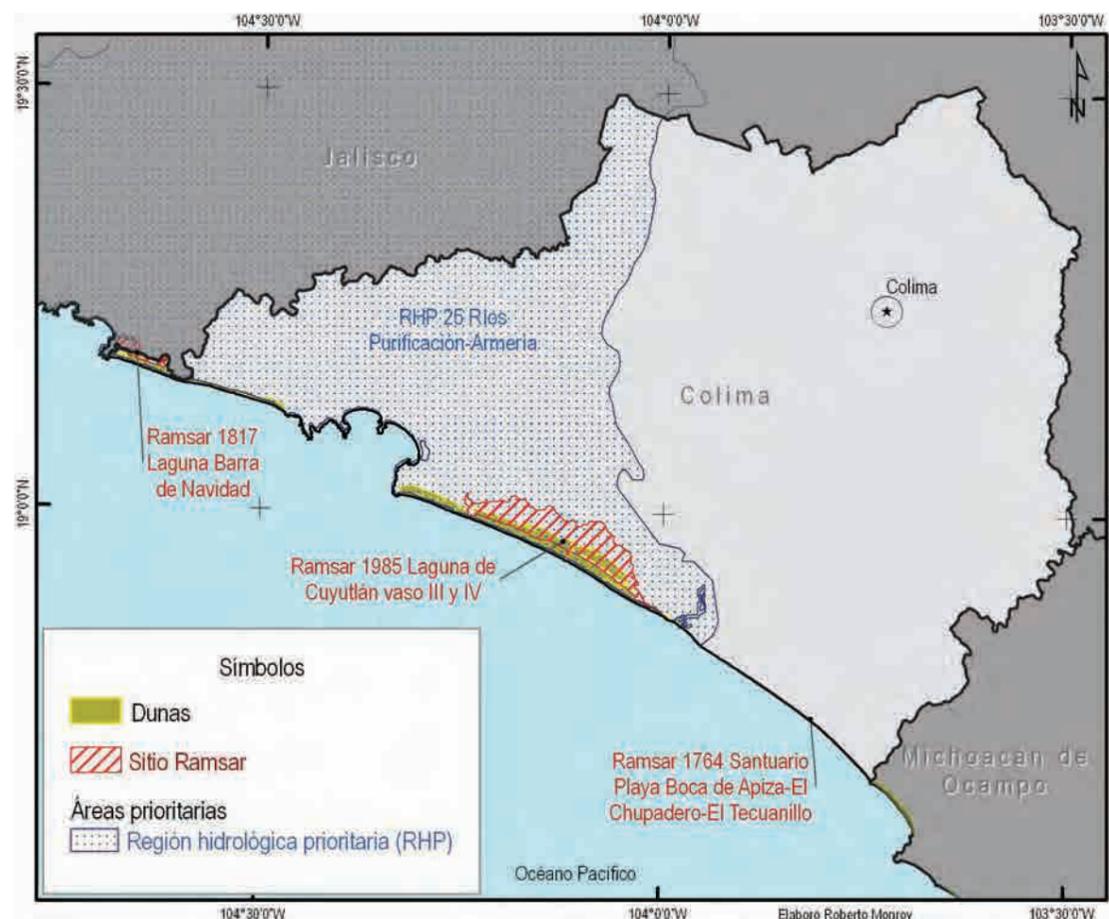
Superficie cubierta por dunas frontales considerando su movilidad y estado de conservación.

Problemática y diagnóstico

Aunque las costas del estado de Colima cuentan con un ordenamiento ecológico, todas las dunas han sido transformadas. No hay una sola playa o duna que tenga vegetación natural. El eje del desarrollo costero de Colima es el puerto de Manzanillo, el más importante del Pacífico mexicano y que está en expansión. Hay investigaciones de impacto ambiental que realizó la Universidad de Colima, para la restauración y conservación de manglares, playas y dunas. Se cuenta con experimentos, cuyos resultados no han sido publicados, sobre la restauración y revegetación de dunas (Zizumbo y Contreras, comunicación personal) con *Canavalia rosea* para cubrir el tramo del gasoducto que fragmentó las playas y dunas de Manzanillo. Una gran superficie de sus dunas costeras se encuentra transformada por las actividades agropecuarias que sólo podrían restaurarse si se decidiera cambiar el uso de suelo. Resalta la importancia de sus playas para el desove de tortugas, como la laúd, además de la ausencia de áreas naturales protegidas y los sitios RAMSAR que no están dirigidos expresamente a la conservación dunas costeras.

Usos del suelo

Al igual que la mayoría de las barras arenosas de los estados del Pacífico Sur, las dunas costeras de Colima son utilizadas para actividades agropecuarias. Desde Barra Navidad, hasta la localidad de Cuyutlán, los cocotales son el principal producto cultivado. Donde los asentamientos urbanos se han establecido en las zonas bajas de la ciudad, pegados a la costa.



▲ figura 6.

Ubicación de las áreas naturales protegidas en el estado de Colima, y las áreas de importancia por su valor biológico.

En los límites con Jalisco, el cambio de uso de suelo sobre las dunas costeras es muy evidente: al noroeste un campo de golf a lo largo de tres kilómetros ha substituido la vegetación de las dunas, seguido por una serie de desarrollos turísticos que se distribuyen hasta la desembocadura del río Marabaso; al centro el aeropuerto internacional de Manzanillo también sobre dunas; al sur, hasta Punta Carrizal, la principal causa de fragmentación y abatimiento son los accesos y la agricultura. También en Manzanillo, la zona industrial, asociada al puerto, se ha establecido sobre las planicies de dunas frontales al sur de la ciudad (figura 7).

Como se observa en la figura 8, el 68% de las dunas tiene uso de suelo mixto, lo que implica un uso agropecuario junto con asentamientos humanos dispersos, y el resto es de uso urbano. En esta zona las principales causas de degradación sobre las dunas costeras son: en Manzanillo, la urbanización (figura 8); sobre Playa Campos, la industria (La Termoeléctrica Manzanillo y la distribuidora de gas), infraestructura costera (Canal del Tepalcate); en el resto, la agricultura (cultivo de coco) y la fragmentación (carretera costera, caminos vecinales).

Geomorfología, biodiversidad y vegetación

En el estado de Colima se sigue observando el mismo patrón que las planicies de dunas frontales del Pacífico: primer cordón de dunas relativamente bien conservados, seguida de terrenos destinados a uso agropecuario. En algunos sitios (Centro Ecológico de Cuyutlán "El Tortugario") existen pequeños remanentes de la vegetación original que es un matorral espinoso. Los manglares han sido mucho más estudiados que las dunas, por lo que existe muy poco trabajo en las dunas costeras del estado y no se puede hacer una valoración general sobre la biodiversidad de la vegetación costera del estado.

Agricultura y ganadería

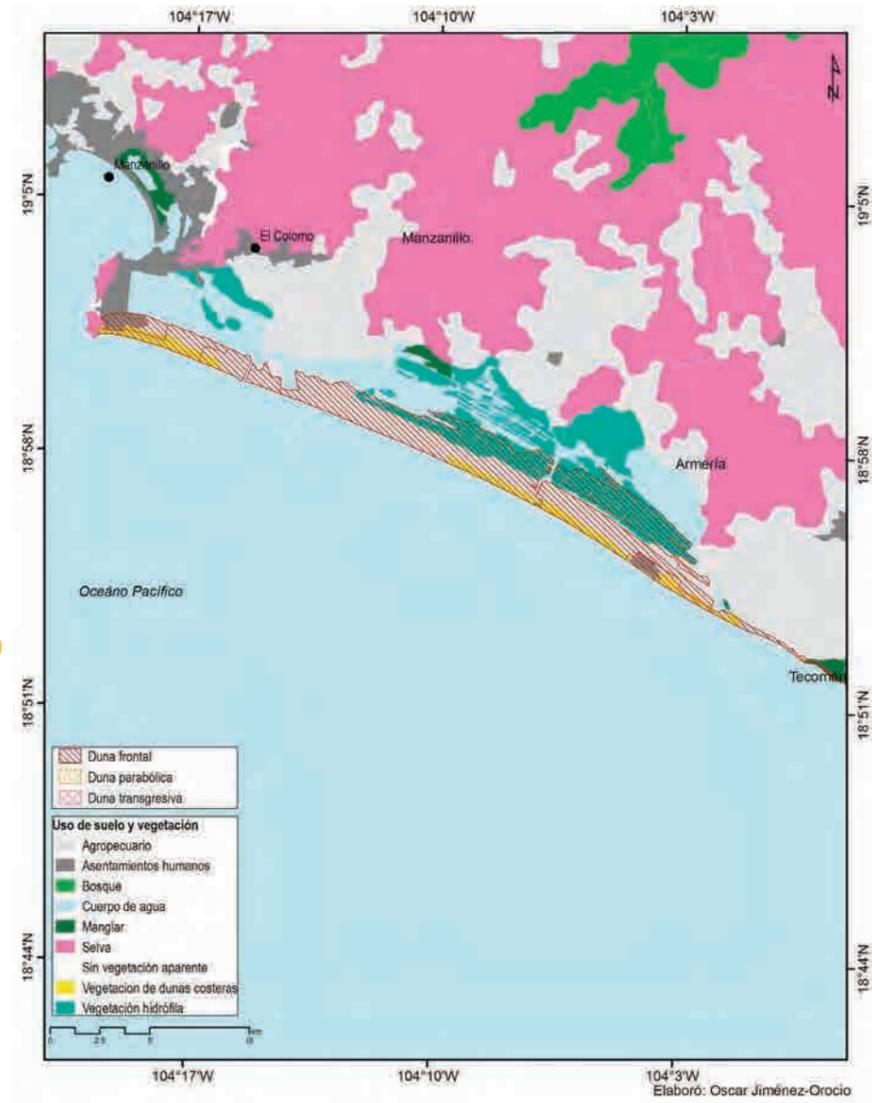
En los municipios costeros los productos más cultivados son pasto, limón, copra (coco) y plátano. La mayoría de la agricultura es de temporal, a excepción del limón y la copra que son principalmente por riego. En cuanto a la ganadería, Tecoman es el principal productor, de los municipios costeros, seguido de Manzanillo (SAGARPA, 2010).

Desarrollos turísticos y urbanos

Por su diversidad de costas y clima agradable, Colima es un punto turístico de importancia en las costas del Pacífico mexicano. Además cuenta con uno de los destinos turísticos más importantes de esta región: Manzanillo. Los principales centros turísticos se encuentran en los municipios de Manzanillo, Colima, Tecoman y Armería, que cuentan con la mayor cantidad de servicios de hospedaje, las mejores condiciones de infraestructura turística, restaurantes y servicios complementarios. En 2008 Manzanillo contaba con 88 establecimientos de hospedaje que albergaron a alrededor de 620,732 visitantes; 81% turistas nacionales. En el caso de Tecoman y Armería el turismo fue menor con 66,810 y 2,622 visitantes hospedados respectivamente; la mayoría nacionales (SECTUR, 2010).

La población urbana en las costas de Colima es relativamente baja y suma un total de 130,000 habitantes, concentrados en Manzanillo. La población rural es mucho menor, con poco más de 1,250 habitantes dispersos a lo largo de los municipios de Armería y Manzanillo.

Hay trabajos en los que se analiza el impacto del turismo en las aguas costeras y playas de Manzanillo (Silva-Iñiguez et al., 2007, 2012 y Álvarez et al., 2012) pero no analizan la pérdida de la calidad de la vegetación de dunas.



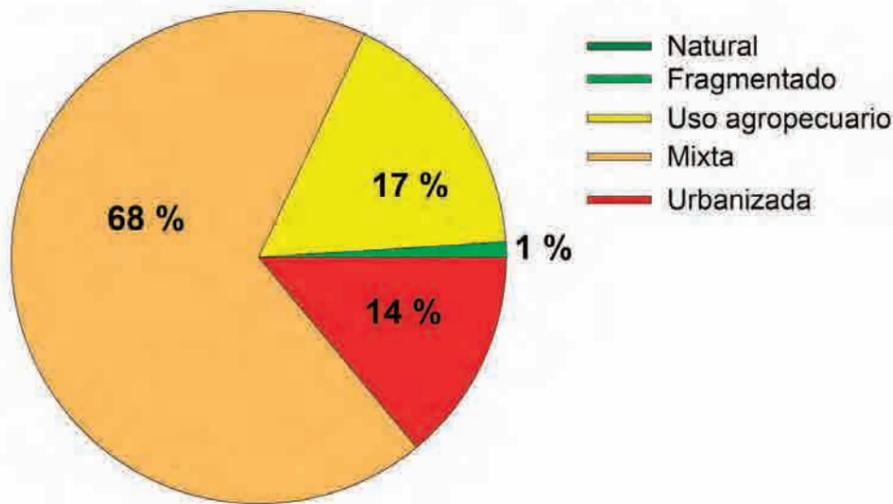
▲ figura 7.

Dunas frontales al sur de Manzanillo. Estas dunas están estabilizadas ya que están cubiertas por vegetación. Tierra adentro las dunas colindan con vegetación hidrófila. La zona donde se marca vegetación de selva también contiene elementos característicos de los matorrales.

Industria e infraestructura costera

Mellink y Riojas-López (2007) describieron las modificaciones estructurales artificiales históricas en la laguna de Cuyutlán resaltando la construcción de canales a lo largo de la barra arenosa para conectar a la laguna con el mar, tanto para la desecación de la laguna para la industria salinera, al norte de la laguna, como para la navegación. En principio, las primeras modificaciones en esta área comprendían la implementación de estructuras de comunicación por medio de terraplenes para líneas ferroviarias y canales de navegación para embarcaciones que se dirigían al puerto de Manzanillo. Estas

Usos de suelo sobre dunas



▲ figura 8.

Esta gráfica muestra el porcentaje de superficie estatal que ocupa cada estado de conservación de las dunas, con base en cinco categorías (ver explicación en la sección de Estado de conservación y en el capítulo 9), como un indicador del uso del suelo sobre las dunas en Colima.

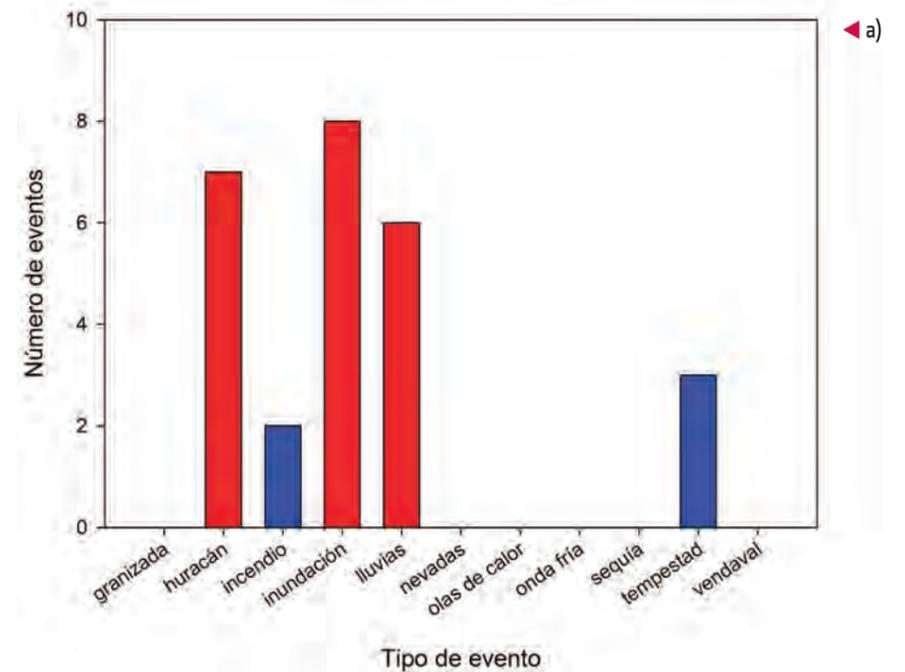
construcciones fueron seguidas de canales de agua para el enfriamiento de las turbinas de la termoeléctrica (Canal Ventanas en 1978), lo que disminuyó los niveles de agua de la laguna. En 2000 se abrió el Canal Tepalcates para incrementar el intercambio de agua entre la laguna y el mar, para promover la producción de camarón y pescado. Este canal se tapó pronto con sedimentos y se ha dragado constantemente. Otro tipo de industria que se ha establecido sobre las dunas es la planta regasificadora y la expansión del puerto. El estado cuenta con 1,750 m de obras portuarias de protección. De éstas, 700 son rompeolas, 400 escolleras y 650 protecciones marginales. (SCT, 2011).

Erosión

No existe información referente a datos de erosión, sin embargo durante visitas de campo se observaron escarpes de erosión en las playas de Cuyutlán y deterioro de establecimientos y residencias sobre la playa El Paraíso. La presencia de escarpes se debe a que durante marea alta, en épocas de tormentas, el oleaje alcanza la base del primer cordón de duna frontal, un proceso común en las costas mexicanas. Posteriormente, en épocas de calma, las playas se pueden recuperar. Como en todas las costas del país, es necesario contar con zonas de monitoreo de sedimentación y cambios de línea de costa para verificar si en un futuro los procesos erosivos se incrementan.

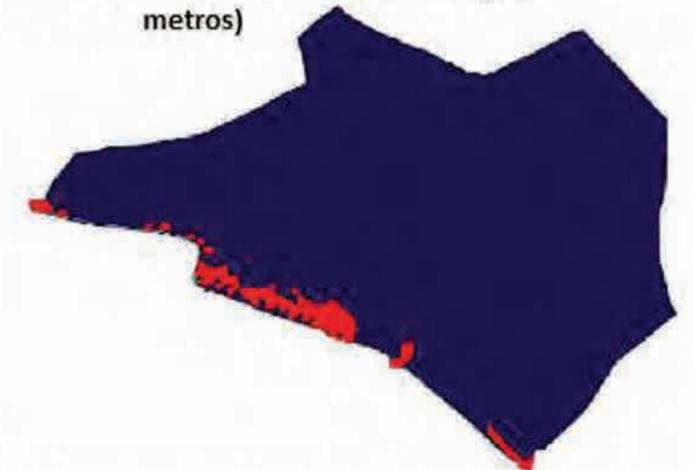
En los asentamientos humanos se identifican pérdidas económicas derivados de la erosión costera (El Paraíso, Armería).

Amenazas de origen climatológico y meteorológico



◀ a)

Zonas con riesgo de inundación por aumento del nivel del mar (1-2 metros)



◀ b)

FUENTE: Department of Geosciences Environmental Studies Laboratory, University of Arizona

▲ figura 9.

a) Amenazas de origen climatológico y meteorológico del estado.;
b) amenaza del incremento del nivel medio del mar en las costas de Colima (http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/cambio_climatico.html).

Vulnerabilidad ante el cambio climático

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (SEMARNAT) hizo un análisis del impacto del cambio climático para cada estado de la República. Analizaron el número de veces que se presentaron eventos hidrometeorológicos en la entidad. Estos eventos se clasificaron en ocho categorías que aparecen en la figura 9a y el análisis se realizó para el periodo comprendido entre 1980 y 2001. Muchos de estos eventos constituyen desastres hidrometeorológicos, y en el caso de Colima los más frecuentes son las inundaciones (se registraron 8), las lluvias (se registraron 6) y los huracanes (7). El Estado tiene una disponibilidad muy baja de agua y el grado de presión es de medio a fuerte (35%). Una buena parte del litoral de Colima está en riesgo ante la elevación del nivel medio del mar, (figura 9b) aunque las zonas más afectadas se ubican sobre todo en la región central (http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/cambio_climatico.html).

► Recomendaciones y planes de manejo

En el estado hay muy pocos trabajos sobre inventarios florísticos y faunísticos de dunas costeras; tampoco hay trabajos sobre su ecología o geomorfología. Se recomienda impulsar investigación sobre estos temas. Hay muchas investigaciones de impacto ambiental realizadas por la Universidad de Colima en Manzanillo (<http://www.ucol.mx/docencia/facultades/facimar/ica33.html>) y de consultores asociados, sin embargo no están publicadas y por lo tanto no están disponibles. Se sugiere rescatar esta valiosa información y publicarla.

Colima sólo tiene dunas frontales estabilizadas y la mayoría de ellas se encuentra, en general, en un estado de conservación entre malo y muy malo. Las actividades agropecuarias son predominantes en estos sistemas. Las acciones de restauración, revegetación y reforestación son necesarias, en especial considerando los pronósticos de incremento en el nivel medio del mar, puesto que las dunas juegan un papel protector contra la erosión de la costa. En estas zonas se puede dar la restauración pasiva. Esto implica que se deben eliminar o controlar los elementos de perturbación y posteriormente la vegetación se recupera de manera natural, siempre y cuando haya fuentes de propágulos en las cercanías.

Se recomienda establecer zonas de monitoreo de sedimentación y cambios de línea de costa para verificar si en un futuro los procesos erosivos se incrementarán.

El desarrollo costero incipiente junto con la predominancia de dunas en mal estado, indican la necesidad de contar con estrategias y programas de manejo integral de la zona costera que contemplen tanto acciones de restauración como lineamientos claros que garanticen la seguridad de los pobladores en los desarrollos turísticos que se establezcan en la costa. Se sugiere que las construcciones (casas, desarrollos turísticos, crecimientos urbanos) se coloquen por atrás de la duna frontal, y que se tomen en cuenta las tasas de erosión actuales y utilizarlas para definir una distancia que garantice la seguridad de las personas y de las inversiones en infraestructura. La presencia del Puerto de Manzanillo y de la industria energética, además de las observaciones puntuales de erosión, requieren de un ordenamiento de la zona costera, de una planeación bajo una visión de manejo integral de la misma y de planes de manejo específicos para las distintas regiones y ecosistemas tomando en cuenta sus particularidades (Moreno-Casasola et al., 2006). Específicamente para el manejo y conservación de los ecosistemas de playas y dunas, SEMARNAT (2013) publicó recientemente un conjunto de lineamientos a tomar en cuenta para garantizar el mantenimiento del buen estado de estos ecosistemas.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, I. N., Silva-Iñiguez, L., y Espejel, I. 2012. Análisis de usos y actividades en la Bahía de Santiago, Manzanillo, Colima, México. En: Congreso internacional de calidad ambiental en playas turísticas p. 32.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad) 2013a. Avesmx. http://avesmx.conabio.gob.mx/lista_region?tipo=aica Fecha de consulta 13 08 2013.
- CONABIO (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad) 2013b. Listado Regiones Marinas Prioritarias. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Mlistado.html>
- CONABIO (Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad) 2013c. Listado Regiones Hidrológicas Prioritarias. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>
- CONANP (Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas) 2004. Programa de conservación y manejo de la Reserva de Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. México.
- Campuzano, N. B., Corona, A. H., y Ortega, G. R. 2000. Retrospective analysis of eleven years of work on turtle nesting on the coast of Colima, Mexico. En: Eighteenth international sea turtle symposium (p. 177).
- Espejel, E., Peña-Garcillán, P. y Jiménez-Orocio, O. 2013. Flora de playas y dunas de México. Informe Técnico Final Conabio HJ007.
- González, M., Herrera, T., Ulloa, M., y Hanlin, R. T. 1998. Abundance and diversity of microfungi in three coastal beaches of Mexico. *Mycoscience* 39(2): 115-121.
- Huerta, M. L. MA Garza B. 1975. Contribución al conocimiento de la flora marina de las islas Socorro y San Benedicto del Archipiélago Revillagigedo, Colima, México. *Bol. Infor. Inst. Bot. Depto. Cienc. Biol. Esc. Sup. Agric. Guadalajara*. 2(4): 4-16.
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. Enciclopedia de los municipios de México. Secretaría de Gobernación. <http://www.e-local.gob.mx>
- Mateo-Cid L.E. y Mendoza-González A.C. 1991. Algas marinas benthicas de la costa del estado de Colima, México. *Acta Botánica Mexicana* 13: 9-30.
- Mellink, E. y Riojas-López, M. 2007. Modificaciones estructurales artificiales de Laguna Cuyutlán, Colima, México. *Revista Geográfica* 142: 131-142.
- Moreno-Casasola, P., Espejel I, Castillo S, Castillo-Campos G, Durán R, Pérez-Navarro JJ, León JL, Olmsted I, Trejo-Torres J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter, G. (ed.). *Biodiversidad en Iberoamérica*. Vol. II. CYTED- Instituto de Ecología A.C. 177-258.
- Moreno-Casasola, P., Peresbarbosa E. y Travieso-Bello, A.C. (eds). 2006. Estrategias para el manejo integral de la zona costera: un enfoque municipal. Instituto de Ecología A.C.-Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, SEMARNAT- Gobierno del Estado de Veracruz. Xalapa, Ver., México. Volumen I, II y III. 1251 pp (<http://www1.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/documentos/publicacionestxt.htm#Libros>)
- Ortiz Pérez, MA y De la Lanza Espino, G. 2006. Diferenciación del espacio costero de México: un inventario regional. Serie Textos Universitarios, núm. 3, Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Padilla-Velarde, E., Cuevas-Guzmán, R., Ibarra-Manríquez, G., y Moreno-Gómez, S. 2006. Riqueza y biogeografía de la flora arbórea del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77(2): 271-295.
- RAMSAR-CONANP, 2013. Humedales de México. <http://ramsar.conanp.gob.mx/lsr.php> Fecha de consulta 15 08 2013.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Anuario estadístico del estado de Sinaloa 2010. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquería.
- Sánchez-Guillen, L., Carranza-Edwards, A., Perez-Cruz, L. L., y Fucugauchi, J. U. 2011. Sedimentological, Geochemical and Magnetic Properties of Colima Beach Sands, Mexico-Influence of Climate and Coastal Processes. En: AGU Fall Meeting Abstracts (Vol. 1, p. 1770).
- Santana-Michel, F. J., Cervantes, N., y Jiménez, N. 1998. Flora melífera del estado de Colima, México. *Boletín IBUG* 6(2-3): 251-277.
- Sarti, L., Eckert, S. A., Garcia, N., y Barragan, A. R. 1996. Decline of the world's largest nesting assemblage of leatherback turtles. *Marine Turtle Newsletter* 74: 2-5.
- Saucedo-Lozano, M., Bernal-Ornelas, I. H., Espino-Barr, E., Garcia-Boa, A., Cabral-Solís, E. G., y Puente-Gómez, M. 2012. Feeding Habits of the Green Jack (*Caranx caballus* Günther, 1868) on the Coast of Manzanillo, Colima, México. *Open Marine Biology Journal* 6: 28-37.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2011. Anuario estadístico 2011, Sector Comunicaciones y Transportes. SCT-DGP.
- SECTUR (Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado). 2010. Anuario estadístico del estado de Sinaloa 2010. Secretaría Técnica, Departamento de Enlace Tecnológico.
- Seingier G., Espejel, I. y Fermán-Almada, J.L. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental* 1(1): 54-69.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2013. Manejo de Ecosistemas de Dunas Costeras, Criterios Ecológicos y Estrategias. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. Autores: Pedroza, D., Cid, A., García, O., Silva-Casarín, R., Villatoro, M., Delgadillo, M.A., Mendoza, E., Espejel, I., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L. e Infante Mata, D. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?id=20140425060525>
- Silva Iñiguez, L., Gutiérrez Corona, C. G., Galeana Miramontes, L., y López Mendoza, A. 2007. El impacto de la actividad turística en la calidad bacteriológica del agua de mar. *Gaceta Ecológica* 82: 69-76.
- Silva-Iñiguez, L., Solís, Y. D. P., Gutiérrez-Corona, C. G., Sosa-Avalos, R., y Pérez-López, R. 2012. Estudios de caso de gestión de playas turísticas. En: Congreso internacional de calidad ambiental en playas turísticas p. 53.
- SIMEC (Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación) 2013. Ficha de la Reserva de Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. https://simec.conanp.gob.mx/Info_completa_ext.php?id_direccion=177

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo en campo
Mayra Araceli Manchuca Jiménez.
Al personal del Centro Ecológico de Cuyutlán
"El Tortugario" dirigido por María Cruz Rivera
Rodríguez por las facilidades prestadas
para trabajar en la zona.