

230

junio-julio
2020

Directora general:
Carmen Lira Saade
Director fundador:
Carlos Payán Vélver
Director: Iván Restrepo
Editora: Laura Angulo

 **La Jornada**

ecológica



Efectos del cambio climático en los litorales

Números anteriores

Correos electrónicos: ivres381022@gmail.com • estelaguevara84@gmail.com

Presentación

México es un país costero con poco más de 3 millones de kilómetros cuadrados de zona económica exclusiva y más de 11 mil kilómetros de línea de costa. Una riqueza natural y productiva incalculable. Sin embargo, carece de una política oceánica. Tampoco cuenta con un programa nacional sobre mares y costas que sea operativo y permita incorporar la investigación oceanográfica al Plan Nacional de Desarrollo.

También son muchos los desafíos que tiene la nación mexicana como un todo y los cambios que a nivel global exigen ser atendidos prioritariamente. Si bien se han logrado algunos avances por parte de organismos federales para resolver los asuntos del mar, persisten problemas de coordinación interinstitucionales que retardan la efectividad en la toma de decisiones.

Esto solo se logrará con información actualizada sobre los problemas ambientales que existen en nuestras costas. Una contribución invaluable sobre este tema lo realiza desde hace más de 25 años el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Y lo hace de manera relevante al difundir los avances obtenidos por el personal que trabaja en los centros de investigación, universidades e institutos tecnológicos. Una de las formas utilizadas es a través de la edición e impresión de libros sobre temas relevantes vinculados a los diversos ecosistemas costeros. Por ejemplo, el impacto ambiental, la vulnerabilidad de las costas, el cambio climático y la contaminación.

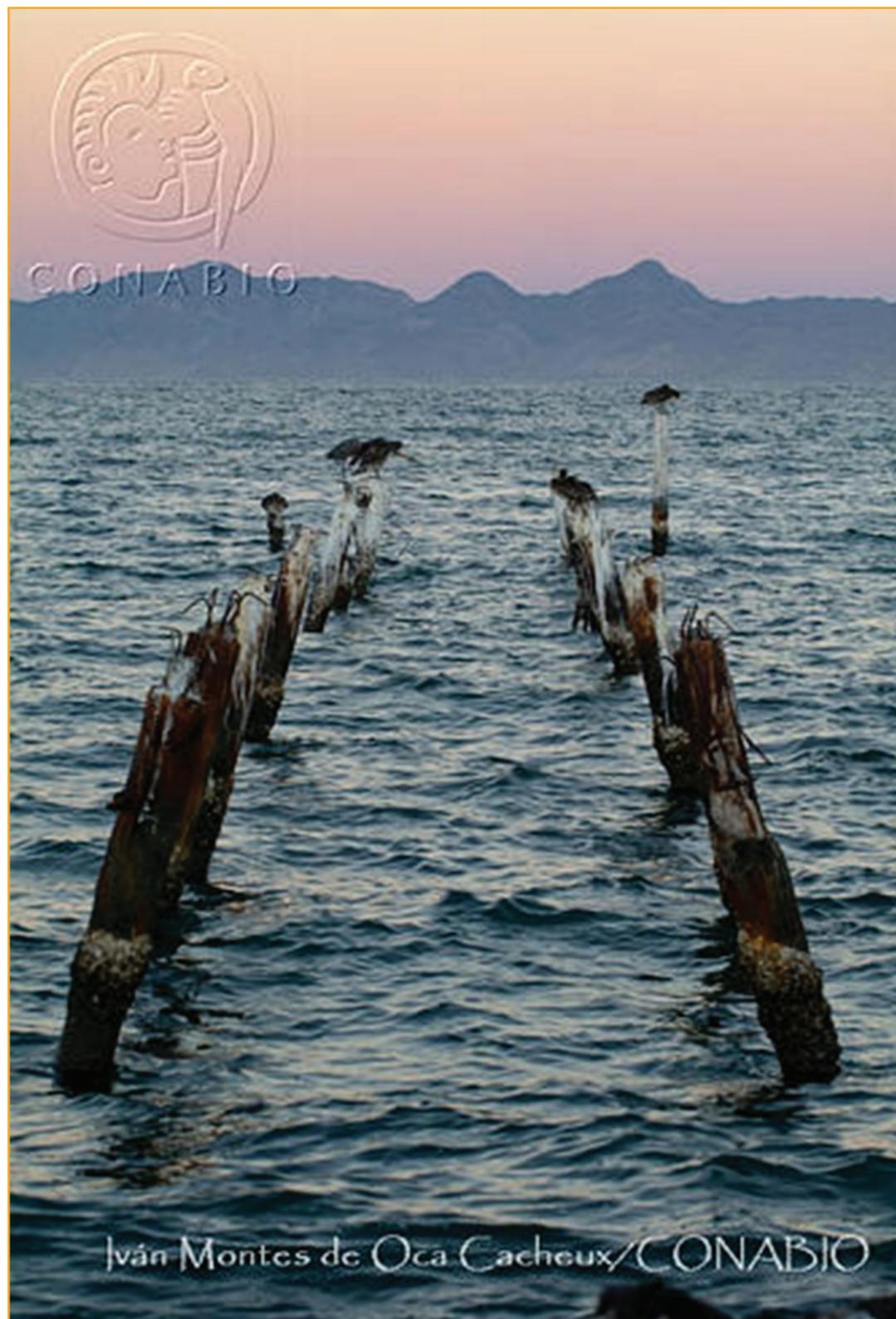
En una reciente y voluminosa obra publicada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación (PAPIME) de la UNAM, se advierte cómo, pese a las múltiples evidencias que existen sobre el calentamiento global, mostradas con rigor científico en estudios, modelos climáticos y proyecciones a futuro, la gran mayoría de los gobiernos ignoran y hasta ridiculizan tales evidencias. Éstas son cada día más contundentes y muestran la necesidad de actuar urgentemente para detener el aumento de la temperatura en el planeta.

Sin embargo, es notorio el desdén de, por ejemplo, Estados Unidos y otros países desarrollados, hacia los acuerdos internacionales para evitar la generación de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático. El retiro de nuestro vecino del norte del Acuerdo de París es una muestra de irresponsabilidad extrema.

Aun cuando las acciones individuales pueden aportar un cambio, a gran escala la posibilidad de detener el aumento de la temperatura planetaria depende fundamentalmente de la voluntad y cooperación política que exista a nivel nacional, regional e internacional.

En esta ocasión, *La Jornada Ecológica* ofrece a sus lectores una parte de las investigaciones realizadas por especialistas de reconocido prestigio y que laboran en diversos centros de investigación. El tema: los efectos del cambio climático en el litoral del país y en la extensa zona económica exclusiva.

Sin bien el amplio panorama sobre tan importante



En portada: marea roja en playa Balandra, BCS.
Foto: Alejandro Rivas Sánchez

Arriba: foto desde el litoral de Baja California Sur

junio-julio
2020

asunto puede ser consultado en los libros editados por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, los maestros Alfonso Vázquez Botello, Susana Villanueva Frago y Jorge Gutiérrez nos proporcionaron varios textos que permiten a los lectores tener un acerca-

miento a los problemas relacionados con nuestra riqueza costera y marina.

A los tres mencionados especialistas, así como a los demás autores de los estudios que hoy publicamos, deseamos expresarles nuestro agradecimiento.

Gobernanza socio-ambiental de las zona costeras y marinas

Evelia Rivera-Arriaga

Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)

Universidad Autónoma de Campeche Campeche, México

Correo-e: evrivera@uacam.mx

Anamaría Escofet

La construcción y fortalecimiento de la gobernanza socio-ambiental en las zonas costeras y marinas es necesaria para orientar las acciones, apuntalar las políticas y fortalecer la organización comunitaria costera ante las incertidumbres en el manejo de los recursos naturales en las costas y mares, y ante los riesgos y creciente vulnerabilidad por los efectos del cambio climático.

El sistema de gobernanza socio-ambiental está constituido por un grupo de actores localizado en territorios costeros determinados, con objetivos distintos pero con una visión unificada de mejorar el nivel de vida de la población en armonía con los recursos naturales y el ambiente.

Los mares y costas se utilizan cada vez más para proveer elementos básicos para la vida, así como para el comercio y la recreación.

Como resultado se tienen pesquerías sobreexplotadas, contaminación por agroquímicos y desechos sólidos que son arrastrados desde las costas a las aguas marinas. A ello se suma el creciente efecto del cambio climático en el incremento de la temperatura, acidificación, corrientes, cadenas alimentarias y eventos extremos.

La creciente demanda ocasiona grandes presiones a los recursos y ecosistemas marinos y costeros. También sobre las acciones y capacidades de los gobiernos para evitar daños al ambiente y a las poblaciones. Las medidas para solucionar la contaminación marina y otras amenazas al ambiente marino y costero exigen que los países trabajen juntos. No es convenient

te hacerlo aislado de otros y para sí mismo. Sobre todo si se tienen mares semicerrados como el golfo de México y el mar Caribe.

La gobernanza socio-ambiental se plantea como la metodología de organización social que da una luz ante las problemáticas ambientales que un gobierno solo no puede resolver. El modelo de gobernanza socio-ambiental contempla:

- ▼ El impacto de las acciones en los sectores de la población costera que tienen menos oportunidades y acceso a bienes y servicios.
- ▼ La coordinación con autoridades locales en un marco legal y normativo claro y aplicable.
- ▼ Los mecanismos de incidencia que permitan sensibilizar y coordinar con los

tomadores de decisión en temas ambientales.

- ▼ Una planificación vinculada a fuentes de financiamiento.

Así, la gobernanza tiene la necesidad de:

- » Integrar consideraciones ambientales y socio-económicas en todas las tomas de decisiones sectoriales.
- » Ir más allá en las responsabilidades fragmentadas de las autoridades en términos de permisos, licencias, procesos, etcétera.
- » Ajusta los arreglos del manejo para reflejar las realidades ecosistémicas.
- » Permite resolver conflictos entre usuarios de un área en particular.
- » Fomenta la integración multidisciplinaria de los diferentes tipos de conocimientos.

La gobernanza de los mares se basa también en el Capítulo 17 de la Agenda 21 (Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro, 1992), dedicado a la protección de los océanos y mares, reiterando los principios del desarrollo sostenible. Contempla siete áreas-programa para acciones prioritarias:

- ▼ Manejo integrado y desarrollo sostenible de las áreas costeras y marinas.
- ▼ Protección de los ambientes marinos.
- ▼ Uso sostenible de los recursos marinos vivos de alta mar.
- ▼ Uso sostenible y conservación de los recursos marinos vivos bajo jurisdicción nacional.
- ▼ Abordaje de las incertidumbres críticas para el manejo de ambientes marinos y el cambio climático.

*Guaymas, Sonora
Foto: Miguel Ángel Sicilia Manzo*





Playa Azul, Colima

▼ Fortalecimiento internacional, incluyendo el regional a través de la cooperación y la coordinación.

▼ Desarrollo sostenible de los pequeños Estados isleños.

Otro elemento para la gobernanza de los mares es la "Economía Azul" (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012) equiparable a la economía verde para tierra. Este enfoque reconoce la importancia de los océanos y mares y enfatiza la necesidad de realizar el uso, planeación y manejo más eficiente. De igual forma, para la protección y conservación de los recursos costeros y marinos.

En el tema de cambio climático, los océanos y las zonas costeras son una de las siete áreas temáticas en el Programa de Acción Global del Clima de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Sin embargo se han tenido que realizar diferentes acciones para comenzar a construir la gobernanza para el cambio climático en los océanos y mares. Incluyen las negociaciones emprendidas por el Foro Global para Océanos, Costas e Islas, Fundación Océano Azul, Unión Internacional para la

Conservación de la Naturaleza, Conservación Internacional y el Mapa para la Acción Climática para los Océanos.

Problemática socio-ambiental de las costas

La problemática socio-ambiental de las zonas costeras se puede analizar considerando el marco regulatorio y político, las circunstancias socio-ambientales y las oportunidades de generar y fortalecer la gobernanza costera para abordar problemas que impactan a los recursos y ecosistemas costeros y marinos.

La zonificación del territorio es crucial para la gobernanza socio-ambiental ya que considera la determinación de las áreas que integran y delimitan un territorio: sus aprovechamientos predominantes y las reservas, usos de suelo y destinos; la delimitación de las áreas de crecimiento, conservación, consolidación y mejoramiento; la determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población comprendiendo las áreas urbanizadas y áreas urbanizables, incluyendo las reservas de crecimiento.

Pero cabe advertir que la Política Nacional de Mares y

Costas, no se publica todavía en el Diario Oficial de la Federación para hacerla efectiva y vinculante. Surgió para responder en el 2012 a la necesidad de generar un instrumento de gestión para la planeación y ordenamiento de las zonas costeras y marinas mexicanas; y para la toma de decisiones y mejorar las oportunidades de conservación y desarrollo sostenible. El valor intrínseco de este documento es que promueve la gobernanza socio-ambiental de la zona costera.

Los conflictos locales de carácter social y ambiental deben ser atendidos a través de la gobernanza socio-ambiental que permite la coordinación de las relaciones sociales locales y el fortalecimiento de las instituciones gubernamentales. Éstas tienen la posibilidad de dirigir y orquestar políticas públicas que aborden eficazmente los conflictos con los que se encuentran las comunidades costeras de México.

Casos de estudio en México

Golfo de México: derrames de hidrocarburos.

La gobernanza de esta región ha decidido adoptar tres protocolos que se enfocan en

tres problemas transnacionales de gran importancia:

1) Derrames petroleros, que entró en vigor en 1986;

2) Áreas y vida silvestre especialmente protegidas, en vigor desde el 2000; y

3) Contaminación por fuentes y actividades de origen terrestre, adoptado en 1999 y en vigor a partir del 2010.

A pesar del Convenio de Cartagena, la globalización, una gobernanza débil y el incremento en la industrialización de los mares, en particular del Golfo de México, tienen un substancial impacto en la sostenibilidad de muchos y diversos tipos de recursos marinos.

Un ejemplo son las consecuencias de la exploración y explotación de hidrocarburos a raíz del derrame ocurrido con el Deepwater Horizon.

En México se cuenta ya con el Fondo para Entidades Federativas y Municipios Productores de Hidrocarburos. Considera indemnizaciones del 30 por ciento entre los daños sociales y ambientales derivados de actividades de exploración y/o explotación de hidrocarburos.

Cabe agregar que la gobernanza socio-ambiental a nivel internacional se basa en dos modelos:

1) Programas de monitoreo y evaluación diseñados para conocer el estado del ambiente marino. Incluye a sus recursos y los cambios registrados en el ambiente por causas naturales o antropogénicas.

2) Programas de manejo, diseñados para asegurar el manejo y uso sostenible de los mares y sus recursos de forma ordenada, maximizando el bienestar social y la conservación ambiental.

Valoración económica en sistemas costeros de México

Guadalupe de la Lanza Espino
Instituto de Biología, UNAM

Correo-e: gdlle@unam.mx

Arturo Ruiz-Luna

La ausencia de políticas e instrumentos para evaluar la pérdida o transformación de los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas en México (particularmente la zona costera) ha generado situaciones conflictivas ante eventos provocados por actividades económicas que impactan al ambiente. Dicha omisión limita la asignación de responsabilidades y, por lo tanto, la formulación de mecanismos de recuperación o compensación del daño.

Así, el deterioro de los sistemas costeros del mundo no solo es lamentable por la pérdida de hábitats esenciales para numerosas especies de flora y fauna (incluyendo especies de importancia comercial) sino también por la disminución de funciones y procesos que ocurren en ellos y que son generadores de bienestar para la sociedad.

Estos beneficios, denominados servicios ecosistémicos, se materializan como alimentos, suministro de agua y materiales, mantenimiento de la biodiversidad y la regulación del clima, entre otros.

También pueden ser intangibles, como la producción de oxígeno y el secuestro de carbono, el reciclado de nutrientes; inclusive por la relevancia estética o cultural de estos ambientes.

Sin embargo, la creciente población humana también demanda recursos y servicios provenientes de la naturaleza, generando mayor presión ambiental, con efectos económicos y sociales.

La naturaleza gratuita de muchos de esos servicios ecosistémicos limita su control, por lo que se han propuesto distintas alternativas

para remediarlo. Incluye la restricción de uso y la valoración económica con propósitos de conservación y manejo.

Considerando que los instrumentos legales que actualmente existen (creación y vigilancia de áreas naturales, programas de ordenamiento ecológico y evaluación de impacto ambiental) requieren altos costos para su implementación, se asume que la valoración económica de los servicios ecosistémicos contribuiría a reducir la depreciación del llamado capital natural.

Pese a que existen diversos métodos de evaluación, ninguno se ha aplicado de manera sistemática en ambientes costeros en México.

Al reconocer la ausencia de instrumentos oficiales para evaluar el impacto económi-

co provocado por la transformación y pérdida (deliberada o accidental) de hábitats costeros y, en consecuencia, de los beneficios que ofrecen, se propuso la elaboración de una metodología, con carácter transdisciplinario, para estimar el valor económico (VE) por unidad de superficie por servicio ecosistémico y el valor económico total (VET) por ecosistema.

Para ello se adoptó el sistema de clasificación de los servicios ecosistémicos propuesto por el grupo de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, aún sujeto a discusión pese a su amplio reconocimiento y uso.

Dicho sistema contempla la existencia de servicios de soporte (productividad primaria, formación de suelos), de provisión (pesca, agricultura, leña,

fibras), de regulación (control de clima, inundaciones, depuración de agua) y culturales (sitios espirituales y religiosos, recreación, educacionales).

Con base en la propuesta desarrollada se realizó una experiencia piloto para identificar los ecosistemas (arrecifes, franja litoral, marismas, esteros, manglares, entre otros), que concurren en cinco sistemas representativos de la zona costera en México. Y para posteriormente evaluarlos.

Los sistemas seleccionados fueron: laguna de Términos (Campeche), bahía Magdalena (BCS), sistema lagunar Huizache-Caimanero (Sinaloa), Marismas Nacionales (Nayarit) y el sistema arrecifal de Huatulco (Oaxaca).

Después de identificar los ecosistemas presentes en cada uno de ellos, los especialistas

Xcalak, Quintana Roo





involucrados en la evaluación ponderaron la importancia relativa de cada componente de manera independiente para cada región. Y es que si bien puede existir conexión o relación entre dos o más sistemas, no necesariamente tienen la misma importancia a nivel local, ya sea por su extensión, condición o usos.

Una vez establecida su importancia relativa se determinó el valor económico (VE) como el producto del valor de importancia asignado, multiplicado por el valor monetario que corresponde a una unidad de superficie por unidad de tiempo.

Dicho valor, expresado en dólares americanos normalizados a la economía de 2003, es el promedio de diversas

evaluaciones realizadas con distintos métodos de valoración: precio de mercado, costo de reemplazo, valoración contingente, costo de viaje, entre otros.

De acuerdo con ese procedimiento, el valor económico mínimo se ubicó en nueve dólares por hectárea por año y correspondió al servicio "pesca recreativa" en el ecosistema "lagunas".

En contraparte, el máximo valor (35 mil 034 dólares por hectárea y año) se asignó al servicio "protección contra inundaciones y tormentas", ofrecido por el ecosistema "río". Considerando todos los servicios que ofrece un ecosistema dado y el valor que estos representan, se calculó el valor económico total (VET)

*Santiago Ixcuintla,
Nayarit*

Cacaluta, Oaxaca

como la suma de los valores individuales de los servicios por sistema.

Los resultados de este proceso se asumen como preliminares o demostrativos, pues es necesario contar con especialistas de diversas disciplinas que tengan un adecuado conocimiento del área a valorar. Para el estudio piloto, aunque se contó con representantes de diversas especialidades, no todos conocían a fondo los sistemas costeros involucrados.

Debe resaltarse que, aunque hay carencias de información sobre el valor económico de cada ambiente y servicio, este vacío deberá irse llenando con futuros estudios a nivel local. También podrá hacerse con los resultados de evalua-

ciones realizadas en ecosistemas similares, pero ubicados en distintas latitudes, contando con las adecuadas técnicas de transferencia del valor estimado.

Es claro que el modelo propuesto requiere de ajustes, pero se considera necesario. Inclusive para evaluar daños debidos a eventos climáticos extremos y las consecuencias que de ellos se derivan sobre los ambientes costeros.

También es de utilidad para propósitos de conservación, ordenamiento territorial y con el fin de generar estimaciones sobre posibles impactos negativos causados por actividades humanas, que deban ser reparados y/o sancionados severamente conforme a las leyes existentes sobre la materia.



Guadalupe Barrera-Escorcía
Departamento de Hidrobiología,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Correo-e: gube@xanum.uam.mx

Carlos Leopoldo Fernández-Rendón,
Ana Carla Márquez-Hernández y
Marisol Carlos-Márquez

La contaminación microbiológica en las costas mexicanas

En México, el monitoreo de la calidad sanitaria de las aguas costeras se lleva a cabo con el "Programa de playas limpias". Comprende aquellas que recibirán turistas durante los periodos vacacionales. Éste determina las concentraciones de estreptococos fecales en 66 zonas turísticas de los 17 estados costeros.

Las zonas analizadas son 38 en la costa del Pacífico.

En Baja California Norte: Tijuana, Rosarito, Ensenada, San Felipe.

En Baja California Sur: Loreto, La Paz, Los Cabos.

En Sonora: San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco, Bahía Kino, Guaymas, Huatabampo.

En Sinaloa: Los Mochis, Guasave, Bahía de Altata, Culiacán, Mazatlán, Escuinapa.

En Nayarit: Tecuala, Santiago Ixcuintla, San Blas, Compostela, Bahía Banderas.

En Jalisco: Puerto Vallarta.

En Colima: Manzanillo, Armería, Tecomán.

En Michoacán: Coahuayana, Aquila, Lázaro Cárdenas.

En Guerrero: Ixtapa, Zihuatanejo, Bahía de Acapulco.

En Oaxaca: Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco.

En Chiapas: Tonalá, Tapachula.

En el golfo de México las 28 zonas que se monitorean son:

Tamaulipas: Matamoros, Soto la Marina, Ciudad Madero.

En Veracruz: Veracruz.

En Tabasco: Cárdenas, Paraíso, Centla.

En Campeche: Ciudad del Carmen, Champotón, Campeche, Kalkiní.

En Yucatán: Celestún, Sisal, Progreso, Ixil, Dzempl, Telchac, Sinanché, Yobaín, Dzidzantun, Dzilam Bravo, Ría Lagartos.



En Quintana Roo: Cancún, Isla Mujeres, Riviera Maya, Cozumel, Tulum, Othón P. Blanco

En el 99.5 por ciento de los casos, el agua presenta una calidad adecuada para el contacto directo; sin embargo, el monitoreo tiene un sesgo: únicamente se realiza antes de los periodos vacacionales.

Otro indicador es el grupo de bacterias coliformes fecales de los cuales se sabe que tanto la temporada turística, como la cercanía de los aportes, son relevantes en el aumento en la contaminación microbiológica, particularmente al inicio de la temporada de lluvias.

Solo sobrepasan el límite máximo permisible el 0.47 por ciento de los datos en el Pacífico y el 0.31 por ciento en el Golfo de México. Los estados con mayores concentraciones de estreptococos fecales, (registraron las medianas más altas), son: Guerrero, Nayarit y Veracruz.

Sin embargo, los dos que rebasaron el límite máximo

Lerma, Campeche

permisible en más ocasiones, fueron Guerrero (15 veces) con un máximo de 2 mil 143 nmp/100 mL y Campeche (seis veces) con 880 nmp/100 mL.

Se ha reportado mayor concentración de estas bacterias en las zonas cercanas a las descargas de los ríos. Cabe añadir que los microorganismos también afectan la calidad de los productos pesqueros que se capturan en estos ambientes.

Además de la temperatura, otros factores pueden modificarse como consecuencia del cambio climático. Tal es el caso del pH. Se plantea la posible acidificación del océano ya que es un gran sumidero de carbono.

Actualmente el pH del agua de mar ha disminuido cerca de 0.1 unidades desde el comienzo de la era industrial, pasando de un valor de 8.2 a 8.1.

Los valores de pH que se utilizan para el cultivo de bacterias de riesgo sanitario suelen encontrarse entre 6.8 y 7.4 de pH. La acidificación de las

aguas costeras podría ser favorable para su permanencia.

El cambio climático puede modificar la transmisión estacional y los límites geográficos de distribución de varios patógenos, y así afectar la incidencia de enfermedades. Son los casos del dengue, la malaria y la fiebre amarilla. Las condiciones imperantes en las zonas costeras indican que hay poco manejo de los aportes del agua residual proveniente de las grandes ciudades y de zonas rurales.

Actualmente, la detección de patógenos y sus vectores no se atiende de manera sistemática. Éstos solo se perciben como un problema hasta que se presentan condiciones extremas que generan el riesgo de epidemias.

O bien, cuando la epidemia ya tuvo el brote y existe un importante número de personas enfermas. Lo que se requiere es una vigilancia permanente para garantizar la salud de los ecosistemas y, en no menor medida, la de la población.

Lorena M. Durán-Riveroll
Conacyt - Departamento de Biotecnología Marina,
Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California, México

Correo-e: lduran@conacyt.mx

Christine J. Band-Schmidt,
Yuri B. Okolodkov,
Antonio Almazán-Becerril

Mareas rojas en las costas de México: estado actual y perspectivas

Los florecimientos algales nocivos (FAN), conocidos como “mareas rojas”, son causados por el aumento en la concentración de microalgas o cianobacterias, que habitan normalmente los cuerpos de agua dulce, salobre o marina del planeta.

Durante un FAN, la abundancia de estos microorganismos llega a ser tan alta que en algunas ocasiones se puede observar un cambio en la coloración de la superficie acuática que puede ser rojiza, anaranjada, verde o bioluminiscente que produce un hermoso espectáculo nocturno.

En las últimas décadas se ha registrado un aumento en la

frecuencia, duración, distribución e intensidad de los FAN a nivel mundial. Igualmente en las intoxicaciones humanas producidas por el consumo de peces o mariscos que, a su vez, han consumido a estos microorganismos. Las hipótesis sobre este aumento apuntan hacia el cambio climático global, los impactos de las actividades humanas en los litorales por la producción de bienes y servicios, y por la explotación de los recursos costeros.

La contaminación como factor de los FAN

En el Golfo de México, la mayor parte de los estudios so-

bre FAN se han realizado en los estados de Veracruz y Yucatán. En la primera entidad, los registros de FAN datan de 1792, probablemente por la importancia y uso extendido del puerto. En Yucatán, los eventos más intensos se reportaron en 2001, 2003, 2008 y 2011. De 2001 a 2013 se observó un incremento en la duración de los eventos de FAN desde diez hasta 150.

En el Caribe mexicano, la biomasa de fitoplancton se mantiene baja, lo que implica que los florecimientos algales causados por organismos planctónicos sean raros. No obstante, existen dinoflagelados en los fondos, responsables de producir las toxinas in-

volucradas en la intoxicación por ciguatera, la cual es común en la zona.

En el Pacífico tropical mexicano, uno de los puertos más importantes es Salina Cruz, Oaxaca. En él se encuentra la refinería Antonio Dovalí Jaime, que abastece al suroeste del país. Desde que inició sus actividades en 1979, los efectos negativos de sus descargas en la bahía han sido una preocupación constante de las comunidades locales. Debido a las actividades de este puerto, la mayoría de los estudios de contaminación se han enfocado al análisis de la calidad de los sedimentos que evidencian la contaminación por actividades humanas.

Otro importante puerto comercial de altura en el país es el de Manzanillo, considerado el de mayor movimiento de carga de importación y exportación en Latinoamérica. A pesar de su relevancia portuaria y la visible contaminación en el lugar, no hay estudios sobre su calidad ambiental y de haberlos, es imposible encontrarlos.

En esta región, a pesar del esfuerzo científico, se tienen pocos registros sobre especies formadoras de FAN. Los estudios han sido puntuales y los reportes se concentran principalmente en las regiones donde se concentran los investigadores: las bahías de Manzanillo y Santiago en Colima; la de Acapulco en Guerrero, y zonas puntuales de las costas de Oaxaca y Chiapas.

Esto es preocupante debido a que es una de las regiones donde existe el mayor número de registros de intoxicaciones en humanos por toxinas paralizantes reportadas desde 1976.

Florecimiento algal nocivo de Karenia Brevis, Tamaulipas 2015





El Golfo de California no está exento de problemas ambientales. Se ha propuesto que en la zona existen cuatro impactos principales:

- ▼ Sobrepesca de camarón y algunas especies de peces, incluyendo el alto impacto de la captura incidental debida a la falta de regulación y escaso monitoreo o aplicación de las regulaciones actuales.
- ▼ Variabilidad y cambio climático.
- ▼ Contaminación por actividades económicas y por la presencia de población humana.
- ▼ Daño y/o alteración de hábitat.

De estos cuatro problemas identificados, los que más se han asociado con el desarrollo de FAN son los cambios climáticos y la contaminación por nutrientes. Las principales fuentes de contaminación provienen de descargas de aguas municipales e industriales, escurrimientos de suelos agrícolas, ganaderos y de instalaciones acuíco-

las, así como por nutrientes y pesticidas empleados en la agricultura y contaminantes atmosféricos.

En esta región, los FAN son eventos frecuentes. Se registran intoxicaciones humanas y se relacionan con mortandades de aves, peces, mamíferos marinos y en cultivos de camarón. Los primeros reportes de FAN datan desde la llegada de los españoles en el siglo XVI; sin embargo, fue hasta 1979 que los científicos le dieron mayor atención a su investigación.

El motivo fue que en este año un evento muy extenso causó la intoxicación de varias personas por consumo de moluscos contaminados con toxinas paralizantes en las costas de Sinaloa. En 2015, en el alto Golfo de California un FAN ocasionó el cierre de la pesquería de almeja generosa que contenían altas concentraciones de toxinas paralizantes. Esta veda duró varios meses y afectó de manera importante a la economía local.

Cancún, Quintana Roo

Situación de los FAN en México y su estudio

En nuestro país aún son escasos los estudios sobre FAN, sus causas y consecuencias. Por ello es urgente fortalecer la investigación y las estrategias de monitoreo. Sus impactos socioeconómicos incluyen no solo daños en el ecosistema y mortalidad de especies de importancia biológica. También en el turismo, aumento en el costo de salud pública, en el monitoreo de fitoplancton y de toxinas. Todo ello no se considera en el gasto público. Tampoco se han estudiado las consecuencias económicas.

Sin embargo, está demostrada la presencia de varias especies tóxicas y se cuenta con información sobre los eventos recientes y su posible relación con condiciones hidrológicas y con la contaminación costera. También con registros de mortandades de fauna marina y probables intoxicaciones humanas pero falta establecer con precisión las conexiones

con estos fenómenos, ya que es común que se detecten los efectos una vez que el FAN ha desaparecido.

El establecimiento y seguimiento de programas de monitoreo eficientes y el apoyo a programas de investigación dotará de mayor conocimiento sobre los riesgos y las consecuencias de los FAN en México. Es de extrema importancia facilitar la información necesaria a las comunidades en riesgo y a los trabajadores de los centros de salud para la correcta identificación, registro y tratamiento de intoxicaciones por ficotoxinas, ya que en muchos casos es fácil confundirlas con infecciones bacterianas o virales.

Para prevenir los males antes citados, es necesario el trabajo coordinado con las autoridades de salud, los pescadores, acuicultores y científicos (y entre científicos), para enfrentar y entender los retos que vienen. También, crear programas de investigación nacionales e internacionales, y reforzar los existentes.

Impactos del cambio climático en lagunas costeras mexicanas

Ofelia Castañeda
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa
Correo-e: clo@xanum.uam.mx

Alfonso V. Botello
Raquel Segura Aguilar

Los principales peligros costeros identificados en México vinculados al riesgo de inundación y erosión son el oleaje, la marea de tormenta, el viento, las corrientes y la precipitación pluvial. Tanto por su frecuencia como por su magnitud, los primeros tres son los de mayor impacto.

La vulnerabilidad costera puede ser física, determinada por una combinación de las características geomorfológicas, hidrodinámicas y ambientales; y socioeconómica, en cuyo caso influyen factores como el nivel de marginación de las comunidades, tipo de construcciones, densidad poblacional, etcétera.

En México se deben crear áreas de preservación, permitiendo la conservación de dunas y manglares para evitar muchos de los problemas de erosión que se tienen hoy en día.

El impacto de los fenómenos climáticos hidrometeorológicos extremos (las tormentas, huracanes, ciclones e inundaciones), es uno de los principales factores que influyen en el estado de salud de la zona costera.

Diversos autores reportan que uno de los principales efectos del cambio climático en las lagunas costeras es la variación del patrón hidrológico, fruto de la erosión costera y la penetración de aguas marinas a estos ecosistemas de baja salinidad. Ello incide en las pesquerías, principalmente aquellas que no soportan grandes cambios de salinidad. Es el caso de algunos crustáceos y moluscos (camarones, ostiones y larvas de peces).

El aumento de huracanes también incrementa la sus-



Vista aérea de Barra de Potosí, Guerrero

pensión de sedimentos. Y por ello se abate la penetración de la luz, lo cual disminuye la fotosíntesis y la productividad.

La remoción de los sedimentos también ocasiona la liberación de contaminantes orgánicos e inorgánicos (metales y plaguicidas); igualmente de los microplásticos con la consecuente afectación a la calidad del agua y a las pesquerías de los ecosistemas costeros.

Las especies que logran eludir esos impactos, migran hacia sitios más aceptables, con la consecuente baja en la producción de las lagunas y de las pesquerías locales. Esto trae costos socio-ambientales y económicos para los pobladores y pescadores que obtienen el sustento diario del buen funcionamiento de los sistemas costeros.

El cambio climático es el principal problema ambien-

tal de nuestro tiempo y el mayor desafío que enfrenta la humanidad. Así lo prueba la evidencia científica y porque se viven ya las consecuencias del aumento global de las temperaturas. Las estrategias para enfrentar sus efectos no solo son responsabilidad de los gobiernos, sino de la sociedad en general; todos podemos contribuir con acciones que incidirán en mejorar las condiciones de nuestra vida.

Conservar manglares como adaptación al cambio climático en La Encrucijada

María Gabriela Carranza Ortiz
Consultora independiente
Correo-e: gcarranza7@gmail.com

La Encrucijada, en Chiapas, fue decretada el 6 de junio de 1995 como reserva de la biosfera. Cuenta con superficie marina, terrestre y con dos importantes sistemas lagunares y estuarinos: el de Chantuto-Panzacola y el de Carretas-Pereyra, que aportan gran riqueza pesquera y camaronera.

En la región donde se localiza esta reserva se efectúan tres tipos de actividades económicas fundamentales: la

ganadería, la agricultura y la pesca. Pero La Encrucijada sobresale por tener la cobertura de manglar más extensa de la región y los bosques de manglar más altos en América del Norte: de 20 a 40 metros.

Además se encuentran en muy buen estado de conservación. Sin embargo, está sujeta a diferentes amenazas originadas por eventos hidrometeorológicos extremos (huracanes, tormentas tropicales, vendavales, tempesta-

des y mar de fondo) y por las actividades económicas que se desarrollan ahí.

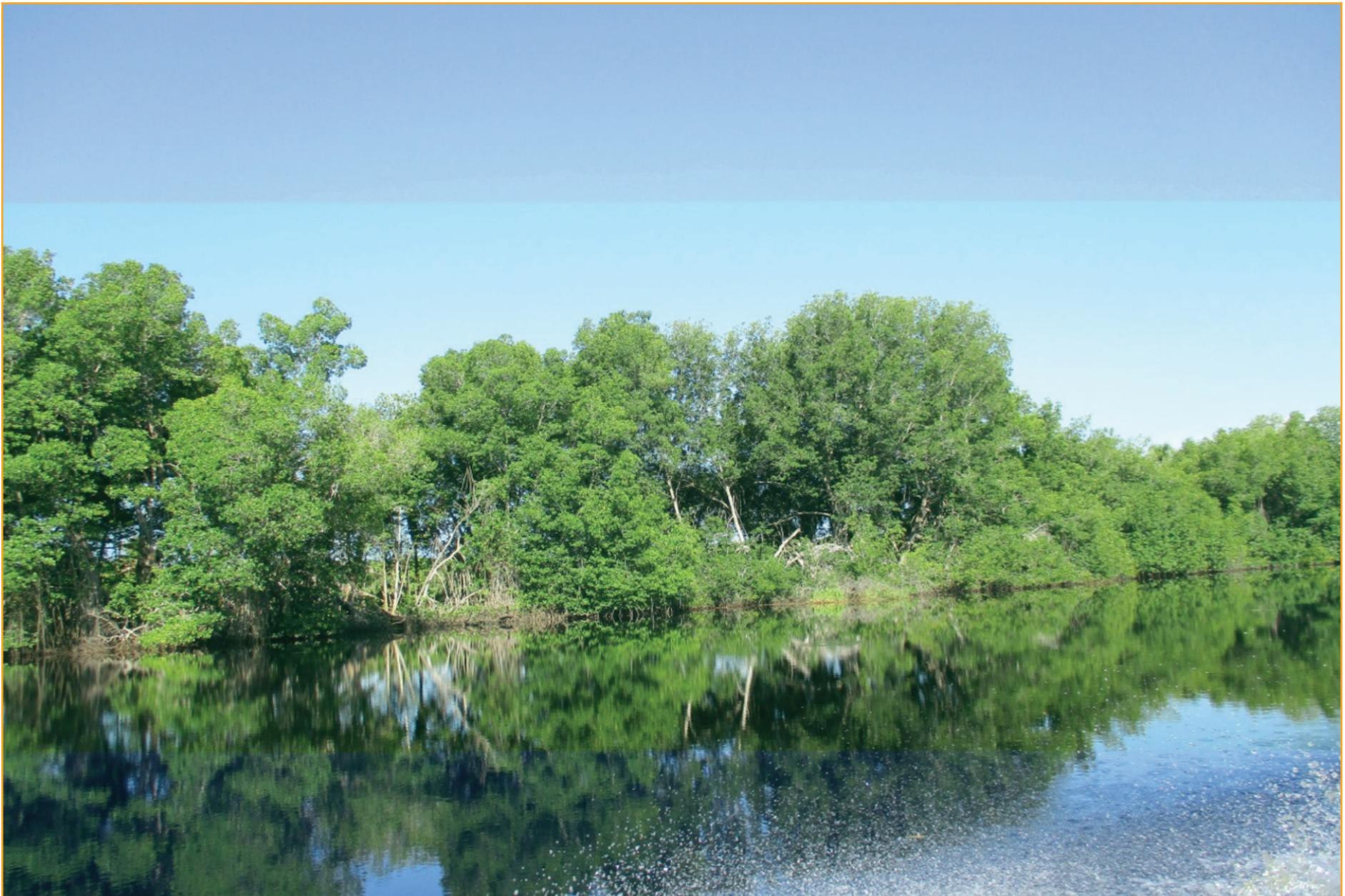
La actividad ganadera en el área de la reserva ha implicado el cambio de los ecosistemas originales de selvas a campo de cultivo y potreros con pastizales.

Su expansión se ha visto limitada solamente por las tierras salitrosas cercanas a las zonas de esteros y manglares. O por las tierras de cultivo dedicadas a la agricultura.

Se han incrementado los eventos hidrometeorológicos más intensos que llegan a la región. Y además existe sedimentación y azolvamiento de las lagunas, esteros, pantanos y manglares de la reserva, los cuales se están magnificando por efecto de los eventos hidrometeorológicos.

En este estudio se trató de determinar el perfil de las comunidades, identificar los problemas a las que se enfrentan; los principales even-

Reserva de La Encrucijada, Chiapas.
Foto: María Gabriela Carranza Ortiz





tos hidrometeorológicos a los que se encuentra expuesta la región. Además de los servicios ambientales de protección que les ha brindado el manglar de la reserva.

El trabajo permitió realizar una revisión de todos esos peligros en La Encrucijada y generar conocimiento en cuanto a la percepción social que las comunidades tienen de los servicios ambientales relacionados con protección a eventos hidrometeorológicos extremos; conocer la apropiación que realizan los pobladores de sus recursos, y saber si las comunidades están dispuestas a realizar acciones que promuevan la conservación de estos ecosistemas. Y con ello, adaptarse a condiciones de variabilidad y cambio climático.

En el diagrama se presentan los resultados obtenidos sobre las amenazas y la percepción del riesgo en la reserva de La Encrucijada:

De acuerdo a la figura, siete de los nueve sitios analizados (San José, Hueyate, Palmarcito, Zapotal, Boquerón, Pampa Honda y Zacapulco) se clasificaron dentro del rango de vulnerabilidad costera moderada y dos en alta vulnerabilidad: La Lupe y Chochuital). Un

hecho importante es que los habitantes de la reserva están convencidos de los servicios de protección que les brinda el manglar y de los beneficios que reciben al conservarlo.

En este sentido, los estudios de percepción social a nivel local permiten determinar las necesidades de las comunidades y detectar sus preocupaciones principales. Esto resulta muy útil a la hora de es-

La Encrucijada,
Chiapas
Foto: Internet
Conanp

Diagrama elaborado
por María Gabriela
Carranza Ortiz

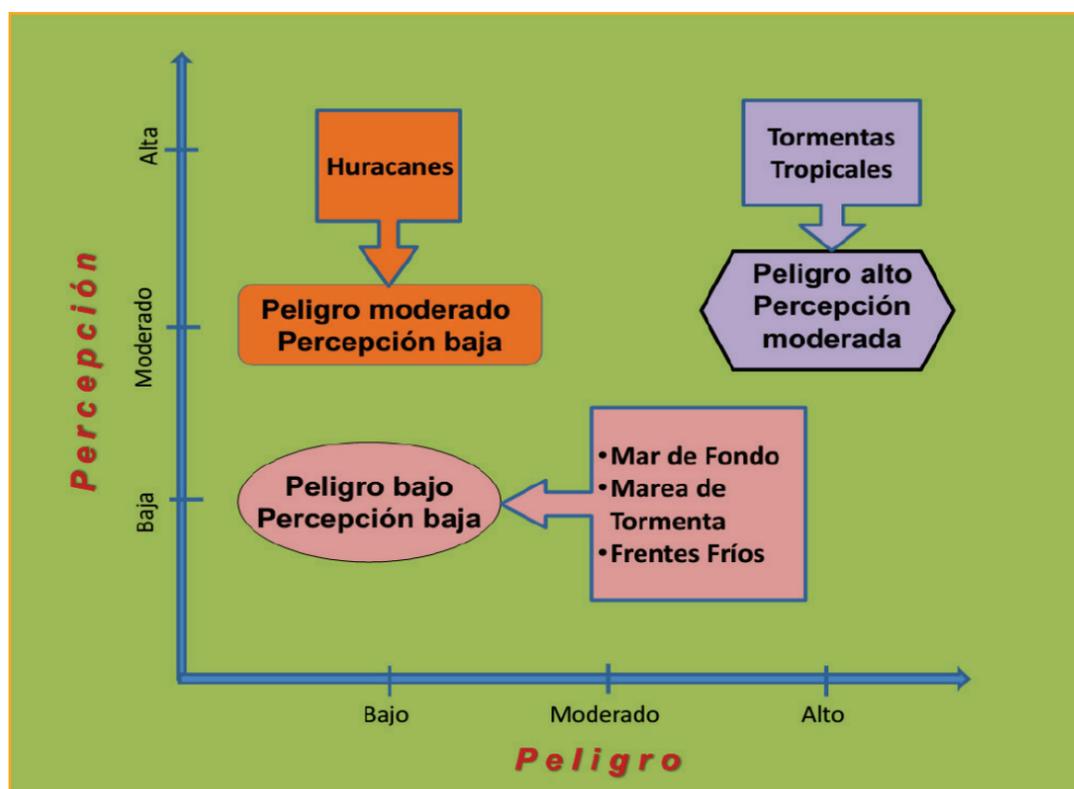
tablecer medidas para resolver los problemas que se pueden presentar por cambios en el uso del suelo, destrucción de recursos naturales. O por fenómenos meteorológicos.

En cuanto a la vulnerabilidad social, los nueve sitios que fueron analizados se clasifican como de vulnerabilidad moderada. La desigualdad económica fue baja en todos los casos.

En cuanto a la percepción de los servicios ambientales que brinda el manglar, la población encuestada identificó claramente que los manglares les brindan un servicio de protección contra los efectos de los eventos hidrometeorológicos. Por vientos (99 por ciento), mar de fondo (97 por ciento), inundaciones (89 por ciento) y marea de tormenta (81 por ciento).

La reducción de la vulnerabilidad costera a través de la conservación y la restauración de los manglares, es una medida eficaz contra los eventos hidrometeorológicos extremos mencionados. Los estudios realizados en México muestran que los manglares son un sistema natural capaz de producir una amplia gama de bienes y servicios para la conservación de la zona costera y las poblaciones.

Sin embargo, no se ha explorado la evaluación de los aspectos ecológicos y socio-económicos, muy relevantes para el bienestar de la población y que permiten establecer medidas de adaptación a largo plazo. Máxime teniendo en cuenta los efectos negativos provenientes del cambio climático.



S eñal de alarma: hidrocarburos policíclicos en el Golfo y el Caribe

Laura Georgina Calva Benítez
Departamento de Hidrobiología,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Correo-e: cblg@xanum.uam.mx
María del Rocío Torres Alvarado
Alfonso V. Botello

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son contaminantes orgánicos persistentes que se producen tanto de forma natural (combustible fósil e incendios forestales) y como resultado de actividades humanas al quemar combustibles fósiles o madera, y la producción, transporte y uso de combustibles y petróleos.

La fuente industrial de dichos hidrocarburos (o alcanos) contaminantes es el petróleo junto con el gas natural que lo acompaña. Una segunda fuente antropogénica potencial de alcanos la compone otro combustible fósil: el carbón. Asimismo, los principales productos del petróleo refinado son transportados e introducidos al ambiente marino y estuarino. Estos incluyen la gasolina, el queroseno, combustibles para aviones, aceites combustibles, aceites lubricantes, diesel, ceras y asfaltos.

Su principal impacto se centra en que varios de ellos tienen un potencial tóxico, mutagénico y carcinogénico en diversos organismos. Los hidrocarburos aromáticos policíclicos fueron incluidos en la lista de los compuestos orgánicos persistentes dentro del Convenio de Estocolmo en el año 2003.

Las investigaciones que nos ocupan en los sistemas costeros incluyeron desde el estero del río Pánuco y laguna Pueblo Viejo en Tamaulipas; las lagunas Tamiahua, Tampamachoco, Grande-Chica, Salada, El Llano, Mancha, Mandinga y Sontecomapan en Veracruz; en Tabasco el sistema lagunar Carmen, Machona y Mecocán; laguna de Términos en Campeche y en Quintana Roo se tiene río Hondo, laguna Xca-

lak, laguna Santa Rosa, la costa maya desde Belice hasta Mahual y banco Chinchorro.

En este estudio se muestran los estados de la república mexicana que cuentan con un mayor número de estudios sobre sistemas costero lagunares en los últimos veinticinco años. Los encabeza Veracruz, pero los mayores niveles promedio de concentración de microgramos por gramo ($\mu\text{g/g}$) de hidrocarburos aromáticos policíclicos estuvieron en Campeche $21.19 \mu\text{g/g}$. Luego está Veracruz con $6.17 \mu\text{g/g}$, Tamaulipas $2.23 \mu\text{g/g}$ y Tabasco $1.37 \mu\text{g/g}$.

En el Caribe mexicano el promedio fue de $2.07 \mu\text{g/g}$. La sola presencia de los hidrocarburos del petróleo en sedimentos de los arrecifes coralinos y lagunas costeras en estas zonas es una señal de alarma.

Las mayores concentraciones promedio para las lagunas analizadas fueron: la de Términos, Campeche, con $52.1 \mu\text{g/g}$; en la de Sontecomapan $11.7 \mu\text{g/g}$, y en La Mancha, Veracruz, $6.73 \mu\text{g/g}$.

En el Caribe mexicano la laguna Santa Rosa destacó con $3.35 \mu\text{g/g}$; la costa maya con $2.51 \mu\text{g/g}$ aunado al hecho de haber detectado en banco Chinchorro $2.35 \mu\text{g/g}$.

En la plataforma continental sobresalen las concentraciones de hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos de Tamaulipas con $4.5 \mu\text{g/g}$; luego la de Veracruz ($1.85 \mu\text{g/g}$); y por último la de Tabasco, con menores promedios: $0.95 \mu\text{g/g}$.

Los organismos en los que se han realizado más estudios de hidrocarburos aromáticos policíclicos son los moluscos (bivalvos) *Crassostrea spp.* con



Agua contaminada con hidrocarburos del petróleo en el río Coatzacoalcos, Veracruz

Foto: Laura Georgina Calva Benítez

un promedio de $4.04 \mu\text{g/g}$; y en *Brachidontes spp.* con $11.03 \mu\text{g/g}$.

También en macroalgas (clorofitas y rodofitas) con un promedio de $31.48 \mu\text{g/g}$, y en algunas especies de pastos marinos con $73.10 \mu\text{g/g}$.

Todo lo anterior revela la necesidad de emplear varios tipos de bioindicadores para poder establecer los mecanismos de bioacumulación y biomagnificación que se llevan a cabo en estos sistemas tropicales de nuestro país.

En otro estudio se relacionaron las concentraciones altas de HAP en sedimentos con el transporte atmosférico de los mismos. Los autores plantearon que no se puede descartar el origen de los hidrocarburos fósiles vía el transporte atmosférico desde una de las zonas industriales más importantes del país. Se trata de uno de los complejos petroquímicos más grandes de Latinoamérica: el de Cosoleacaque-Minatitlán-Coatzacoalcos.

Hay que mencionar que los hidrocarburos aromáticos policíclicos se originan también por quema de vegetación: bosques, manglares, pastiza-

les, etc. Es un asunto que se debe analizar a detalle en los ambientes costeros. Más ahora que con el cambio global las temperaturas se incrementan cada año y con ellas los incendios naturales y algunos otros provocados.

Desafortunadamente se redujeron los presupuestos destinados a la Comisión Nacional de Áreas Forestales, Conafor, la cual debe tener a su cargo los trabajos de investigación sobre el tema citado.

Por lo anterior y como el gobierno mexicano prioriza la industria de refinación y extracción de petróleo, se debe impulsar la investigación científica sobre la contaminación por hidrocarburos aromáticos policíclicos en las costas del Golfo de México y Caribe mexicano. Y además, regular el turismo de sol y playa, lo cual no se hace en ninguna porción de la franja litoral. En paralelo, debe fomentarse el ecoturismo. Esa regulación evitaría que cada día se reduzcan más las áreas ocupadas con pastos marinos y manglares, lo cual tiene repercusiones ecológicas y económicas muy desfavorables.

Pros y contras de los sistemas generadores de energía

Alfonso Vázquez Botello
 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
 Correo-e: gataponcho2015@gmail.com
Susana Villanueva F.

En México, la Secretaría de Energía (Sener) lleva a cabo el Plan Nacional de Energía que contempla el uso de energías alternas además de la producida por los combustibles fósiles a fin de cumplir con la demanda nacional de tan vital servicio.

Desde sexenios anteriores se dedica una gran cantidad del presupuesto nacional para la exploración y explotación de la energía fósil (hidrocarburos) además de otras de tipo renovable como la eólica, solar, mareomotriz, termoeléctrica, geotérmica, hidroeléctrica y la de biomasa. De ellas, presentamos a continuación sus ventajas y desventajas como posibles alternativas al empleo de la energía fósil.

Planta hidroeléctrica en el estado de Puebla

1-Energía hidroeléctrica	
Ventajas ✓	Desventajas ✗
No requiere combustible, sino que usa una forma renovable de energía.	Los costos de capital por kilovatio son muy altos.
Es limpia, pues no contamina ni el aire ni el agua.	
A menudo puede combinarse con otros beneficios, como riego, protección contra las inundaciones, suministros de agua, caminos.	
Los precios de mantenimiento y explotación son bajos.	
La turbina hidráulica es una maquina sencilla, eficiente y segura que puede ponerse en marcha y detenerse con rapidez, y requiere poca vigilancia.	
El mayor desarrollo hidroeléctrico de México con 4 mil 800 MW, se localiza en la cuenca del río Grijalva y está integrado por las centrales Angostura (Belisario Domínguez), Chicoasén (Manuel Moreno Torres), Malpaso y Peñitas (Ángel Albino Corzo), cuenca del río Balsas, incluye las centrales Caracol (Carlos Ramírez Ulloa), Infiernillo y la Villita (José María Morelos).	





Cerro Prieto, Mexicali,
Baja California

2-Energía geotérmica o geotermoeléctrica

Ventajas ✓	Desventajas ✗
Es una fuente que evitaría la dependencia energética del exterior.	En ciertos casos la emisión de ácido sulfhídrico es letal en concentraciones elevadas.
Los residuos que produce son mínimos y ocasionan menor impacto ambiental que los originados por el petróleo o el carbón.	Contaminación de aguas próximas con sustancias como arsénico y amoníaco.
Sistema de gran ahorro, tanto económico como energético.	
Ausencia de ruidos exteriores.	Contaminación térmica.
Los recursos geotérmicos son mayores que los recursos de carbón, petróleo, gas natural y uranio combinados.	
No está sujeta a precios internacionales, sino que siempre puede mantenerse a precios nacionales o locales.	Deterioro del paisaje.
El área de terreno requerido por las plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas. No requiere construcción de represas, tala de bosques, ni construcción de tanques de almacenamiento de combustibles.	No se puede transportar como energía primaria.
La emisión de CO ₂ , con aumento de efecto invernadero, es inferior al que se emitiría para obtener la misma energía por combustión.	No está disponible más que en determinados lugares.

En México, el mayor aprovechamiento de esta energía se ubica cerca de Mexicali, Baja California, en la central Cerro Prieto con 720 MW y representa 75 por ciento de la capacidad geotérmica instalada. El 25 por ciento restante se encuentra en Los Azufres, Michoacán, Humeros, Puebla y Tres Vírgenes, Baja California Sur.



3-Energía eólica

Ventajas ✓	Desventajas ✗
Es renovable pues tiene su origen en procesos atmosféricos debido a la energía que llega a la Tierra procedente del Sol.	Generalmente se combina con centrales térmicas, lo que lleva a pensar que realmente no se ahorren demasiadas emisiones de dióxido de carbono.
Es una energía limpia ya que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes.	
No requiere una combustión que produzca dióxido de carbono (CO ₂), por lo que no contribuye al incremento del efecto invernadero ni al cambio climático.	El impacto paisajístico es una nota importante debido a la disposición de los elementos horizontales que lo componen y la aparición de un elemento vertical, como es el aerogenerador.
Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines. Por ejemplo, en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas y muy empinadas para ser cultivables.	
Puede convivir con otros usos del suelo. Por ejemplo, prados para uso ganadero o cultivos como trigo, maíz, papa, remolacha.	Producen el llamado "efecto discoteca": aparece cuando el sol está por detrás de los molinos y las sombras de las aspas se proyectan con regularidad sobre los jardines y las ventanas, parpadeando de tal modo que la gente denominó este fenómeno "efecto discoteca".
Crea un elevado número de puestos de trabajo en las plantas de ensamblaje y las zonas de instalación.	
Su instalación es rápida, entre cuatro y nueve meses.	Esto, unido al ruido, puede llevar a la gente hasta un alto nivel de estrés, con efectos de consideración para la salud. No obstante, la mejora del diseño de los aerogeneradores ha permitido ir reduciendo el ruido que producen.
Permite ahorrar combustible en las centrales térmicas y/o agua en los embalses de las centrales hidroeléctricas.	
Su utilización combinada con otros tipos de energía, habitualmente la solar, permite la autoalimentación de viviendas, terminando así con la necesidad de conectarse a redes de suministro.	La apertura de pistas y la necesidad de operarios en los parques eólicos hace que la presencia humana sea constante en lugares hasta entonces poco transitados. Ello afecta también a la fauna.
Posibilidad de construir parques eólicos en el mar, donde el viento es más fuerte, más constante y el impacto social es menor, aunque aumentan los costos de instalación y mantenimiento.	

Notas sobre la energía eólica

Debido a la falta de seguridad en la existencia de viento, la eólica no puede ser utilizada como única fuente de energía eléctrica. Por lo tanto, para salvar los "valles" en la producción de dicha energía es indispensable un respaldo de las convencionales (centrales de carbón o de ciclo combinado, por ejemplo, y más recientemente de carbón limpio). Sin embargo, cuando respaldan la eólica, las centrales de carbón no pueden funcionar a su rendimiento óptimo.

Aspectos medioambientales

Al comienzo de su instalación, los lugares seleccionados para ello coincidieron con las rutas de las aves migratorias o zonas donde las aves aprovechan vientos de ladera, lo que hace que entren en conflicto los aerogeneradores con aves y murciélagos.

Afortunadamente los niveles de mortandad de la fauna son muy bajos en comparación con otras causas. Los estudios de impacto ambiental necesarios para el reconocimiento del plan del parque eólico tienen en consideración la situación ornitológica de la zona.

Además, dado que los aerogeneradores actuales son de baja velocidad de rotación, el problema de choque con las aves se reduce.

No obstante, la mejora del diseño de los aerogeneradores ha permitido ir reduciendo el ruido que producen.

México cuenta con la central eólica de La Venta, Oaxaca, a 30 kilómetros al noroeste de la ciudad de Juchitán. Fue la primera planta eólica integrada a la red en México y en América Latina. También cuenta con la central eólica de Guerrero Negro, Baja California Sur. Se ubica en las afueras de Guerrero Negro, dentro de la zona de reserva de la biosfera de El Vizcaíno. Consta de un solo aerogenerador.

4-Energía eólica de mar

Ventajas ✓	Desventajas ✗
Tienen una vida útil mayor.	Los costos de construcción de los aerogeneradores en el mar son mayores.
El viento en el mar es mucho más constante que en tierra y se ve menos sujeto a variaciones y a épocas del año con lo que la producción eléctrica está menos supeditada a estos imprevistos.	
La velocidad del viento es constante. No experimenta cambios debido a la ausencia de obstáculos que la ralenticen o varíen su dirección.	
Es menos turbulento ya que la variación de temperaturas de las capas de aire en el mar es menor.	
Tienen un periodo de trabajo más alto gracias a la constancia del viento mencionada anteriormente.	
Actualmente no existen turbinas eólicas de mar en México.	

*Gode Wind 1, 2 y 3 son parques eólicos marinos situados al noroeste de Norderney en el sector alemán del Mar del Norte. Son propiedad de Ørsted. Las fases 1 y 2 de Gode Wind están operativos, mientras que Gode Wind 3 se está construyendo todavía.
Referencia; <https://elperiodicodelaenergia.com/los-10-mayores-parques-eolicos-marinos-del-mundo/>*



5-Energía de biomasa

Ventajas ✓	Desventajas ✗
Produce una menor cantidad de gases nocivos de efecto invernadero, a diferencia de los que generan otros combustibles fósiles.	Para la cantidad de espacio que se requiere, se necesita una gran cantidad de tierra y agua para que algunos cultivos se produzcan. Y cuando han crecido, el producto requiere una gran cantidad de espacio de almacenamiento antes de convertirlo en energía.
Esta energía produce menos carbono en comparación con otros sistemas.	Ésta no es totalmente limpia, pues produce pequeñas cantidades de gases de efecto invernadero, aunque los niveles son menores que los derivados de los combustible fósiles.
Un beneficio al medio ambiente es que produce niveles más bajos de dióxido de azufre, componente principal de la lluvia ácida.	Su producción es bastante cara, con costos que incluyen el pago de gran cantidad de mano de obra y el transporte. Y es que este tipo de energía se debe de producir cerca de donde se obtiene la fuente.
Es fácilmente sostenible si los productos agrícolas son cultivados y gestionados con eficacia. Y está disponible dondequiera que las plantas pueden ser cultivadas.	
Una ventaja adicional es que puede ser utilizada para diferentes propósitos, incluyendo la producción de calor, combustible para autos y la generación de electricidad.	
<p>En México, opera una central en la que se utiliza el biogás producido en el relleno sanitario del Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos Sólidos, en el municipio de Salinas Victoria (Nuevo León), la cual cuenta con un permiso de cogeneración con capacidad de 17 MW. Este tipo de proyectos ha motivado el interés de otros municipios en diferentes estados del país. Se espera que en el mediano plazo, centrales generadoras similares se conecten a la red del servicio público de energía eléctrica.</p>	

6-Energía solar

Ventajas ✓	Desventajas ✗
La más importante es que no daña al medio ambiente y no contribuye al cambio climático.	Los paneles almacenan energía solo durante el día.
Los paneles solares no emiten contaminación. Solo en las fábricas durante su producción.	
Frente a otras energías, ésta es la menos ruidosa.	Los costos iniciales de instalación de un sistema de energía solar pueden ser altos comparados con otras alternativas. Sin embargo, como se señaló en el apartado de ventajas, no existen costos posteriores, por lo que la inversión inicial se recupera rápidamente.
Los parques de esta energía se encuentran lejos de grandes núcleos de población.	
Es mucho más económico colocar paneles solares que la inversión que supone poner cables de tensión.	Para algunas familias los costos iniciales pueden ser un obstáculo importante. Por eso en muchos países existen apoyos gubernamentales y esquemas de financiamiento.
El uso combinado de energía solar con la red eléctrica permite acceder a tarifas preferenciales.	
<p>En México, en Santa Rosalía, Baja California Sur, y en Cerro Prieto, Mexicali, se encuentran en proceso dos proyectos solares fotovoltaicos con capacidad de 1 y 5 MW respectivamente.</p>	



7-Energía olamotriz y mareomotriz

Ventajas ✓	Desventajas ✗
Autorrenovable.	Impacto visual y estructural sobre el paisaje costero.
No contaminante.	Localización puntual.
Silenciosa.	Dependiente de la amplitud de mareas.
Bajo costo de materia prima.	Traslado de energía muy costoso.
No concentra población.	Efecto negativo sobre la flora y la fauna.
Disponibles en cualquier clima y época del año.	Limitada.

En Baja California, la Comisión Federal de Electricidad realizó trámites ante la Secretaría de Energía (Sener), para realizar un proyecto piloto.

8-Energía adquirida

Importar energía de fuentes generadoras distantes, reduce o prácticamente anula los impactos ambientales medibles en el ambiente. Sin embargo, por su costo e implicaciones, importar energía del extranjero no es una alternativa viable ni razonable para la acción propuesta en términos estratégicos y económicos.

Alternativas de energía renovables

Actualmente, las fuentes renovables representan una alternativa con un extenso potencial para disminuir la dependencia global en el consumo de combustibles fósiles.

Igualmente, la necesidad de implementar tecnologías de generación libres de emisiones de gases efecto inver-

nadero (GEI), además de la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles, permitirá que se expanda el mercado mundial de las fuentes de energía renovable.

Las siguientes energías son posibles reemplazos de la que hoy predomina en México: hidroeléctrica, geotérmica, eólica terrestre, eólica marina, biomasa, solar, mareomotriz y la adquirida.

Algunas alternativas de energía renovable como la eólica, olamotriz y mareomotriz, tienen muy pocos impactos operacionales. Otras, como la combustión de biomasa y energía hidroeléctrica convencional, pueden tener impactos operacionales convencionales.

Por lo tanto, el aumento del consumo de combustibles fósiles implícito en la

creación de nuevas plantas termoeléctricas convencionales, carboeléctricas o de ciclos combinados, así como el incremento de la capacidad de producción actuales en estas plantas, ocasiona problemas ambientales, económicos y sociales. Dicho incremento no resulta razonable como alternativa de reemplazo de la producción de la energía.