

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

CRISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS EN COSTA RICA



Editorial
Enfrentando la crisis de los ecosistemas
marinos y costeros en Costa Rica

Jorge Jiménez
Problemática marino-costera en Costa
Rica y necesidad de planificación

Ana Fonseca
Arrecifes coralinos y pastos marinos
en Costa Rica. Factores de deterioro
y acciones de protección

Álvaro Morales
Situación de algunos ecosistemas
costeros costarricenses. Necesidad
de una gestión integrada

Carmen González
Situación de las áreas marino-
costeras en Costa Rica

Andrea Montero
Esfuerzos de conservación marina
en Costa Rica

Juan J. Alvarado
Sobrepoblación de erizos de mar
en bahía Culebra: síntoma de mal
estado de conservación

Enrique Ramírez
Pesca responsable para recuperar el
capital natural del mar

Viviana Gutiérrez
Urgen reformas legales contra el
aleteo del tiburón

Eddy Gómez
Contaminación costera en Costa Rica

OTROS TEMAS

Osvaldo Durán:
Oferta eléctrica en Costa Rica:
el mercado dicta las reglas

Juan C. Torchia-Núñez
El mito del ahorro de energía. Energía,
fuentes y entropía

AMBIENTICO

Revista mensual sobre la actualidad ambiental

CRISIS DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS EN COSTA RICA



Director y editor: Eduardo Mora

Consejo editor: Manuel Argüello, Gustavo Induni, Wilberth Jiménez, Luis Poveda

Asistencia y administración: Rebeca Bolaños

Diseño, diagramación e impresión: Programa de Publicaciones, UNA

Fotografía: www.galeriaambientalista.una.ac.cr

Teléfono: 2277-3688. Fax: 2277-3289

Apartado postal: 86-3000, Costa Rica

Correo electrónico: ambientico@una.ac.cr

Sitio web: www.ambientico.una.ac.cr

Fotografía de portada: Alfredo Huerta

Descripción: Tamarindo, Costa Rica



Sumario

Editorial

Enfrentando la crisis de los
ecosistemas marinos y costeros en
Costa Rica **2**

Jorge Jiménez

Problemática marino-costera en Costa
Rica y necesidad de planificación **4**

Ana Fonseca

Arrecifes coralinos y pastos marinos
en Costa Rica. Factores de deterioro
y acciones de protección **9**

Álvaro Morales

Situación de algunos ecosistemas
costeros costarricenses. Necesidad
de una gestión integrada **16**

Carmen González

Situación de las áreas marino-
costeras en Costa Rica **27**

Andrea Montero

Esfuerzos de conservación marina
en Costa Rica **32**

Juan J. Alvarado

Sobrepoblación de erizos de mar
en bahía Culebra: síntoma de mal
estado de conservación **35**

Enrique Ramírez

Pesca responsable para recuperar
el capital natural del mar **42**

Viviana Gutiérrez

Urgen reformas legales contra el
aleteo del tiburón **47**

Eddy Gómez

Contaminación costera en Costa Rica **51**

OTROS TEMAS

Oswaldo Durán:

Oferta eléctrica en Costa Rica:
el mercado dicta las reglas **56**

Juan C. Torchia-Núñez

El mito del ahorro de energía. **63**
Energía, fuentes y entropía

Enfrentando la crisis de los ecosistemas marinos y costeros en Costa Rica

En el último tiempo, en Costa Rica es notablemente creciente la preocupación por la problemática de los ecosistemas marinos y costeros por parte de los ambientalistas. Desasosiegos ante otros “desarreglos” del ambiente nacional (como por ejemplo el de la cobertura forestal, o el de los otros usos del suelo asociados con peligrosas tecnologías) no es que hayan desaparecido de las agendas del ambientalismo costarricense, pero en el actual momento ya no son tan palpitantes como la cuestión marino-costera. De aquellos otros temas, y de muchos más, muy diversas instituciones públicas se han venido encargando desde hace décadas con mayor o menor tino, en gran medida por la tenaz y vieja presión ambientalista -nacida hace casi medio siglo-. Presión que ante la particular problemática marino-costera no ha sido significativa sino desde entrados los años noventa, cuando se hizo notar virulentamente la crisis nacional de la pesca y, en general, de los ecosistemas marinos y costeros (por sobrepesca deliberada, por pesca incidental, por destrucción de hábitats, por contaminación). Las acciones estatales protectoras de los recursos marino-costeros (legislación, establecimiento de áreas protegidas), existentes desde mucho antes de tal crisis, fueron lo suficientemente débiles y poco respetadas como para que ella ocurriera.

Respecto de los ecosistemas marinos y costeros no solo es observable una preocupación en ascenso por parte de los ambientalistas sino, también, es constatable la acción conjunta, cada vez más eficaz, de varias organizaciones no gubernamentales y, asimismo, la acción coordinada de ellas con el Gobierno, con consecuentes y cuantificables logros.

En el sexenio que va de 1997 a 2002 nacieron en Costa Rica las tres quizás más importantes organizaciones que velan por la conservación y el uso sostenible de los recursos marino-costeros: Promar, Pretoma y Marviva, esta última de alcance internacional (actúa en tres países), con muy cuantiosa financiación externa y sólida estructura, lo que la hace particularmente eficaz en la defensa de los recursos marino-costeros en general; las otras dos con apoyos internacionales mucho más escasos y mayormente enfocadas en la protección de ciertas especies animales. Y, en la década siguiente a tal sexenio -o sea, entre 2003 y 2012-, la actividad tendiente a la protección de los ecosistemas marinos y costeros por parte de organizaciones ambientalistas (las mencionadas y varias más), de entidades académicas (destaca Cimar, de la Universidad de Costa Rica) y de instancias gubernamentales, se intensificó grande y ascendentemente, desplegándose en forma de estudios (v.g. el realizado en el marco de Grúas II), en forma de comisiones permanentes de trabajo (como la Interdisciplinaria Marino Costera de la ZEE), también en forma de propuestas y puesta en práctica de nuevas normas legales (la más reciente es el decreto ejecutivo contra el aleteo de tiburones), asimismo en forma de trazado de orientaciones para la acción conservacionista (materia en que destaca la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica) e incluso en forma de creación de nuevas e importantes instancias gubernamentales (en esto descolla la instauración del Viceministerio de Mar y Aguas).

La madurez de la conciencia ambientalista en el país, las desarrolladas

destrezas en la defensa del ambiente por parte de organizaciones no gubernamentales, el relativo alto rigor y vigor de la investigación científica del ambiente nacional, y también la influencia de diversas entidades gubernamentales, intergubernamentales y privadas externas, han hecho posible empezar a enfrentar exitosamente la problemática de los ecosistemas marinos y costeros en Costa Rica. Ya se observan los primeros resultados. Ciertamente es que la crisis marino-costera sigue rampante, pero ahora se le vislumbra reversible en el mediano plazo: muchas vías de solución están planteadas y consensuadas y otras bastante esbozadas; los estudios prosperan y proliferan; el Gobierno es cada día más receptivo y se afinan poco a poco sus instituciones e instrumentos normativos pertinentes; las organizaciones ambientalistas competentes son más hábiles y fuertes; los pescadores artesanales organizados hacen que se les sienta, y hay consenso en que es clave concertar más entre todos para avanzar.

Cabe suponer que sin la aguda crisis de los ecosistemas marinos y costeros, empezada en los años noventa, las organizaciones ambientalistas enfocadas en esa problemática hoy no existirían, o no tendrían la beligerancia y efectividad que ahora muestran, y el Gobierno seguiría preso de su burocrática inercia. Si aún como sociedad no somos capaces de una relación con la naturaleza exenta de crisis, por lo menos ojalá pudiéramos en lo sucesivo otearlas cuando se están gestando, cuando los ecosistemas mandan las primeras señales de su agotamiento, y tuviéramos la claridad intelectual, las agallas y la rectitud para hacer lo necesario a fin de abortarlas.



Biólogo. Director
general de la
Fundación MarViva.

Problemática marino- costera en Costa Rica y necesidad de planificación

..... || **Jorge Jiménez**



Los mares y costas de Costa Rica apenas hace pocas décadas llamaron la atención de la población. Una nación forjada en montañas y valles veía a sus mares y costas con indiferencia. Por algunos de sus escasos puertos se importaba y exportaba mercancías a Europa y Estados Unidos y, antaño, por muchos sitios ingresaban piratas y plagas a perjudicar el país.

No fue sino hasta hace seis décadas que la actividad pesquera inició incipientemente sus actividades en el área del golfo de Nicoya. A finales de la década de los años cincuenta el consumo per cápita de productos pesqueros en el país no alcanzaba ni un kilo anual, y los productos importados dominaban el mercado. Gradualmente, la captura de pescado, y especialmente camarones, empezó un rápido crecimiento, respondiendo a una creciente demanda del mercado de EU.

Durante los siguientes veinte años, el sector pesquero creció vertiginosamente, ayudado en gran medida por incentivos financieros, exoneraciones de impuestos, certificados de abono tributario, subsidios de combustible y una decisión tácita de los gobiernos de abandonar en manos de los



[Volver al índice](#)

empresarios pesqueros la explotación del recurso pesquero. Para la década de los ochenta las pesquerías de arrastre alcanzaron su época de oro, con más de 5.000 TM de camarón extraídos anualmente. La sobreexplotación de especies costeras de camarón era compensada con la explotación de una nueva especie de aguas más profundas, permitiendo un sostenido incremento de las descargas. Ya para inicios de la década de los noventa solo quedaban disponibles las especies de profundidad y, luego de acabar con ellas, el sector camaronero inició una vertiginosa caída, disminuyendo no solo el número de embarcaciones operando sino también las descargas, que no llegan actualmente a las 1.000 TM.

La pesca de escama mostró un comportamiento similar pero más retrasado; la sobreexplotación de las poblaciones de peces costeros fue gradualmente sustituida en los noventa con pesca de pelágicos de mar adentro. El país alcanzó el máximo de desembarcos cerca del año 2000, cuando la flota nacional desembarcó cerca de 30.000 TM. A partir de esta fecha la cantidad de pescado desembarcado ha disminuido gradualmente y actualmente alcanza apenas las 15.000 TM.

El colapso del sector pesquero ha venido a afectar a miles de pescadores que han visto reducir su captura, mientras los precios por kilo en valor actual neto son menores a los recibidos hace 10 años. La pesca de tiburón, que representa el cuarenta por ciento del pescado comercializado en el país, denota el profundo impacto

que se ha venido produciendo en las cadenas alimenticias del mar. Se trata, pues, tanto de un problema ecológico como de una crisis socioeconómica.

El desarrollo urbano y agrícola del país ha venido produciendo también su impacto, particularmente en la zona costera y estuarina, de alto valor para las pesquerías. La contaminación por agroquímicos, materia fecal y metales pesados ha venido en aumento. Aunque solo se han hecho mediciones puntuales y de corto plazo, el panorama que se está construyendo es claro: la zona costera está siendo contaminada por las actividades humanas que se desarrollan en las cuencas hidrográficas. Mortalidades masivas de peces y tortugas y mareas rojas más frecuentes y prolongadas indican que la contaminación en ciertas épocas del año alcanza niveles superiores a la capacidad del sistema de reciclar estos contaminantes.

Al mismo tiempo, otros usos empiezan a afectar nuestras costas. La proliferación de desarrollos turísticos impacta nuestras playas y áreas costeras. La navegación marítima ha aumentado significativamente y docenas de proyectos de nuevas marinas se encuentran en trámite.

La multiplicación de actividades de aprovechamiento del mar y de usuarios de él -asociados al aumento poblacionales creciente e inevitable. Turismo dependiente del mar, transporte marítimo y maricultura aumentarán en nuestras costas en forma sostenida en las próximas décadas. Estas actividades serán,

indudablemente, de gran importancia para el desarrollo del país, pero conforme aumenten se generarán más intensos conflictos entre los usuarios y el ambiente. Planear el desarrollo de estos usos y, consecuentemente, reducir los conflictos es clave por razones económicas y sociales.

* * * * *

Ya hemos visto cómo las opciones pesqueras en nuestros mares, lejos de aumentar, se han venido reduciendo ante la ausencia de una adecuada planificación de su uso. En un país donde no existen políticas marinas ni procesos de ordenamiento de los usos del mar es de esperar que la creciente proliferación de usos resulte en un proceso perjudicial para todos los sectores y el ambiente marino.

El primer paso en el ordenamiento de nuestros mares debe ser la generación de una política estatal sobre ellos. ¿Qué

quiere Costa Rica hacer con sus mares?, ¿cómo los quiere usar?, ¿qué importancia tienen para el país? Esa política ha de establecer la visión-país que debe soportar el desarrollo e implementación de procesos de ordenamiento de las actividades humanas. En este proceso, los diferentes usuarios han de llegar a acuerdos sobre dónde y cómo se deben realizar las actividades en el mar.

La generación de los procesos de ordenamiento solo puede ser alcanzada si existen la organización institucional y los mecanismos de concertación que permitan lograr acuerdos entre los diferentes usuarios. En nuestro país existe un frágil marco institucional y una pobre participación de los usuarios en la toma de decisiones. Grandes retos deben ser resueltos en esta área.

El establecimiento del Viceministerio de Aguas y Mares y la constitución de la Comisión Nacional del Mar son, entre

otros, importantes avances en el marco institucional cuya efectividad está todavía a prueba, pero que, en caso de funcionar, llenarían un vacío sentido en nuestro marco institucional. La conformación de estructuras multi-sectoriales y multi-institucionales a nivel de las distintas regiones costeras del país es otra sentida carencia institucional. Muchas de las



Bruno Santamaría, Paquera, Costa Rica

decisiones sobre el manejo de los recursos marinos y el ordenamiento del territorio marino son mejor evaluadas a nivel local. La descentralización en la toma de decisiones sobre ordenamiento marino todavía está por generarse en el país.

La generación de procesos de ordenamiento espacial marino no sustituye la planificación sectorial. En el marco de un ordenamiento del territorio marino los diferentes sectores tendrán también que generar sus planes de manejo. En estas estructuras de gobernanza la participación de las comunidades costeras es crítica. Asociaciones de pescadores, cámaras de turismo, empresarios, etc., están generalmente desvinculados de los procesos de toma de decisión, aunque muchas de estas decisiones les afectan directamente,

Sin el fortalecimiento de la gobernabilidad y la participación de las comunidades costeras, y de los usuarios en general, las medidas de ordenamiento que realicemos serán débiles, expuestas a cambios políticos y en constante conflicto con otros usuarios. Debemos avanzar en el establecimiento de un proceso de gobernanza marina que regule los usos y reduzca los conflictos entre los usuarios y el ambiente. Un ambiente conflictivo y una base natural deteriorada son perjudiciales para

la inversión económica y el desarrollo sustentable de nuestros mares.

La base técnica en el proceso de ordenamiento es fundamental. Mayor coordinación entre los entes generadores de información (universidades, organizaciones no gubernamentales, etc.) debe ser promovida. Mucha de la información generada por las universidades puede ser utilizada en el proceso de toma de decisiones, pero también



Bruno Santamaría, Paquera, Costa Rica

los decisores tienen que indicar el tipo de información que deben generar las universidades para apoyar el proceso de ordenamiento. Todavía existen grandes vacíos de información en este proceso. La información que poseen los usuarios (comunidades, pescadores, operadores turísticos, etc.) siempre es de gran utilidad. El incorporar este tipo de información en los procesos de ordenamiento es de gran valor.

La frecuente excusa de que no existe información no debe ser motivo para detener el proceso de ordenamiento. Debemos ordenar el espacio marino con la mejor información técnica disponible en el momento, aunque a veces no sea la idónea. Estos procesos son adaptativos, y podemos reevaluar una vez que más y mejor información técnica se encuentre disponible. Al final, la necesidad de tomar decisiones es siempre mayor que la capacidad de entender plenamente el proceso.

Durante el proceso de ordenamiento siempre se hacen evidentes los vacíos existentes en el marco regulatorio. Nuestro país carece de normativas fundamentales para el ordenamiento marino. La ausencia de regulación de la navegación marítima y los traslapes jurisdiccionales entre instituciones son ejemplos de áreas que requieren nuevas y mejores normativas. Conforme los usos del mar se intensifiquen y diversifiquen, nuevas regulaciones serán necesarias. Usos como la explotación de minerales en el lecho marino, la generación eólica de energía en el mar, la acuicultura de gran escala, etc., llegarán a nuestras costas en los próximos años. Tener un marco regulatorio adecuado es de gran relevancia más temprano que tarde.

Para alcanzar una planificación adecuada del mar y sus recursos, nuestra sociedad deberá romper paradigmas. La cultura del “mar abierto” según la cual todos pueden extraer recursos en cualquier sitio, y el concepto de que los recursos marinos son inagotables, son cosas del pasado. Esta política ha permitido la explotación desmedida de los recursos pesqueros.

El país deberá entender que el mar y sus recursos son limitados, tanto en cantidad como en distribución geográfica. Cómo manejar aquellas áreas donde hay un recurso para que su uso conviva con otro uso, y cómo lograr que estos recursos se mantengan disponibles a perpetuidad son los nuevos retos. La conservación y la producción deberán aprender a coexistir en el ambiente marino. Al fin de cuentas, una no puede sobrevivir sin la otra.

La sociedad costarricense debe tomar posesión de sus mares. El mar es de todos los costarricenses, no de un sector de ellos. La pesca, el turismo, la navegación, la conservación... debemos todos aprender a convivir en el mar, como lo hemos hecho en la tierra. Ordenar el mar y el uso de los recursos marinos es un reto para el país.



Arrecifes coralinos y pastos marinos en Costa Rica. Factores de deterioro y acciones de protección

Bióloga especialista
en arrecifes coralinos
y en sistemas
de información
geográfica y sensores
remotos aplicados
a la zona marino-
costera. Consultora
independiente.

.....|| **Ana Fonseca**

Los arrecifes coralinos y los pastos marinos proveen condiciones especiales para nutrición, sustrato o refugio, y reproducción a gran diversidad de especies, por lo que son la base de complejas cadenas alimenticias. Ellos actúan como ciudades marinas construidas principalmente por corales, los cuales son animales que se asientan en el fondo marino costero de forma dispersa o concentrada. En este último caso producen sólidas estructuras de carbonato de calcio, precisamente llamadas arrecifes, de colonias de corales nuevos sobre viejos, con espacios internos que proveen protección a otros organismos. Los arrecifes coralinos son los ecosistemas más diversos de los océanos. Los pastos marinos, a diferencia de las algas que encontramos dentro o fuera de estos ecosistemas, son plantas con flor, tallos y raíces, llamados rizomas, que crecen sobre arena o arrecife coralino. Los pastos marinos pueden llegar a formar lechos densos en el fondo marino y a actuar como uno de los ecosistemas más productivos de los océanos. Se puede encontrar corales dentro de los lechos de pastos marinos, y pastos dentro de los arrecifes coralinos. Estos ecosistemas



Volver al índice

pueden interactuar entre sí cuando se encuentran cerca porque ocurre un flujo de nutrientes y especies entre ellos haciéndolos más productivos.

Los arrecifes coralinos crecen a lo largo de las costas pacífica y caribeña-sur de Costa Rica y en islas en mar abierto. Los pastos marinos crecen más que todo en nuestra costa caribeña. La presencia de estos dos ecosistemas promovió la formación de poblaciones humanas costeras cuya permanencia y economía depende de la pesca artesanal, del turismo y de la protección contra tormentas. El crecimiento demográfico de estas poblaciones va aumentando año tras año, haciendo necesario que ellas manejen integralmente esos ecosistemas para minimizar daños y evitar su desaparición.

Las principales amenazas que enfrentan estos dos ecosistemas en Costa Rica son las mismas que enfrentan en el resto de las costas tropicales de todo el planeta

(Burke et al., 2011) y que comenzaron en Costa Rica más que todo desde la década de 1950, acentuándose en la década de 1980 y disminuyendo considerablemente la cobertura de coral vivo. Las principales causas de impactos son: (1) sedimentación, contaminación y exceso de nutrientes asociados a la alteración costera y ribereña (principalmente por construcción, industria, agricultura y ganadería); (2) aumento del turismo de buceo sin identificación de capacidad de carga ni implementación de normas de comportamiento adecuado dentro de los ecosistemas marinos; (3) pesca excesiva e ilegal, y (4) cambio climático.

La escorrentía costera o ribereña proveniente de tierras contaminadas, fertilizadas y/o deforestadas, aporta sedimentos terrígenos, contaminantes y exceso de nutrientes a estos dos ecosistemas marinos, especialmente a los de las zonas costeras continentales. La acumulación de sedimentos finos asfixia

y mata corales y otros invertebrados. La contaminación asociada al agua o a los sedimentos de mares, tierras costeras o ribereñas, mata directamente diversos organismos o los vuelve vulnerables a enfermedades por hongos, virus o bacterias. El exceso de nutrientes mata a los corales y resulta en una sobreproducción de algas. La construcción



Avi Klapfer, Isla del Coco

de marinas sobre ambos ecosistemas es una amenaza latente. La extracción de organismos, como corales ramificados y peces ornamentales, para interés personal o comercial, reduce el equilibrio de las poblaciones y la biodiversidad. Ponerse de pie, caminar o anclar botes sobre los corales y pastos marinos conlleva la destrucción de la estructura arrecifal y la matanza directa de corales, otros invertebrados y pastos marinos.

El mal manejo de la pesca como consecuencia del desconocimiento de la diversidad, la abundancia, la estructura, la biogeografía y el estado reproductivo y de conservación de las poblaciones de interés comercial, y de los ecosistemas de los cuales dependen, conlleva la merma del recurso. El principal problema ha sido la matanza excesiva de especies clave para ambos ecosistemas y la pesca ilegal en sitios protegidos que sirven de semillero para otras zonas de pesca, como también la pesca no selectiva, porque no respeta el proceso de maduración de los organismos juveniles hasta un tamaño reproductivo ni el ciclo completo de maduración y liberación de huevos para que las poblaciones puedan sobrevivir. Adicionalmente, en algunos casos los individuos juveniles y adultos de una misma especie son tomados en las estadísticas de pesca como especies diferentes. En general, la sobrepesca daña directamente las cadenas alimenticias de los océanos.

La sinergia de todos los problemas anteriores acelera el deterioro de estos ecosistemas y estresa directamente los

corales y los pastos, reduciendo su resistencia y capacidad de recuperación (o resiliencia) ante el cambio climático. El cambio climático afecta ambos ecosistemas, principalmente porque son poco tolerantes a los aumentos de temperatura por encima de los 30 °C; la acidificación disuelve el carbonato de calcio de los arrecifes; y el aumento en la frecuencia de tormentas destructoras y aumentos en el nivel del mar supera la tasa de crecimiento y colonización de pastos y corales.

Las especies en peligro por el deterioro o la pérdida de estos hábitats son principalmente todos los corales, que son muy frágiles y sin ellos desaparecerían los arrecifes, las especies que usan estos hábitats -como las tortugas carey- y gran cantidad de peces e invertebrados, algunos de importancia comercial. Los manatíes, mamíferos marinos que se alimentan de los pastos marinos y cuyas poblaciones son pequeñas, han sido cazados indiscriminadamente, y las especies de tiburones arrecifales y otros peces e invertebrados que se refugian, alimentan y reproducen en arrecifes o pastos, han sido sobrepecados.

Asimismo, los arrecifes coralinos en ambas costas de Costa Rica fueron afectados seriamente en los últimos 30 años por sedimentos y fenómenos de calentamiento por El Niño. Ambas costas sufrieron reducciones severas en la cobertura de coral vivo, principalmente en la década de 1980 (Cortés et al., 2010). A partir del 2000 se detectó cierta recuperación en los arrecifes coralinos del Pacífico pero en los últimos años se volvió a reducir la cobertura

por efecto de una mayor frecuencia de mareas rojas que han ocurrido especialmente cerca de los grandes centros de desarrollo, como Tamarindo, lo que hace pensar que tales mareas se disparan por la entrada de nutrientes provenientes del mal manejo de aguas negras (J. Cortés comunicación personal, octubre 7, 2012).

La productividad y biomasa de los pastos marinos del Caribe sur han disminuido principalmente por el aumento de la temperatura. Pero, al igual que otros pastos marinos del mundo, también se ven afectados por la actividad de botes, por nadadores y por la alta carga de nutrientes proveniente de la contaminación local por aguas negras, la deforestación y las actividades agrícolas en tierras costeras y ribereñas (Fonseca et al., 2007).

* * * * *

El Gobierno de Costa Rica es consciente de la importancia de los ambientes marinos en general, pero la falta de voluntad política, el conflicto de intereses y, por ende, la poca asignación de recursos financieros, ha evitado que se implemente un manejo integral adecuado de ellos, incluyendo la divulgación apropiada a usuarios de estos ecosistemas y público en general por medio de cursos, talleres y divulgación de noticias en los medios de comunicación nacionales (Cortés et al., 2010).

En términos generales, la gobernanza integral de los ecosistemas marino-costeros en Costa Rica ha sido provisional e inconstante. En julio de 2004, se creó la

Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva, la cual presentó una “Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros” en diciembre de 2007. Esta Comisión fue eliminada en 2008. En noviembre de 2009 se estableció la iniciativa de conservación público-privada llamada Costa Rica por Siempre, que entre 2011 y 2012 se ha enfocado en crear un fondo para financiar la confección y actualización de planes de manejo para las áreas marinas protegidas, y en una segunda etapa se espera que financien su implementación. El 12 de mayo de 2010 se creó el Consejo Nacional del Mar como un cuerpo colegiado asesor de los ministerios. En junio de 2012, se creó el Viceministerio del Mar y Aguas dentro del Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (Minaet), que reemplaza a dicho Consejo y cuyo mandato es encargarse de las políticas para proteger el recurso marino e hídrico del país, los océanos, los ríos y los humedales. Este Viceministerio se compromete a coadyuvar en el cumplimiento de la estrategia de 2007. Es necesario que este Viceministerio adopte un enfoque ecosistémico y dé prioridad a los arrecifes coralinos y pastos por ser los hábitats marinos de mayor diversidad.

En general, algunos aspectos de los ecosistemas marino-costeros están bajo la jurisdicción dispersa de una gran variedad de leyes: la Ley Orgánica del Ambiente, la Ley de Conservación de Vida Silvestre, la Ley de Biodiversidad, la Ley de Aguas, la Ley de Humedales, la Ley



<http://www.rnw.nl>, Arrecife de coral

de Pesca y la Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre, que los protegen en diferentes grados. Una iniciativa multidisciplinaria lleva promoviendo desde hace más de 10 años la creación de un decreto de protección de los arrecifes coralinos que mejore su legislación y el manejo integral de todos los factores de presión, como extracción, turismo y actividades en cuencas asociadas a estos ecosistemas. El decreto original, enfocado más que todo a la protección de los corales, fue rechazado en 2005, y en 2012 se ha empezado a replantear con un enfoque ecosistémico. Además, se necesita la formación de jueces y fiscales en el tema para que los juicios sean consistentes con las regulaciones (J. Cortés comunicación personal, octubre 7, 2012).

El mayor esfuerzo de conservación, dado a partir de la década de 1970, ha consistido en diagnóstico e investigación de ecosistemas de coral y de pastos marinos,

y en la creación de áreas protegidas por parte del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) del Minaet, las cuales incluyen territorios marinos donde se localizan esos ecosistemas, con regulaciones para el turismo y la pesca. La mayoría de áreas protegidas con componente marino-costero se gestaron a partir de 1980, y hasta el 2008 se crearon dos categorías de manejo exclusivamente marino: las reservas marinas y las áreas marinas de manejo. En general, la implementación de los planes de manejo de áreas protegidas, especialmente en cuanto a su delimitación y zonificación, ha sido escasa. Por otro lado, y más grave aun, estas áreas no pueden proteger los ecosistemas marinos de los efectos externos como contaminantes, nutrientes y sedimentos de la escorrentía costera y ribereña, que es un problema muy complejo y difuso con carácter de emergencia ambiental nacional. Para atacar estos problemas se requiere una mayor coordinación entre los profesionales dedicados a mejorar el manejo de cuencas y los especialistas en ecosistemas marino-costeros, para que se le dé prioridad al manejo de aquellas cuencas asociadas directamente a los ecosistemas de corales y pastos, ya que estos son especialmente frágiles. Este sería un buen ejemplo de manejo marino-costero integral.

Tampoco se ha controlado la pesca ilegal, lo cual no es de la injerencia del Sinac sino del Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (Incopesca), instituciones estas entre las que, en general, no hay buena coordinación, además de que no

se asignan recursos suficientes para vigilancia. A principios de la década del 2000, el Gobierno y algunas organizaciones no gubernamentales invirtieron en la compra de equipo, como lanchas y GPS, además de en combustible, para apoyar a los guardacostas y guardaparques en la vigilancia de áreas protegidas y no protegidas; sin embargo, la disminución de la cooperación financiera internacional hacia Costa Rica en la década de 1990, por haberse catalogado como un país que pasó del “mundo tercero” al “segundo” en términos de desarrollo, la crisis económica de 2008 y la consecuente reestructuración interna sufrida por las organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales afectó el esfuerzo de conservación que se estaba dando. Es necesario darle seguimiento, a través de las redes de radares y sistemas automáticos de seguimiento, a la vigilancia remota de las embarcaciones pesqueras, más que todo a las que dirigen la pesca hacia las islas en mar abierto, y que se apliquen las sanciones por pesca ilegal. En general, la dirigencia de Incopesca ha colaborado poco en la implementación de la Ley de Pesca y Acuicultura vigente desde 2005, y también de la anterior a esta, principalmente porque está conformada por los mismos empresarios de pesca que presentan conflicto de intereses personales. Por

otro lado, se reconocen los esfuerzos de organizaciones no gubernamentales e Incopesca para promover la pesca responsable fuera de áreas protegidas pero no necesariamente en zonas de presencia de arrecifes coralinos y pastos marinos. En 2012 se ha reforzado la aplicación de la Ley de Pesca que prohíbe la pesca dentro de las áreas marinas protegidas. Paralelamente a esta iniciativa se recomienda crear alternativas socio-económicas para las comunidades locales que construyeron sus pueblos alrededor de estos ecosistemas.

La Ley Sobre la Zona Marítima Terrestre, vigente desde 1977, regula la inscripción y el uso de las propiedades frente al mar en Costa Rica, a lo largo de una franja costera de 200 m, lo que ha evitado construcciones sobre estos ecosistemas como las que se observan en muchos otros países; sin embargo, ha originado un problema social: por un lado, se ha causado el desalojo de habitantes locales de



Avi Klapfer, Isla del Coco

construcciones que existen desde antes de la creación de tal Ley, y ellos no han sido reubicados adecuadamente; y, por otro lado, el Instituto Costarricense de Turismo (ICT) ha dado concesiones comerciales en estas ubicaciones.

Con la Ley de Concesión y Operación de Marinas, de 1998, se creó la Comisión Interinstitucional de Marinas y Atracaderos, dentro del ICT, la cual toma decisiones sobre concesiones -con base en mapas de aptitud que identifican los arrecifes coralinos y pastos marinos como ecosistemas frágiles-, que no son vinculantes en términos legales pero que sería recomendable que lo fueran. La amenaza de construcción de marinas sobre estos dos ecosistemas es latente -por ejemplo, la propuesta de marina sobre el arrecife de Puerto Viejo-. Además, el turismo marino costero debe darse con mayor responsabilidad evitando la destrucción y la extracción de los recursos. Se recomienda que el ICT y las áreas marinas protegidas exijan guías certificados que vigilen el comportamiento de los turistas, definan la capacidad de carga de los sitios de buceo con base en criterio científico y mantengan un sistema de boyas para que las embarcaciones no tengan que anclar directamente sobre estos dos ecosistemas.

Finalmente, para que los arrecifes coralinos y los pastos marinos puedan compensar los efectos del cambio climático se recomienda, dentro del alcance de nuestras manos, reducir todas las fuentes de estrés mencionadas. Además, se puede identificar zonas de pastos, arrecifes o

colonias de coral con mayor resistencia o resiliencia, dentro y/o fuera de áreas marinas protegidas para darles un manejo especial de protección. Como método de recuperación general, en otros lugares del mundo se ha experimentado exitosamente el trasplante de corales y pastos.

Los ecosistemas costeros en sí juegan un papel crucial en la regulación de nuestro clima por su capacidad de almacenar carbono, razón de más para protegerlos y restaurarlos (Sifleet et al., 2011).

Referencias bibliográficas

- Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. & Perry, A. (2011). *Reefs at Risk, Revisited*. WRI, Washington, D.C. 114 p.
- Cortés, J., Jiménez, C. E., Fonseca, A. C. & Alvarado, J. J. (2010). Status and conservation of coral reefs in Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (58 - Suppl. 1), 33-50.
- CZEE (2007). *Estrategia nacional para la gestión integral de los recursos marinos y costeros de Costa Rica*. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva. San José, Costa Rica, 67 p.
- Fonseca, A. C., Nielsen, V. & Cortés, J. (2007). Monitoreo de pastos marinos en Perezoso en Cahuita, Costa Rica (*sitio CARICOMP*). *Rev. Biol. Trop.* (Vol. 55), 55-65.
- Sifleet, S., Pendleton, L. & Murray, B. C. (2011). *State of the Science on Coastal Blue Carbon A Summary for Policy Makers*. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions. Report. 43 p.



Situación de algunos ecosistemas costeros costarricenses. Necesidad de una gestión integrada

Profesor e investigador
en la Escuela de
Biología y en el Centro
de Investigación en
Ciencias del Mar y
Limnología (Cimar),
de la Universidad de
Costa Rica (alvaro.
morales@ucr.ac.cr).

..... || **Álvaro Morales**

En términos espaciales, de biodiversidad, demográficos y económicos, las zonas costeras tienen un gran valor, pero su desarrollo muchas veces trae importantes impactos, especialmente biológicos y geomorfológicos. Esas regiones suman casi 600.000 km de línea costera, contienen más de 200 millones de hectáreas de áreas protegidas y en ellas se trasiega casi ocho millones de toneladas de crudo, derivados del petróleo y carga seca (Barragán, 2003). En las áreas costeras del mundo vive el 60% de la población humana y se encuentra las dos terceras partes de las ciudades con poblaciones superiores a 1,6 millones de personas; un 90% de la contaminación continental, incluyendo aguas negras, nutrientes y materiales tóxicos, se “almacenan” en las aguas costeras, que a su vez suplen el 90% de los recursos pesqueros (Pernetta, 1995). El crecimiento acelerado de las poblaciones costeras ha provocado cambios importantes en la física, la química y la biología de esas áreas (Dronkens, 1995). A pesar de reconocerse esto, son pocos los esfuerzos realizados que conlleven acciones globales sustantivas para revertir el estado de degradación



Volver al índice

de esas zonas (Sherman y Duda, 1999). Ante este panorama, el manejo costero integrado ha llegado a convertirse en un modelo exitoso para solucionar los complejos problemas socio-ambientales y socio-económicos de las zonas costeras. Antes de 1993 había cerca de 142 esfuerzos de manejo costero integrado llevados a cabo por 57 países (Sorensen, 1993), recientemente se estima en 380 el número de esas iniciativas en más de 90 países (Wesmacott, 2002).

Algunos estudios han resumido los problemas de las áreas costeras tropicales, con especial referencia a América Latina (Cicin-Sain y Knecht, 1998; Westmacott, 2002), donde aspectos como el rápido crecimiento de las poblaciones costeras, la pérdida de hábitats críticos, el decrecimiento de las pesquerías, la pérdida y reducción de la biodiversidad y la vulnerabilidad ante eventos naturales, han sido señalados como los más importantes. En vista de esta situación, se han llevado a cabo esfuerzos importantes para un manejo costero integrado en América Latina (Sorensen & Brandani, 1987; Lemary et al., 1997; Galloway & Barragán, 1998; Yañez-Arancibia, 1999; Barragán, 2001, 2010, 2011, 2012).

Costa Rica posee una superficie continental de 51.900 km² y aproximadamente 589.000 km² de superficie oceánica. Su costa pacífica tiene 1.254 km lineales y 212 km su costa caribeña. En esos casi 1.500 km de espacio costero, se encuentra una serie de ecosistemas muy importantes: arrecifes coralinos, manglares,

pastos marinos, zonas rocosas, acantilados, playas fangosas, arenosas, regiones estuarinas y un fiordo tropical. En su espacio oceánico del Pacífico encontramos emisarios de metano, una fosa oceánica y la cordillera de Cocos, cuyo único punto de emergencia en la superficie es la isla del Coco. En un extenso trabajo, Nielsen-Muñoz y Quesada Alpízar (2006) señalan que las mayores amenazas que existen sobre los ecosistemas y recursos costeros del país son de origen humano, e incluyen aspectos como contaminación (sólidos, líquidos, sónicos) del medio marino, sobreexplotación de recursos, falta de planificación y regulación adecuada sobre el acelerado desarrollo costero y sobre las pesquerías del país y relativa falta de atención del Estado sobre la conservación de los ecosistemas marinos. Esto, podría decirse, ha cambiado ligeramente en los últimos años.

* * * * *

¿Cuál es el estado real de algunos de nuestros ecosistemas costeros? En Costa Rica, según Bravo y Ocampos (1993), existen 80 manglares -aunque también se ofrecen otros números: 111 (Malavassi et al., 1986) y 127 (Zamora, 2006)-, la mayoría de los cuales se encuentran en el Pacífico (99%). En el Pacífico Norte se encuentran poco desarrollados; representados por 7 especies, 20 manglares se distribuyen en el golfo de Nicoya en una línea costera de 112 km (Jiménez y Soto, 1985). Entre 1964 y 1989, se perdieron

en el Pacífico Norte 1.097 ha de manglar, de las cuales entre 344 y 583 ha se destinaron a salinas y 450 ha a camaroneras (Zamora, 2006). De 1989 a 1993 se perdió un 27% (41.000 a 30.000 ha), y los manglares de Chomes fueron devastados en un 80% (Malavassi, 1986). Los manglares de nuestro Pacífico Sur, mejor desarrollados, se encuentran en mejores condiciones ambientales, aunque en los últimos años han sufrido excesos de sedimentación por las actividades agrícolas (Zamora-Trejos, 2006), especialmente en la región del humedal Ramsar Terraba-Sierpe, que con sus 16.000 ha representa el 40% de los manglares del país (Chong, 1988). El aprovechamiento de recursos, como la piangua por parte de algunas comunidades costeras en el golfo Dulce, ha permitido el desarrollo de experiencias muy positivas en el marco del manejo integrado de este recurso (Silva y Carrillo, 2004). Se calcula que los servicios ecosistémicos de los manglares son del orden de \$22.832/ha/año (Olsen, 2003). Los manglares son áreas de crianza de numerosas especies marinas; en nuestro país utilizan sus aguas 80 especies de bivalvos (Jiménez, 1994), 36 especies de crustáceos (Echeverría, 2003) y 120 especies de peces, donde el 71% de juveniles usan las aguas para completar su desarrollo (Szelistowski, 1990).



Alexander Padilla, Manzanillo, Costa Rica

Con respecto a los arrecifes coralinos, nuestro país cuenta con 59 especies (7,4% de diversidad global), 36 en el Caribe (55%) y 23 en el Pacífico (de 62 conocidas del Pacífico Oriental) (Alvarado et al., 2006). En el Pacífico Norte hay serios problemas de blanqueamiento durante fenómenos como El Niño (Jiménez et al., 2001), hay especies invasoras (Fernández, 2007), hay extracción de corales y peces (Dominici-Arosemena, 1999) y hay proliferaciones algales nocivas (mareas rojas) (Vargas-Montero, 2004). La cobertura de coral vivo en esta zona fluctúa entre 19 y 43% (Jiménez, 1998). A esto se suman las fuertes presiones ambientales por el desarrollo de infraestructura inmobiliaria como parte del proyecto de Desarrollo del Polo Turístico Papagayo (ICT, 1995). En el Pacífico Sur, nuestros arrecifes coralinos sufren principalmente del problema de sedimentación, muy



Eric Gay, Cahuita, Costa Rica

fuerte para los arrecifes del Parque Nacional Marino Ballena (Alvarado, 2006), que han provocado serios daños. Por otra parte, en la península de Osa se encuentra una baja diversidad en el golfo Dulce, apenas 15 especies, con coberturas de coral vivo de entre 1 y 8% en su parte interna y de entre 29 y 46% en la parte media a finales de la década de los años ochenta (Cortés y Guzmán, 1998); sin embargo, ya a finales de la década siguiente el porcentaje era inferior al 10% (Quesada et al., 2006). La deforestación, el mal manejo de las microcuencas y la sedimentación son unos de los mayores problemas para los arrecifes de golfo Dulce (Quesada-Alpizar y Cortés, 2006). Se conoce que la tasa de destrucción de los arrecifes del golfo Dulce es mayor que la tasa de construcción, por lo que se calcula que en unos 6.400 años los arrecifes de ese golfo habrán desaparecido (Fonseca, 1999). La situación

de nuestros arrecifes en el Caribe es menos halagüeño. Desde la década de los ochenta se viene advirtiendo del grave deterioro del arrecife coralino del Parque Nacional Cahuita (Risk et al., 1984), cuando la cobertura de coral vivo era del 40%, pasando a menos del 10% en la década siguiente (Cortés, 1994). Más hacia el sur, en la zona de Puerto Viejo—Punta Mona, hay una alta diversidad (29 especies), donde se ha identificado una población única de

Meandrina meandritis en el Reserva de Vida Silvestre Gandoca—Manzanillo y en Panamá, ausente en el resto de Centroamérica. En esta zona la cobertura de coral vivo varía entre 2 y 7% (Cortés, 1992). En punta Cocles hay reportes de cobertura de coral vivo de 5% en el año 1993 y 16% en 2002, con muestras de recuperación (Fernández & Alvarado, 2004). Según Spalding et al. (2001), el 93% de los arrecifes coralinos de Costa Rica se encuentran bajo riesgos naturales o antropogénicos y Burk y Mainden (2005) aseguran que el 77% de los arrecifes del Caribe de Costa Rica están en alto grado de amenaza. Los arrecifes coralinos generan al año uno \$6.500 por hectárea en servicios ecosistémicos (Olsen, 2003).

Las praderas marinas, conocidas como lechos de fanerógamas, no son muy comunes en nuestro país y su mayor

distribución se da en el Caribe (Fonseca, 2006). Son ecosistemas muy productivos que ofrecen refugio, alimento, reproducción y desarrollo de muchas especies de peces, moluscos y crustáceos (Nielsen, 2007; Nielsen y Cortés, 2008). Sus principales amenazas se asocian a altas temperaturas, botes, nadadores y contaminación por aguas negras y plaguicidas (Nielsen, 2007).

Con respecto a la calidad de las aguas de nuestras playas en el Pacífico y

un riesgo nulo, 19% muy bajo y 8% bajo. Un análisis más exhaustivo muestra diferencias entre las playas de Guanacaste, Puntarenas y Pacífico Sur, así como entre las del Pacífico y las del Caribe. Estos resultados, en general, muestran el valor del programa Bandera Azul para nuestro país y los esfuerzos del Laboratorio Nacional de Aguas de Acueductos y Alcantarillados.

Sin embargo, nuestras aguas costeras muestran cierto grado de contaminación. Estudios sobre hidrocarburos in-

dicen que la zona más contaminada es el estero de Puntarenas, seguido por el puerto de Moín (Acuña et al., 2004). En cuanto a bifenilos policlorados, importantes compuestos que actúan como disruptores endocrinos (Sponberg y Witter, 2008), el sitio más contaminado es el golfo Dulce, seguido por Limón, golfo de Nicoya y bahía Culebra (Sponberg, 2004). La presen-



Alfredo Huerta, Puerto Viejo, Costa Rica

cia de metales pesados en sedimentos también ha sido investigada. Valores más altos de cobre se encuentran en Golfito; valores más altos de hierro, en Golfito y bahía Culebra; y, de plomo, en Golfito y en golfo de Nicoya (García-Céspedes et al, 2004). Por otra parte, la investigación bacteriológica indica que alta contaminación fecal ocurre en bahía Golfito, mientras que el sitio más limpio es bahía

en el Caribe, Mora et al. (2012) realizan un análisis del riesgo sanitario y la calidad microbiológica de 100 playas nacionales, con base en evaluaciones hechas desde 1996 hasta 2009. Sus resultados son esperanzadores: 92% de esas 100 playas tienen estándares de calidad microbiológica entre buena (37%) y excelente (55%). Por otra parte, en cuanto a la evaluación del riesgo sanitario, 47% de esas 100 playas tienen

Culebra, con Limón y golfo de Nicoya con valores intermedios (García et al., 2006). Estos mismos cuatro sitios mostraron, en el 80% de las visitas, condiciones de moderadamente sucio a muy sucio en cuanto a desechos sólidos (García et al., 2006).

Para mayor información sobre la situación actual y la problemática de nuestros ecosistemas marino-costeros y sus recursos, se puede consultar el informe técnico Ambientes Marino-Costeros de Costa Rica, de la Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva (Nielsen-Muñoz y Quesada-Alpízar, 2006), y de manera específica para el Pacífico Sur el trabajo de Quesada-Alpízar y Cortés (2006).

* * * * *

En términos comparativos, Costa Rica posee una altísima diversidad marina: entre el 3 y el 5% de la diversidad marina mundial (Wehrtmann et al., 2009), siendo la isla del Coco el sitio de mayor diversidad, con 1.688 especies (Cortés, 2012). En el ambiente costero, bahía Culebra, con 577 especies (Cortés et al., 2012), y golfo Dulce, con 1.022 especies (Morales, 2012), representan puntos calientes de diversidad marina en nuestra costa pacífica (Fonseca, 2006). Sin embargo, a pesar de esta riqueza, en materia de política de conservación marina es poco lo que se ha avanzado, contrario a lo que ha sido la protección de los ambientes continentales. Hay un rezago en la conservación y el manejo de la biodiversidad

marina y costera con respecto al esfuerzo realizado en la parte terrestre, aunque el país presenta importantes avances en la determinación de sitios prioritarios para la conservación. Hay una propuesta para la conservación de nuestro espacio marino (Alvarado et al., 2011) en la que se propone, entre otras cosas, 35 sitios para la conservación de la diversidad marina. De los 1.254 km lineales de la costa pacífica, 611 km (48,7%) se encuentran bajo alguna categoría de manejo; en el Caribe son 114 (53%). Hasta mayo de 2011 el país contaba únicamente con el 0,9% de su área marina protegida. Gracias al decreto de creación del Área Marina de Manejo Montes Submarinos (*La Gaceta*, 2011), situada a unas 50 mn del Parque Nacional Isla del Coco, casi 14.000 km² se encuentran en estos momentos protegidos (menos de un 3%), valores que siguen siendo muy bajos proporcionalmente.

Recientes esfuerzos nacionales incluyen varios planteamientos importantes relacionados con los ambientes y recursos marino-costeros: (1) Grúas II: Propuesta de Ordenamiento para la Conservación de la Diversidad de Costa Rica. Vol. III: Análisis de Vacíos de Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Marina y Costera (Sinac, 2007), (2) la Estrategia Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Marino Costeros (CIZEE, 2008), (3) el Informe Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina (Comisión Presidencial, 2012), (4) informes técnicos sobre ambientes marino-costeros (Nielsen-Muñoz & Quesada-Alpízar, 2006), (5) la

creación de un Vice-Ministerio de Aguas y Mares (*La Gaceta*, 2012). Lo anterior ofrece una oportunidad para que el país realmente realice un esfuerzo inter-institucional, bajo un esquema de gestión integrada, que coadyuve a solventar los complejos problemas socio-ambientales y socio-económicos de nuestras zonas costeras. Costa Rica entró a la Red Iberoamericana para el Manejo Costero Integrado en 2008; realizó su diagnóstico basado en diez principios fundamentales para el manejo costero integrado en 2009 (Morales-Ramírez et al., 2009); en 2011 elaboró sus propuestas nacionales (Morales-Ramírez et al., 2011), que sirvieron, junto con aquellas de 12 países iberoamericanos más, para la elaboración de la propuesta Manejo Costero Integrado en Iberoamérica: Diagnóstico y Propuestas para una Nueva Política Pública (Barragán, 2012).

Costa Rica ha desarrollado en los últimos 20 años diferentes acciones que le capacitan para, con claridad de objetivos, buscar un modelo de desarrollo para sus zonas costeras desde el concepto de manejo y gestión integrada de sus costas. Este modelo no solo debe velar por la funcionalidad de sus ecosistemas costeros -y, en aquellos casos de suma degradación, por su restauración y su diversidad biológica y cultural-, sino también por el uso y conservación de los recursos marino-costeros y por el valor escénico de sus playas. Entre las acciones más importantes se puede citar (Windevoxhel, 1998): definiciones constitucionales de los recursos, diferentes leyes (de zona marino-costera, ambiental

general, de diversidad, de planificación urbana, orgánica ambiental, sectoriales de manejo costero), planes reguladores, unidades de manejo costero, estudios de impacto ambiental para proyectos, zonas costeras dentro de categorías de protección, recursos humanos y programas de posgrado afines, organizaciones no gubernamentales de prestigio, mayor concientización ciudadana acerca de los problemas ambientales y, por último, suficiente costa. Sin embargo, carecemos de importantes instrumentos como indicadores de fragilidad ambiental costera y estudios de capacidad de carga de cuerpos de agua importantes como los golfos y bahías. Se viene avanzando en un programa nacional de monitoreo de ecosistemas, en una propuesta de ordenamiento territorial costero y en la búsqueda de indicadores de manejo costero. Todos estos elementos conforman un esquema que debe ser aprovechado para llevar mayor bienestar ambiental a las costas y mayor bienestar social a sus comunidades. La implementación de la Estrategia Nacional va a ser fundamental para el logro de estos objetivos, así como lo va a ser también el nuevo Vice-Ministerio de Aguas y Mares. Es esencial, asimismo, darle seguimiento y evaluación a los planes nacionales de desarrollo turístico, fiscalizar el desarrollo y la construcción de marinas y atracaderos turísticos; se debe de incentivar la investigación en dinámica geomorfológica de playas, así como continuar con la formación de recursos humanos en el campo del manejo y/o gestión costero integrado. Muy ventajoso sería

para nuestras costas que en los planes nacionales de desarrollo, y en la Estrategia Siglo XXI, se introdujera el tema de manejo o gestión integrada, que poco a poco se empezara a implementar cada una de las ocho políticas de la Estrategia Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Marino Costeros, que se analizaran de manera integrada los diferentes planes sectoriales y, por último, que se aprobara el proyecto de ley para el financiamiento del Programa Nacional de Educación Marina. Todos estos esfuerzos podrían hacer de Costa Rica un ejemplo positivo en la gestión integrada de la zona costera.

Referencias bibliográficas

- Acuña-González, J. A., Vargas-Zamora, J. A., Gómez-Ramírez, E. & García-Céspedes, J. (2004). Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos, en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 2): 43-50.
- Alvarado Barrientos, J. J. (2006). *Factores físico-químicos y biológicos que median en el desarrollo de los arrecifes y comunidades coralinas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico Sur, Costa Rica*. Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 85 pp.
- Alvarado Barrientos, J. J., Fernández-García, C. y Nielsen-Muñoz, V. (2006). Arrecifes y comunidades coralinas. 51-67. En Nielsen –Muñoz, V. y Quesada –Alpizar, M. A. (Eds). *Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica*. Consreación Internacional: San José, Costa Rica. 219 pp.
- Alvarado, J. J., Herrera, B., Corrales, L., Asch, J. & Paaby, P. (2011). Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 59, pp. 829-842.
- Barragán, J. M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales: Introducción a la planificación y gestión integradas*. Textos Básicos Universitarios, Universidad de Cádiz: España. 301 pp.
- Barragán Muñoz, J. M. (2009). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: un diagnóstico. Necesidad de Cambio*. Red IBERMAR (CYTED): Cádiz. 380 pp.
- Barragán Muñoz, J. M. (2011). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: propuestas para la acción*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 280 pp
- Barragán, J. M. (2012). *Manejo Costero Integrado en Iberoamérica: Diagnóstico y propuestas para una nueva política pública*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz. 152.pp
- Bravo, J. y Ocampo, L. (1993). *Mapa de humedales de Costa Rica*. Escala 1:750 000. Universidad Nacional
- Burke, L. y J. Maiddens. (2005). *Arrecifes en peligro en el Caribe*. World Resources Institute, Washington, D.C. 80 pp.
- Cicin-Sain, B. & R.W. Knecht. (1998). *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*. UNESCO- Island Press. 517 pp.
- Comisión Inter-Institucional para la Zona Económica Exclusiva (CIZEE-CR). (2008). *Estrategia Nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Marino Costeros de Costa Rica*. San José, Costa Rica. 74 pp.
- Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina. (2012). *Informe*. 34 pp.
- Cortés, J. (1992). Organismos de arrecifes coralinos de Costa Rica: V. Descripción y distribución geográfica de hidrocorales (Cnidaria: Hydrozoa: Milleporina and Stylasterina) de la Costa Caribe. *Brenesia* 38: 45-50
- Cortés, J. (1994). A reef under siltation stress: a decade of degradation. R.N. Ginsburg (compiler), *Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History*, 1993. RSMAS, Univ. Miami, Florida. pp. 240-246.

- Cortés, J. (2012). Marine biodiversity of an Eastern tropical Pacific oceanic island, Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Pp. 131-185.
- Cortés, J. y Guzmán, H. H. (1998). Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica: Descripción, distribución geográfica e historia natural de los corales zooxantelados (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico. *Rev. Biol. Trop.* 46. Pp. 55-92.
- Cortés, J., R. Vargas-Castillo & J. Nivia-Ruiz. (2012). Marine biodiversity of Bahía Culebra, Guanacaste, Costa Rica: published records. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Suppl. 2). Pp. 39-71
- Chong, P.W. (1988). *Propuesta de manejo forestal, planeamiento y utilización integrada en la Reserva de Terraba-Sierpe. Informe FAO.* Roma. 170 pp.
- Dominici -Arosemena, A. (1999). *Estructura poblacional de los peces de arrecifes del Golfo de Papagayo, Guanacaste, Costa Rica, con énfasis en las especies de mayor importancia comercial como ornamentales.* Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 208 pp.
- Dronkers, J. 1995. The coastal grand challenge: prediction of change in coastal seas. pp.:107-123. In: G. Hempel (ed.). *The Ocean on the Poles: Grand Challenges for European Cooperation.* Gustav Fishes Verlag. Stuttgart
- Echeverría, S., Wehrtmann, I.S., y Vargas, R. (2003). Diversidad taxonómica de los decápodos en el manglar Terraba-Sierpe, Puntarenas, Costa Rica. X Congreso latinoamericano de Ciencias Marinas. 22-25 Septiembre 2003, San José, Costa Rica.
- Fernández García, C. (2007). *Propagación del alga Caulerpa sertularioides (Chlorophyta) en Bahía Culebra, Golfo de Papagayo, Pacífico norte de Costa Rica.* Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 92 pp.
- Fernández, C. y Alvarado, J. J. (2004). El arrecife coralino de Punta Cocles, costa Caribe de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl.2): 121-129.
- Fonseca-Escalante, A.C. (1999). *Bioerosión y bioacreción en arrecifes coralinos del Pacífico sur de Costa Rica.* Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 206 p.
- Fonseca-Escalante, A.C. (2006). Atlas marino-costero de Costa Rica. 209-219. En Nielsen-Muñoz, V. y Quesada-Alpizar, M. A. (eds). *Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica.* Conservación Internacional, San José, Costa Rica. 219pp.
- Galloway, J. & J. M. Barragán. (1998). Recent ICZM Programme Developments in Latin America. European Coast. *Ass for Sciences and Technology:* 169 – 175.
- García-Céspedes, J., J.A. Acuña-González & J.A. Vargas-Zamora. (2004). Metales traza en sedimentos de cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 2): 51-60.
- García, V., J. Acuña-González, J.A. Vargas-Zamora & J. García-Céspedes. (2006). Calidad bacteriológica y desechos sólidos en cinco ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Supl. 1): 35-48.
- ICT. 1995. Reglamento N° 4572: Reglamento "Plan Maestro General del proyecto Turístico Golfo de Papagayo. *La Gaceta* N° 140. 35
- Jiménez Centeno, C.E. (1998). *Arrecifes y comunidades coralinas de Bahía Culebra, Pacífico Norte de Costa Rica.*
- Tesis de Maestría en Biología, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 218 p.
- Jiménez, J. y Soto, R. (1985). Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la costa Pacífica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 25-37.
- Jiménez, C., Cortés, J., León, A. y Ruiz, E. (2001). Coral bleaching and mortality associated with the 1997-1998 El Niño in an upwelling environment in the Eastern Pacific (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Bull. Mar. Sci.* 69: 151-169.
- La Gaceta* (2012). Decreto Creación Vice-Ministerio de Aguas y Mares. N° 162. 23 Agosto 2012. 1-5.
- La Gaceta* (2011). Decreto de Creación de Área Marina de Manejo Montes Submarinos. N° 121. 23 Junio 2011. 1-3.
- Lemary, M., W. Vaughan, D. Rodríguez, F. Christy, Max Agüero and J. Rodríguez 1997. *Coastal and*

- Marine Resources Management*. Inter-American Development Bank. Draft. 50p.
- Malavassi, L., Alfaro, R. M., Murillo, W. y Herrera, G. (1986). *Evaluación del recurso biológico del manglar de Tivives*. Fundación de Parques Nacionales, Programa Patrimonio Natural de Costa Rica. 48 pp.
- Mora, D., Chávez, A. y Portuquez, C.F. (2012). *Calidad sanitaria de las aguas de playa de Costa Rica periodo 1996-2011*. Laboratorio Nacional de Aguas, Acueductos y Alcantarillado. Informe Técnico. 12pp.
- Morales-Ramírez, A. 2011. (2011). La diversidad marina del Golfo Dulce, Pacífico sur de Costa Rica: amenazas a su conservación. *Biocenosis* 24 (1-2): 9-20
- Morales-Ramírez, A., Silva-Benavides, M. y González-Gairaud, C. (2009). La gestión integrada de la zona costera en Costa Rica: Experiencias y Perspectivas. 43-66 p. En Barragán Muñoz, J. M. (coord.) *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: un diagnóstico. Necesidad de Cambio*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 380pp.
- Morales-Ramírez, A., Silva-Benavides, M., González-Gairaud, C., Villalobos, L. y Asch, J. (2011). Propuestas para una gestión integrada de las áreas costeras de Costa Rica. 39-54p. En Barragán Muñoz, J.M. (coord.) *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: propuestas para la acción*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, 280pp.
- Nielsen -Muñoz, V. (2007). *Abundancia, biomasa y floración de Thalassia testudinum (Hydrocharitaceae) en el Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 60 p.
- Nielsen Muñoz, V. & M.A. Quesada Alpizar (2006). *Ambientes Marino Costeros de Costa Rica. Informe Técnico*. Conservación Internacional. 219 p.
- Nielsen-Muñoz, V. & J. Cortés (2008). Abundancia, biomasa y floración de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) en el Caribe de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 4): 175-189.
- Olsen , S.B. (2003). *Crafting Coastal Governance in a Changing World*. CRC – University of Rhode Island and the USAID. 378 pp.
- Pennetta, J. C. (1995). Coastal zone change and coastal zone management. pp.: 93-105. En G. Hempel (ed.). *The Ocean on the Poles: Grand Challenges for European Cooperation*. Gustav Fishes Verlag. Stuttgart.
- Quesada-Alpizar, M.A. y Cortés, J. (2006). Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Supl. 1): 101-145.
- Quesada-Alpizar, M. A., Cortés-Núñez, J., Alvarado, J. J. y Fonseca, A. C. (2006). *Características hidrográficas y biológicas de la zona marino-costera del área de conservación Osa*. TNC. Serie Técnica. Apoyando los esfuerzos en el manejo y protección de la biodiversidad tropical. San José, Costa Rica. 89 pp.
- Risk, M. J., M. M. Murillo & J. Cortés. (1980). Observaciones biológicas preliminares sobre el arrecife coralino en el Parque Nacional de Cahuita, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 28: 361-382.
- Sherman, K. & A. D. Duda. (1999). An ecosystem approach to global assessment and management of coastal waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 190: 271-287.
- Silva, A. M. & N. N. Carrillo (2004). El manglar de Purruja, Golfito, Costa Rica: un modelo para su manejo. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 2): 195-201.
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae). (2007). *Grúas II: Propuestas de Ordenamiento Territorial para la Conservación de la biodiversidad de Costa Rica. Volumen III. Análisis de Vacíos de Representatividad e Integridad de la Biodiversidad Marina y Costera*. 52 p.
- Spalding, , M.D., Ravilios, C y Green, E.P. (2001). *World Atlas of Coral Reefs*. UNEP-WCMC and University of California, Berkeley, 424 pp.
- Spongborg, A. L. (2004). PCB Contamination in surface sediments in the coastal waters of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 2): 1-10.

- Spongberg, A. L. & J. D. Witter. (2008). A review of PCB concentrations in tropical media, 1996-2007. *Rev. Biol. Trop.* 56 (Supl. 4): 1-9
- Sorensen, J. (1993). The international proliferation of integrated coastal management effort. *Ocean and Coastal Management* 21: 45-80.
- Sorensen, J. & A. Brandani (1987). An overview of coastal management in Latin America. *Coastal Management* 15: 1-25.
- Szelistowski, W. A. (1990). A new clingfish (Teleostei: Gobiessocidae) from the mangroves of Costa Rica, with notes on its ecology and early development. *Copeia* 1990: 500-507.
- Vargas -Montero, M. (2004). *Floraciones algales en Costa Rica y su relación con algunos factores meteorológicos y consideraciones sobre sus efectos socioeconómicos*. Tesis de Maestría, GIACT, Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 90 p.
- Wehrtmann, I. S., J. Cortés & S. Echeverría-Sáenz. 2009. Marine biodiversity of Costa Rica: perspectives and conclusions. Pp. 521-533. En I. S. Wehrtmann and J. Cortés (Eds.). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Monogr. Biol. 86. Springer + Business Media B.V., Berlín
- Westmacott, S. (2002). Where should the focus be in tropical integrated coastal management? *Coastal Management* 30: 67-84.
- Windevoxhel-Lora, N.J. (1998). *Situación del manejo integrado de zonas marino-costeras de Centroamérica: sus perspectivas para el manejo de áreas protegidas marino costeras*. Serie técnica Documentos de Trabajo. N° 2. UICN / HORMA. Área Temática de Conservación de Humedales.
- Yáñez-Arancibia, A. (1999). Terms of reference towards coastal management and sustainable development in Latin America: introduction to special issue on progress and experiences. *Ocean & Coastal Management* 42: 77-104.
- Zamora-Trejos, P. 2006. Manglares. 23-39. En Nielsen-Muñoz, V y Quesada-Alpizar, M.A. (eds). *Ambientes Marino-Costeros de Costa Rica*. Conservación internacional. 219 pp



Situación de las áreas marino-costeras en Costa Rica

Geógrafa especialista
en ordenamiento
territorial y
oceanografía
geológica. Profesora
e investigadora en
la Universidad de
Costa Rica (carmen.
gonzalez@ucr.ac.cr).

.....|| **Carmen González**

Además de poseer mucha belleza escénica, las zonas costeras son sitio de múltiples recursos naturales explotables. En consecuencia, atraen mucha población, que va en aumento. Tales recursos se han venido utilizando y extrayendo de forma descontrolada. Y, encima, esas zonas reciben el impacto de las actividades que se realizan en las partes altas de las cuencas hidrográficas, como también el de los fenómenos que ocurren mar adentro, tanto marinos como meteorológicos. Por tanto, puede decirse que la zona marino-costera es de alta dinámica, además de ser de alta fragilidad, convergiendo en ella fenómenos continentales y marinos, de diferente orden de magnitud y en escalas de tiempo diferentes.

En Costa Rica, en la costa pacífica se tiene una franja de 1.254 km de extensión y en la costa caribeña otra franja de 212 km. En 1977 se promulgó la Ley Marítimo-Terrestre, que define una franja costera de 200 m a partir de la pleamar ordinaria, donde los primeros 50 metros es zona de uso público y los restantes 150 m de uso restringido, y ahí las actividades son reguladas por el Estado. El



Volver al índice

Instituto Costarricense de Turismo es el principal ente encargado del desarrollo de esta área, lo que demuestra el interés estatal por cubrir las áreas costeras de actividades turísticas, desde hoteles hasta marinas.

Los gobiernos locales, o municipalidades, han desarrollado los planes reguladores que permiten, desde la parte administrativa y política, decidir cuáles son las actividades que se permiten o no en esas zonas, procurando el mejor desarrollo de sus regiones y la armonía con la naturaleza; sin embargo, muchos municipios costeros carecen aún de este documento de planificación y algunos de ellos enfrentan de forma muy superficial la dinámica costera. Las políticas a desarrollarse ahí son débiles, probablemente por el uso de los llamados índices de fragilidad ambiental, que fueron desarrollados para la parte continental y dejan por fuera el tema marino.

De acuerdo a los datos que nos brinda el Estado de la Nación (2012), nos damos cuenta de la aparente contradicción que existe en estas áreas: perciben muchos ingresos los hoteles y restaurantes, pero en educación y salud los índices de desarrollo son bajos, por lo que los gobiernos debieran dedicar más esfuerzos en la labor de disminución de las brechas existentes.

Recientemente, el Gobierno ha creado la Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina (2012), en cuyos documentos constitutivos se admite que el problema a resolver en torno a la



Avi Klapfer, Isla del Coco

gobernanza marina es de carácter multidimensional y se enmarca en la débil y desarticulada institucionalidad del país. Se menciona cuatro ejes estratégicos de atención y trabajo: conservación, aprovechamiento sostenible, seguridad en el mar y navegación y puertos.

Por su parte, la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), reconociendo la importancia y continua dinámica continental y marina de este espacio y la exposición permanente que tiene a posibles impactos que puedan poner en riesgo a las poblaciones, ha activado el Comité Asesor Marino Costero y se ha creado un documento de trabajo (no publicado) que es

una matriz de amenazas marino-costeras en la que se detallan algunos fenómenos que pueden llegar a causar desde grandes impactos a nivel costero, como sería un tsunami o un gran derrame de combustible, hasta las casi habituales marejadas y mareas altas que afectan a las poblaciones y las infraestructuras costeras.

Aún se está trabajando en torno a los mecanismos de atención de las emergencias a través de los comités locales, a la vez que se está en la elaboración de propuestas de los protocolos a seguir cuando ocurran las emergencias.

* * * * *

Diversos estudios a nivel latinoamericano y mundial llaman la atención a los principales problemas de las zonas costeras. Respecto de las causas de estos, algunos autores, como por ejemplo Barragán (2003), Pennetta (1995), Dronkers (1995), Bid (1998) y Nielsen y Quesada (2006), mencionan como primer factor el aumento poblacional que, según algunos cálculos, es tan grande que la cantidad de gente en el mundo viviendo en esas áreas alcanza ya el 60% de la población total; también indican el establecimiento de grandes ciudades; asimismo hacen notar los millones de toneladas de crudo y derivados de petróleo y carga seca que se trasiega en tales zonas. Otros datos mencionan que el 90% de la

contaminación continental, que incluye las aguas negras, tóxicos tipo pesticidas para agricultura y otros tipos de desechos que son dejados en los lechos fluviales, son transportados por las aguas de los ríos a las zonas costeras, justo donde se dan también las principales pesquerías, con lo que nos encontramos una gran con-



Avi Klapfer, Isla del Coco

tradición: queremos productos del mar frescos y en buena condición para ser consumidos y precisamente estamos llevando altas cargas de productos de desecho a las zonas costeras. Otros aspectos no recientes, pero de igual importancia, ya eran mencionados por el Bid (1998) refiriéndose a América Latina y que se manifiestan claramente en Costa Rica, por ejemplo el acelerado desarrollo turístico, que conlleva aumento del uso de agua potable para duchas, piscinas y campos de golf, más utilización de servicios públicos como electricidad, mayor generación de



Avi Klapfer, Isla del Coco

residuos sólidos y necesidad de más vías de acceso. En la mayoría de los casos estos problemas se ven y tratan de resolver una vez que se han dado los permisos de instalación de hoteles y es un problema actual y, además, creciente.

El estado de muchos ecosistemas costeros es de alta degradación. Numerosos manglares, de gran importancia para la reproducción de especies y la protección del continente ante los fenómenos marinos, están desapareciendo por los cambios en el uso del suelo, la actividad de las camarónicas, el uso del mangle para la construcción e incluso la quema. Los recursos pesqueros están siendo explotados casi sin control, con lo que está ocurriendo una pérdida de juveniles que son capturados con redes que no cumplen las medidas establecidas por el Estado. Igualmente, los barcos camarónicos que practican la pesca de arrastre causan enormes daños a la fauna y

a todo el ecosistema. Las aguas costeras también están sufriendo un fuerte impacto; las aguas servidas municipales van en más de un 90% sin tratamiento alguno a los ríos y hasta en forma directa al mar. Las casas, hoteles y otras industrias ubicadas en la zona costera hacen sus descargas de forma directa, y cada día son más altos los niveles de concentración de efluentes que exceden la capacidad de dilución natural.

La estabilidad de la línea de costa está cada vez más llamando la atención mundial. Algunos la relacionan directamente con el aumento del nivel del mar, producto del calentamiento global, a pesar de no tener medidas precisas y directas a nivel costero. Sin embargo, los efectos de las marejadas y la penetración de las olas en altas mareas son fenómenos casi diarios, que están afectando la seguridad de las poblaciones costeras, la agricultura y toda la infraestructura.

Las poblaciones costeras que han pasado varias generaciones en esas áreas se caracterizan por ser en su mayoría gente humilde, mucha de ella desplazada de ciudades, que se han asentado en la costa para sobrevivir de la pesca. Suelen utilizar leña de las especies forestales. Por carecer de propiedad sobre la tierra donde viven, los Estados se ven en serios problemas cuando se trata de planificar.

Conscientes de la falta de manejo y planificación a que está expuesta el área

costera, se apuesta a un ordenamiento territorial en concordancia con el *manejo costero integrado*, que debe ajustarse a una serie de normativas, instrumentos operacionales, aportes académicos y procesos participativos y de formación (Morales et al., 2011).

* * * * *

En conclusión, lo que requiere más atención para ordenar el espacio marino-costero mediante el establecimiento de las políticas necesarias es: mejora de la eficiencia en la gestión municipal, mayor coordinación institucional, promoción de la capacitación de profesionales en manejo costero, establecimiento de prioridades para ejecutar obras y acciones, generación de conocimiento académico y científico y encuentro de buenas vías de transmisión a las comunidades y su participación. Solamente trabajando desde diversos ángulos y de forma conjunta se puede acceder a verdaderas soluciones a la problemática marino-costera del país. Por el momento falta voluntad política, orden y un real interés.

Referencias bibliográficas

- Azuz, I. (ed.) (2007). *Infraestructura y Desarrollo Sustentable. Una visión centrada en la zona costera*. (279 p). Centro de Enseñanza Técnica y Superior. México.
- Barragán, J. (2003). *La gestión costera en Latinoamérica. Entre las experiencias nacionales y la necesidad de cooperación regional*. Conferencia Invitada. X Congreso Latinoamericano de Ciencias Marinas, San José.
- Barragán M. (coord.) (2012). *Manejo Costero Integrado en Iberoamérica. Diagnóstico y propuestas para una nueva política pública* (152 p.). Red IBERMAR (CYTED), Cádiz.
- Banco Interamericano de Desarrollo (1998). *El manejo de los recursos costeros y marinos en América Latina y el Caribe*. (41p). Washington D. C.
- Comisión Presidencial para la Gobernanza Marina (2012). En: <http://www.minae.go.cr/recursos/presentacion-comision-gobernanza.pdf>
- Dronkers, J. (1995). *The coastal grand challenge: prediction of change in coastal seas*. En: Hempel, G. (ed) *The Ocean on the Poles: Grand Challenges for European Cooperation* (pp. 107-123). Gustav Fishes Verlag, Stuttgart.
- Fonseca, A. (2012). *Gestión marino costera*. En XVIII Informe. Estado de la Nación. (82p). Costa Rica
- González, C. (2002). El concepto de desarrollo sustentable y su aplicación al Manejo Costero Integrado. En: *Reflexiones*, 81 (2): 09-19. Universidad de Costa Rica.
- González, C. (2005). Problemática y Ordenamiento Marino-Costero en Costa Rica. En: *Ambientales*, 30. Universidad Nacional. Costa Rica.
- Morales, A., Silva, M. y González, C. (2009). La gestión Integrada de la zona costera en Costa Rica: experiencias y perspectivas (pp. 41-70). En Barragán, M (coord.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de cambio*. Red IBERMAR (CYTED). Cádiz.
- Morales, A., Silva, M. y González, C., Villalobos, L. y Ash, J. (2011). Propuestas para una gestión integrada de las áreas costeras de Costa Rica (pp. 39-54). En: Barragán, M. (coord.) *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: propuestas para la acción*. Red IBERMAR (CYTED). Cádiz.
- Nielsen, V. y Quesada, M. (2006). *Ambientes marino-costeros de Costa Rica*. Informe Técnico. (219 p.) Conservación Internacional.
- Pennetta, J. (1995). Coastal zone change and coastal zone management. En: Hempel, G. (ed.) *The Ocean on the Poles: Grand Challenges for European Cooperation* (pp. 93-105). Gustav Fishes Verlag, Stuttgart.



Bióloga especialista
en recursos
marinos. Oficial de
Conservación Marina
en la Asociación Costa
Rica por Siempre.

Esfuerzos de conservación marina en Costa Rica

..... || **Andrea Montero**

En la última década, nuestros mares se han encontrado más vulnerables ante las amenazas que acechan sus distintos ecosistemas. La pérdida y degradación de hábitats, la contaminación y el cambio climático contribuyen al declive de la biodiversidad marina.

Con solo el 0,16% de la superficie de los océanos del planeta, Costa Rica posee 6.778 especies marinas (3,5% de las especies marinas reportadas a nivel global), de las cuales 96 son endémicas y protegidas en su mayoría por el Parque Nacional Isla del Coco (Whertman y Cortés, 2008). En cuanto a ecosistemas marinos, la diversidad incluye arrecifes coralinos, manglares, fondos lodosos, zonas rocosas, playas, acantilados, praderas de pastos marinos, un fiordo tropical, áreas de surgencia, un domo térmico, una dorsal oceánica como la de Cocos, islas costeras, una isla oceánica y ventanas hidrotermales (Sinac-Minaet, 2008).

El área marina del país es 10 veces mayor que su territorio (568.054 km²), pero la extensión protegida marina total representa aproximadamente un 2% del territorio nacional, distribuido en más de 20 áreas marinas protegidas. Algunos



Volver al índice

procesos e iniciativas marinas nacionales merecen mencionarse a continuación.

Se han dado importantes avances en el reconocimiento de vacíos de conservación marina, con miras a lograr los compromisos de representatividad en la Convención de la Diversidad Biológica (Sinac-Minaet, 2009), a través de la Propuesta de Ordenamiento Territorial para la Conservación de la Biodiversidad (Grúas II), que identificó áreas de mayor valor para la conservación entre 2007 y 2009. La fase marina de Grúas II identificó 35 sitios importantes en términos de biodiversidad en las costas del Pacífico y el Caribe.



Sergio Pucci, Playa y arrecifes en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

En el año 2008 se publicó la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de los Recursos Marinos y Costeros de Costa Rica, elaborada por una comisión donde participó el Gobierno, la academia y organizaciones no gubernamentales.

Este documento representa una buena propuesta que debiera funcionar como guía para alinear las demás líneas de acción concernientes al uso de los recursos marino-costeros en Costa Rica.

Unos años después, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (Sinac) del Ministerio de Ambiente y Energía (Minae) propuso la iniciativa nacional “Costa Rica por Siempre”, que busca, dentro de un marco de financiamiento sostenible por siempre: (1) ampliar la extensión actual de sus áreas marinas protegidas, (2) mejorar el manejo del sistema de áreas protegidas con herramientas administra-

tivas específicamente desarrolladas mediante la actualización de planes de manejo y perfeccionando su sistema de recaudación de ingresos, e (3) identificar amenazas, impactos potenciales y capacidad adaptativa de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático. Varios proyectos de cooperación se han aliado a los esfuerzos del Sinac para apoyar el alcance de las metas marinas nacionales en

el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica (por ejemplo, la Asociación Costa Rica por Siempre, Biomarcc-GIZ, Conservación Internacional, Consolidación de Áreas Marinas Protegidas Sinac-Pnud-Gef, etc.).

Los retos que hay que superar para disminuir las amenazas a la biodiversidad marina y costera de Costa Rica pueden resumirse en tres: Primero, mantener una eficiente coordinación institucional por parte del Estado, lo que permitirá alcanzar la planificación y la gestión integrada de los recursos marino-costeros a nivel nacional. Segundo, fortalecer una gestión integrada de información que facilite la toma de decisiones y negociaciones entre la administración de las áreas marinas protegidas y los usuarios de recursos. Y, tercero, lograr una sostenibilidad tanto ambiental como financiera de las actividades económicas claves desarrolladas alrededor de los recursos marino-costeros. Además

del turismo, las comunidades cercanas a las áreas protegidas apenas empiezan a apropiarse del valor de los servicios ecosistémicos que proveen las áreas marinas protegidas en el país.

Referencias bibliográficas

- Sinac-Minaet (2008). *Grúas II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica*. Volumen 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera. San José. 60 p.
- Sinac-Minaet (2009). *Metas de Conservación Nacionales del Sistema de Áreas Protegidas de Costa Rica. En el marco del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Proyecto Costa Rica por Siempre*. Mimeografiado.
- Wehrtmann I. y Cortés J. (2009). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer Editions. Berlin, Germany. 538 p.



Sergio Pucci, Tortuga marina saliendo de su nido.



Sobrepoblación de erizos de mar en bahía Culebra: síntoma de mal estado de conservación

Juan J. Alvarado

Biólogo marino
especialista en ecología
de arrecifes coralinos
y de equinodermos.
Investigador de la
Escuela de Biología
y del Centro de
Investigación en
Ciencias del Mar y
Limnología (Cimar)
de la Universidad de
Costa Rica.

Los erizos de mar son miembros del filo Echinodermata (del griego *piel con espinas*; junto con estrellas y pepinos de mar, entre otros) e integrantes muy importantes de la trama alimenticia marina, alcanzando una alta biomasa y diversidad en una gran variedad de ecosistemas, sobre todo en los arrecifes coralinos. Entender su ecología permite en gran medida entender la estructura y el funcionamiento de ese ambiente (Birkeland, 1989). Se ha documentado que poseen una acción positiva en esos ecosistemas, debido a que, por ser herbívoros muy eficientes, facilitan el reclutamiento coralino, disminuyen la presencia de macroalgas competidoras y permiten que los arrecifes posean una mayor complejidad estructural, puesto que son organismos bioerosionadores eficientes (Glynn et al., 1979; Sammarco, 1980).

Sin embargo, cambios físicos en el arrecife pueden modificar la abundancia y dominancia de las especies de este grupo, y ello a su vez puede tener efectos relevantes sobre la estructura arrecifal (Birkelan, 1989). Estos cambios físicos pueden provocar aumentos o disminuciones extremas de las poblaciones, con efectos diferenciales en los arrecifes.



Volver al índice

Por ejemplo, en el Caribe, previamente a 1983, las densidades del erizo de mar *Diadema antillarum* eran altas, por arriba de 10 ind/m², lo cual ayudó a que los arrecifes estuvieran dominados por corales debido a la acción de pastoreo de los erizos sobre las algas (Sammarco, 1980). De acuerdo a algunos investigadores, estas altas densidades poblacionales fueron la consecuencia de la continua remoción de peces carnívoros por obra de la sobrepesca, lo que produjo que los erizos aumentaran a falta de un depredador que controlara sus poblaciones. En ciertas localidades, las densidades fueron tan altas (> 50 ind/m²) que el impacto bioerosionador fue muy intenso, y esto produjo un debilitamiento y una pérdida de la estructura arrecifal (Hay, 1984; Roberts 2009). La actividad bioerosiva es producto de la acción alimenticia de los erizos, ya que estos al raspar las algas del sustrato con su estructura bucal raspan las rocas sobre las cuales crecen las algas, y esta continua actividad provoca un debilitamiento del basamento coralino, que se intensifica ante altas densidades. Otro ejemplo es el de la especie *Diadema mexicanum* en el Pacífico de América, donde altas poblaciones (40-80 ind/m²) en Panamá provocaron una intensa bioerosión, destruyendo notablemente los arrecifes coralinos (Eakin, 2001). Como producto de la eliminación de sus depredadores por un mal manejo de las pesquerías, el pastoreo intensivo por altas densidades de erizos está provocando serios daños ambientales en varios ecosistemas alrededor del mundo (California,

Japón, islas Canarias, Galápagos), produciendo la formación de “blanquizales” (Hernández et al., 2008), que son zonas del mar convertidas en “desiertos”, o donde los suelos se han hecho improductivos por efecto de la actividad alimenticia de los erizos, zonas desprovistas de cualquier tipo de cobertura vegetal o/y animal.

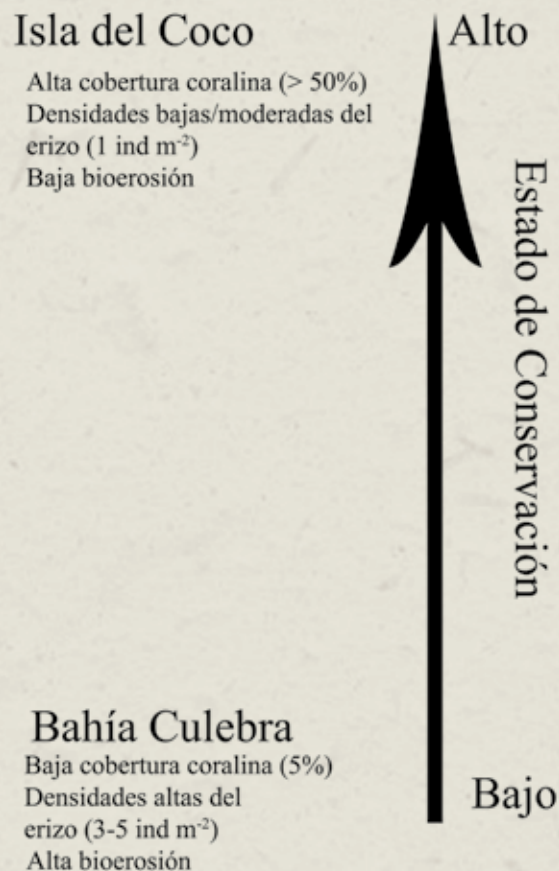
En el Caribe, en 1983 se dio una mortandad masiva (~98%) del erizo de mar *Diadema antillarum*, lo que provocó un cambio de fase en los arrecifes. Estos pasaron de ser dominados por corales a ser dominados por algas, las cuales aumentaron sus poblaciones debido a la falta de remoción por la actividad de pastoreo del erizo, lo que, sumado a sus altas tasas de crecimiento, provocó serios problemas ambientales en tales arrecifes (Bellwood et al., 2004). Estos efectos, tanto positivos como negativos, provocados por las densidades poblacionales del erizo de mar *Diadema*, han hecho que esos organismos sean considerados especies claves en los ecosistemas marinos y sean motivo de múltiples estudios y estrategias de manejo.

Dentro de un proyecto regional a lo largo del Pacífico Tropical Oriental, que buscaba determinar el estado de salud de los arrecifes coralinos y el efecto de la presencia del erizo de mar *Diadema mexicanum*, se logró cuantificar que bahía Culebra, en Guanacaste, es una de las zonas arrecifales en la actualidad en la región con mayor deterioro. Durante la investigación se realizó una metodología estandarizada que permitiera ver la cobertura de coral, la tasa de crecimiento del arrecife

o bioacreción arrecifal (que es la tasa de deposición de carbonato de calcio a través del tiempo), la densidad y tallas del erizo y su tasa de bioerosión (remoción de carbonato de calcio a través del tiempo). Se visitaron 12 localidades arrecifales, desde el golfo de California en México hasta el golfo de Panamá en Panamá, incluyendo arrecifes en El Salvador, Costa Rica e isla del Coco. En localidades que podrían considerarse con un adecuado estado de salud o de conservación, la cobertura de coral vivo estuvo entre 50 y 90% (isla del Coco y algunas localidades de México), con densidades del erizo bajas (~ 1 ind/m²), teniendo un impacto bioerosivo pequeño y tasas de acreción altas. Bahía Culebra fue la única localidad que presentó una baja cobertura arrecifal (5%) y altas densidades del erizo (3-5 ind/m²), con altas tasas de bioerosión y muy bajas de crecimiento arrecifal. Esto ubica a bahía Culebra en un bajo valor de conservación (figura 1).

Sin embargo, lo que llamó más la atención de esta investigación fue el hecho que este erizo era poco abundante hasta hace poco en la bahía (figura 2A; Jiménez, 2001). Desde inicios de los años 1990, esta zona del país ha sido estudiada intensamente por investigadores del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (Cimar) de la Universidad de Costa Rica (Sánchez-Noguera, 2012), quienes describieron los arrecifes de bahía Culebra como unos de los mejores ecosistemas de este tipo en el país con cobertura de coral vivo en promedio de 40% (figura 2A), pero pudiendo alcanzar inclusive hasta 90% (Jiménez, 2001). Las

Figura 1. Estado de conservación de los arrecifes de isla del Coco y bahía Culebra de acuerdo a cobertura de coral vivo, densidad del erizo de mar *Diadema mexicanum* y tasas de bioerosión.



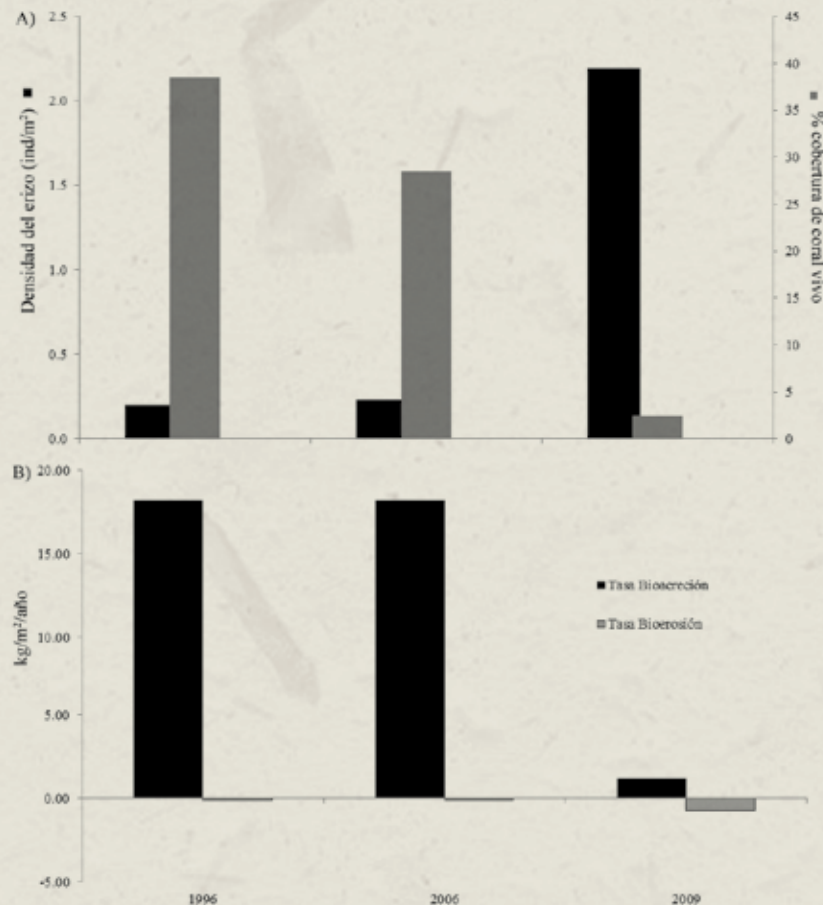
densidades de este erizo eran bajas (menos de 0,5 ind/m²) (Jiménez, 2001), lo que se traducía en un impacto de bioerosión insignificante para el crecimiento arrecifal o bioacreción (figura 2B). Esta condición se mantuvo hasta el año 2006, cuando todavía los arrecifes de la zona contaban con buenas condiciones de salud.

Sin embargo, desde inicios del nuevo milenio, bahía Culebra se ha convertido en uno de los polos de desarrollo turístico

más intensos del país (Sánchez-Noguera, 2012), lo que ha traído ciertas consecuencias nocivas para la calidad de las aguas de la bahía. Este desarrollo levantó muchos suelos para la construcción de hoteles y casas con vista al mar, provocándose una mayor escorrentía del suelo y una menor retención de los sedimentos hacia el mar. Esto, a su vez, produjo que muchos materiales, residuos o compuestos que antes eran retenidos por la cobertura boscosa fueran a dar directamente al mar. A su vez, la presencia de campos de golf y la necesidad de tenerlos bien cuidados provocó que muchos de los fertilizantes fueran lavados e introducidos en el mar.

Estos fertilizantes, no nocivos para los organismos, han sido utilizados por macro y micro algas marinas para su crecimiento, ocasionando esto su proliferación (Fernández-García et al., 2012). Además, por ubicarse bahía Culebra en una región naturalmente enriquecida por nutrientes -producto del afloramiento costero que se da entre diciembre y abril-, sus aguas

Figura 2. (A) Densidad del erizo de mar (ind/m^2) *Diadema mexicanum* (barras negras) y porcentaje de cobertura de coral vivo (barras grises). (B) Tasas ($\text{kg}/\text{m}^2/\text{año}$) de bioerosión por parte del erizo de mar (barras grises) y de bioacreción coralina (barras negras), en bahía Culebra, en 1996, 2006 y 2009.



son muy productivas y, entonces, facilitadoras del crecimiento de las algas. Este aporte constante de nutrientes al agua, sea de manera natural en época seca o por el afloramiento en época de lluvias por escorrentía de los suelos, ha hecho que la zona siempre esté enriquecida por nutrientes para el crecimiento de algas, lo que se evidencia en la proliferación



Cambio en la composición del sustrato en el arrecife de Playa Blanca, Bahía Culebra entre el 2005 y el 2009

desmesurada del alga invasiva *Caulerpa sertularioides*, que crece sobre los corales, asfixiándolos y provocando una pérdida notable en la biodiversidad marina (Fernández-García et al., 2012). También se evidencia en la continua aparición de eventos de mareas rojas que, de pasar a ser eventos aislados, se convirtieron en recurrentes. La presencia de esas mareas no solo afecta las pesquerías con sus toxinas, sino también provoca que penetre menos luz al fondo marino, lo que, además de ser perjudicial para los corales formadores de arrecifes, implica un decrecimiento de la disponibilidad de oxígeno en el fondo, lo que ha producido disminución y muerte en los arrecifes de la zona (Jiménez, 2007).

La muerte coralina y la abundancia de nutrientes en el agua han hecho que las algas

proliferen en los arrecifes, sobrecreciendo a los corales y provocando un tipo de cambio de fase en la composición de estos ecosistemas. Los erizos de mar, al ser organismos herbívoros que se alimentan de algas, han aprovechado esta mayor disponibilidad de recursos, derivando esto en un incremento notable de sus poblaciones en los

últimos años y, principalmente, causando un impacto en la estructura arrecifal al producir una mayor bioerosión. Lo que, sumado a la poca producción del arrecife por la muerte de corales, hace de estos ecosistemas algo similar a ruinas. Pero el aumento de las poblaciones de los erizos no solo es el resultado, como se ha indicado, de una mayor disponibilidad de alimento, sino también de la falta de depredadores.



Cambio en la composición del sustrato en el arrecife de Playa Blanca, Bahía Culebra entre el 2005 y el 2009

Bahía Culebra ha sido una zona pesquera por casi un siglo (Sánchez-Noguera, 2012), pero la intensidad de esa actividad se ha incrementado en los últimos 15 años por una mayor demanda del mercado local (i.e. hoteles) y del regional, con el resultado de que lo que antes era común: bajas densidades del erizo, sea ahora extraño, debido a que ya no hay o quedan muy pocos depredadores de ellos, a causa de la falta de un controlador natural de sus poblaciones.

O sea, el deterioro que están sufriendo los arrecifes coralinos de bahía Culebra no es el resultado de la presencia de los erizos de mar y de su actividad bioerosiva. La presencia de ellos es tan solo una manifestación muy clara de que el ambiente marino en esta zona ha sido alterado por la suma de diferentes prácticas de desarrollo costero (pesca y desarrollo inmobiliario turístico) poco planificadas o sin que se haya considerado las consecuencias que la sinergia de ellas tienen en el ecosistema y, particularmente, en la respuesta de ciertos organismos a condiciones muy específicas.

El atractivo turístico y el potencial pesquero de esta zona del país estará en riesgo en los próximos años si no se toma medidas a tiempo para revertir la calidad del agua que favorece un arrecife saludable. La solución no está en eliminar los erizos de mar por completo del arrecife, ya que ellos juegan un papel muy importante en la dinámica arrecifal bajo un nivel poblacional adecuado. La solución está en coordinar las actividades extractivas, recreativas y de desarrollo

inmobiliario de manera que sean acordes con el entorno a fin de tener un ambiente saludable. Bahía Culebra requiere un manejo ecosistémico que ayude a balancear la salud de los arrecifes, y su recuperación, con un beneficio tangible para las poblaciones humanas que dependen del turismo y la pesca. Es importante determinar el estado poblacional de los depredadores del erizo para evitar una pesquería sobre ellos, facilitando así la recuperación de sus poblaciones y su labor como controladores naturales de los erizos. También es necesario proteger e incrementar la cobertura boscosa en las montañas alrededor de la bahía para impedir una mayor escorrentía de nutrientes al mar, y es necesario controlar, en época lluviosa, el uso de fertilizantes que puedan incrementar el enriquecimiento del mar por nutrientes. Estas son prácticas que los sectores turístico, pesquero, conservacionista y académico pueden emprender para que bahía Culebra vuelva a ser ese paraíso de arrecifes coralinos digno de visitar y disfrutar.

Referencias bibliográficas

- Bellwood, D. R., Hughes T. P., Folke, C. y Nyström, M. (2004). Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429, pp. 827-833.
- Birkeland, C. (1989). The influence of echinoderms on coral-reef communities Pp. 1-79. En Jangoux, M. y Lawrence, J. M. (Eds.). *Echinoderm Studies* 3. A. A. Balkema: Rotterdam.
- Eakin, C. M. (2001). A tale of two ENSO events: carbonate budgets and the influence of two warming disturbances and intervening variability, Uva Island, Panama. *Bull. Mar. Sci.* 69, pp. 171-186.

- Fernández-García, C., Cortés, J., Alvarado, J. J. y Nivia-Ruiz, J. (2012). Physical factors contributing to the benthic dominance of the alga *Caulerpa sertularioides* (Caulerpaceae, Chlorophyta) in the upwelling Bahía Culebra, north Pacific of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 60 (Suppl. 2), pp. 93-107.
- Glynn P. W., Wellington G. M., y Birkeland, C. (1979). Coral reef growth in the Galápagos: limitation by sea urchins. *Science* 203, pp. 47-49.
- Hay, M.E. (1984). Patterns of fish and urchin grazing on Caribbean coral reefs: are previous results typical? *Ecology* 65, pp. 446-454.
- Hernández, J. C., Clemente, S., Sangil, C. y Brito, A. (2008). Actual status of the sea urchin *Diadema* aff. *antillarum* populations and macroalgal cover in marine protected areas compared to a highly fished area (Canary Islands – eastern Atlantic ocean). *Aquat. Conser. Mar. Fresh. Ecosyst.* 18, pp. 1091-1108.
- Jiménez, C. (2001). Arrecifes y ambientes coralinos de bahía Culebra, Pacífico de Costa Rica: aspectos biológicos, económico-recreativos y de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 49 (Supl. 2), pp. 215-231.
- Jiménez, C. (2007). Arrecifes coralinos ¿víctimas de los cambios? *Ambientico* 171, pp. 5-7.
- Roberts, C. (2009). *The Unnatural History of the Sea. Shearwater* : Londres. 456 p.
- Sammarco, P. W. (1980). *Diadema* and its relationship to coral spat mortality: grazing, competition and biological disturbance. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 45, pp. 245-472.
- Sánchez-Noguera, C. (2012). Entre historias y culebras: más que una bahía (bahía Culebra, Guanacaste, Costa Rica). *Rev. Biol. Trop.* 60 (Supl. 2), pp. 1-17.



Biólogo. Director
ejecutivo de
la Federación
Costarricense de
Pesca.

Pesca responsable para recuperar el capital natural del mar

..... || **Enrique Ramírez**



Más del 80% de las pesquerías mundiales se encuentran totalmente explotadas, sobre-explotadas o agotadas, afectando la estabilidad de los recursos pesqueros, según el último informe de Fao sobre el estado mundial de la pesca y la acuicultura. Costa Rica no es la excepción: el mayor impacto al ecosistema marino en nuestro país es el de la sobrepesca con artes de pesca no selectivas. Entre el año 2000 y el 2007 el volumen total del producto pesquero en Costa Rica mermó en un 40%; para el 2012 esa merma fue ya del 50% -o mayor- como producto de políticas pesqueras extractivas que se asemejan más a políticas pesqueras del siglo XVII, donde el criterio que priva es el de la máxima captura con el menor esfuerzo, al menor costo y en el menor tiempo.

Datos de Fao y del Banco Mundial indican que la economía mundial podría recuperar hasta \$50 billones anuales al restaurarse los stocks de pesca y reducir el esfuerzo pesquero a niveles óptimos; en Costa Rica estamos ayunos de este tipo de estudio porque no hay planificación en el manejo de los recursos pesqueros.



[Volver al índice](#)

Cuando las naciones del mundo declararon las zonas económicas exclusivas, en los años setenta y ochenta, un tercio de los océanos del planeta pasó al control de las naciones por primera vez en la historia; los países empezaron a poder tener control sobre sus pesquerías y sus recursos. Fuera de estos límites, la ley del mar que prevalece no ha cambiado desde el año 1650. En Costa Rica, sin embargo, los barcos atuneros pescan a 12 millas de la costa con la anuencia de las autoridades, interfiriendo la pesca turística como sector económico y capturando cantidades masivas de peces de tallas juveniles, y otros de interés turístico y deportivo, con sus redes de cerco o con sustratos artificiales, capturando especialmente dorado, como pesca incidental que no logra reclutarse en los stocks de pesca comercial costarricense. En varias ocasiones estos barcos extranjeros han espantado a las familias de turistas visitantes con cuartos de dinamita para que no estorben mientras se llevan el atún de nuestras aguas.

El agotamiento de los recursos por la pesca desmedida de las poblaciones de camarón ha llevado a los barcos camaroneros a dirigir sus artes de pesca de arrastre a los bancos de congrio, pargo

y cabrilla, muy cerca de la costa, compitiendo deslealmente con la flota artesanal que pesca con cuerda de mano. Algunos camaroneros han descargado, como pesca incidental, hasta 11 toneladas de pescado -equivalente a tres vagonetas de volteo de un solo barco, inundando el mercado local, bajando el precio y llevándose el recurso del que viven más de 14.000 pescadores artesanales y sus familias durante varios meses, enfilándolos así a un modelo de pobreza sostenida e inseguridad alimentaria por sobrepesca con artes no selectivas y licencia supuestamente para pescar solo camarón. Además del impacto económico negativo a comunidades costeras artesanales, que dicho sea de paso son la mayoría de los pescadores costarricenses, arrastran entre sus redes toneladas de peces juveniles e inmaduros de las zonas costeras que mueren ahogados en redes que solo dejan pasar el agua y



Gino Biamonte, Empresa pesquera

no logran engrosar los stocks de pesca para que otros pescadores puedan aprovecharlos en su etapa adulta. Se estima que el promedio mundial de descarte no aprovechable de un camaronero es del orden del 80% de la captura total, descarte mejor conocido como “chatarra” pero mejor entendido como desperdicio. En Costa Rica, el descarte anual de “chatarra” por parte de barcos camaroneros entre los años 1950 y 1987 es estimado por la Universidad de British Columbia en torno a 15.000 toneladas anuales. A pesar de esta realidad, el país no cuenta con un criterio técnico, científico o de proporcionalidad y racionalidad para poner un límite al muy conveniente e indefinido concepto de pesca incidental, por lo que las sanciones brillan por su ausencia.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la flota asiática empezó a pescar industrialmente a lo largo del archipiélago

japonés. Quince años después los stocks habían mermado en un 80% en esa zona, razón por la cual se fueron corriendo hacia el Pacífico Oriental, utilizando artes de pesca no selectivas como el palangre de superficie, principal arte para la pesca del tiburón. Hoy día, más de 79 millones de tiburones mueren al año por la pesca de palangre de superficie y se estima que el 90% de las poblaciones de tiburón han desaparecido del planeta por el lucrativo negocio del aleteo, símbolo de prestigio de un grupo económico poderoso en un modelo económico de consumismo insostenible; negocio ese en el que en Costa Rica hay involucrados grupos empresariales.

Más del 85% de las poblaciones de marlin y del 90% de las de pez vela han desaparecido de la costa pacífica por la pesca indiscriminada. La flota asiática tiene una cortina de más de 10 millones de anzuelos a lo largo de la costa pacífica,

impidiendo las migraciones estacionales de marlin, vela, tiburón y dorado, dilapidando inmisericordemente los recursos que pertenecen a todos los costarricenses.

Hemos devuelto el capital natural que constituye el sustento de una economía azul; sin embargo, estamos a tiempo, los mares



www.OrionTravelService.com, Pesca deportiva



Gino Biamonte, Pesca

costarricenses son también una fuente potencial de recreación, turismo, pesca responsable y pesca turística, como lo son para el archipiélago de las Sicheles al norte de Madagascar, donde el turismo aporta el 25% del producto interno bruto y la visitación a los arrecifes de coral genera un estimado de \$2 billones al año; o también para las Bahamas, donde se le otorga un valor de \$250.000 a un tiburón vivo para la visitación de buceadores, mientras que muerto vale solo \$50; o para Palau, donde se declaró un santuario para tiburones en el 2009, ya que generan el 8% del producto interno bruto a través del turismo de buceo dándole un valor de \$1,9 millones al lapso de vida de 100 tiburones, mientras que aleteados y muertos solo valdrían \$11.000.

En Los Cabos, Baja California, donde 354.000 pescadores turistas por año generaron 34.800 empleos y \$652 millones al producto interno bruto de México

en 2007, el 88% de esos pescadores dijeron que sería menos probable que regresaran si supieran que hubiese aumentado la captura comercial de marlin y pez vela, y que sería mucho más probable que retornaran si la pesca comercial de estos peces estuviera restringida o se hubiera detenido completamente.

Aquí, en Costa Rica, la Universidad de Costa Rica (UCR) le otorga un valor de

\$3.000 a un pez vela vivo, mientras que muerto se consigue en 1.400 colones el kilo en el Cenada, para nunca más volver al mar. Nos estamos comiendo el capital natural. La pesca turística en Costa Rica atrae más de 100.000 turistas al año y, según la UCR, genera 4.000 empleos directos y 63.000 indirectos con un ingreso bruto cercano al 2% del PIB. Sin embargo, los turistas pescadores están dejando de venir porque la pesca turística se ha deteriorado, pesca que es la alternativa para aprovechar el capital natural indefinidamente si logramos rescatar a esos animales de las prácticas pesqueras no selectivas.

El aporte económico del turismo a la economía mundial se estima en 5% del PIB, con una contribución del 7% del empleo total. Se considera que más de un 33% de los turistas prefieren un turismo ambientalmente amigable; y se estima que en Costa Rica el 70% de los turistas realizan actividades ecoturísticas. Sin

embargo, en los mares costarricenses no estamos dando esa imagen y empezamos a perder visitación y prestigio por darle la espalda a nuestros mares.

Las áreas marinas de pesca responsable son la respuesta de las comunidades costeras organizadas al deterioro de los stocks de pesca, la inseguridad alimentaria, la falta de regulaciones y la falta de manejo de los recursos pesqueros. Las áreas marinas de pesca responsable de Palito en Chira, Tárcoles, golfo Dulce y, más recientemente, San Juanillo han logrado con grandes esfuerzos organizarse y dar los primeros pasos para la implementación de un modelo de manejo que Fao está viendo ya como exportable al resto de las comunidades pesqueras del Pacífico Oriental, sin embargo las autoridades de la pesca en este país no se han dignado contestar a este esfuerzo comunitario, a la vez que 12 barcos camaroneros arrastran todo el pescado frente a las costas de Guiones y San Juanillo.

Debemos recuperar nuestros océanos y nuestro patrimonio, el mar también es parte del ambiente, nuestra principal riqueza económica es la biodiversidad y

con el manejo responsable de los recursos podemos dinamizar una economía azul. Con el aporte de científicos, pescadores, economistas, estudiantes, autoridades de Gobierno y de la sociedad civil podemos desarrollar y fortalecer las áreas marinas de pesca responsable a lo largo de toda la costa, reconvertir artes de pesca indiscriminada en artes de pesca selectiva que mejoren el ingreso y disminuyan la captura incidental, rescatar e incentivar la pesca turística como parte del desarrollo económico, establecer leyes y regulaciones para el uso del espacio marino, propiciar corredores biológicos para garantizar la libre migración de las especies y sentar las bases para una política económica costera que incremente la productividad de nuestro capital natural para el aprovechamiento responsable de los recursos marinos en vez de una política extractiva que los agota. Tenemos 576.000 km² de territorio que necesitan ser redescubiertos; saquemos a flote lo que ocurre en nuestros mares y apoyemos la agenda azul y las políticas de pesca responsable, que es un asunto de política económica y de soberanía nacional.



Abogada especialista
en derecho ambiental.
Gerente de Incidencia
Política en la
Fundación Marviva
Costa Rica.

..... || **Viviana Gutiérrez**

 **M**uy recientemente, después de años de investigaciones y reportajes denunciando la problemática del aleteo de tiburones en Costa Rica, varios medios de prensa anunciaron la prohibición de la importación de aletas de tiburón a través de un decreto ejecutivo (N° 37354-Minaet-Mag-Sp-Mopt-H) publicado el 25 de octubre de 2012.

La posición del Gobierno es positiva pero queda mucho por hacer. Fundación Marviva apoya la iniciativa gubernamental “cero tolerancia” al aleteo de tiburón, y comparte la posición expresada por Casa Presidencial al afirmar que el aleteo es una práctica de pesca insostenible. Reconocemos que este decreto representa una señal de compromiso hacia la eliminación de esa brutal práctica, pero a nuestro criterio no es suficiente.

Para nosotros, “cero tolerancia” al aleteo significaría la prohibición a la importación y a la exportación de aletas, así como el establecimiento de regulaciones adecuadas a la pesca de tiburones y a su comercialización en el mercado nacional. Pero ninguna de las regulaciones



[Volver al índice](#)

establecidas por el decreto prohíbe la importación de aletas en nuestro país. Él solo establece un nuevo requisito a su importación, que consiste en una certificación del país de origen que haga constar que las aletas que se importan fueron “embarcadas” adheridas en forma natural al vástago del tiburón.

Vemos con preocupación que la importación de aletas se siga permitiendo, sujetándose únicamente a un certificado de la autoridad aduanera del país de origen (artículo 2 del decreto). Sobre todo porque esto presume la existencia de mecanismos de coordinación regionales eficientes que garanticen la veracidad y autenticidad de tal documento. Pero, dado que los países centroamericanos carecen de controles adecuados, es difícil pretender eso.

Como el decreto no regula la exportación de las aletas, es inevitable preguntarse cuáles serán las medidas que tomará el Gobierno para regularla. Respecto a este punto, el decreto es sensiblemente omiso. El exigir un certificado para importar aletas de tiburón no es una regulación nueva. El decreto no solo viene a repetir lo estipulado en el Reglamento Regional OSP-05-11 para prohibir la práctica del aleteo del tiburón en los países parte del Sistema de la Integración Centroamericana (Sica), aprobado por Costa Rica en noviembre de 2011, sino que es omiso en cuanto a la obligatoriedad de implementar dicho certificado para la exportación de aletas.

La reglamentación del certificado para la exportación de aletas sí requiere esfuerzos importantes por parte de las autoridades costarricenses para establecer controles al desembarco de aletas por parte de la flota nacional y la extranjera y, asimismo, para establecer controles cruzados que garanticen que el volumen de aletas que se exporta corresponda a los datos oficiales de descarga en puertos, más al de aletas importadas para su re-exportación.

En el país no existe un mercado nacional de importancia para las aletas, pero sí lo hay para la carne del tiburón. A nuestro criterio, para cumplir con la



Avi Klapfer, Tiburón martillo (*Sphyrna lewini*)



Avi Klapfer, Tiburón martillo (*Sphyrna lewini*)

política “cero tolerancia” al aleteo debería impulsarse medidas que regulen la pesca de tiburones para el abastecimiento de su carne en el mercado interno. La situación que enfrentan las poblaciones de tiburones y rayas, ante la disminución evidente de sus poblaciones, requiere medidas de ordenación pesquera urgentes, tales como: establecimiento de tallas mínimas de captura, de manera que se evite la pesca de tiburones juveniles que aún no se han reproducido; regulación de las artes autorizadas para la pesca dirigida al tiburón; prohibición de la pesca dirigida a la raya; establecimiento de porcentajes máximos de pesca incidental de tiburón, y zonificación y protección

de sitios de importancia para la reproducción de los tiburones, entre otras. Junto a estas regulaciones, debería mostrarse el compromiso político de fortalecer la institución rectora en el tema pesquero, la cual carece de estructura, personal y recursos financieros suficientes para cumplir adecuadamente con sus funciones.

El artículo 4 del mencionado decreto establece la cancelación de la licencia a quien descargue, transporte, importe, trasiego y porte *dentro de la embarcación* aletas de tiburón, contraviniendo sus disposiciones. Al respecto, la norma está limitada en sus alcances, pues omite regular el proceso de comercialización y almacenamiento de aletas en tierra



Avi Klapfer, Tiburones martillo (*Sphyrna lewini*)

(camiones, almacenes, etc.). Asimismo, la cancelación de la licencia de pesca, mediante un procedimiento administrativo dentro del Incopesca, dependerá de la resolución final que tome su Junta Directiva, un órgano colegiado altamente cuestionado por el conflicto de intereses generado debido a la participación mayoritaria del sector privado pesquero en su conformación, la cual en ocasiones ha alcanzado la relación de siete representantes del sector pesquero frente a dos representantes del sector público.

La no existencia de sanciones penales para el aleteo en la Ley de Pesca y Acuicultura vigente, a excepción del artículo 139, debilita aun más los alcances del decreto. Esta Ley contiene una serie de imprecisiones y vacíos normativos que merecen ser atendidos. Desde el 24 de abril de 2008 entró en la corriente legislativa el proyecto de ley N° 17013, que propone reformas al Capítulo de Delitos

y Sanciones de la Ley de Pesca y Acuicultura, incluyendo tres nuevos tipos penales para el aleteo de tiburón; sin embargo, en todos estos años no ha existido el compromiso político claro para impulsar estas reformas.

Si la posición del Gobierno va a seguir siendo la de permitir la importación y la exportación de aletas de tiburón, aun a sabiendas de las consecuencias ambientales que eso conlleva, es crucial que se implemente a cabalidad el Reglamento OSP-05-11 del Sica, en ambos aspectos, importación y exportación de aletas, y se defina detalladamente cuáles serán las medidas de control y fiscalización que se tomarán dentro del país para garantizar su cumplimiento.

En conclusión, el reciente decreto ejecutivo no resuelve el tema del aleteo de tiburones y deja al descubierto las importantes reformas legales que se necesitan para alcanzar “cero tolerancia”.



Químico
(eddyhumberto.
gomez@uca.es).

..... || **Eddy Gómez**

Contaminación costera en Costa Rica



El territorio continental costarricense —de 51.100 km²— se encuentra circunscrito por una costa de 1.466 km: 85% de ellos en la costa del Pacífico y 15% en la rectilínea costa del Caribe. Estas costas presentan una amplia variedad de ambientes costeros que contrastan en sus peculiaridades. Una plataforma coralina caracteriza la costa caribeña, mientras que en el Pacífico se encuentra una fosa anóxica (golfo Dulce), un estuario de alta productividad (golfo de Nicoya) y una zona de afloramiento costero (golfo de Papagayo), por mencionar los sitios más estudiados (Córdoba y Vargas, 1996; Voorhis, Epifanio, Maurer, Dittel y Vargas, 1983). Una buena cantidad de áreas protegidas y reservas naturales (Fonseca, 2010) protegen muchos de estos ambientes marinos que contienen el 3,5% de la biodiversidad de los océanos de todo el mundo (Wehrtmann y Cortés, 2009).

La relevancia de estos sitios no solo radica en el ambiente natural, sino que también son importantes por las poblaciones costeras que ahí se ubican, entre ellas las ciudades de Limón, Golfito y Puntarenas. El desarrollo turístico mantiene buena parte de la economía del país y ha propiciado un



Volver al índice

desarrollo hotelero y urbano en poblaciones como Jacó, Quepos, Cahuita, Puerto Viejo, Playas del Coco y Tamarindo, que en pocas décadas se han posicionado como centros de operaciones de actividades recreativas tanto para turistas nacionales como para los extranjeros.

Por tanto, en las últimas décadas ha aumentado la presión sobre los ambientes costeros, que se traduce en un aumento de las construcciones en la zona marítima terrestre. Esto atenta contra la conexión que implica esta zona de transición entre los ambientes marinos y los terrestres. Los efectos negativos más visibles son: disminución de los hábitats naturales, presencia de materia fecal y destrucción de la belleza escénica, indispensable para el turismo. El programa Bandera Azul Ecológica ha sido un avance para que se visualice el problema de contaminación que aqueja a las zonas costeras. Este programa se fundamenta en el monitoreo de parámetros básicos que definen la potabilidad de las aguas, como lo es la incidencia de coliformes fecales, y también involucra la presencia de desechos sólidos en las playas (Fonseca, 2010).

En esa presión hay que incluir la que proviene del interior del país, principalmente por un inadecuado manejo de

las cuencas hidrográficas e hidrogeológicas. Las costas reciben las aguas continentales que fluyen a través de los acuíferos y los ríos. Los ríos son usados como vías de comunicación, de transporte y como vertederos de desechos producidos en las actividades humanas, sea de manera intencional o accidental. Por ejemplo, la cuenca del río Grande de Tárcoles drena hacia la costa pacífica y sus aguas acarrean los desechos de las poblaciones que viven en el valle Central. En las zonas agrícolas hay un aumento de cultivos intensivos que provocan una marcada erosión del terreno y en las zonas urbanas es sobresaliente la mala disposición de los desechos sólidos y fecales.

Hay otros agentes contaminantes que no se toman en cuenta en monitoreos rutinarios, principalmente debido a su alto costo económico. Son agentes que



Eddy Gómez, Playa Blanca, punta Morales



Carlos Arguedas, Canal de Batán hasta laguna de Pacuare

usualmente están en niveles de concentración muy bajos (usualmente una mil millonésima parte) y que tienen efectos nocivos sobre los organismos a mediano y largo plazo (Cheek, 2006). Dentro de estas sustancias se incluyen los hidrocarburos derivados de la industria petrolera y los metales pesados. Sobre ambos agentes ya existen estudios académicos desde hace treinta años (Acuña, Vargas, Gómez y García, 2004; García-Céspedes, Acuña-González y Vargas-Zamora, 2004).

El destino de diversas sustancias sintéticas de interés para el desarrollo industrial termina siendo los ambientes naturales. Estas sustancias son xenobióticas y son contaminantes orgánicos persistentes tipificados en el Convenio de Estocolmo en 2001, el cual procura la prohibición o la restricción en su uso, por ser sustancias altamente tóxicas, con tasas de degradación o biodegradación muy bajas,

que se transportan por el aire, por el agua o a través de la cadena trófica. Dentro de este grupo se encuentran los bifenilos policlorados (usados como dieléctricos), los plaguicidas organoclorados y algunos surfactantes (Sponberg, 2004). La presencia de estas sustancias en ambientes costeros y sus efectos sobre los organismos autóctonos son campos poco estudiados en Costa Rica (Fonseca, 2012).

Recientemente, en muchos países ha habido un creciente interés por el destino ambiental de las grandes cantidades de los productos farmacéuticos y de cuidado personal. Se les conoce en inglés con el acrónimo PPCP e incluyen diversas sustancias como: antibióticos, fungicidas, antivirales, drogas, cosméticos y fragancias. El efecto de estas sustancias sobre los seres vivos en los ambientes costeros de Costa Rica es prácticamente desconocido y apenas se están generando los primeros estudios que identifican la contaminación de los cuerpos de agua con estas sustancias, y los estudios de sus efectos sobre la vida son pioneros e incipientes (Sponberg, Witter, Acuña, Vargas, Murillo, Umaña, Gómez y Pérez, 2011).

El modelo de desarrollo predominante en Costa Rica es contradictorio. Por un lado, ese modelo necesita playas

hermosas y limpias para el turismo, pero por el otro las ensucia a ellas y a los cuerpos de agua con los desechos del mismo desarrollo turístico. Se pierde ambientes naturales y se vierte una amplia gama de sustancias contaminantes que se usan en actividades agrícolas, industriales y domésticas que ocurren a kilómetros de distancia.

Mientras ese modelo no se modifique de cara a la protección ambiental, el país debe plantearse la necesidad de crear un sistema de monitoreo continuo que dé una alerta temprana para poder aplicar medidas de mitigación. Lo primero es conseguir que haya recursos para garantizar estudios sobre contaminación tanto a nivel molecular como a nivel ecosistémico. Este esfuerzo debería incluir a diversas instituciones estatales, a las universidades y a la empresa privada. Esta última puede contribuir con investigación o estableciendo que los laboratorios que venden el servicio de análisis donen un mínimo de 36 muestras anuales (tres por mes) para monitoreo en su especialidad.

No se trata de que estas entidades trabajen juntas, sino de que haya un ente coordinador que marque la pauta de las investigaciones y las divida convenientemente en pasos con objetivos propios que estén en un banco de ideas para que se



Carlos Arguedas, Canal de Batán

puedan desarrollar tesis o proyectos de investigación. Así se sabría dónde están los vacíos y se evitaría la duplicación de trabajos. Algunos centros que podrían formar la red son el Instituto Regional de Estudios en Toxicología, el Laboratorio de Análisis Ambiental y el Laboratorio de Ciencias Marinas, los tres de la Universidad Nacional; el Cica, el Celeq, el Cimar, el Cia y Geoquímica, los cinco de la Universidad de Costa Rica; el Cequiatec, del Instituto Tecnológico, y el Laboratorio Nacional de Aguas. En el país existe suficiente capacidad científica y tecnológica para poder enfrentar este reto, pero se carece de una coordinación eficiente que permita la toma de decisiones y la ejecución de acciones prontas y precisas.

Referencias bibliográficas

- Acuña, J. A., Vargas, J. A., Gómez, E. y García, J. (2004). Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (52). Suppl. 2: 43-50.
- Cheek, A. (2006). Subtle sabotage: endocrine disruption in wild populations. *Rev. Biol. Trop.* (54). Suppl. 1: 1-19.
- Spongberg, A., Witter, J., Acuña, J., Vargas, J., Murillo, M., Umaña, G., Gómez, E. y Pérez G. (2011). Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters. *Water Research* (45). 6709-6717.
- Córdoba, R. y Vargas, J. A. (1996). Temperature, salinity, oxygen, and nutrient profiles at 200 m deep station in Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (44). Suppl. 3: 233-236.
- Fonseca, A. (2010). Estado de la Nación en la zona marino costera. Ponencia preparada para el Decimosexto Informe Estado de la Nación. San José, Programa Estado de la Nación. Informe XVI. Disponible en: <http://www.estadonacion.or.cr/>
- Fonseca, A. (2012). Gestión marino costera. Ponencia elaborada para el Decimoctavo Informe Estado de la Nación. San José, Programa Estado de la Nación, Informe XVIII. Disponible en: <http://www.estadonacion.or.cr/>
- García-Céspedes, J., Acuña, J. A. y Vargas-Zamora, J. A. (2004). Meales traza en sedimentos de cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (52). Suppl. 2: 51-60.
- Spongberg, A. (2004). PCB contamination in marine sediments from Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* (52). Suppl. 2: 23-32.
- Spongberg, A., Witter, J. D., Acuña, J., Vargas, J. A., Murillo, M., Umaña, G., Gómez, E. y Pérez, G. (2011). Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters. *Water Research* (45). 6709-6717.
- Voorhis, A. D., Epifanio, C. E., Maurer, D., Dittel, A. y Vargas, J. A. (1983). The estuarine character of the Gulf of Nicoya, an embayment on the Pacific coast of Central America. *Hydrobiologia.* (99): 225-237.
- Wehrtmann, I. S. y Cortés, J. (eds). (2009). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer. 538 p.



Oferta eléctrica en Costa Rica: el mercado dicta las reglas

Sociólogo. Profesor
e investigador en el
Instituto Tecnológico
de Costa Rica. Cooper
a con comunidades
latinoamericanas
en defensa del
agua. Miembro
de la Asociación
Proal-Amigos del
Pacuare y de la Red
Latinoamericana
de Ríos.

..... || **Osvaldo Durán**

En un artículo anterior iniciamos la revisión de algunos datos oficiales del Instituto Costarricense de Electricidad (Ice) sobre el crecimiento de la oferta eléctrica (ver de este mismo autor: P. H. El Diquís: un “ejército” contra las “aldeas”, en *Ambientico* 226). En la versión más actualizada del Plan de expansión de la generación eléctrica y otros documentos del Ice que referenciamos en este artículo, se presentan datos que nos permiten evaluar y construir un escenario de necesidades reales de electricidad. La idea es que podamos construir un escenario de oferta y demanda eléctrica responsable y efectivamente sustentable, y no abandonar el servicio eléctrico a los avatares del mercado, la privatización, la apertura y el sangrado de las finanzas públicas del Ice por un grupo privilegiado de empresas privadas generadoras. En este artículo exponemos que la oferta eléctrica que pretende el Ice sobrepasa exageradamente las necesidades reales de la sociedad costarricense y responde a necesidades de mercado y no del pueblo de Costa Rica. El mercado total que se perfila es la antítesis de un modelo energético respetuoso de los derechos de los



Volver al índice

pueblos y de la conservación de la naturaleza. No existe posibilidad real de implementar un modelo energético sustentable si no se reconoce, comprende y asume, que la explotación de la naturaleza debe tener límites, lo cual resulta imposible bajo el paradigma de crecimiento energético e hidroeléctrico ilimitados.

La capacidad efectiva instalada al 2011 en Costa Rica era de 2.590 MW de acuerdo con el Plan de expansión de la generación eléctrica para el período 2012-2024 (Ice 2012, pág. 59). La demanda máxima registrada en el país fue de 1.465,40 MW el 6 de diciembre del 2010. Estos dos datos nos indican que el país tiene un excedente de 1.124,60 MW. Es decir, se cuenta con un colchón o stock a favor del país y se desmiente cualquier sugerencia en el sentido de que podemos tener problemas de abastecimiento de electricidad.

Siguiendo el “modelo econométrico” utilizado por el Ice para determinar el crecimiento de la demanda eléctrica nacional, que considera categorías diferenciadas de consumidores (Ice-Cempe, 2009, pág. 35), podemos establecer un crecimiento promedio anual del 4,11% de hoy al año 2032 y de 5% a partir del 2033. Por lo tanto, no es correcto decir que el crecimiento de la demanda sea del 6%. El mismo Plan de expansión indica que en años como 2016-2018 ese crecimiento es de 2,5% y del 2021 al 2024 desciende del 4,6 al 4,2%.

En documentación remitida por el Ice a la Asamblea Legislativa (Oficio 2012-01-14, 0060-60-2012) se indica que

para el 2024 es necesario elevar la oferta eléctrica o capacidad efectiva instalada hasta 4.301 MW. En el Plan de expansión (pág. 78) se indica que se requieren 4.304 MW y con este dato hacemos cálculos. Con esa capacidad instalada se estaría en condiciones de abastecer el país hasta el año 2047 con un crecimiento de la demanda promediado en 4,11% anual, es decir alcanzaría para 23 años más de lo que dice el Ice.

Si a los 4.304 MW que según calcula el Ice es necesario generar en el 2024 le agregamos el excedente de 1.124,60 MW se contaría con una oferta de hasta 5.428 MW,



Alfredo Huerta, Represa Hidroeléctrica Arenal

que manteniendo el crecimiento señalado sería lo necesario para llegar sin escasez de electricidad hasta el año 2052, es decir, 28 años más de lo que el Ice señala.

Según el Centro Nacional de Planificación Eléctrica “el horizonte del Plan de expansión llega hasta el 2024, sin embargo todas las simulaciones se hicieron para un período más amplio, 2012-2030” (Ice, 2012. Pág. 73) y en el cuadro del Plan de expansión de referencia (Ice, 2012, pág. 78) se agregan los proyectos Pacuare (158

(Ice, 2012, pág. 65). Entre estos se incluyen Brujo 1 y 2 de 80 y 68 MW en el Savegre y Ayil de 153 MW en el cauce del río Duchí (de este mismo autor ver artículo al respecto en *Ambientico* 225). Según esta proyección, en los años 2017 y 2018 se sumarían dos plantas hidroeléctricas de 50 MW cada una y en enero del 2020 otros 100 MW con dos nuevas hidroeléctricas. En la revisión del Costo anual fijo de inversión y operación (Ice, 2012, pág. 67) se contemplan en total 26 hidroeléctricas,

algunas de las cuales, como Pirrís, ya están operando y otras en construcción, como Reventazón. También están en esa lista las centrales de Savegre, del P. H. Ayil y una de las tres plantas que, según dicen los empleados del Ice en la zona atlántica, se pretende construir en Pacuare, aunque solo hay datos oficiales de una.

Ya indicamos que con 5.428 MW (capacidad instalada deseada por el Ice para



Alfredo Huerta, Represa Hidroeléctrica Arenal

MW), para el 2025, Geotérmico Proyecto 4 y Toro Amarillo para el 2026, Savegre (178 MW) y Carbón 1 –térmico- para los años 2027 y 2028 respectivamente, y en el 2030 se agregarían otros 100 MW con el Hidro-proyecto 2 y Eólico Proyecto 4.

Otros proyectos de elevadísimo impacto socio-cultural y ecológico que no se contemplan en todos los documentos difundidos por el Ice se apuntan en el cuadro Características de proyectos candidatos

el 2024 más el excedente) se puede llegar hasta el año 2052, pero debemos revisar otros datos que permiten explicar el crecimiento exponencial pretendido por los generadores de electricidad. Este otro escenario nos coloca en el año 2030. De los proyectos que se quiere construir en el lapso 2024-2030, solo los proyectos hidroeléctricos Savegre, Brujo 1 y Brujo 2, Pacuare y Ayil agregarían 637 MW. Además, hay que sumar el componente de la

oferta eléctrica de los generadores privados, que según los contratos vigentes entre 2012 y 2031 (CD-ICE. Oficio 2012-01-14. 0060-60-2012) aumentan el parque eléctrico en 355 MW. En síntesis, ese grupo de proyectos de elevadísimo potencial conflictivo y los privados agregan 992 MW. En estas circunstancias tenemos que la oferta real para el 2030 no sería de 5.428 MW, sino de eso más 992 MW, lo que suma 6.420 MW, suficientes para llegar hasta el año 2.056.

En otros documentos del Ice también se hace referencia a algunos de los proyectos mencionados y se agregan otros. En la fase de identificación se enlistan los proyectos Naekeagre, Guápiles, Ayil y Telire (Jiménez s.f.). La mención de estos en documentos públicos es significativa pues han sido sistemáticamente negados por el Ice, lo cual se explica porque implican conflictos sociales y ecológicos de dimensiones nacionales e internacionales. Los posibles Ayil y Telire apuntan directamente contra territorios indígenas y serían punta de lanza para un paquete mucho mayor de represas en Talamanca.

Aunque el documento (publicado sin fecha) es antiguo, pues menciona el P. H. Boruca en fase de pre-factibilidad, es relevante pues el Ice nunca ha aceptado que se quiera construir represas en Talamanca, como sería el P. H. Telire. A

ese proyecto se agregan otros en los ríos Lari, Coen, Urén, Jorkin y Sixaola, que por ahora no aparecen en el plan de expansión pero sí se incluyen en estudios científicos (ver artículo de O. Durán en *Ambientico* 225). En esa misma fase de pre-factibilidad se presentan los proyectos Los Llanos, San Francisco, Chindama, Patria y las tres represas mencionadas en el Savegre.

Desde hace muchos años hemos insistido en la urgencia de planificar el de-



Alfredo Huerta, Represa Hidroeléctrica Arenal

sarrollo energético del país, no con base en criterios mercantilistas sino éticos y con visión responsable de futuro, para asegurar que algunas cuencas, como Pacuare y Savegre, sean destinadas a la conservación y protección efectivas. El modelo energético de Costa Rica debe ser, obligatoriamente, revisado y transformado. La lógica ya no puede ser “satisfacer la demanda” sino re-educar, condicionar y sobre todo limitar la demanda. El

rumbo energético del país no puede ser bueno cuando el máximo jerarca del Ice, refiriéndose a opciones de crecimiento de la oferta y el negocio de la exportación de electricidad, argumenta que “hay que entender que esto se trata de demanda-oferta, ya que dependerá de las solicitudes de energía, pueden ser centenares de millones o miles de millones lo que le entraría a la institución” (Teófilo de la Torre. *La Prensa Libre*, 15-2-2012).

Es probable que los empleados del Ice y de empresas privadas nunca hayan leído esas orientaciones de sus jefes, como de hecho se delata en las comunidades. La norma es que muchos empleados del Ice de todos los niveles ni siquiera conocen el *Paco y Lola* o el *abecedario* de la energía en Costa Rica y están trabados en la madeja específica del proyecto en el que trabajan, y por eso repiten mecánicamente que si no se hace “su” proyecto el país se va a quedar a oscuras. A esa laxa comprensión y carencia injustificada de información se suma un común comportamiento impositivo e irrespetuoso, como acaba de suceder en la sesión del Consejo Municipal de Acosta, en el que los empleados del Ice presentaron el Plan de manejo de la cuenca Pirrís y, ante los cuestionamientos de personas de las comunidades, el mismo director ambiental increpó de la manera más ordinaria y hasta soez a un vecino de Las Vegas de Acosta preguntándole “¿Usted que estudió?, ¿cuál es su profesión?, ¿cómo va a tener criterio?”, lo que da como resultado que el diálogo entre el Ice y las comunidades sea un ejercicio

prácticamente imposible (sobre este asunto expondremos en otra oportunidad).

La oferta nacional de electricidad debe considerar límites reales. Establecer límites es totalmente distinto de regular. Con las leyes actuales, o con los proyectos de apertura que están en la Asamblea Legislativa, se pretende regular y estimular la participación en el mercado eléctrico, pero no se busca limitar el crecimiento de la oferta. El límite de crecimiento debe atender las oportunidades de reproducción de los ecosistemas en las cuencas hidrográficas y los derechos de las personas de las comunidades que son impactadas en cualquier fase de un proyecto. Si el Ice desea ser el principal competidor del mercado debe asumir en todos los extremos que las víctimas de ese modelo de crecimiento ilimitado son las comunidades y la naturaleza y que la oposición seguirá creciendo en cualquier sitio donde se pretenda imponer un nuevo proyecto.

Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la apertura de los parques nacionales para explotaciones energéticas con un modelo como el planteado en los proyectos llamados Ley para el aprovechamiento de la energía geotérmica en el Área de Conservación Guanacaste (expediente N.º 17.680) y Ley para el aprovechamiento de la energía geotérmica en el Área de Conservación Arenal-Tempisque (expediente N.º 17.707) (ver Durán, *Ambientico* 220),

Otra tarea insoslayable es invertir para asegurar la operación eficiente de las hidroeléctricas del Ice. Ciertamente es que esta entidad no es responsable de



Alfredo Huerta, Represa Hidroeléctrica Arenal

la degradación severa de cuencas como la del Reventazón o la subcuenca Pirrís, pero hasta la fecha las inversiones son limitadas o nulas como en el caso de esta última (en otro momento nos referiremos al Plan de manejo formulado por el Ice para esa zona que revela la ausencia de compromisos reales con las comunidades y el desfinanciamiento total del Plan de manejo que fue presentado después de que la planta entró en operación en 2011).

El Ice debe recuperar la visión de re-inversión social para beneficio del pueblo costarricense, y eso incluye eliminar la privatización solapada amparada en modelos

como los *BOT* (construcción, operación y transferencia), como en el caso del P. H. La Joya y otros. En general, el sistema de privilegio para las generadoras privadas, amparado en las leyes 7.200 y 7.508, debe ser eliminado. Los mismos datos del Ice en cuanto a la expansión de la oferta hace que los 355 MW de 27 empresas privadas resulten innecesarios para el país, sobre todo cuando se paga una factura anual de \$109.701.774,72, como en 2011 (Ice-Cence, 2011). Ese y cualquier otro privilegio semejante debe eliminarse.

Las proyecciones de crecimiento de la oferta eléctrica que hemos revisado enseñan que se puede atender la necesidad nacional por muchos años y que paralelamente se puede elevar la inversión para tecnologías limpias, lo cual, asociado a un proceso serio de re-educación para el consumo energético responsable, orientaría al país a un escenario de sustentabilidad. El mercado es la antítesis de la sustentabilidad y, si no se reorienta la inversión hacia tecnologías alternativas, el modelo de explotación de las cuencas, ríos y otros sitios-reserva energética, colapsará en pocas décadas.

Si el Ice se asume como simple competidor mercantil y sigue perdiendo su perfil social nunca llegará a respetar las decisiones democráticas y los derechos de los pueblos y la cultura originaria, como en Diquís, Pacuare y Duchí. La lógica de crecimiento ilimitado de la oferta eléctrica pareciera que se enquistó sin remedio en el Ice y los demás generadores nacionales y externos. Las autoridades nacionales y

las empresas privadas deben demostrar que su visión energética no responde exclusivamente a los millones que acumulan con los negocios de la electricidad tanto en el mercado nacional como internacional. Deben reconocer que si su orientación sigue en el rumbo de la competencia mercantil el único final posible es despedazar lo que queda del modelo eléctrico efectivamente solidario que otrora rigió en el país con el Ice al frente. Una actitud responsable y ética aseguraría que no fuera el mercado quien condicione y dicte la explotación irreversible de todos los ríos y cuencas hidrográficas de Costa Rica, y paralelamente abriría espacios para dialogar y consensuar un modelo energético que nos permita subsistir y con-vivir y no simplemente explotar la Tierra.

La planificación efectiva no consiste en diseñar, construir y operar tantas plantas hidroeléctricas y proyectos de otro tipo como sea posible. Lo posible puede ser perfecto desde la óptica del mercado pero no desde una visión sustentable de vida. Esto pone en revisión todos los conceptos asociados al mercado como desarrollo, progreso, oferta y demanda. Si el mercado dicta las reglas nunca se podrá asumir con responsabilidad el reto de que el país cuente con un modelo energético éticamente sustentable. Es radicalmente distinto satisfacer necesidades sociales y de crecimiento económico que llenar las cuentas bancarias del mismo Ice y de privados locales y foráneos.

Referencias bibliográficas

- Ice-Centro Nacional de Planificación Eléctrica (2009). *Proceso de expansión de la generación eléctrica. Período 2008-2021*. Pág. 35.
- Ice-Centro Nacional de Control de Energía (2011). *Proceso de Comercialización de Energía*.
- Ice-Centro Nacional de Planificación Eléctrica (2012, marzo). *Proceso de expansión integrada. Plan de expansión de la generación eléctrica. Período 2012-2024*.
- Ice (2012). Consejo Directivo. Oficio 2012-01-14.
- Ice (s.f.). *Experiencias del ICE en la gestión socioambiental*.
- Secretaría Técnica Nacional del Ambiente (2005). Resolución No. 492-2005. Expediente administrativo No. 118-1997-Setena. Proyecto Hidroeléctrico Pacuare.
- Secretaría Técnica Nacional del Ambiente (2010). SG-ASA-1657-2010. 17 de diciembre del 2010. *La Prensa Libre*. <http://www.prensalibre.cr/pl/nacional/58730-ice-exportara-energia-a-paises-de-la-region.html>



Ingeniero mecánico
especialista en
termofluidos.

El mito del ahorro de energía. Energía, fuentes y entropía

.....|| **Juan C. Torchia-Núñez**



Se lee, se habla y se escucha mucho sobre el problema energético que padece la inmensa mayoría de los países para satisfacer las necesidades de su población y lograr el desarrollo económico. Pero se reflexiona muy poco. Se trata de un problema de dimensiones extraordinarias que abarca los ámbitos económico, político, social, ambiental, científico y también el casi siempre olvidado ámbito ingenieril. Es imposible que la discusión se sostenga desde un solo punto de vista. No es fácil hablar del ahorro de energía, debido a la extensión del tema, a los detalles de cada ámbito y a la inclinación personal o intereses sobre los cuales basamos la mayoría de nuestras opiniones y su defensa.

Para situar en un contexto formal el tema principal de este artículo, que es el ahorro de energía, este documento se compone de dos partes. En la primera, sobre energía y entropía, se aborda los principios fundamentales de la termodinámica, procurando con ello evitar la muy frecuente discusión con términos que no se entienden perfectamente y, sin embargo, se utilizan hasta la saciedad muchas veces equivocadamente. En la segunda parte, sobre fuentes



[Volver al índice](#)

de energía, se discute propiamente los aspectos prácticos del ahorro de energía y su ubicación dentro de los diferentes tipos de industria, sin evitar las consecuencias ambientales que su desarrollo plantea.

* * * * *

En termodinámica existen cuatro leyes. Las que nos interesan son la primera y la segunda. La primera define la energía. La energía es una propiedad de todas las sustancias con la capacidad de transformarse en varias formas: cinética, potencial, química, magnética, etc. Es ciertamente complicado definir en general la energía, debido a que se trata de una propiedad que está involucrada en todos los procesos, todos.

Cualquier proceso que ocurra en este universo es una transformación de energía de una forma a otra, sin excepción. Cuando usted se alimenta, existe una transformación de la energía química que tienen los alimentos en formas de energía que usted aprovecha en varias funciones vitales, como mantener la temperatura de su cuerpo dentro de ciertos límites, mover su cuerpo a través del espacio (subir escaleras, cargar bultos, etc.) y enviar señales eléctricas al cerebro, entre muchas otras. Cuando usted habla, aprovecha esa energía de los alimentos para hacer vibrar las cuerdas vocales, que producen una perturbación que llamamos sonido, que se transporta a través del aire y llega hasta nuestros tímpanos. Los tímpanos reciben la energía contenida en la

onda sonora y vibran a su vez. La vibración es convertida a una forma de energía que nuestro cerebro recibe y puede interpretar como la voz de una persona. Todo es una transformación de energía.

Una de las consecuencias más importantes que se extraen de la primera ley es el principio de conservación de la energía, que prohíbe que se obtenga más energía a partir de una cierta cantidad suministrada. La plancha doméstica recibe electricidad y mediante el efecto de Joule se calienta la base de acero. Si la plancha se calentara sin estar conectada a la red eléctrica ocurriría una violación a la ley de conservación de la energía (acompañada de un enorme susto). Igualmente, es impensable que un vaso de agua se congele sin que exista algo en los alrededores que le extraiga suficiente energía para provocar este cambio de fase. La conservación de la energía es un simple ejercicio de contabilidad, donde se suma lo que entra y se resta lo que sale. El resultado puede ser un aumento o una pérdida de energía, como una caja registradora que, cuando se le introduce o retira efectivo, aumenta o disminuye su capital. Si se quiere ver de otra manera, la conservación de la energía es una especie de relación entre causas y efectos. Es imposible calentar el agua de la ducha (efecto) si no existe un suministro de energía suficiente (causa) para lograrlo, como lo es el calentador eléctrico.

La segunda ley de la termodinámica establece que es imposible que ocurran ciertos procesos o transformaciones de energía de determinada manera. Por

ejemplo, si un café olvidado en la mesa de la cocina se enfría, lo que ha ocurrido es que una cierta cantidad de calor ha sido transferida desde el café al aire alrededor de la taza. Como consecuencia disminuye la temperatura del café y aumenta la temperatura del aire en la cocina (que no se percibe fácilmente porque la cantidad de

digamos el aire en la cocina. Las máquinas que realizan este calentamiento se llaman bombas de calor, pero estas máquinas necesitan que gastemos energía en ellas. Lo que queremos decir es que, *espontáneamente*, sin máquinas de por medio, un café tibio o a la misma temperatura que sus alrededores no podrá recibir jamás ni una pizca de calor proveniente del aire de la cocina. Esta prohibición es una consecuencia directa de la segunda ley.

La entropía es una medida de la dispersión de la energía. A los físicos y químicos les gusta hablar de orden y desorden de las partículas, pero como ingeniero siempre me ha resultado muy incómodo utilizar esas palabras, ya que no concebimos nuestros objetos de estudio en las mismas escalas geométricas ni utilizamos las mismas herramientas para estudiarlos.

Para ilustrar lo que es la entropía debemos

tomar en cuenta que la energía es una magnitud que posee tanto cantidad como calidad. La energía que hay en un litro de combustible la medimos intuitivamente en kilómetros recorridos por el vehículo. La energía que proporciona una buena comida sabemos que nos mantiene en buen estado durante unas horas. En general,

tomar en cuenta que la energía es una magnitud que posee tanto cantidad como calidad. La energía que hay en un litro de combustible la medimos intuitivamente en kilómetros recorridos por el vehículo. La energía que proporciona una buena comida sabemos que nos mantiene en buen estado durante unas horas. En general,



Hay que ser cuidadosos con lo que se menciona aquí. Un café *sí* se puede calentar con el enfriamiento de otra sustancia,

tenemos nociones intuitivas sobre lo que es la cantidad de energía y las utilizamos en nuestra vida cotidiana. Pero, además, es necesario reconocer que la energía también posee calidad.

Imagine un recipiente rígido, perfectamente sellado y aislado, en cuyo interior hay una mezcla de aire y gasolina. Si producimos una descarga eléctrica dentro del tanque, se presentará una reacción química que conocemos como combustión. Es el mismo proceso que ocurre muchas veces por minuto en los motores de los automóviles. Al final de este proceso tenemos un tanque lleno de humo o gases producto de la combustión. Antes y después de la combustión la energía que posee el tanque es la misma, porque no puede escapar como calor (aislado) y no puede realizar trabajo sobre las paredes del tanque (rígido). Ahora, si deseamos mover un automóvil le inyectamos aire y gasolina a los cilindros del motor, cosa bastante obvia. Pero ¿por qué no mejor introducimos el humo que sale del escape directamente en los cilindros? Pensará el lector que esto es ridículo pero, en realidad, tanto el humo como la mezcla de aire y gasolina poseen la misma energía como mencionamos anteriormente. Si introducimos el humo dentro de los cilindros, lo que ocurrirá

es que el automóvil avanzará unos metros antes de permanecer quieto. Si introducimos aire y gasolina, el automóvil puede recorrer una decena de kilómetros antes de quedar quieto. Entonces, la pregunta correcta es ¿por qué si ambas sustancias tienen la misma energía no logran realizar el mismo efecto de mover el automóvil? En primer lugar, diremos que la primera ley es incapaz de contestar esta pregunta. Para ella, el asunto energético está resuelto: en ambos casos, la cantidad de energía es la misma, por lo que el automóvil debería moverse la misma distancia.

Entonces se requiere de otra regla que explique por qué el automóvil no recorre la misma distancia con la mezcla aire-gasolina que con humo. Esta regla es la ya mencionada segunda ley y la entropía es la culpable. Cuando la energía se transforma tiende a degradarse. Hay algunas transformaciones en las que claramente hay una degradación y existen otras



transformaciones en las que la energía no se degrada. La entropía de un sistema establece cuán degradada está la energía. Entre mayor es la degradación, mayor la entropía. El automóvil que utiliza humo en sus cilindros está utilizando energía degradada, de alta entropía, mientras que si el automóvil emplea aire-gasolina la energía se encuentra concentrada en los enlaces químicos del combustible. Entre más concentrada se encuentre la energía menor es su valor de entropía y mayor calidad posee.

La palabra degradación en nuestro contexto significa dispersión o liberación. Hay sistemas donde la energía está dispersa, es decir, posee entropía alta, mientras que en otros sistemas se encuentra concentrada, es decir, su entropía es baja. Dependiendo de ciertas condiciones, un vaso con agua posee un valor medio de entropía. Si tuviéramos un cubo de hielo, la entropía sería menor; en el caso de tener un vaso únicamente con vapor, la entropía sería mayor. Es decir, la manera en las que están colocadas las partículas dentro del cuerpo establece, en líneas generales, si se encuentra dispersa la energía o no: el valor de su entropía. Es importante decir que la calidad de la energía, sea que esté dispersa o concentrada, no modifica la cantidad de energía. Pensemos que una sustancia tiene 100 unidades de energía. Si la energía está concentrada o liberada, sigue teniendo las mismas 100 unidades. Podríamos utilizar toda nuestra vida la primera ley contando unidades de energía sin saber

que existe un elemento adicional de enorme importancia que es la calidad de energía. Las consecuencias de la existencia de la entropía son en extremo relevantes. Introduce una jerarquía dentro de las formas de energía y de las transformaciones entre ellas.

No explicaremos todos los aspectos de esta jerarquía dictada por la entropía, sino que iremos directamente al sentido que tiene esta discusión sobre el ahorro de energía. La mayoría de los combustibles que utiliza el ser humano para el transporte de vehículos marítimos, aéreos y terrestres, producción de electricidad, sistemas de calefacción, refrigeración y aire acondicionado, son fuentes de energía de baja entropía, y alta calidad porque su energía se encuentra concentrada. Una vez que se libera la energía, el combustible pierde en cierto grado la capacidad de desarrollar su tarea.

El problema energético no existe. Existe un problema de fuentes de energía concentrada, de alta calidad o baja entropía. Los países invierten gran parte de su riqueza en la obtención y uso de fuentes de energía de baja entropía, ya que no les interesan aquellas fuentes de energía de alta entropía como, digamos, el océano. El océano es un sistema que posee enormes cantidades de energía, ¿por qué no aprovecharla? Hay varias razones, algunas de carácter técnico que son difíciles de solucionar (ambiente hostil para los materiales, variabilidad de condiciones climáticas, etc.), pero la más importante es que se trata de una fuente cuya energía se encuentra dispersa. Se requieren grandes

cantidades de agua del océano para poder producir un efecto útil, digamos electricidad, en comparación con la cantidad de petróleo para el mismo efecto.

La alta entropía tiene como consecuencia que sea imposible extraerle el suficiente jugo a una fuente de energía para lograr un movimiento mecánico o una corriente eléctrica, pero no porque esa fuente carezca de energía, sino porque carece de calidad energética. Entonces, lo correcto es hablar de *ahorro de calidad energética*.

* * * * *

Dentro del panorama energético mundial el hombre cuenta con un abanico relativamente amplio de fuentes de energía para satisfacer su demanda energética: petróleo, carbón, gas natural, biomasa, uranio, saltos de agua, velocidad del viento, energía solar, mareas y energía geotérmica, entre otras.

La demanda de energía en el planeta aumenta cada año y no parece que eso vaya a cambiar en las siguientes décadas, a pesar de las preocupaciones por el cambio climático y la escasez de fuentes de energía cuya obtención sea viable económicamente. Cada vez existe más interés en establecer medidas que limiten las emisiones contaminantes y el uso creciente de combustibles fósiles y físi-les. Sin embargo, en sentido opuesto se encuentran algunos países con sus poderosas empresas y los grandes consumidores que no están dispuestos a limitar su producción ni crecimiento económico.

De manera que nos encontramos frente a un panorama preocupante por el conflicto desatado entre dos fuerzas notablemente opuestas: el concepto moderno de desarrollo que la humanidad parece exigir y el creciente cuidado por las condiciones a las cuales hemos sometido a nuestro ambiente cada vez más afectado por las actividades humanas.

Existe desconocimiento y desinterés respecto de los conceptos energía y entropía por parte de los actores involucrados en la problemática energética, desde las compañías dedicadas al ramo de la energía hasta los mismos consumidores o usuarios finales. La consecuencia de ese desconocimiento es que se hable de ahorro de energía siempre desde un punto de vista limitado e incluso equivocado. La discusión debería centrarse directamente en la entropía que poseen las fuentes de energía.

En la primera parte de este artículo vimos que la energía es una propiedad que permanece constante en cualquier tipo de proceso. El hablar de ahorro de algo que permanece constante es un sinsentido. ¿Cómo se puede consumir algo que permanecerá constante antes y después del consumo? Obviamente, se requiere una manera distinta de enfrentar el problema energético. El problema energético es real, más allá de si se nombra de manera inadecuada el fenómeno. Evidentemente, el primer paso para abordar un problema es definirlo correctamente y las frases “ahorro de energía” y “consumo de energía” están en contradicción con el

principio de conservación de la energía. Se debe cambiar la manera de pensar sobre lo que es en realidad el problema de satisfacer la demanda energética y suministrar electricidad, refrigeración o grandes cantidades de calor. El problema global de la energía en realidad es el problema de las fuentes de energía de baja entropía.

Alrededor del mundo existe un gran número de compañías, consultoras, desarrolladoras de tecnología y distribuidoras de equipo industrial que colocan en sus nombres la palabra “energía” reflejando el giro de la empresa, el ámbito de trabajo o sus capacidades laborales. Sin embargo, colocar las palabras “masa” o “momentum” en sus nombres o propaganda tendría el mismo sentido, ya que también son propiedades que tienen asociado un principio universal de conservación. La mayoría de las compañías que trabajan en el ramo de la energía tienen un concepto utilitario de lo que esta significa. Sus propios intereses o los de sus clientes giran alrededor de la solución de problemas que faciliten la extracción, la producción, el uso, el almacenamiento, el transporte, el consumo y, a veces, la eliminación de residuos de las fuentes de energía siempre que impliquen un beneficio económico. Seamos

claros, las empresas adoptan el ahorro de energía porque representa ahorro de dinero. Es desafortunado que las decisiones importantes relacionadas con la energía no sean, en las empresas privadas y públicas, tomadas por expertos en ella.

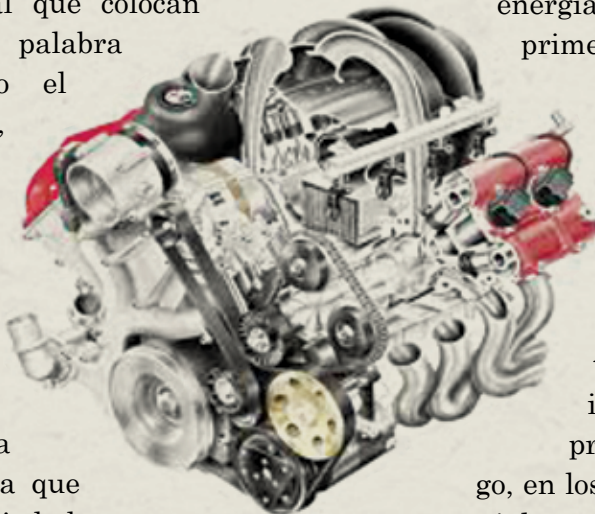
En los ámbitos industrial, residencial y comercial el ahorro de energía se refiere a dos prácticas muy concretas: (1) mantener los equipos y las instalaciones sin consumo cuando sea posible y (2) reducir al máximo las pérdidas de

energía de los equipos. La primera práctica no tiene demasiada utilidad.

Básicamente significa apagar los equipos, la iluminación, el transporte, etc.

En caso de hacer frecuente esta práctica, dentro del campo industrial no existiría producción. Sin embar-

go, en los campos residencial y comercial se puede obtener ahorros significativos en los costos de consumo cuando se desconectan de la corriente eléctrica los aparatos electrodomésticos y de iluminación cuando no son necesarios. En este sentido, el ahorro de energía existe cuando no se consume ningún combustible. Si se cierran por completo las bombas de gasolina del país, se habrá ahorrado energía. Si se apagan las luces de todas las casas y habitaciones de una ciudad, se ahorrará evidentemente energía. Sin embargo, no es este un ahorro



que sea útil; es más bien un ahorro de carácter trivial que nos conduciría a un escenario energético similar al de la Edad Media. La segunda práctica es parte de un procedimiento fundamental en la industria aunque algo menos importante en el ámbito comercial y residencial debido a que las temperaturas, presiones y cantidades de energía consumidas en los dispositivos y equipos son menores. El aislamiento térmico de las líneas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna, intercambiadores de calor, digestores, equipos de refrigeración y todos los sistemas que disipan calor es parte esencial de los balances financieros de las empresas relacionadas con la energía. El aislamiento térmico influye en el logro de altas eficiencias y, en consecuencia, en la disminución de los costos de energía. En palabras simples, la segunda práctica es tapar todas las fugas de calor.

Sin embargo, existen excepciones de carácter práctico. Si usted cubre perfectamente el motor de su automóvil para ahorrar lo más posible la energía del combustible, se sobrecalentará y en poco tiempo podría llegar incluso a derretirse. El sistema de enfriamiento está diseñado precisamente para que existan fugas de calor y

mantener el metal dentro de condiciones de trabajo adecuadas; pero si existiera un material que soportara muy altas temperaturas con las cuales pudiéramos fabricar las partes del motor, no habría necesidad de enfriarlo. Lo mismo ocurre con los motores eléctricos que se calientan cuando fluye una corriente eléctrica a través del embobinado. El calentamiento es una consecuencia desfavorable pero imposible de evitar por completo, de manera que el enfriamiento del equipo va en contra de la segunda práctica y, sin embargo, es necesario para la vida útil del equipo.

Estos son, a muy grandes rasgos, los pasos para el mejoramiento de la eficiencia energética en cualquier nivel de la industria energética. Hagamos una analogía con un negocio que vende jugo de naranja. Para ahorrar materia prima (naranjas), seguimos las dos anteriores prácticas. La primera dice que para ahorrar naranjas no hay que hacer jugo. La segunda dice que no deben existir pérdidas de jugo.



En resumen, esta es la manera en la que se suele tratar el ahorro de energía: que no se produzca y que no se pierda. Esta manera de enfocar el ahorro es limitada y aquí es cuando la segunda ley de la termodinámica plantea un nuevo acercamiento a la problemática. Ella establece que la mejor manera de transformar la energía es de manera *reversible*. No vamos a explicar el término pero diremos que entre menos reversible sea la transformación de energía mayor es la entropía y, por lo tanto, menor es la calidad de energía después de esta transformación. Así que, sin entrar en tecnicismos, estamos obligados a transformar la energía, no hay escapatoria si es que queremos electricidad en casa y automóviles en las calles. La mejor manera de transformar la energía es diseñando dispositivos, equipos, sistemas y configuraciones en las que la energía se logre transformar reduciendo lo *menos posible* su calidad.

En términos del ejemplo del jugo de naranja, necesitamos diseñar exprimidores de naranja que extraigan lo más y lo mejor posible la pulpa de la fruta para tener un jugo de mejor calidad, pero esto no lo sabríamos si no supiéramos que existe la entropía y que la energía posee calidad.

Las empresas fabricantes de motores invierten una enorme cantidad de recursos en diseñar la mejor forma de introducir el combustible en el cilindro, o la mejor forma de la cabeza del pistón, con el fin de extraer lo más posible la energía de baja entropía que posee la mezcla aire-combustible. La empresa necesita que

la transformación de energía química del combustible en energía mecánica sea lo mejor posible y lo mejor posible significa que el pistón se mueva lo más posible.

Las empresas que fabrican turbinas de vapor, por ejemplo, diseñan los álabes de las turbinas de manera que el vapor suministrado no produzca demasiada fricción con los álabes. Aquí se quiere transformar la energía del vapor en movimiento rotatorio en la flecha de la turbina, y la mejor manera de hacerlo es evitando que aumente la entropía de la sustancia y, en consecuencia, logrando la mayor calidad de la energía del vapor. Entre más fricción exista, peor transformación se presenta y mayor entropía se produce. El diseño de estas máquinas se basa en la reducción de entropía en la transformación. No se basa en evitar usar vapor o en disminuir las pérdidas de calor al ambiente. Se basa en optimizar el aprovechamiento de la energía de alta calidad.

Cambemos el chip del convencional “ahorro de energía” y tomemos otro rumbo como consumidores o productores de energía. Debemos exigir suficiente información para poder decidir correctamente sobre la manera en que se produce nuestra electricidad, el tipo de automóvil que usamos y los productos que compramos. Hay que pensar en términos de la entropía y no únicamente de energía.