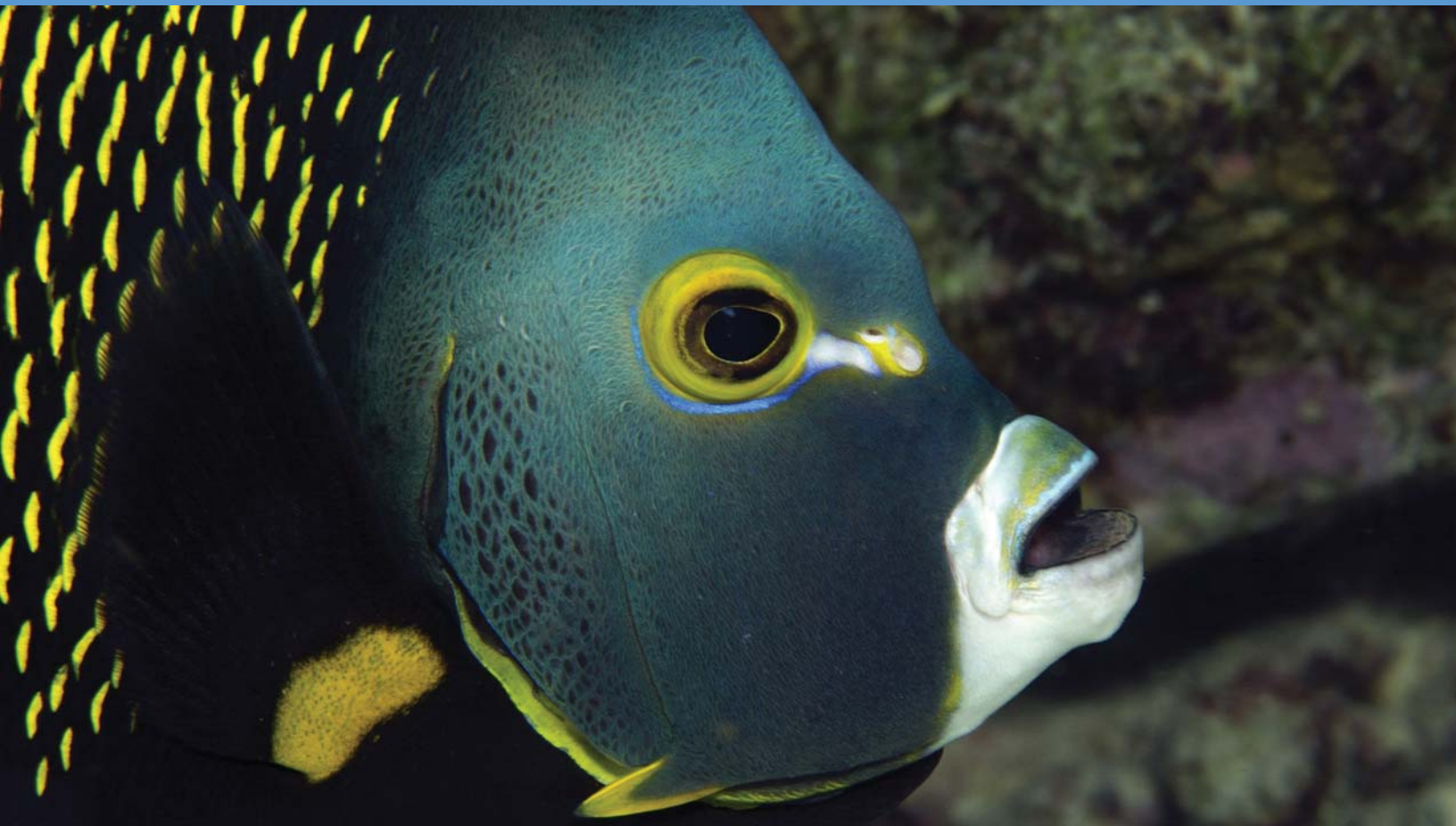




Arrecifes en Peligro en el Caribe

LAURETTA BURKE

JONATHAN MAIDENS

INSTITUCIONES CONTRIBUYENTES

El proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe fue desarrollado y ejecutado por el World Resources Institute (Instituto de Recursos Mundiales, WRI) en colaboración con muchas organizaciones.

Instituciones de investigación y universidades

- Evaluación Rápida de los Arrecifes del Atlántico y el Golfo (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment, AGRRA)
- Programa de Productividad Costera y Marina del Caribe (Caribbean Coastal Marine Productivity Program, CARICOMP)
- Centro para las Ciencias Marinas, Universidad de las Indias Occidentales, en Mona, Jamaica (Centre for Marine Sciences, the University of the West Indies at Mona, Jamaica, CMS-UWI)
- Universidad Internacional de la Florida (FIU)
- Instituto de la Pesca del Golfo y el Caribe (Gulf and Caribbean Fisheries Institute, GCFI)
- Centro Nacional para la Investigación de los Arrecifes Coralinos del Caribe (National Center for Caribbean Coral Reef Research, NCORE)
- Universidad de Miami (UM)
- Universidad del Sur de la Florida (USF)
- Universidad de las Indias Occidentales (UWI)

Organizaciones no gubernamentales

- Asociación para la Conservación del Caribe (Caribbean Conservation Association, CCA)
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA)
- Environmental Defense (ED)
- Fundación para la Protección de la Biodiversidad Marina (Fondation pour la Protection de la Biodiversité Marine, FoProBiM)
- Fundación para los Recursos Insulares (Island Resources Foundation, IRF)
- The Nature Conservancy (TNC)
- Fundación para la Educación Ambiental sobre Arrecifes (Reef Environmental Education Foundation, REEF)
- Reef Check
- Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund, WWF)

Agencias gubernamentales y organizaciones internacionales

- Red Mundial de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (Global Coral Reef Monitoring Network, GCRMN)
- Red Internacional para la Acción en Arrecifes Coralinos (International Coral Reef Action Network, ICRAN)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Programa Ambiental del Caribe (PNUMA-PAC)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación (United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre, UNEP-WCMC)
- Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de EE.UU. (U.S. National Aeronautics and Space Administration, NASA)
- Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de EE.UU. (U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration, NOAA)
- Banco Mundial / Fondo Mundial para el Medio Ambiente, Proyecto Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM)
- The World Fish Center

Apoyo financiero

- Fundación Curtis y Edith Munson
- Fundación Henry
- Ministerio Holandés de Relaciones Exteriores
- Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SIDA)
- Fundación de las Naciones Unidas (UNF)
- Agencia de EE.UU. para el Desarrollo Internacional (U.S. Agency for International Development, USAID)

Arrecifes en Peligro en el Caribe

LAURETTA BURKE | JONATHAN MAIDENS

Autores contribuyentes:

Mark Spalding, Philip Kramer, Edmund Green,
Suzie Greenhalgh, Hillary Nobles, Johnathan Kool



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

WASHINGTON, DC

Hyacinth Billings
Directora de publicaciones

Foto de la portada
Angelote francés, por Wolcott Henry®

Foto del reverso de la portada
Coral cuerno de ciervo, por Toni Parras

Diseño de la serie de informes
Lomangino Studio Inc.

Producción de *Arrecifes en Peligro en el Caribe*
Maggie Powell

Traducción al español
Georgina Bustamante

Ninguna fotografía de este informe puede ser usada en otro trabajo sin el permiso escrito de los fotógrafos.

Cada informe del Instituto de Recursos Mundiales (WRI) representa un tratamiento académico oportuno de un tema de preocupación pública. El WRI asume la responsabilidad de escoger los tópicos de estudio y garantizar la libertad de indagación de sus autores e investigadores. Éste también solicita y responde a las orientaciones de paneles asesores y expertos revisores. Sin embargo, a menos que se declare lo contrario, todas las interpretaciones y conclusiones que se exponen en las publicaciones de WRI son las de los autores.

Título original : *Reefs at Risk in the Caribbean*
Derechos de reproducción © 2005 World Resources Institute, todos los derechos reservados.

ISBN 1-56973-567-0 Inglés
ISBN 1-56973-584-0 Español
Número de control de la Biblioteca del Congreso: 2004113031

Impreso en los Estados Unidos de América sobre papel libre de cloro, con contenido reciclado de 50%,
30% del cual es posterior al consumo.

Contenidos

PRÓLOGO	5
PREFACIO	6
RECONOCIMIENTOS	7
RESUMEN	9
Metas y objetivos de Arrecifes en Peligro	9
Los métodos y sus limitaciones	10
Principales hallazgos	11
Conclusiones y recomendaciones	14
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	17
Sobre el proyecto	19
CAPÍTULO 2. ENFOQUE Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO	21
Método de análisis de amenazas	22
Limitaciones del análisis	23
CAPÍTULO 3. AMENAZAS A LOS ARRECIFES CORALINOS	24
Desarrollo costero	24
Sedimentación y contaminación desde fuentes terrestres	27
Fuentes de amenazas de origen marino	29
Sobrepesca	31
Cambio climático	33
Enfermedades	36
Integración de amenazas: el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro	40
CAPÍTULO 4. ESTADO DE LOS ARRECIFES CORALINOS DEL CARIBE	41
Las Bahamas	42
Antillas Mayores	43
Caribe Oriental	45
Caribe Sur	46
Caribe Suroccidental	48
Caribe Occidental	49
Golfo of México	49
Florida	50
Las Bermudas	51
CAPÍTULO 5. IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LA DEGRADACIÓN DE LOS ARRECIFES CORALINOS	52
Propósito y métodos para valorar los recursos de los arrecifes coralinos	52
Pesquerías	53
Turismo y recreación	54
Protección costera	56
Resumen de los valores	57
Otros valores	58
Áreas para investigación y análisis futuros	59
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60

APÉNDICE A. ESTADÍSTICAS FÍSICAS, SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA REGIÓN DEL CARIBE	65
APÉNDICE B. FUENTES DE DATOS USADAS EN EL ANÁLISIS DE AMENAZAS DE ARRECIFES EN PELIGRO	70
APÉNDICE C. ACTIVIDADES DE INFORMACIÓN EN EL CARIBE	73
ACRÓNIMOS Y GLOSARIO	75
NOTAS	76
RECUADROS	
Recuadro 1. Arrecifes coralinos del Caribe	19
Recuadro 2. Los arrecifes de Jamaica: ¿De vuelta desde el filo del abismo?	32
Recuadro 3. Áreas marinas protegidas	47
MAPAS	
Mapa 1. La región del Caribe	18
Mapa 2. Arrecifes amenazados por el desarrollo costero	25
Mapa 3. Tierras agrícolas por categoría de pendiente	27
Mapa 4. Arrecifes amenazados por sedimentación y contaminación desde fuentes terrestres	29
Mapa 5. Arrecifes amenazados por actividades en el mar	30
Mapa 6. Arrecifes amenazados por sobrepesca	33
Mapa 7. Observaciones de blanqueamiento de corales	35
Mapa 8. Observaciones de enfermedades de corales	37
Mapa 9. Amenaza integrada — el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro	38
Mapa 10. Subregiones del Caribe	41
FIGURAS	
Figura 1. Número de observaciones de blanqueamiento por año	34
Figura 2. Arrecifes en Peligro por categoría de amenaza	40
Figura 3. Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro y área arrecifal por subregiones	42
TABLAS	
Tabla 1. Método de análisis de Arrecifes en Peligro	22
Tabla 2. Arrecifes amenazados por actividades humanas	39
Tabla 3. Estimación del valor económico de la producción pesquera del Caribe en arrecifes saludables y degradados para el año 2015	54
Tabla 4. Valor económico estimado del turismo relacionado con los arrecifes coralinos en el Caribe	56
Tabla 5. Valores económicos estimados de los servicios de protección litoral ofrecidos por arrecifes coralinos saludables en el Caribe en el año 2000	57
Tabla 6. Resumen de los valores estimados de bienes y servicios seleccionados derivados de los arrecifes coralinos en el Caribe (2000) y pérdidas potenciales estimadas debidas a la degradación de estos ecosistemas (para los años 2015 y 2050)	58

Prólogo

La región del Caribe está dotada con una gran riqueza de recursos costeros y marinos, incluyendo una maravillosa multitud de plantas y animales únicos. La mayoría de los países caribeños dependen del mar por los bienes y servicios que provee. Las pesquerías arrecifales son una vital fuente de proteínas para millones de personas en la región y una fuente de empleo para cientos de miles de pescadores, ya sea para los que trabajan a tiempo completo o tiempo parcial. Más de 116 millones de personas viven dentro de los 100 km de las costas del Caribe y más de 25 millones de turistas al año visitan esta región, la mayoría de los cuales pasan la mayor parte de su tiempo en áreas costeras. El ingreso del turismo por sí solo reporta más de \$25 mil millones de dólares norteamericanos al año a la región.

Sin embargo, existe una creciente preocupación de que la degradación acelerada y pérdida de estos recursos resulte en una considerable penuria para las poblaciones, naciones y economías costeras. Este estudio reveló que casi dos tercios de los arrecifes de la región están directamente amenazados por actividades humanas, y que las pérdidas económicas se estiman serán de \$350 a \$870 millones de dólares norteamericanos cada año por la disminución de la pesca de arrecife, del turismo de buceo y de los servicios de protección de la costa. En la actualidad, los arrecifes coralinos son extremadamente importantes para las economías de los países del Caribe y son la reserva de capital para la futura seguridad económica y política.

Asegurar la vitalidad de los arrecifes coralinos y su capacidad para continuar brindando beneficios a la sociedad y las economías es primordial, pero todavía hay mucho desconocimiento sobre estos recursos. Hasta ahora, nunca se había emprendido una evaluación de los arrecifes coralinos que abarcara todo el Caribe, incluyendo su ubicación y amenazas. *Arrecifes en Peligro en el Caribe* trata de analizar la gama completa de amenazas a estos ecosistemas únicos, así como orientar a los que establecen políticas en la región para que se aprovechen de oportunidades que permitirán recoger mayores beneficios al usarlos de manera sostenible.

Debido a que los arrecifes coralinos no se ajustan a fronteras nacionales, su protección y restauración sólo pueden ser logradas a través de la colaboración entre naciones y organizaciones. De hecho, este informe no habría sido posible sin los numerosos colaboradores —organizaciones e individuos— de la región que se unieron con el único propósito de asegurar que este análisis fuera acertado y representara las necesidades y prioridades de la región. Apreciamos profundamente su apoyo y el de las agencias que amablemente ofrecieron fondos para este estudio.

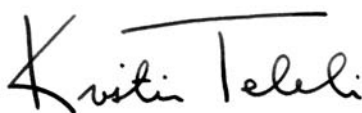
Arrecifes en Peligro en el Caribe es parte integral del trabajo del Instituto de Recursos Mundiales (WRI), la Red Internacional de Acción para los Arrecifes Coralinos (ICRAN), y el Programa Ambiental del Caribe del PNUMA (PAC) en el Gran Caribe. Esperamos que este informe sirva como una herramienta valiosa para que gobiernos y organizaciones ambientales de la región entiendan mejor la creciente amenaza que afecta al ambiente marino del Caribe, e identifiquen prioridades y lugares para la acción inmediata.



JONATHAN LASH

Presidente

Instituto de Recursos Mundiales



KRISTIAN TELEKI

Director Ejecutivo

Red Internacional de Acción para
los Arrecifes Coralinos



NELSON ANDRADE

Coordinador

Programa Ambiental del Caribe
del PNUMA

Prefacio

Desde los siete años, cuando mi padre me lanzó por la borda, he estado observando arrecifes coralinos a través de una máscara de buceo. Me he maravillado ante la belleza, diversidad biológica y productividad de los arrecifes coralinos y he visto cuán importantes son para las personas que dependen de ellos, para su alimentación, ingresos, recreación y enriquecimiento espiritual. También he visto cómo las actividades humanas han socavado la salud y vitalidad de los arrecifes. Los arrecifes coralinos que observé en los años 1940s, son hoy totalmente diferentes. Tristemente no han cambiado para bien.

Cuando pienso en la ecología de los arrecifes coralinos, los conceptos de *conexión e interdependencia* vienen a mi mente. Los corales tienen a las algas como socios simbióticos, como los "peces limpiadores" tienen sus clientes. El manejo de paisajes se refiere a la entrega de sedimento y nutrientes, y la salud de los arrecifes; mientras que el uso de la energía y la emisión de dióxido de carbono se vinculan al calentamiento mundial y el blanqueamiento de corales. La histórica sobreexplotación de grandes animales ha afectado la vitalidad de los arrecifes. La conciencia pública es esencial para el manejo sostenible de los arrecifes. Estos son justamente algunos de los ejemplos que subrayan las conexiones vitales en tiempo y espacio que afectan a los arrecifes coralinos. La trágica degradación es debido a la ofensa humana, y su recuperación parece depender de la acción de la misma.



FOTO: WOLCOTT HENRY ©

Me complace ver que *Arrecifes en Peligro en el Caribe* atiende estas conexiones y llama la atención sobre la importancia de las personas en la ecuación de la salud y restauración de los arrecifes. La participación de muchas organizaciones colaboradoras asegura que este informe refleje las muchas facetas de la evaluación y manejo de los arrecifes, y será ampliamente utilizado. Como era de esperar, estoy totalmente de acuerdo con la necesidad de una mayor conciencia pública. Soy de la opinión de que sin la participación pública no habrá un manejo racional y sostenible. Me han dicho a menudo que nuestros espectáculos de televisión desempeñaron un papel decisivo en inspirar a muchos de los actuales expertos para emprender una carrera en las ciencias del océano. Por supuesto, conciencia no es acción. *Arrecifes en Peligro en el Caribe* esboza claramente los pasos críticos requeridos para formar capacidades y mejorar el manejo. El enfoque sobre temas socioeconómicos es crucial para asegurar que las futuras generaciones continúen beneficiándose de los arrecifes coralinos.

Finalmente, nuestro reto no es manejar los arrecifes, es manejarnos a nosotros mismos. Aplaudo al Instituto de Recursos Mundiales por su admirable trabajo para proteger los arrecifes coralinos, un tesoro natural inestimable.

JEAN-MICHEL COUSTEAU | Ocean Futures Society

Reconocimientos

El proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe no hubiera sido posible sin el aliento y apoyo financiero brindados por la Fundación de Naciones Unidas (UNF), la Agencia de EE.UU. para el Desarrollo Internacional (USAID), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – Programa Ambiental del Caribe (PNUMA-PAC), la Administración Oceanográfica y Atmosférica de EE.UU. (NOAA), la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SIDA), el Ministerio Holandés de Relaciones Exteriores, la Fundación Curtis y Edith Munson, la Fundación Henry, el Proyecto del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) del Banco Mundial y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (FMAM), el Centro Nacional para la Investigación de los Arrecifes Coralinos del Caribe (NCORE), The Nature Conservancy (TNC), Environmental Defense, y el World Fish Center. El proyecto Arrecifes en Peligro es parte de la Red Internacional para la Acción en Arrecifes Coralinos (ICRAN), una asociación de colaboración para revertir la degradación de los arrecifes coralinos del mundo. (Ver reverso de la contraportada.)

El Instituto de Recursos Mundiales (WRI) reconoce con gratitud a los numerosos colaboradores y colegas que contribuyeron a este proyecto. (Ver reverso de la portada para los nombres de todas las instituciones.) Agradecemos a Philip Kramer (TNC) y Robert Ginsburg (AGRRA) por proveer los datos de AGRRA y su orientación en el análisis de amenazas; Mark Spalding (Universidad de Cambridge) por compartir su conocimiento de los arrecifes del Caribe; Hillary Nobles (IRF) por compilar información sobre la condición de los arrecifes coralinos; Serge Andréfouët (Instituto de Investigación para el Desarrollo, Francia) y Christine Kranenburg (USF) por los mapas de arrecifes coralinos; Jennifer Gebelein (Universidad Internacional de la Florida, FIU), Steve Rohmann y Aurelie Shapiro (NOAA) por la clasificación del uso del territorio; Ed Green, Corinna Ravilious, Emily Corcoran, Michelle Taylor, y Ed McManus (UNEP-WCMC) por proporcionarnos los mapas de arrecifes coralinos y de áreas marinas protegidas; Al Strong, William Skirving, Scott Baron y Andrew Barton (NOAA) por su información sobre el calentamiento de los océanos; Melanie McField (WWF) por revisar el modelo de cuencas hidrográficas; Johnathan Kool (NCORE), Steven Menard y Janet Nackoney (WRI) por su apoyo con el SIG; John McManus, Cara Dickman y el personal de NCORE, Marilyn Brandt, Wade Cooper y Aletta Iñiguez, por organizar el taller del proyecto; Ian Gillett (Instituto de Manejo de la Zona Costera de Belice, CZMU), Julie Robinson (NASA), y Kathleen Sullivan Sealey (UM)

por las imágenes satelitales y los mapas de arrecifes coralinos; Bruce Potter (IRF) por compartir información con toda la comunidad caribeña; Rich Iovanna (Agencia de los EE.UU. para la Protección Ambiental, EPA) por asistir en la validación del modelo de amenazas; Mahfuz Ahmed y Chiew Kieok Chong (World Fish Center), Suzanne Garrett (UM), Bob Leeworthy (NOAA), Suzie Greenhalgh y Siet Meijer (WRI), y Herman Cesar (Cesar Environmental Economics Consulting) por los datos, ideas, orientación y revisión de la valoración económica; Dulcie Linton y George Warner (UWI) por los datos sobre corales y las revisiones de experto; Clive Wilkinson (GCRMN) por los enlaces con la red; Uwe Deichmann (Banco Mundial) por la ejecución del módulo de las plumas de drenaje de sedimentos al mar; Gregor Hodgson y Craig Shuman (Reef Check) por sus datos; Alessandra Vanzella-Khoury, Luc St-Pierre, Malden Miller, Nelson Andrade (PNUMA-PAC), y Kristian Teleki y Alison Glass (ICRAN) por su orientación y apoyo; y a Barbara Best, Laura Cornwell (USAID), y Angel Braestrup (la Fundación Munson) por su constante aliento.

Además de las numerosas ya mencionadas, las siguientes personas ofrecieron valiosos aportes por medio de su participación en el taller sobre análisis de amenazas del proyecto Arrecifes en Peligro (octubre del 2002, Miami): Oscar Álvarez (Proyecto ICRAN-MAR), Billy Causey (Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida), Richard Curry (Parque Nacional de Biscayne), Jaime Garzón-Ferreira (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Colombia), Hector Guzmán (Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Panamá), Milton Haughton (CARICOM Fisheries Unit), Noel Jacobs (Proyecto SAM), Michelle Libby (TNC), Brian Luckhurst (Departamento de Pesquerías de Bermuda), Liana McManus (Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, RSMAS-UM), Peter Murray (Unidad de Manejo de Recursos Naturales, Organización de los Estados del Caribe Oriental), Jamie Oliver (World Fish Center), Hazel Oxenford (UWI), Caroline Rogers (USGS), Luc St. Pierre (PNUMA-PAC), Elizabeth Taylor (CORALINA), y Ernesto Weil (Universidad de Puerto Rico).

Muchos brindaron aportes al análisis de sobrepesca, incluyendo: Richard Appeldoorn (Universidad de Puerto Rico), Julio Baisre (Ministerio de la Industria Pesquera, Cuba), Daniel Matos-Caraballo (Laboratorio de Investigaciones Pesqueras, Puerto Rico, DNER), Bob Glazer (Florida Fish and Wildlife Conservation Commission), Paul Hoetjes (Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente, Antillas Holandesas), Barbara Kojis (Division de Pesca y Vida Silvestre, Departamento de Protección de

Recursos Naturales, Islas Virgenes Norteamericanas), Craig Lilyestrom (División de Recursos Marinos, Puerto Rico, DNER), Ken Lindeman (Environmental Defense), Robin Mahon (Independiente), John Munro (World Fish), Richard Nemeth (Universidad de las Islas Virgenes), Christy Pattengill-Semmens (REEF), Juan Posada (Universidad Simón Bolívar, Venezuela), Lionel Reynal (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), y Mike Smith (Conservation International).

Carola Borja (Conservation International), Julia Brownlee (NOAA), Phillippe Bush (Departamento del Medio Ambiente, Islas Caiman), Reinaldo Estrada (Centro Nacional de Áreas Protegidas, Cuba), José L. Gerhartz (Centro del Medio Ambiente y Desarrollo, UWI), Mike Mascia (US EPA), Jeannette Mateo (Independiente), Kalli de Meyer (Coral Resource Management), y Kim Thurlow (TNC) brindaron valiosa asistencia con los datos y la revisión de la información sobre áreas protegidas.

Nos gustaría agradecer a los siguientes revisores formales del informe, que ofrecieron valiosos comentarios sobre el manuscrito y los mapas: Jorge Cortés (Universidad de Costa Rica), George Warner (UWI), Herman Cesar (Cesar Environmental Economics Consulting), Georgina Bustamante (Independiente), Kristian Teleki (ICRAN), John McManus (NCORE) y Philip Kramer (TNC). Los revisores internos de WRI incluyen a Marta Miranda, Yumiko Kura, Suzie Greenhalgh, Jonathan Pershing, Steve Cox y AnnMarie DeRose. Manifestamos especial gratitud a Dan Tunstall y David Jhirad por sus numerosas revisiones del borrador en inglés y su permanente aliento, y a Gayle Coolidge por su experimentado manejo del proceso de revisión.

Las siguientes personas revisaron partes específicas del texto original en inglés, y aportaron datos o apoyo general: Richard Murphy (Ocean Futures Society); Bente Christensen (Banco Interamericano de Desarrollo); Pedro M. Alcolado (Instituto de Oceanología, Cuba); Arthur Paterson, Roger Griffis y Andy Bruckner (NOAA); Marea Hatzios (Banco Mundial); Daniel Prager (WRI); Marc Rammelare (Agencia para el Ambiente y el Planeamiento, Jamaica); Mercedes Silva (Organización de Turismo del Caribe); Toby Gardner (Universidad de East Anglia); Gillian

Cambers (Universidad de Puerto Rico); Steve Schill, Annette Huggins, y Tony Chatwin (TNC); Douglas Beard y Dan Phillips (USGS); Dan Zimble (ESRI); Ken Kassem (Independiente); Anita Daley (Independiente); Tom Laughlin, Nancy Daves, y Elizabeth McLanahan (NOAA); y Dick Wilbur (Departamento de Estado de los EE.UU.).

Muchos otros miembros del personal de WRI contribuyeron a este proyecto a través de actividades de publicación, administración financiera, y asistencia de extensión social, incluyendo a Adlai Amor, Beth Bahs-Ahern, Hyacinth Billings, Peter Denton, Carolina De Rosas, Chris Elias, Paul Mackie, Greg Mock, Georgia Moyka, y Elsie Vélez-Whited. Gracias especiales a Camila Bonifaz por su apoyo jovial durante todo el proyecto.

El informe en inglés fue editado por Kathleen Lynch y Karen Holmes. Muchas gracias por la valiosa corrección de pruebas del original en inglés de Jo Tunstall y Elizabeth Selig. La edición de la traducción al español fue realizada por Georgina Bustamante, y la corrección de pruebas fue realizada por Carolina de Rosas y Terhi Majanen, a quienes los agradecemos sus laboriosos trabajos. El informe fue embellecido por el diseño de Maggie Powell y las bellas fotografías proporcionadas por Wolcott Henry, Toni Parras, Krishna Desai, Mark Spalding, Andy Bruckner y Ed Green.

LB y JM



FOTO: WOLCOTT HENRY

Los arrecifes coralinos se entrelazan a lo largo de miles de kilómetros de costa del Caribe, formando parte integral de su tejido geográfico. Estos ecosistemas rebosantes de vida, en su mayoría peces e invertebrados, sirven como fuente de alimento a millones de personas. Al amortiguar el impacto de las olas, protegen el litoral de los estragos de las tormentas de gran intensidad. Los arrecifes coralinos constituyen los cimientos de la floreciente industria turística del Caribe, considerada el sector económico más importante de la región al suministrar la mayor parte de la arena que forma sus bellas playas y atraer a buceadores de todo el mundo para explorar sus profundidades, llenas de misterio y color. El deslumbrante despliegue de especies que habitan los arrecifes ha llamado también la atención de la industria farmacéutica como fuente potencial de medicamentos que sirven para salvar vidas.

Lamentablemente, estos valiosos ecosistemas se están degradando rápidamente debido a la presión creciente de diversas actividades humanas. El desarrollo costero, el desbroce de la tierra y la agricultura intensiva contribuyen a acelerar el deterioro de los ambientes arrecifales al aportar sedimentos perjudiciales y contaminantes a las aguas costeras, mientras que la sobreexplotación pesquera altera su balance ecológico. Además, el incremento de temperatura en los océanos ha provocado, en estos últimos años, episodios dramáticos de “blanqueamiento de corales” que han debilitado o destruido los corales en muchas áreas del mundo. Al mismo tiempo, se han extendido por la región enfermedades del coral poco comprendidas, y su efecto ha sido devastador para algunos de los principales corales constructores de arrecifes. Este incremento en la degradación y mortandad de los arrecifes coralinos tendrá un impacto directo en la economía de la región al reducir los hábitats de peces, moluscos y crustáceos, y la capacidad de protección del litoral, haciendo así menos atractiva la región para el turismo.

Comprender la naturaleza y alcance de estas amenazas y su posible impacto económico sobre la productividad de los arrecifes del Caribe como fuente de alimento, recreación, empleo y fármacos es de vital importancia para los esfuerzos de ordenamiento y conservación en la zona. Por ello, se están llevando a cabo numerosos estudios para monitorear y evaluar el estado de los arrecifes en ciertos lugares del Caribe, aunque la información es aún insuficiente. Muchos esfuerzos fracasan al no combinar el estudio del ecosistema con el monitoreo de las condiciones socioeconómicas y ambientales, lo que dificulta establecer las causas específicas de las condiciones del arrecife.

METAS Y OBJETIVOS DE ARRECIFES EN PELIGRO EN EL CARIBE

El proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe fue creado para contribuir a los esfuerzos de protección y restauración de estos valiosos y amenazados ecosistemas y su propósito es dotar a los que toman las decisiones y al público en general, de información y herramientas para el manejo más eficiente de los hábitats costeros. El proyecto consiste en recopilar, integrar y difundir información clave sobre estos valiosos recursos en todo el Caribe. Esta recopilación tiene dos objetivos: por un lado, elevar la conciencia sobre el valor y los peligros que se ciernen sobre los arrecifes, y por otro, fomentar los esfuerzos de protección y restauración.

El proyecto fue llevado a cabo por el Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute, WRI en inglés) en cooperación con más de 20 organizaciones que trabajan en la región, y presenta un amplio vistazo de la situación regional sobre los riesgos que enfrentan los arrecifes del Caribe. La colaboración de todas estas instituciones en la recopilación y análisis de los datos ha hecho posible la primera cartografía regional uniforme y detallada de las amenazas que se ciernen sobre los arrecifes. El proyecto ofrece a los que toman decisiones y al público en general, los elementos necesarios para una mayor comprensión del vínculo entre la presencia de actividades humanas que afectan los organismos del arrecife y los riesgos que enfrentan zonas donde ya se ha hecho evidente o puede ocurrir la degradación del ecosistema arrecifal. Los mapas creados por el proyecto Arrecifes en Peligro asistirán a organizaciones regionales y nacionales a establecer prioridades en la conservación y manejo de los recursos naturales. Los instrumentos analíticos e indicadores de amenaza utilizados también permitirán a los administradores evaluar, por primera vez, la fuente y magnitud de las amenazas que afectan a numerosas zonas sobre las cuales no existe información de monitoreo.



FOTO: TONI PARRAS

Los arrecifes coralinos: un deslumbrante despliegue de vida.

LOS MÉTODOS Y SUS LIMITACIONES

Los integrantes del proyecto Arrecifes en Peligro se esforzaron en recopilar y analizar datos de múltiples fuentes sobre las condiciones de los arrecifes coralinos, el ambiente físico, y los factores sociales y económicos asociados a las presiones que la interacción humana ejerce sobre los ecosistemas arrecifales. Estos datos se consolidaron en un sistema de información geográfica (SIG) que incluye información sobre la ubicación geográfica de los arrecifes coralinos, las amenazas que los acechan (por ejemplo, la contaminación y otras amenazas observadas), los cambios de su estado de salud, e información sobre el manejo de sus recursos.

Con estos datos, el equipo del proyecto desarrolló indicadores de las condiciones y las amenazas sobre los arrecifes que fueran uniformes y que por tanto pudieran ser aplicados a toda la región. Los indicadores se agruparon en cuatro categorías genéricas que representan las fuentes principales de amenaza: 1) *el desarrollo costero* (los vertimientos de aguas residuales, el drenaje urbano, la construcción y el desarrollo turístico); 2) *los sedimentos y la contaminación provenientes de las cuencas hidrográficas* (las afectaciones producidas por la erosión de los suelos y el escurrimiento de fertilizantes y plaguicidas de los campos agrícolas); y 3) *la contaminación y el daño provenientes del mar* (los efectos de la actividad marítima y náutica, incluyendo el vertimiento de basura, los derrames de combustible, la descarga de aguas de lastre y sentinas, y el daño físico provocado por varamientos y anclajes; y 4) *la sobrepesca* (niveles de pesca no sostenibles).

El área de arrecifes que abarca este análisis es de 26.000 km², la cual fue dividida en cuadrículas de 25 hectáreas (con 500 m de lado). Para facilitar la interpretación, cada unidad de arrecife coralino se evaluó para cada una de las cuatro categorías individuales de amenaza como *baja*, *media* o *alta*. En las áreas de amenaza calificada como media, la presión sobre los arrecifes es considerada suficientemente alta como para resultar en degradación dentro de 5 a 10 años. En las áreas de amenaza alta, la degradación pudiera ocurrir antes y ser potencialmente más severa. La contribución de los científicos de la región permitió la definición de los umbrales para cada nivel de amenaza (bajo, medio o alto). Estos indicadores fueron calibrados posteriormente contra datos existentes de impactos observados en arrecifes coralinos.

Los cuatro indicadores se combinaron en un solo índice integral de presión humana sobre los arrecifes del Caribe. Este Índice de Amenazas de Arrecifes en Peligro refleja el mayor nivel de amenaza (bajo, medio o alto) alcanzado por cualquiera de las cuatro categorías de amenazas individuales en una unidad dada de 25 hectáreas de arrecife. El impacto de las amenazas acumuladas en cada localidad fue calificado de la siguiente manera: en las unidades donde tres o cuatro de las amenazas individuales fueron consideradas como altas, se calificaron como de muy alto índice integral; aquellas en que al menos tres amenazas fueron calificadas como media, el índice integral fue calificado como alto.

Las series de datos geográficos y los indicadores de amenazas obtenidos en este proyecto también fueron utilizados para realizar una valoración económica de algunos de los bienes y servicios primarios relacionados con los arrecifes coralinos (pesca, turismo, y protección de la costa), y de las pérdidas que posiblemente ocasionaría una degradación en todo el Caribe.

El análisis realizado por el proyecto Arrecifes en Peligro se basa en los datos disponibles y en la predicción de la relación causa-efecto pero, como en otros modelos analíticos, presenta una imagen simplificada de las actividades humanas y de procesos naturales de gran complejidad. El modelo no incluye todas las amenazas existentes sobre los arrecifes coralinos debido a las limitaciones del modelo y a las imprecisiones en las series de datos geográficos empleados. Además, dos de las principales amenazas existentes en la región del Caribe no fueron incorporadas al análisis de Arrecifes en Peligro: las enfermedades de corales y el blanqueamiento de corales. Esto fue debido tanto a la falta de evidencia científica concluyente como a la falta de detalle espacial en los datos existentes. No es posible producir modelos rigurosos de la distribución presente y futura de las amenazas que suponen las enfermedades y el blanqueamiento de los corales, sin embargo, la información existente sugiere que estas amenazas están expandidas, afectando directamente a los arrecifes coralinos en toda la región.

Las fuentes de datos utilizadas en el análisis aparecen en la lista del Apéndice B. Los detalles del método de análisis están en la página web

<http://reefsatrisk.wri.org>

PRINCIPALES HALLAZGOS

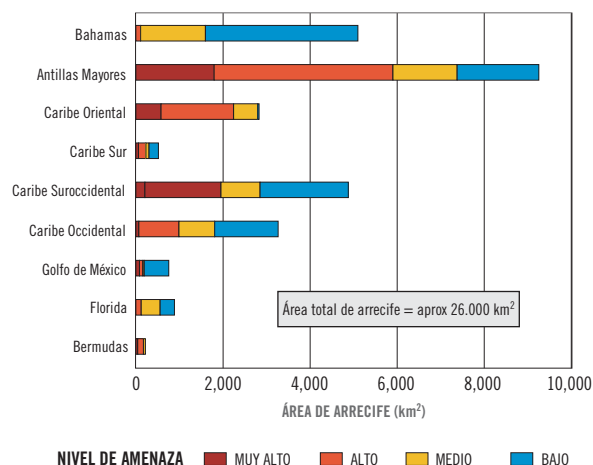
- **El Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro indica que casi dos tercios de los arrecifes del Caribe están amenazados por el impacto de las actividades humanas.** Al integrar los niveles de amenazas de todas las fuentes consideradas en este análisis (desarrollo costero, sedimentos y contaminación provenientes de las cuencas hidrográficas, amenazas provenientes del mar, y sobrepesca), la distribución del índice integral mostró que casi una décima parte de los arrecifes coralinos están altamente amenazados, una quinta parte lo están medianamente, y una tercera parte enfrentan una baja amenaza de degradación. Entre las áreas con un alto nivel de amenaza están el Caribe Oriental, la mayor parte del Caribe Sur, las Antillas Mayores, los Cayos de la Florida, Yucatán, y la zona cercana a la costa del Caribe Occidental y Suroccidental. En estas áreas, la degradación de los corales —incluyendo la reducción de la cobertura de coral vivo y diversidad de especies, y el incremento del recubrimiento de algas— ya ha ocurrido o probablemente ocurrirá en los próximos 5 a 10 años.

Amplias extensiones de arrecifes en Las Bahamas, las Islas Turcos y Caicos, los archipiélagos de Colombia y Nicaragua, y algunos arrecifes de Belice, Cuba y México se clasificaron como zonas de baja amenaza con respecto al efecto de las actividades humanas.

- **Se estima que un tercio de los arrecifes coralinos del Caribe está amenazado por el desarrollo costero.** Nuestro indicador de desarrollo costero arrojó que cerca de un tercio de los arrecifes de la región está amenazado por las presiones asociadas al desarrollo costero, incluyendo las descargas de las aguas residuales, las aguas de drenaje urbano, la construcción y el desarrollo turístico. Poco más del 15% se considera dentro del nivel de amenaza alta, y un porcentaje similar, con nivel medio. El impacto del desarrollo costero es notable a lo largo de la costa en la mayor parte de las Antillas Mayores, Caribe Oriental, las Islas de la Bahía (Honduras), a lo largo de los Cayos de la Florida, Yucatán, y el Caribe Sur.



ÁREA ARRECIFAL E ÍNDICE DE AMENAZA DE ARRECIFES EN PELIGRO PARA CADA SUBREGIÓN

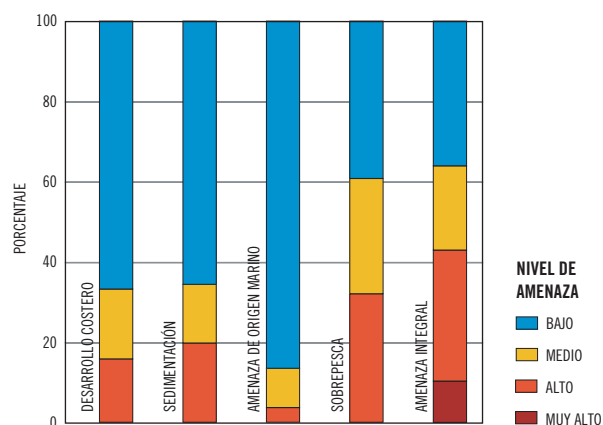


■ **Los sedimentos y la contaminación por fuentes terrestres amenazan a cerca de un tercio de los arrecifes del Caribe.** El análisis de más de 3.000 cuencas hidrográficas en toda la región demostró que un 20% de los arrecifes coralinos están bajo un alto nivel de amenaza, y cerca de 15% bajo amenaza media por el daño causado por el aumento de los sedimentos y la contaminación, derivados de los campos agrícolas y otras modificaciones de la tierra. La erosión producida en los suelos agrícolas, particularmente los de pendiente abrupta, puede producir sedimentos que bloquean la luz necesaria para la fotosíntesis, y que terminan por asfixiar a los arrecifes. A su vez, la contaminación producida por sustancias químicas utilizadas en la agricultura tales como abonos y plaguicidas puede impedir el crecimiento de los corales, llegando incluso a aniquilarlos. Se han identificado zonas en Jamaica, La Española, Puerto Rico, las islas elevadas del Caribe Oriental, Belice, Costa Rica y Panamá en las que existe una gran proporción de arrecifes amenazados, tanto por los sedimentos como por la contaminación proveniente de las cuencas hidrográficas.

■ **Las amenazas de origen marino sobre los arrecifes coralinos se encuentran ampliamente extendidas por todo el Caribe.** Nuestro indicador del impacto de las amenazas que tienen su origen en las actividades humanas realizadas en el mar señaló que cerca del 15% de los arrecifes caribeños está amenazado por las descargas de las aguas residuales y de limpieza de sentinas de cruceros, buques cisterna y yates, las fugas o derrames de instalaciones petroleras, los vertimientos de combustible, y los daños producidos por varamientos y anclaje. La amenaza se considera relativamente alta en muchas de las islas del Caribe Oriental, Bermuda, Puerto Rico, Jamaica, Panamá, Aruba y las Antillas Holandesas.

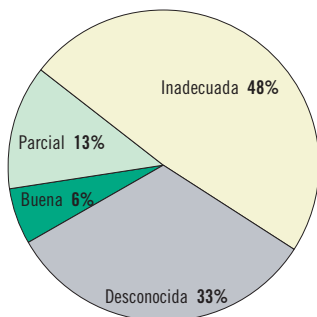
■ **La sobrepesca amenaza a más del 60% de los arrecifes coralinos caribeños.** La pesca por encima de niveles de explotación sostenible afecta a los arrecifes coralinos al alterar su balance ecológico. La extracción de peces herbívoros (consumidores de algas) facilita el recubrimiento de los arrecifes por algas. En toda la región se han observado reducciones en la cobertura de coral vivo y un aumento en el recubrimiento por algas. Este análisis reveló que cerca de un tercio de los arrecifes caribeños están dentro del nivel de amenaza alta por la presión de la sobrepesca, y cerca de 30% en el nivel de amenaza media. La amenaza fue considerada como alta en casi todas las plataformas estrechas y cercanas a núcleos de población. La presión pesquera es inferior en Las Bahamas, donde la población humana es menor, en el Caribe Occidental y Suroccidental, y en Cuba, donde muchos arrecifes están alejados de la isla principal.

ARRECIFES EN PELIGRO POR CATEGORÍAS DE AMENAZA



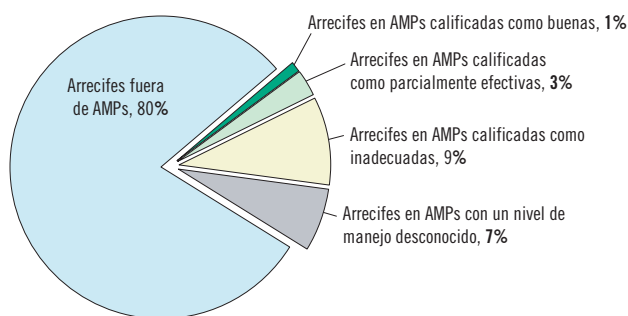
EFFECTIVIDAD DEL MANEJO DE LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (AMPs) Y PROTECCIÓN A LOS ARRECIFES CORALINOS

Efectividad del manejo de las AMPs del Caribe



El número de AMPs en la región es de aproximadamente 285

Protección de los arrecifes coralinos del Caribe



Área de arrecifes en la región, aproximadamente 26.000 km²

- **Las enfermedades y el aumento de la temperatura del mar amenazan con dañar los arrecifes coralinos en toda la región del Caribe.** Aunque no fueron evaluados de forma cuantitativa en este proyecto, las enfermedades y el calentamiento de la superficie del mar constituyen una amenaza adicional en la región del Caribe. Las enfermedades han causado profundos e importantes cambios en los arrecifes durante los últimos 30 años, y son escasas las áreas que no se han visto afectadas, incluyendo las situadas en zonas alejadas de la influencia humana. Uno de los principales corales constructores de arrecifes de la región ya ha sido diezariado por la enfermedad. Además, los episodios de blanqueamiento de corales —la evidencia más directa del estrés producido por el cambio climático sobre la biodiversidad marina caribeña— están en su

apogeo. Las complejas interacciones y la sinergia entre las enfermedades, el cambio climático y otros tipos de estrés inducido por las actividades humanas posiblemente produzcan un aumento del nivel general de amenaza descrito arriba.

- **El manejo inefectivo de las áreas protegidas constituye una amenaza adicional para los arrecifes del Caribe.** Con el incremento del turismo, la pesca y otros tipos de uso de las áreas arrecifales, las áreas marinas protegidas (AMPs) se erigen como una herramienta promisoría para salvaguardar estos ecosistemas. En la actualidad están declaradas más de 285 AMPs en todo el Caribe, pero el nivel de protección que ofrecen varía considerablemente. El proyecto Arrecifes en Peligro encontró que solo 6% de las AMPs se puede considerar que posee un manejo efectivo, y en el 13% de ellas, éste es parcial. Se estima que el 20% de los arrecifes coralinos se localiza dentro de AMPs, pero sólo un 4% lo está dentro de AMPs manejadas eficazmente. Las AMPs son sólo una herramienta más para reducir los efectos del uso de los recursos costeros, pero de ninguna manera constituyen un refugio contra todas las amenazas. Los resultados del análisis de las AMPs como herramienta de manejo sólo indica que los esfuerzos existentes son inadecuados para manejar los recursos costeros y proteger los arrecifes coralinos.

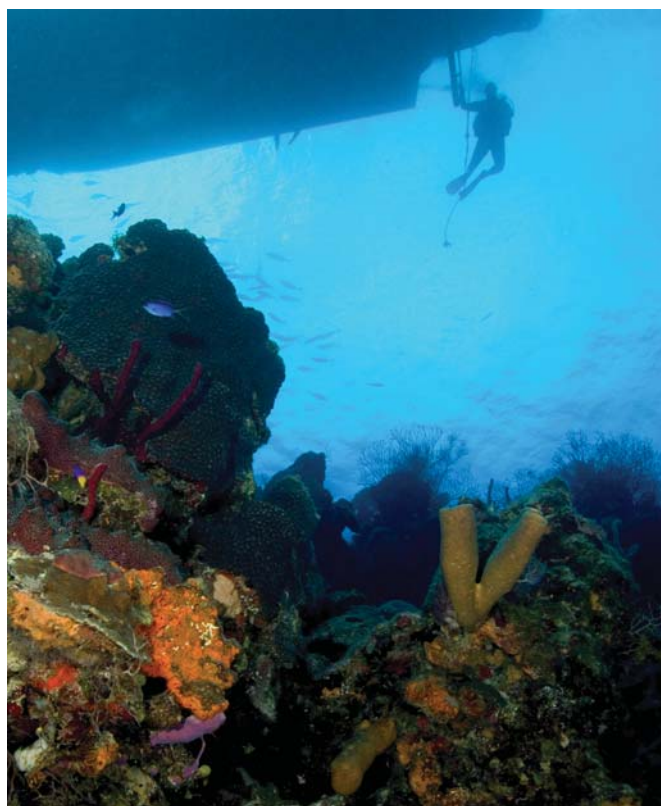


FOTO: WOLCOTT HENRY ©

El pago de entrada al Parque Marino de Bonaire de los buceadores ayuda a sostener una de las AMPs mejor manejadas de la región.

■ **Las comunidades costeras y las economías nacionales del Caribe están a punto de sufrir pérdidas económicas considerables si la tendencia actual en la degradación de los arrecifes coralinos continúa.** Los arrecifes coralinos proporcionan importantes bienes y servicios que sirven de sustento a las economías locales y nacionales. La degradación de los arrecifes coralinos puede provocar pérdidas importantes en la economía, particularmente en los países en desarrollo, por la pérdida de medios de subsistencia como la pesca, la malnutrición por falta de proteínas, la pérdida de ingresos generados por el turismo, y el incremento de la erosión costera. El análisis realizado en el proyecto Arrecifes en Peligro indica que los arrecifes coralinos del Caribe proporcionaron bienes y servicios en el año 2000 por un valor neto estimado entre \$3.1 y \$4.6 mil millones de dólares norteamericanos, derivado de ingresos generados sólo por la pesca, el turismo de buceo y los servicios de protección de la costa.

- Las pesquerías asociadas a los arrecifes coralinos de la región del Caribe proveen ingresos anuales netos estimados en 310 millones de dólares norteamericanos. *La degradación de los arrecifes coralinos de la región podría reducir los ingresos netos anuales de \$95 a \$140 millones de dólares norteamericanos en el año 2015.*
- Se estima que los beneficios netos del turismo de buceo totalizaron \$2.1 mil millones de dólares en el año 2000. Este es un turismo de alta calidad, en el que los buceadores gastan habitualmente 60% a 80% más que otros turistas. *Para el 2015, la degradación de los arrecifes coralinos podría ocasionar pérdidas anuales entre \$100 y 300 millones de dólares norteamericanos al sector turístico del Caribe.* Las pérdidas en ciertas áreas del Caribe podrían ser proporcionalmente mayores, ya que el turismo se desplaza de áreas donde los arrecifes coralinos se han degradado hacia otras donde permanecen intactos.
- Los arrecifes coralinos protegen el litoral al disipar la energía de las olas y tormentas. El valor estimado de los servicios de protección costera que prestan los arrecifes del Caribe se sitúa entre \$700 millones y \$2.2 mil millones de dólares norteamericanos al año. *Durante los próximos 50 años, la degradación y muerte de los corales podría producir pérdidas anuales de \$140 a \$420 millones de dólares norteamericanos.*

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los arrecifes coralinos del Caribe, principal sostén de la salud económica y social de la región, están siendo amenazados por un amplio espectro de afectaciones provenientes de las actividades humanas. La degradación de los arrecifes daña no sólo a la integridad de estos importantes ecosistemas, sino también a la salud, la seguridad y la subsistencia de las sociedades humanas que dependen de ellos. Aunque las posibles pérdidas humanas y económicas son considerables, se pueden ejecutar acciones para revertir sus efectos a muy bajo costo y con rendimientos financieros y sociales muy elevados, incluso a corto plazo.

Se deben tomar medidas a todos los niveles, tanto local como nacional e incluso internacional. Tales medidas incluyen el establecimiento de mejores prácticas de manejo que promuevan pesquerías sostenibles para proteger los arrecifes de daños directos, e integrar las formas, a veces conflictivas, del manejo de las cuencas hidrográficas y las aguas adyacentes a los arrecifes. Para impulsar estas actividades es fundamental el aumento de la participación de los grupos de interesados y el público en el proceso de manejo, así como una mayor comprensión de la importancia de los arrecifes coralinos. Un mejor entendimiento del valor económico de los ecosistemas costeros y de los vínculos que existen entre las actividades humanas y los cambios en el estado de salud de los arrecifes, generará mayor apoyo y consolidación para la realización de cambios en el proceso de manejo, y fortalecerá el apoyo político y social a estos cambios.

Con este fin, recomendamos las siguientes acciones específicas de protección:

Crear una voluntad de cambio

- **Elevar la conciencia de la importancia, valor y fragilidad de los arrecifes coralinos a través de campañas de educación dirigidas.** Muchos residentes y visitantes en el Caribe no están conscientes de la relación directa que existe entre las actividades que realizan y la salud de los arrecifes coralinos. Los educadores, las universidades, las organizaciones no gubernamentales (ONGs) y otros deben ayudar a cambiar estas conductas y a promover la voluntad política para el cambio, desarrollando y difundiendo materiales educativos dirigidos a audiencias clave, tales como grupos comunitarios, pescadores, trabajadores del sector turístico, turistas, urbanizadores, políticos y estudiantes.

■ **Considerar el valor económico de los bienes y servicios que generan los arrecifes coralinos en la planificación, la política y los proyectos de desarrollo.**

Incorporar información sobre el valor económico de los bienes y servicios que ofrecen los arrecifes coralinos puede ayudar a reforzar los argumentos para consolidar y expandir los programas de protección y manejo de estos ecosistemas. Se requiere de los investigadores estudios adicionales de valoración económica a nivel regional, y los que toman las decisiones deben analizar el verdadero costo económico de las posibles opciones de desarrollo de la zona, seleccionando las que causen menos daño al ecosistema arrecifal.

Formar capacidades para el cambio

- **Desarrollar la destreza local y nacional para un mejor manejo de los ecosistemas arrecifales mediante la capacitación de los responsables del manejo de los recursos y de los que toman las decisiones.** Los recursos financieros, los niveles de educación y la disponibilidad de capacitación varían a través del Caribe. El pequeño tamaño de muchos países afecta su capacidad para sustentar plenas capacidades en el área científica y administrativa. Los gobiernos nacionales, las organizaciones internacionales, las ONGs y otros, deben apoyar y ejecutar esfuerzos de capacitación para administradores de recursos costeros y tomadores de decisiones de toda la región.



FOTO: MELVIN GUERRERO

Compartir ideas, conocimientos e historias de éxitos es fundamental para desarrollar la capacidad de manejo.

- **Fomentar el flujo e intercambio libre de información y experiencias sobre el manejo y la protección de los arrecifes coralinos.** En diferentes partes del Caribe se pueden encontrar ejemplos de excelencia de manejo, programas de capacitación, participación del gobierno y la comunidad, e investigación y monitoreo. Las ONGs internacionales y las agencias intergubernamentales

deben facilitar el incremento del intercambio de información y experiencia entre países, entre agencias de gobierno, y entre entidades de manejo y científicos.

- **Facilitar la participación de los grupos de interesados en la toma de decisiones sobre el manejo y protección de los recursos de los arrecifes coralinos.** La falta de inclusión y participación de la comunidad ha desempeñado un papel importante en el fracaso de muchos esfuerzos de manejo de los recursos arrecifales. Los gobiernos nacionales y los que manejan los recursos necesitan aplicar enfoques de colaboración y cooperación a los esfuerzos de manejo de los arrecifes coralinos, asegurando que participen todos los grupos de interesados.
- **Crear formas efectivas de gobierno para el manejo de los recursos de los arrecifes coralinos.** En muchos casos, las actividades que realizan diferentes grupos, agencias o incluso entidades internacionales involucradas en el manejo de los recursos marinos, se superponen y llegan a entrar en conflicto. Los gobiernos nacionales pueden facilitar un buen gobierno de la zona costera mediante la evaluación del marco institucional y legal para la ejecución de políticas, actualizando dicho marco cuando sea necesario.
- **Integrar el monitoreo socioeconómico y ambiental para conocer mejor los hábitats costeros.** Un buen manejo requiere un acceso continuo a la información sobre los recursos naturales y cómo cambian con el tiempo y en respuesta a influencias naturales y humanas. La comunidad científica y los que manejan los recursos deben orientarse hacia programas de monitoreo que integren datos físicos, ecológicos y sobre la actividad humana en la zona.
- **Utilizar los indicadores de Arrecifes en Peligro y aplicar el método analítico con una mayor resolución para fundamentar la toma de decisiones de manejo de los arrecifes coralinos.** El análisis y las herramientas desarrolladas en este proyecto proporcionan un medio valioso y de bajo costo para comprender las amenazas que se ciernen sobre los arrecifes coralinos. Las agencias de recursos nacionales, provinciales y locales deben contribuir al desarrollo de indicadores similares a escala más detallada para ayudar a fundamentar convenientemente las decisiones de manejo y aumentar la confianza en las mismas.

Mejorar el manejo

- **Desarrollar pesquerías sostenibles a través de la educación, la participación de los grupos de interesados y la reducción de la intensidad de la pesca.** La pesca está sobrepasando los niveles de sostenibilidad en la mayoría de los países del Caribe. Los gobiernos nacionales deben trabajar con los usuarios de los recursos y otros grupos de interesados para poner en marcha políticas y prácticas pesqueras sostenibles. Las licencias de pesca, los incentivos para ejecutar prácticas pesqueras sostenibles, y las penalizaciones a la pesca ilegal pueden ayudar a reducir la intensidad de la pesca. El establecimiento de “áreas de exclusión de pesca”, “áreas de no extracción” o “reservas marinas de pesca” pueden ser adoptadas como una de las estrategias para la recuperación de las poblaciones agotadas de peces. Para el éxito de estas medidas es crucial la participación, capacitación y educación de los grupos implicados, así como la creación de alternativas en la generación de ingresos a la población afectada.
- **Aplicar enfoques holísticos al manejo de la zona costera.** El manejo exitoso de los ecosistemas arrecifales comprende el tratamiento correcto de múltiples influencias y amenazas, muchas de las cuales pueden estar ligadas a actividades que se desarrollan a una distancia considerable de los propios arrecifes. Los gobiernos nacionales necesitan ofrecer incentivos a agencias con diferentes facultades para que compartan información y trabajen juntos de manera efectiva.
- **Ampliar las áreas marinas protegidas y mejorar su eficacia en la protección de los ecosistemas del arrecife coralino.** Las áreas marinas protegidas (AMPs) son un integrante importante en el manejo integral de la zona costera; sin embargo, sólo un pequeño porcentaje de los arrecifes coralinos está ubicado dentro de áreas protegidas declaradas, y sólo un pequeño porcentaje de éstas puede calificar como AMP total o parcialmente eficaces. Se requiere que los gobiernos nacionales, las organizaciones donantes, las ONGs, y el sector privado apoyen la creación de AMPs que cubran otras áreas de arrecifes, a la vez que proporcionan la asistencia necesaria para fortalecer la efectividad del manejo de las existentes.
- **Desarrollar un turismo sostenible que asegure beneficios a largo plazo.** El turismo es vital para la región del Caribe, pero un desarrollo sin planificación y sin restricciones puede dañar gravemente los arrecifes coralinos. Los responsables de la toma de decisiones deben dar los pasos necesarios para limitar esos daños; esto incluye la educación de los turistas, el desarrollo de esquemas de certificación y acreditación, y de premios que fomenten

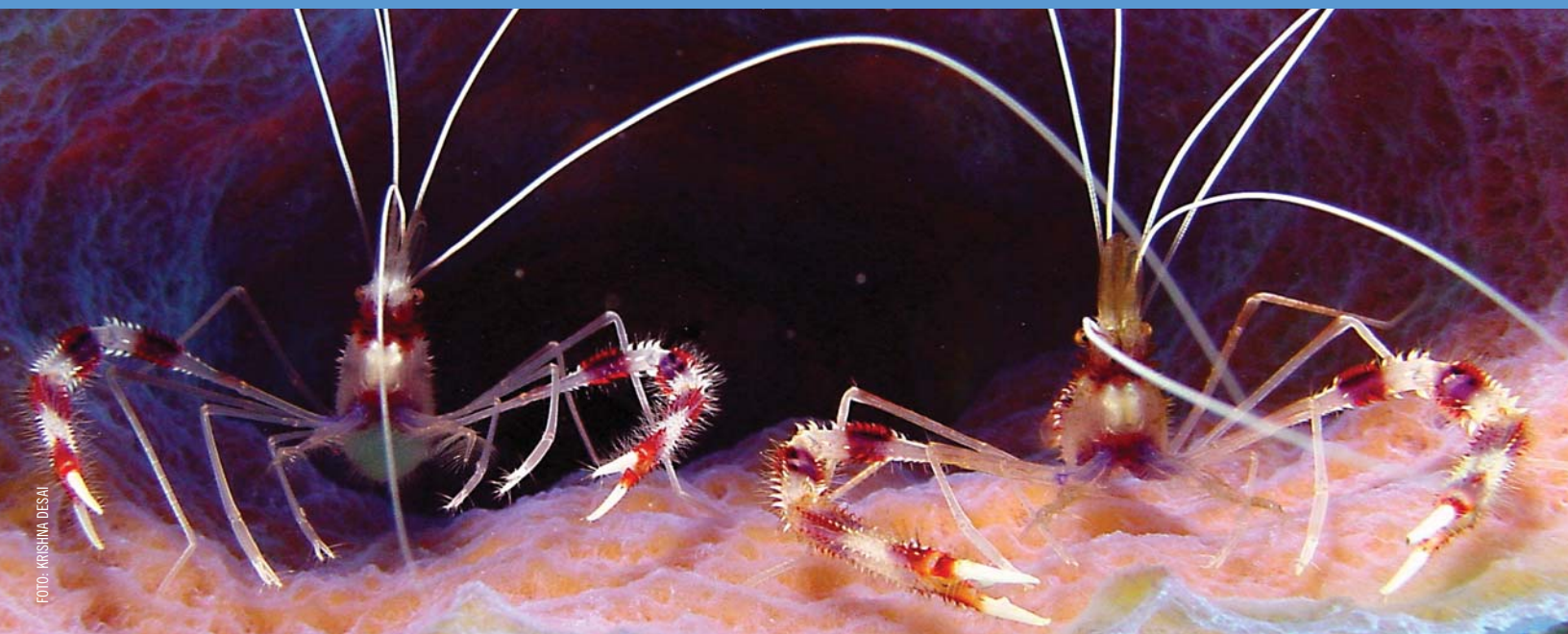
prácticas ambientales idóneas como incentivos para un desarrollo compatible con la conservación del ambiente.

- **Ejecutar prácticas marinas responsables para restringir el vertimiento de residuales y de las aguas de lastre al mar.** Las entidades regionales, los gobiernos nacionales, las ONGs y el sector privado deben trabajar conjuntamente en el desarrollo de prácticas idóneas (por ejemplo, en la industria de cruceros). Los puertos, muelles y marinas deben ofrecer servicios de extracción por bombeo y de tratamiento de residuales para embarcaciones de todos los tamaños.

Acción a nivel internacional

- **Ratificar y ejecutar acuerdos internacionales.** Los acuerdos internacionales son un importante instrumento para establecer objetivos y lograr metas de manera conjunta. Los gobiernos nacionales deben no sólo firmar, sino también ejecutar los acuerdos internacionales relativos a las amenazas evaluadas en este estudio. Entre ellos se encuentra el Convenio de Cartagena (que trata sobre las fuentes contaminantes de origen terrestre, los derrames de combustible, y la protección de áreas protegidas y la fauna y flora silvestres), el Convenio de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (que atiende el ordenamiento jurídico de mares y océanos), MARPOL (dedicado a la contaminación marina), y el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- **Promover la cooperación y el intercambio internacional.** Aún en ausencia de instrumentos legales internacionales, la colaboración regional en asuntos como la pesca y el manejo de cuencas hidrográficas podría reducir en gran medida algunas amenazas. Las ONGs internacionales, las agencias intergubernamentales y las organizaciones donantes deben apoyar de forma activa la cooperación y el intercambio promoviendo sinergia y fomentando asociaciones dirigidas a la protección de los arrecifes coralinos del Caribe.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN



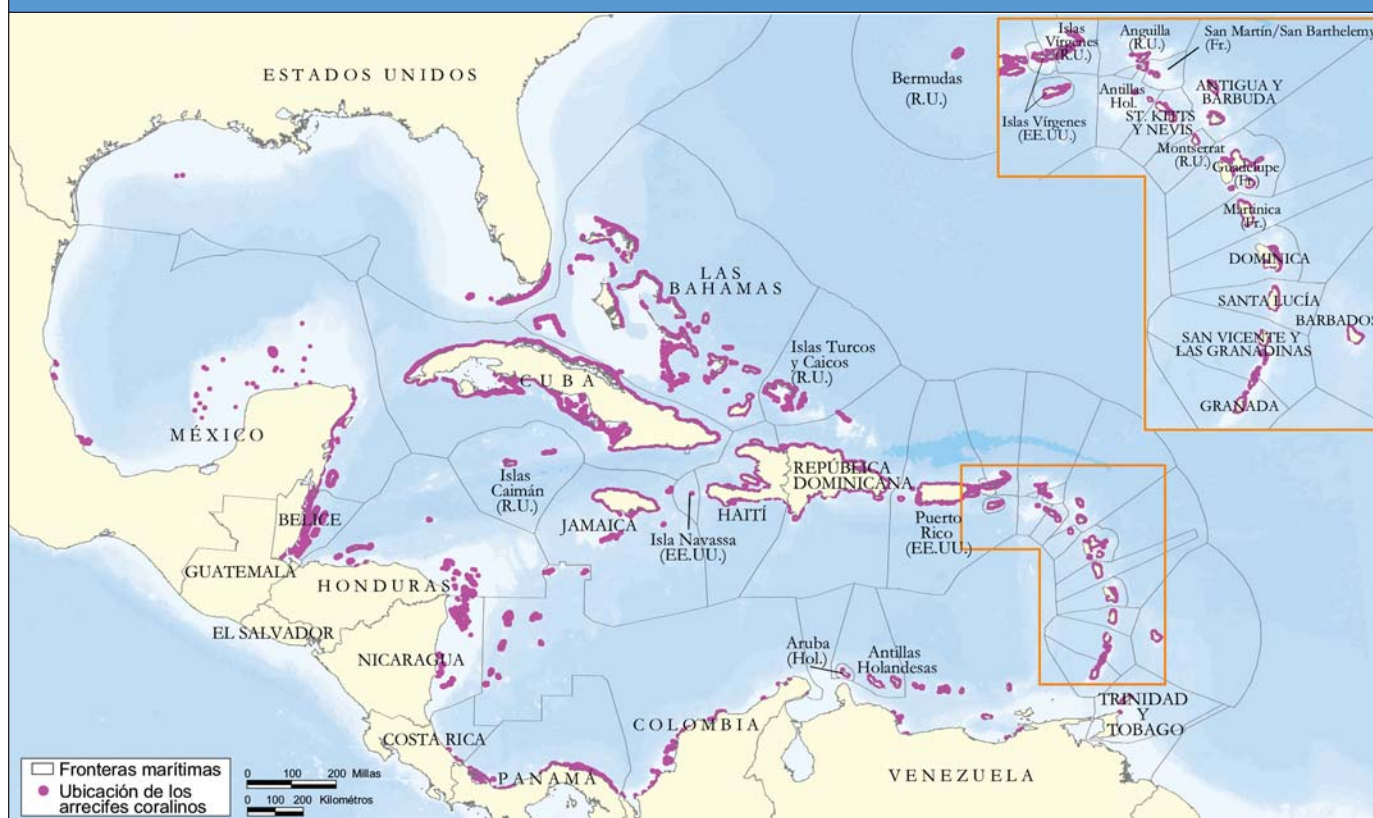
El Gran Caribe (en adelante, Caribe) es un gran reino marino que abarca el Mar Caribe, el Golfo de México y parte del Océano Atlántico noroccidental, extendiéndose hasta la pequeña isla de las Bermudas (*Ver mapa 1*). Ricamente dotada con tesoros biológicos, es también una región de gran diversidad cultural y política formada por una rica historia. Las amplias plataformas costeras y las cálidas aguas tropicales crean condiciones ideales para la formación de un área arrecifal estimada de 26.000 km².¹ Separados de otros arrecifes coralinos, éstos han evolucionado de forma aislada, por lo que sólo un número muy pequeño de las miles de especies que habitan estas aguas pueden encontrarse también en otras partes del mundo.²

Más de 116 millones de personas viven dentro de los 100 km de las costas del Caribe (*ver Apéndice A, Tabla A3*), y muchas formas de subsistencia dependen grandemente del ambiente marino. Los arrecifes coralinos contribuyen de manera notable a la nutrición de la población y la oferta de empleo, particularmente en áreas rurales y comunidades insulares donde pueden escasear las alternativas de empleo. Los arrecifes de la región son también una atracción importante para los turistas. Estos ecosistemas proveen protección a la costa, sobre todo durante tormentas y huracanes, y generan las arenas blancas que componen muchas playas. Asimismo, la biodiversidad de los ecosistemas de arrecifes coralinos posee un enorme valor como fuente de fármacos capaces de salvar vidas.

A pesar de su valor, los arrecifes coralinos del Caribe están amenazados.³ El aumento de la población costera y del número de turistas ejerce una presión creciente sobre los mismos. Las actividades terrestres, incluyendo la construcción, la deforestación y las prácticas agrícolas incorrectas, están depositando en las aguas costeras una carga cada vez mayor de sedimentos y nutrientes, asfixiando algunos corales y contribuyendo a su recubrimiento por algas. Los niveles actuales de presión pesquera son insostenibles en la mayoría de las áreas, lo que ha conducido a la pérdida de especies y al colapso y cierre de pesquerías en algunos países.⁴ El incremento de estas presiones está afectando la resiliencia de los arrecifes ante las amenazas del cambio climático mundial.⁵ Además, extensas áreas de corales han sucumbido a enfermedades en años recientes. No se conocen bien los orígenes de estas enfermedades, pero los corales de toda la región son susceptibles a sufrirlas.⁶

La comprensión de los efectos de las actividades humanas sobre arrecifes específicos, incluyendo las consecuencias económicas de estos disturbios, es esencial para el futuro de la conservación y los esfuerzos de planeamiento. Actualmente existen en la región numerosas actividades de evaluación y monitoreo de algunos arrecifes coralinos (*ver Apéndice C para detalles*). En unos pocos lugares, como Jamaica y los Cayos de la Florida, los cambios en la condición de los corales están bien documentados, pero en la mayoría del resto, hay escasez de información detallada, lo que impide el manejo efectivo.

MAPA 1. LA REGIÓN DEL CARIBE



La región del Caribe, según se define en este análisis, abarca 35 países y territorios con fronteras al Golfo de México y el Mar Caribe, ^a incluyendo la isla oceánica de Bermudas (ver Mapa 1). Desde el punto de vista político y socioeconómico, estos países son altamente diversos, y van desde la nación más rica del mundo hasta algunas de las más pobres con sistemas de gobierno muy diferentes; y desde países industrializados con agricultura intensiva, a otros con poca industrialización y paisajes en su mayor parte naturales.

Los casi 7.8 millones km² de tierras que drenan al Caribe^b se extienden desde la Cuenca del Alto Mississippi, en el sur de Canadá, a la Cuenca del Orinoco, en Colombia y Venezuela. La población total dentro de esta área de drenaje se estimó de 290 millones en el 2000^c, 41 millones de los cuales vivían a menos de 10 km de la costa.^d La densidad poblacional promedio dentro de esta faja costera se incrementó en cerca de 14% entre 1990 y 2000. (Ver apéndice A, Tablas A2 y A3 para estadísticas de datos físicos y poblacionales detallados.)

En las últimas tres décadas, el turismo sobrepasó a la pesca como la actividad económica más importante en muchas localidades costeras. En el 2000, más de 40 millones de personas visitaron la región (se excluye a los Estados Unidos), generando ingresos de más de \$25 mil millones de dólares norteamericanos.^e Entre 1990 y 2000, la llegada de turistas (de estancia) creció a una tasa anual promedio de 4.7%.^f El turismo de crucero creció aún más rápido, con un promedio de 6.5% por año entre 1990 y 2000.^g (Ver Apéndice A, Tabla A4, para estadísticas económicas detalladas.)

Notas:

- Dentro de la región del Caribe, hay 35 unidades políticas diferentes, incluyendo 24 estados soberanos (14 insulares y 10 continentales), 5 territorios de ultramar del Reino Unido, dos departamentos de ultramar de Francia, dos unidades de gobierno autónomo de Holanda, un territorio de los Estados Unidos, y Puerto Rico, estado libre asociado con EE.UU.
- El área de drenaje del Caribe fue calculada por el WRI a partir de cuencas hidrográficas desarrolladas con los datos de elevación de USGS HYDRO1K y NASA SRTM.
- La población en las áreas de drenaje del Caribe fue calculada por el WRI usando los datos de población de la Red de Información del Centro Internacional de Ciencias de la Tierra (Center for International Earth Science Information Network, CIESIN) *Gridded Population of the World*, Versión 3 (Palisades, New York: CIESIN, Columbia University, 2003).
- La línea costera del Caribe se basa en el *World Vector Shoreline*. Para los países continentales, se excluyeron las costas del Pacífico. Los datos de población son de CIESIN (2003).
- Ver Apéndice A, Tabla A4.
- Caribbean Tourism Association (2002), p. 21.
- Ibid*, p. 21.

Fuentes cartográficas:

Limites marítimos: Generados por el WRI con datos de la Base de Datos Marítima Mundial (Veridian - MRJ Technology Solutions, 2002). Ubicación de los arrecifes: Ver Apéndice B. Batimetría: Desarrollada por el WRI a partir de datos puntuales de profundidad de los productos de datos C-MAP interpolados a resolución de 1 km del Instituto Hidrológico Danés (DHI).

SOBRE EL PROYECTO

El proyecto de Arrecifes en Peligro en el Caribe fue iniciado para mejorar el manejo de los arrecifes coralinos al ofrecer información y herramientas de trabajo para que los que administran y regulan el uso de los hábitats costeros puedan hacerlo de forma más efectiva. El proyecto está diseñado para elevar la conciencia sobre la naturaleza y grado de las amenazas que enfrentan los arrecifes coralinos de la región, y para llamar la atención sobre el considerable valor de estos recursos.

El alcance de estos objetivos a través del uso de nueva información recopilada mediante prospecciones y monitoreos tendría un costo prohibitivo. En su lugar, este proyecto emprendió el acopio de información ya existente en numerosas fuentes, y la consolidó en un formato estandarizado y uniforme para toda la región. Parte de esa información se relaciona directamente con arrecifes coralinos, como las localidades de los propios arrecifes. Sin embargo, el proyecto también incluye la obtención de información sobre otras características naturales y de la actividad humana que pueden ser capturados a través de medidas aproximativas o indicadores de amenazas de las actividades humanas a los arrecifes. Además, el proyecto reúne datos sociales y económicos sobre la región para documentar el análisis del valor económico de sus arrecifes coralinos y respaldar recomendaciones de política y manejo.

Los indicadores desarrollados por *Arrecifes en Peligro en el Caribe* facilitan un análisis comparativo y detallado sobre



FOTO: KRISHNA DESAI

Pólipos de coral filtrando alimento de noche.

las amenazas a los arrecifes coralinos en muchas escalas. Estos indicadores son una simplificación de las actividades humanas y de procesos naturales complejos. El enfoque y metodología empleados para elaborarlos junto con sus limitaciones se describen en el Capítulo 2. En el Capítulo 3, examinamos en detalle las categorías principales de amenazas a los arrecifes coralinos y sus efectos, y sugerimos remedios para mitigarlas. El Capítulo 4 explora el estado de los arrecifes en nueve sub-regiones del Caribe. El Capítulo 5

RECUADRO 1. ARRECIFES CORALINOS DEL CARIBE

Un arrecife coralino es una estructura física, a la vez que un ecosistema altamente productivo. La estructura física se construye a través de los siglos por el amontonamiento de esqueletos depositados por corales constructores de arrecifes, que son colonias de animales diminutos. Cada animal dentro de la colonia es conocido como pólipos y tiene un cuerpo simple tubular con un anillo de tentáculos urticantes alrededor de una boca central. Dentro de estos pólipos hay plantas unicelulares aún más pequeñas (*zooxantelas*). Los corales filtran alimento del agua usando sus tentáculos, pero también dependen grandemente de sus zooxantelas, que usan la energía solar para sintetizar azúcares, algunos de los cuales son ingeridos y utilizados por los pólipos. Por eso, los corales necesitan luz solar para crecer, reproducirse y construir sus esqueletos calcáreos (carbonato de calcio). De cerca de 800 especies de corales constructores de arrecifes (escleractinios o pétreos) que han sido descritas en todo el mundo, cerca de 65 se encuentran en el Caribe.^a Aunque estas especies son los grandes arquitectos de los arrecifes coralinos, su número parece insignificante ante una gran diversidad de otras formas de vida -tortugas, peces,

crustáceos, moluscos, erizos, esponjas y otros- que hacen de estos ecosistemas los más diversos del mundo.

La región del Caribe posee cerca de 26.000 km² de arrecifes coralinos poco profundos,^b cerca del 7% del total mundial.^c Los arrecifes dominan los hábitats someros de amplias áreas del Caribe, especialmente alrededor de las islas. Están distribuidos de forma más dispersa en el Golfo de México. En la zona más alejada del Atlántico, los arrecifes de Bermudas son los más septentrionales del mundo.

Notas:

- Spalding et al. (2001).
- Aunque las estimaciones del área de los arrecifes coralinos cambiarán con el avance de la cartografía, los mejores datos que existen actualmente apoyan este estimado. Ver el Apéndice B para las fuentes usadas para estas estimaciones, y el Apéndice A, Tabla A1, para comparaciones de diferentes estimados de área de arrecife por país.
- G. Paulay, "Diversity and Distribution of Reef Organisms," en *Life and Death of Coral Reefs*. C. Birkeland, ed. (New York: Chapman y Hall, 1997), p. 303; Spalding et al. (2001).

FOTO: ED GREEN



FOTO: ANDY BRUCKNER



FOTO: TONI PARRAS



Hay cerca de 65 especies de corales constructores de arrecife en el Caribe. Las principales especies constructoras de arrecifes, que son usualmente grandes (>25 cm de diámetro) y de crecimiento rápido, son el cuerno de alce u orejón (*Acropora palmata*), el cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*), y el coral de estrellas (*Montastraea* spp.). Los arrecifes coralinos son un objeto de gran valor para las comunidades costeras al ofrecer fuente de alimento, sitios atractivos para el turismo y la recreación, y fuente potencial de compuestos biológicamente activos para nuevas medicinas.

ofrece estimados del valor económico de tres bienes y servicios clave proporcionados por los arrecifes coralinos en el Caribe —pesquerías de peces arrecifales, turismo de buceo y servicios de protección litoral— y presenta una evaluación de las pérdidas económicas que podrían resultar de la degradación de estos ecosistemas. Finalmente, el Capítulo 6 formula recomendaciones generales de manejo generales y políticas basadas en los hallazgos de nuestro análisis.

Arrecifes en Peligro en el Caribe es parte de una serie que empezó con un análisis mundial, *Arrecifes en Peligro: un indicador cartográfico de las amenazas de los arrecifes coralinos del mundo*, publicado en 1998.⁷ Con posterioridad, se perfeccionó el modelo original en proyectos para regiones específicas, y se incorporó un análisis de mucha mayor resolución que ofreciera una mejor herramienta para analizar los impactos de las actividades humanas sobre los arrecifes. El primero en una serie de análisis regionales, *Arrecifes en Peligro en el Sudeste Asiático*, fue publicado en el 2002. Para el proyecto de *Arrecifes en Peligro en el Caribe* —un esfuerzo conjunto de dos años— se involucró a más de 20 instituciones y se compiló e integró mucha más información que la que puede presentarse en este informe. Puede encontrarse información más detallada, incluyendo todos los mapas y estadísticas, los resultados a nivel de país, y los detalles de los métodos analíticos, en <http://reefsatrisk.wri.org/> como también en un disco compacto de datos que acompaña a *Arrecifes en Peligro en el Caribe*.

Capítulo 2. ENFOQUE Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO



El proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe reunió información sobre los arrecifes coralinos de la región y sobre su escenario físico y socioeconómico como base para un análisis a nivel regional. La información se consolidó en un sistema de información geográfica (SIG) con datos sobre la ubicación de los arrecifes coralinos (mapas), las presiones sobre estos ecosistemas (amenazas, contaminación, impactos físicos observados), los cambios en la condición de los arrecifes, observaciones de blanqueamiento y enfermedades de corales, e información sobre manejo de arrecifes. Se ensamblaron más de 30 fuentes de datos físicos y socioeconómicos para fundamentar el análisis, incluyendo datos sobre elevación, uso del territorio, batimetría, distribución y tasa de crecimiento poblacional, y ubicación de ciudades, puertos y otras infraestructuras.

Usando estos datos, el proyecto Arrecifes en Peligro elaboró mapas que muestran la distribución de las presiones humanas sobre los arrecifes coralinos. Estas fueron agrupadas dentro de cuatro amplias categorías de amenaza: desarrollo costero, sedimentos y contaminación desde fuentes terrestres, amenazas de origen marino, y sobrepesca. Estas amenazas se integraron a su vez en un solo índice integral de presión humana relativa. Utilizando sólo series de datos regionales, el proyecto Arrecifes en Peligro asegura la consistencia geográfica en sus hallazgos, permitiendo la comparación directa de los resultados en toda la región. La estructura clara y abierta del modelo también permite hacer indagaciones con los resultados para establecer los mecanismos causantes de las amenazas.

Tanto los indicadores de cada tipo de amenaza como el índice integral de presión humana sirven como orientación básica sobre las condiciones presentes y futuras de los arrecifes coralinos en toda la región del Caribe. Dentro de las áreas calificadas como amenazadas, se considera que algunas ya deben haber sufrido considerable degradación, y todas experimentarán degradación dentro de 10 años, incluyendo la reducción de su cobertura de coral vivo, el incremento del recubrimiento algal, o la disminución de la diversidad de especies.

Dos amplias áreas de amenaza no pudieron ser incluidas en el modelo, las enfermedades por patógenos y el calentamiento de la superficie del mar. Ambos son extremadamente importantes y han tenido un impacto considerable en amplias áreas de arrecifes caribeños. Sin embargo, debido a la incertidumbre acerca de algunos de los factores que contribuyen a la vulnerabilidad de los corales, así como la falta del detalle espacial que se requiere en series de datos para ese tipo de análisis, no pudimos desarrollar indicadores cuantitativos y mapas para predecir su amenaza futura. Aunque estas amenazas no están incluidas en el modelo, el Capítulo 3 presenta el conocimiento actual y perspectivo del grado de las amenazas relacionadas con el clima (incluido el blanqueamiento de corales) y las enfermedades, en el contexto de las otras presiones sobre los arrecifes coralinos del Caribe.

TABLA 1. MÉTODO DE ANÁLISIS DE ARRECIFES EN PELIGRO

Amenaza	Enfoque del análisis	Limitaciones
Desarrollo costero	- La amenaza a los arrecifes fue evaluada por la distancia desde ciudades, puertos, aeropuertos y centros de turismo de buceo. Las ciudades y puertos se estratificaron por tamaño. - La densidad poblacional costera (2000), crecimiento poblacional (1990-2000), y crecimiento anual del turismo se combinan en un indicador de “presión de población” tratado como un factor de estrés adicional. - Los umbrales seleccionados para cada factor de estrés se basan en las sugerencias de los colaboradores del proyecto y en las observaciones de daño local del desarrollo costero (incluyendo descarga de aguas residuales). Los factores de estrés se congregaron en un solo mapa (capa). - La efectividad del manejo se incluye como un factor que mitiga las amenazas a los arrecifes dentro de las áreas marinas protegidas (AMPs).	- Es un buen indicador de amenaza relativa a través de la región, pero pueden perderse algunas amenazas en sitios específicos. - Las series de datos usadas son las mejores disponibles, pero son inevitables las limitaciones relacionadas con la exactitud y cobertura. - El rápido crecimiento del sector turístico dificulta capturar los desarrollos más recientes.
Sedimentos y contaminación desde fuentes terrestres	- El análisis basado en las cuencas hidrográficas vincula las fuentes terrestres de amenazas con puntos de descargas al mar. - El análisis para esta amenaza fue realizado en más de 3000 cuencas hidrográficas que descargan al Caribe. - Las tasas relativas de erosión del paisaje se basaron en la pendiente, tipos de cobertura y uso del territorio, precipitación (en el mes de precipitación máxima) y tipo de suelo.^a - Las tasas de erosión fueron compendiadas por cuenca hidrográfica (ajustadas al tamaño de las mismas) para estimar el aporte resultante de sedimentos en las bocas de los ríos. - La dispersión de las plumas de sedimentos se estimó usando una función en la que el sedimento disminuye con el aumento de la distancia de la boca del río. Los estimados se calibraron contra los impactos de los sedimentos observados sobre arrecifes coralinos seleccionados.^b	- El aporte de nutrientes a las aguas costeras probablemente está subestimado debido a la falta de datos espaciales sobre cultivos agrícolas y aplicación de fertilizantes, y al uso consecuente de una medida aproximativa (aporte de sedimentos) para estimaciones indirectas.^c - El aporte de sedimentos y nutrientes de llanuras agrícolas probablemente esté subestimado debido a que la pendiente tuvo gran influencia en la estimación de las tasas relativas de erosión.
Amenazas de origen marino	La evaluación de estas amenazas se basó en la distancia de los puertos, estratificados por tamaños; intensidad de la visitación del turismo de crucero; y en la distancia de la infraestructura, plantas de procesamiento y viaductos de petróleo y gas.	Los estimados se refieren a embarcaciones dentro o cerca de los puertos. La amenaza asociada con las rutas marítimas de navegación está probablemente subestimada debido a la falta de bases de datos detalladas sobre dichas rutas en el Caribe.
Sobrepesca	- La amenaza a los arrecifes coralinos se basó en la densidad de la población costera y el área de la plataforma (hasta 30 m de profundidad) dentro de una distancia de 30 km de los arrecifes. El análisis se calibró con observaciones de prospecciones de abundancia de peces arrecifales. - La efectividad del manejo se incluyó como un factor de mitigación para las amenazas a los arrecifes dentro de las áreas marinas protegidas (AMPs). - Las prácticas destructivas de pesca no se evaluaron, ya que éstas son raras en la región del Caribe.	- La presión local de sobrepesca se capturó mediante un indicador aproximativo (basado en la población humana por unidad de área de plataforma marina costera), debido a la falta de datos espaciales específicos sobre el número de pescadores, sitio de desembarque, método o esfuerzo pesquero, o captura de peces arrecifales. - El indicador refleja la pesca dentro de los 30 km de distancia a la costa. El impacto de la presión de la pesca comercial de gran escala, la pesca ilegal, o los movimientos de flotas no se incluyen en el análisis.

NOTAS:

a. El “potencial relativo de erosión” fue estimado usando una versión simplificada del *Revised Universal Soil Loss Equation*, United States Department of Agriculture (USDA) Agricultural Research Service (Washington, DC: USDA, 1989).

b. Los datos de las prospecciones de Reef Check y de opiniones de expertos del taller de *Arrecifes en Peligro* se usaron para estimar la amenaza desde fuentes terrestres. Para evaluar los resultados se emplearon los datos de porcentaje de cobertura de coral vivo y de algas de los estudios de Evaluación Rápida de Arrecifes del Atlántico y el Golfo (AGRRA).

c. Aunque el fósforo está unido a menudo a partículas del suelo, el nitrógeno es altamente soluble y se desplaza de manera más independiente de dichas partículas.

MÉTODO DE ANÁLISIS DE AMENAZAS

La base de los modelos del proyecto consiste en la identificación de fuentes de estrés que puedan ser cartografiadas para cada categoría de amenaza. Estos “factores de estrés” incluyen simples rasgos de población e infraestructura, tales como la densidad de población, y la ubicación y tamaño de ciudades, puertos y centros turísticos, así como estimados más complejos del modelo como los aportes de los ríos. Se desarrollaron reglas del modelo para construir indicadores

que representan el nivel de amenaza para estos factores de estrés. Esto incluye reglas basadas en la distancia a las cuales la amenaza disminuye a medida que la fuente de estrés se aleja. Para facilitar la interpretación, estas amenazas se dividieron en simples categorías de “baja,” “media” y “alta.” El aporte substancial de los científicos de la región contribuyó en la selección de los factores de estrés y las reglas para establecer los umbrales de las amenazas, mientras que los indicadores de estrés fueron calibrados posteriormente

contra información existente acerca de impactos observados sobre arrecifes coralinos.

La Tabla 1 brinda un resumen del método y las limitaciones del análisis de amenazas para cada categoría. En el Capítulo 3 se presentan los resultados del análisis de amenazas. El Apéndice B provee una lista de las fuentes de los datos usados en el análisis, y detalles de la validación del modelo. Las notas técnicas completas para el análisis pueden encontrarse en el sitio web <http://reefsatrisk.wri.org/>.

Integración de las amenazas: El índice de amenaza de Arrecifes en Peligro

Las cuatro amenazas descritas en la Tabla 1 fueron integradas en un solo índice integral, el índice de amenaza de Arrecifes en Peligro. Para cada unidad de arrecife (una cuadrícula de 25 hectáreas, con 500 m de lado), el índice se califica según el valor mayor de amenaza (“bajo,” “medio” o “alto”) registrado para cualquier amenaza individual. Para capturar la amenaza acumulada en una localidad dada, el índice integral se designa como “muy alto” en áreas donde tres o cuatro amenazas individuales fueron consideradas como “altas.” En áreas donde al menos tres amenazas fueron consideradas como “medias,” el índice se califica como “alto.”

El índice de amenaza de *Arrecifes en Peligro* fue usado para analizar el valor económico de importantes bienes y servicios brindados por los arrecifes coralinos del Caribe. Los métodos utilizados para este análisis se describen en el Capítulo 5 y están disponibles en el sitio web <http://reefsatrisk.wri.org/>.

LIMITACIONES DEL ANÁLISIS

El enfoque del análisis de *Arrecifes en Peligro* es una simplificación de las actividades humanas y de complejos procesos naturales. El modelo depende de los datos existentes y de relaciones causa-efecto, pero no puede capturar todos los aspectos de las interacciones dinámicas entre los seres humanos y los arrecifes coralinos. Los indicadores de amenazas miden el riesgo actual y potencial asociado con las actividades humanas. Una fortaleza del análisis es que descansa en el uso de series de datos que puedan ser usados para toda la región y que permite desarrollar indicadores que también tengan esa aplicabilidad regional. Sin embargo, el modelo no es perfecto, y son inevitables las omisiones y otros errores en las series de datos.

Los datos para calibrar las capas de amenazas individuales y validar los resultados generales del modelo son bastante escasos. (*Ver Apéndice B.*) Los umbrales escogidos para distinguir niveles bajos, medios y altos de las amenazas, dependen grandemente del conocimiento de los colaboradores del proyecto. La revisión que ellos hicieron de los resultados del modelo fue la mayor validación que tuvimos del mismo.

La falta de detalle espacial en las series regionales de datos físicos, oceanográficos y algunas otras lagunas de información, tales como las causas de las enfermedades de corales, nos impidió incluir en el modelo las amenazas del cambio climático, el blanqueamiento de corales, y las enfermedades de corales. Por esa razón, estas amenazas generales no fueron tenidas en cuenta en este análisis. Los resultados del modelo de Arrecifes en Peligro deben ser considerados como nuestro mejor intento de evaluar las presiones humanas sobre los arrecifes coralinos del Caribe, usando las fuentes actualmente disponibles. Estos indicadores representan la presión humana actual, que en algunas áreas ya ha conducido a la degradación de arrecifes, y en todas las áreas representa una indicación de futuras amenazas a su estado.

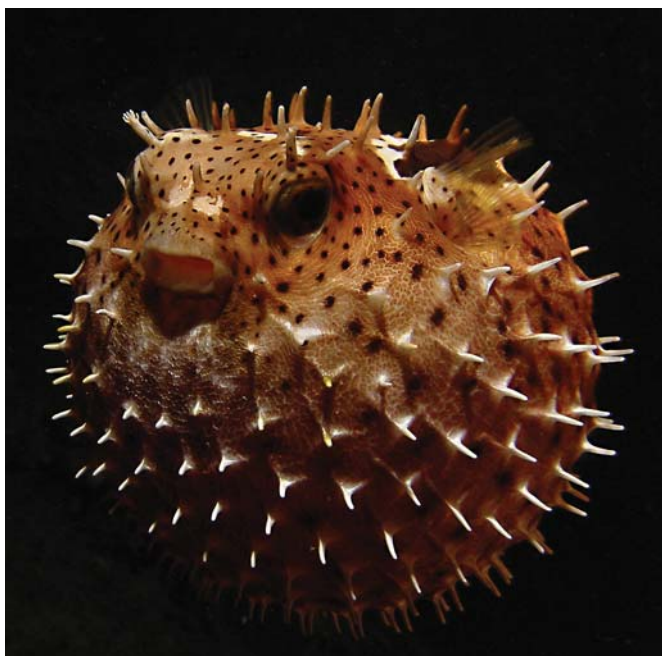


FOTO: KRISHNA DESAI

La naturaleza es compleja y a veces impredecible.

Capítulo 3. AMENAZAS A LOS ARRECIFES CORALINOS



El crecimiento de la densidad de población y el desarrollo costero asociado al mismo, así como el incremento de las actividades pesqueras, agrícolas e industriales son las causas más importantes de las presiones sobre los arrecifes del Caribe. Las fuentes en sí no han cambiado en las últimas décadas, pero su intensidad sí ha aumentado dramáticamente.⁸ Por milenios, las comunidades arrecifales se adaptaron a muchas presiones naturales, tales como los huracanes, cuyos daños vienen seguidos por procesos de recuperación, pero ahora, se ha sumado una gran variedad de presiones humanas directas e indirectas. Actuando solas o en conjunto, estas presiones pueden conducir al estrés agudo o crónico de los ecosistemas, lo que resulta en la descomposición y pérdida de las comunidades de corales o en cambios más sutiles en la estructura de los ecosistemas, tales como el crecimiento excesivo de algas sobre los arrecifes. Los cambios de los arrecifes pueden ser graduales o rápidos, pero al final estos cambios hacen que el valor de sus bienes y servicios decaiga, por ejemplo, al disminuir los hábitats arrecifales que sostienen las pesquerías, o la protección costera que estos ofrecen.

La capacidad de los arrecifes de soportar presiones y recuperarse del daño de los disturbios varía considerablemente. Esto puede estar determinado en parte por factores ecológicos, como la propia composición por especies y conectividad con otros arrecifes. Por otra parte, el entorno físico (distancia de la tierra, profundidad, y velocidad del flujo del agua en el área) también influye sobre su vulnerabilidad. Caracterizar las presiones que actúan sobre

cualquier arrecife es complicado ya que hay múltiples fuentes de estrés operando sobre varias escalas de espacio y tiempo.⁹

Este capítulo examina las cuatro amenazas regionales incluidas en el modelo de Arrecifes en Peligro del Caribe: desarrollo costero, sedimentación y contaminación desde fuentes terrestres, amenazas de origen marino, y sobrepesca. Además, se analizan los problemas del cambio climático (incluido el blanqueamiento de corales) y las enfermedades de corales. Se sugieren remedios aplicables a toda la región del Caribe para cada una de estas amenazas. El capítulo concluye con la integración de estos cuatro tipos de amenazas en el índice general de amenaza de Arrecifes en Peligro, el cual intenta representar la amenaza acumulativa de los arrecifes coralinos a partir de estas cuatro categorías clave. En el Capítulo 4 se vinculan estas proyecciones de amenazas a nivel de la región con cambios ambientales observados en los arrecifes y las respuestas de manejo en nueve subregiones del Caribe.

DESARROLLO COSTERO

El número estimado de personas que viven dentro de 10 km de la costa en el Caribe creció de 36 millones en 1990, a 41 millones en el 2000.¹⁰ Cerca de 36% de los arrecifes caribeños están ubicados dentro de 2 km de distancia de tierras habitadas y por eso son altamente susceptibles a las presiones que se derivan de la actividad humana.¹¹ El desarrollo extensivo ha generado la construcción de viviendas, carreteras,

puertos y otros para sostener la población residencial y turística.

El desarrollo mal manejado somete a los arrecifes coralinos a estrés por daño directo del dragado, los rellenos de tierra, y la minería de arena y cal para la construcción, así como por presiones menos directas, como son el escurrimiento desde sitios de construcción y la eliminación de hábitats costeros. La pérdida de manglares y pastos marinos, filtradores de sedimentos y nutrientes que vienen de tierra, se han extendido por el Caribe¹² y contribuye a la presión. El aumento de sedimentos en las aguas costeras reduce la cantidad de luz que llega a los corales y dificulta la capacidad de sus algas simbióticas (*zooxantelas*) para fotosintetizar.¹³

Además, la extensa descarga de aguas residuales no tratadas es una fuente muy importante de nutrientes que ingresan en las aguas costeras. Los arrecifes coralinos florecen en aguas casi desprovistas de nutrientes, y un incremento de la concentración de éstos promueve el crecimiento de las algas a expensas de los corales.¹⁴ Aunque la información es incompleta, los datos sugieren que menos de 20% de las aguas residuales generadas dentro de la región del Caribe son tratadas de forma apropiada.¹⁵ La descarga de aguas servidas es un problema en los países en desarrollo, pero también lo es en los Cayos de la Florida, donde la filtración de fosas sépticas, y las descargas al océano de aguas residuales con tratamiento secundario a través de emisarios submarinos contribuyen a la acumulación de nutrientes.¹⁶

MAPA 2. ARRECIFES AMENAZADOS POR EL DESARROLLO COSTERO



Las amenazas del desarrollo costero a los arrecifes fueron estimadas tomando como base la distancia desde ciudades, puertos, aeropuertos y centros de buceo, así como la densidad de población, crecimiento poblacional, y crecimiento del turismo en el área. Para los arrecifes dentro de áreas marinas protegidas, se incluyó la efectividad del manejo como un factor que mitiga el estrés. (Ver el Recuadro 3 en el Capítulo 4 y la Tabla A5 en el Apéndice A.)

Fuente: WRI, *Arrecifes en Peligro en el Caribe*, 2004 (ver Apéndice B).

Otra fuente de disminución de la calidad del agua es el escurrimiento de aceite de motor y otros residuales desde las carreteras. La contaminación industrial de las refinerías de petróleo, fábricas de azúcar, destilerías, cerveceras, procesadoras de alimentos, y las industrias papelera y químicas, causan también inquietud.¹⁷

En años recientes, la región caribeña ha estado sufriendo un crecimiento masivo del turismo, un sector de notable importancia para la economía regional. Un desarrollo del turismo bien planificado puede tener un mínimo impacto, e incluso un efecto neto positivo sobre los arrecifes coralinos, pero éste es raramente el caso. El turismo no planificado o pobremente regulado puede aniquilar los arrecifes. Las actividades turísticas pueden producir tanto daños físicos directos (tales como los ocasionados por buceadores y anclas) como impactos indirectos por el desarrollo y operación de centros turísticos (contaminación por aguas residuales no tratadas). El desarrollo de infraestructura turística (construcción de puertos, aeropuertos y hoteles) también se hace sentir sobre los arrecifes coralinos. Muchos de estos disturbios son similares a los causados por el desarrollo costero de forma general, pero el turismo es diferente porque se mueve frecuentemente hacia nuevas áreas no desarrolladas, apartadas de los desarrollos urbanos existentes.

Resultados de la modelación. El indicador del modelo que refleja la amenaza de desarrollo costero —incorpora la presión estimada de la descarga de aguas residuales, el escurrimiento urbano, la construcción y el desarrollo del turismo— mostró que cerca de un tercio de los arrecifes de la región está amenazado (ligeramente más de 15% se calificó como de amenaza media, y la misma cantidad como de amenaza alta). La presión del desarrollo costero fue identificada como importante a lo largo de las costas de la mayoría de las Antillas Mayores, el Caribe oriental, las Islas de la Bahía en Honduras, y a lo largo de parte de los Cayos de la Florida, Yucatán y el Caribe Sur. Las áreas identificadas como de amenaza más baja del desarrollo costero fueron las Bahamas, las Islas Turcos y Caicos, y Cuba (*ver Mapa 2*).

Remedios. Los impactos del desarrollo costero sobre los arrecifes coralinos pueden ser minimizados de diferentes formas. Un mejor planeamiento puede asegurar la protección de importantes hábitats al prevenir el dragado o construcción cerca de hábitats sensibles y valiosos (tales como humedales, manglares y pastos marinos). La existencia de normas para las actividades de construcción e ingeniería también puede ayudar a reducir la amenaza. Las inversiones en construcción y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas residuales en poblados y áreas turísticas



FOTO: JON MAIDENS

Donde ocurre y cómo se maneja el desarrollo costero, influye grandemente en el grado de impacto a los arrecifes coralinos.

pueden reducir la descarga de esas aguas al mar. La aplicación de medidas legales innovadoras que aseguren la responsabilidad y el pago por la disposición y tratamiento de residuales, y la exigencia de intervenciones “sin pérdidas netas” en ecosistemas sensibles, pueden ayudar a modificar el diseño de edificaciones y promover el desarrollo de infraestructura compatible con la protección ambiental.

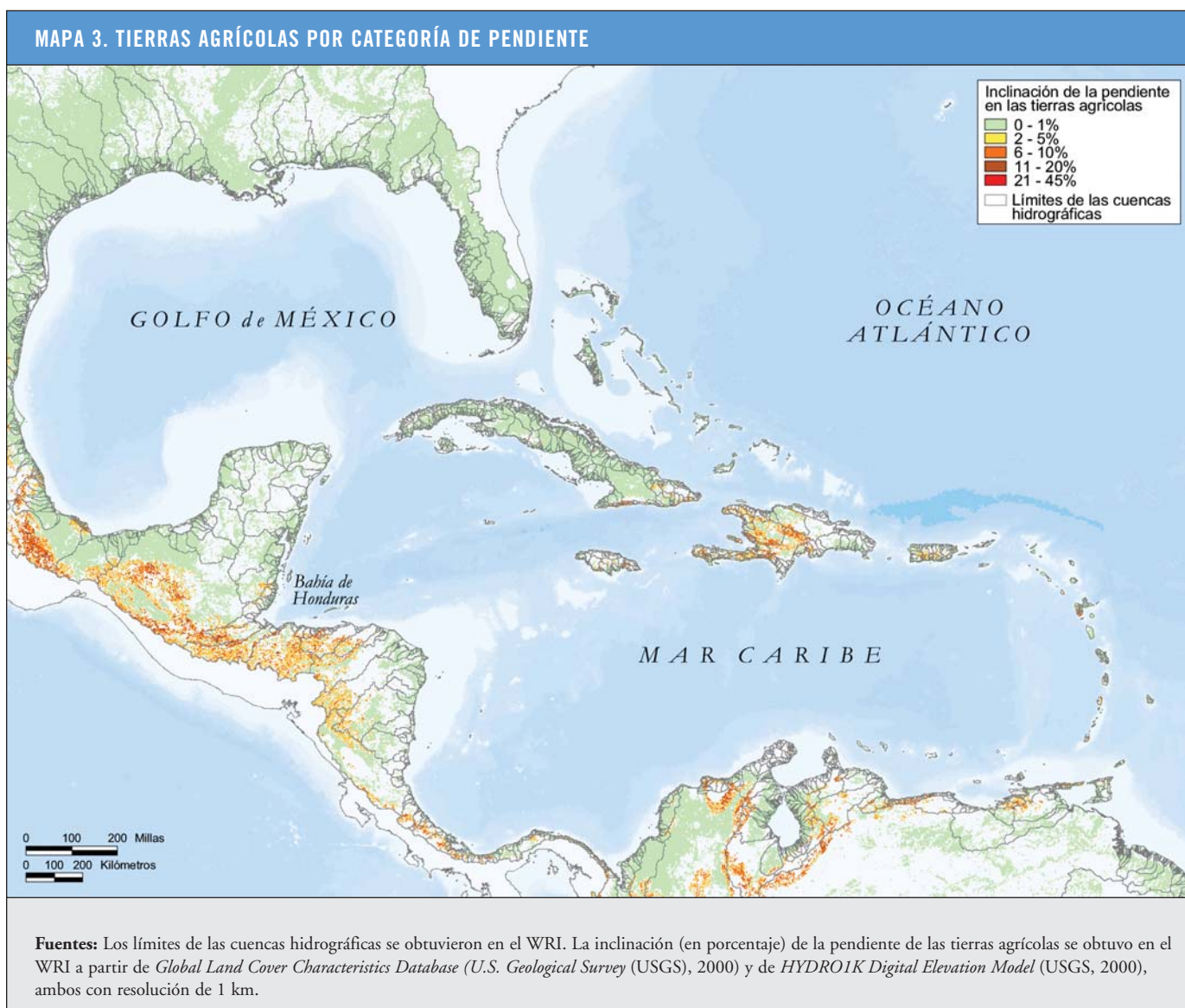
El turismo toma muchas formas (turismo de masas, pequeños hoteles, instalaciones “ecológicas”) y puede aportar una gran variedad de beneficios a la población local.¹⁸ La propiedad de una instalación turística, las fuentes de alimentos y bebidas (locales o importadas), y las reglamentaciones de impuestos, inciden en el grado en que una comunidad local se beneficia del turismo. Además, el diseño y desarrollo del centro turístico, las fuentes y uso de la energía, y el grado del tratamiento de las aguas residuales, todos influyen sobre el impacto ambiental de dicho centro. Determinar la capacidad de carga del área y del propio arrecife, como parte del proceso de planeamiento del desarrollo, puede ayudar a asegurar que el desarrollo turístico reporte el máximo beneficio a las comunidades locales a la vez que se minimizan los impactos nocivos al ambiente. Los esquemas de certificación, acreditación y premios basados en logros reales (y no en promesas de que lo lograrán) de buenas prácticas ambientales por hoteles y operadores de buceo y turismo, brindan incentivos para un desarrollo compatible con el ambiente. La educación de los turistas, especialmente enseñar a los buceadores de tanque y equipo ligero a no dañar los arrecifes, es esencial para reducir los impactos. Los turistas pueden contribuir financieramente a los esfuerzos de recuperación y manejo a través del pago de entrada a los parques o mediante donaciones.

SEDIMENTACIÓN Y CONTAMINACIÓN DESDE FUENTES TERRESTRES

La agricultura, aunque importante para el desarrollo económico y la seguridad alimentaria, es una fuente de incremento de escurrimiento de sedimentos, nutrientes y plaguicidas. La conversión de tierras a la agricultura incrementa la erosión del suelo y el aporte de sedimentos a las aguas costeras. En áreas donde la agricultura coincide con pendientes abruptas y fuerte precipitación, la erosión del suelo puede ser extrema. Este análisis clasificó cerca de un cuarto de las áreas que drenan al Caribe como territorio de uso agrícola.¹⁹ El Mapa 3 muestra las tierras agrícolas por categorías de pendiente. Varias cuencas hidrográficas fueron identificadas como áreas de riesgo de erosión particularmente alto: en México (las que descargan al Golfo de México), en Guatemala y Honduras (las que desaguan a la Bahía de Honduras), y en Colombia, el este de Jamaica, Haití y Puerto Rico (las que drenan al Mar Caribe).

El aumento de la liberación de sedimentos a las aguas costeras causa un notable estrés a los ecosistemas costeros: entorpece el paso de la luz necesaria para la fotosíntesis, pone en peligro la supervivencia de los corales juveniles debido a la pérdida de sustrato adecuado y, en casos extremos, conduce a la asfixia completa de los corales. El daño a los arrecifes coralinos por sedimentación se ha documentado en las costas de Panamá, Costa Rica y Nicaragua, entre otras localidades.²⁰

El escurrimiento de fertilizantes y de estiércol de ganado desde campos agrícolas es una fuente importante de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) que ingresan a las aguas costeras. Algunos de los cultivos más importantes de la región —caña de azúcar, cítricos, bananos, granos y café— requieren grandes aportes de fertilizantes y plaguicidas.²¹ Por ejemplo, la tasa promedio de aplicación de fertilizantes para plantaciones de banano es 479 kg/ha por



temporada de cultivo.²² La descarga de nutrientes en las aguas costeras es una causa muy importante de eutrofización, especialmente en áreas de poco flujo, y puede provocar florecimientos de algas, cambios en la estructura de las comunidades acuáticas y disminución de la diversidad biológica. La presencia de algas sobre el sustrato puede inhibir la colonización por larvas reclutas, iniciando así una disminución de la cobertura de coral vivo y un aumento del recubrimiento algal o de otras cubiertas vegetales. En casos extremos, los elevados niveles de nutrientes producen “zonas muertas” debido al agotamiento masivo del oxígeno en las aguas ricas en nutrientes. Tales zonas aparecen regularmente frente al Delta del río Mississippi, y se han registrado eventos menores a lo largo de buena parte de la costa de la Florida.²³ Donde estos eventos coinciden con arrecifes coralinos, los resultados pueden ser devastadores. Un evento aislado en Venezuela en 1996 condujo a la muerte de casi todos los organismos en varios kilómetros cuadrados.²⁴

La acumulación de plaguicidas tóxicos en organismos costeros es otro aspecto de la amenaza del escurrimiento agrícola. Los impactos negativos incluyen el daño a los pastos marinos por herbicidas, y cambios en la estructura de las comunidades arrecifales, tales como pérdida de cobertura de coral vivo e incremento de algas y esponjas.²⁵ Los efectos ambientales del escurrimiento de plaguicidas dependen del compuesto químico empleado, la cantidad aplicada, la forma en que está dispuesto el campo agrícola (incluyendo la cubierta vegetal, pendiente y drenaje) y la presencia de zonas de amortiguamiento a lo largo de ríos y arroyos.

Resultados de la modelación. El análisis de más de 3.000 cuencas hidrográficas de toda la región²⁶ identificó aguas costeras con muchas probabilidades de experimentar aportes crecientes de sedimentos y contaminantes relacionados con actividades del uso del territorio. Aproximadamente 9.000 km² de arrecifes coralinos (cerca de un tercio del total regional) fueron identificados como amenazados (cerca de 15% con nivel medio de amenaza, y 20% con nivel alto). Se identificaron áreas con una gran proporción de arrecifes amenazados en Jamaica, La Española, Puerto Rico, Panamá, Costa Rica y Colombia. Algunos arrecifes en el oriente de Cuba fueron identificados como amenazados, al igual que los arrecifes cercanos a la costa en Belice, Venezuela, y los de las islas montañosas del Caribe oriental (*ver Mapa 4*).

Remedios. El planeamiento y manejo agrícola sostenibles fomentan prácticas de conservación del suelo y el agua que protegen los arrecifes coralinos por medio del control de la erosión de los campos de cultivo y el escurrimiento superficial del agua. La creación de terrazas ayuda a evitar el escurrimiento excesivo de la labranza sobre pendientes



FOTO: LAURETTA BURKE

La construcción de caminos y viviendas en terrenos de gran pendiente, puede provocar una enorme erosión en eventos de intensa lluvia.

abruptas. Las prácticas óptimas en la roturación, aplicación de fertilizantes, y cosecha reducirán aún más la pérdida tanto del suelo como de nutrientes, mientras que la reforestación cerca de ríos y arroyos ayuda a reducir la erosión. Los fertilizantes y plaguicidas pueden ser empleados de maneras que minimicen su escape y transporte a las áreas costeras.

En áreas sensibles donde hay recursos costeros particularmente importantes, el establecimiento de regulaciones más fuertes sobre prácticas agrícolas puede ayudar a proteger los arrecifes y los medios de vida de las poblaciones costeras. En otras áreas, añadir impuestos por contaminación al costo de los compuestos agroquímicos en los puntos de venta puede reducir su uso desmesurado. La conservación de los humedales costeros, manglares y pastos marinos cerca de desembocaduras de ríos mitigaría impactos dañinos al filtrar sedimentos y nutrientes del agua antes de que lleguen a los arrecifes coralinos.

MAPA 4. ARRECIFES AMENAZADOS POR SEDIMENTACIÓN Y CONTAMINACIÓN DESDE FUENTES TERRESTRES



Las amenazas sobre los arrecifes de la sedimentación y contaminación desde fuentes terrestres fueron modeladas para más de 3.000 cuencas que descargan en el Caribe. El modelo incorpora estimados de tasa relativa de erosión a través del paisaje (basada en la pendiente, tipo de uso del territorio, precipitación durante el mes más lluvioso, y tipo de suelo) resumidos por cuenca hidrográfica, para estimar el aporte total de sedimentos en las desembocaduras de los ríos. La dispersión de la pluma de sedimentos fue estimada como una función de la distancia a las desembocaduras de los ríos y calibrada con impactos observados de sedimentación en los arrecifes coralinos.

Fuente: WRI, *Arrecifes en Peligro en el Caribe*, 2004 (ver Apéndice B).

FUENTES DE AMENAZAS DE ORIGEN MARINO

En la región del Caribe hay gran preocupación por las fuentes de contaminación que se producen en el mar. Las actividades que dan lugar a ese tipo de contaminación incluyen las descargas de petróleo y de aguas residuales, de lastre y de sentina, y el vertimiento de basura y otros desechos humanos desde embarcaciones. Hay daños directos por varamientos y anclajes, particularmente en áreas de gran visitación. Las anclas pueden devastar los arrecifes coralinos. El ancla de un gran buque de crucero y su cadena pueden pesar 4.5 tm. Incluso en un mar tranquilo, el anclaje imprudente puede dañar hasta 200 m² de fondo marino.²⁷

La mayoría de las embarcaciones pequeñas, incluyendo las de pesca, las privadas de recreo, y las de buceo permanecen en aguas costeras, pero muchas otras, incluyendo las de transporte comercial y de petróleo, y los cruceros, se entrecruzan en el Caribe en una trama intrincada. El Caribe también es un área productora de petróleo, y la mayor parte de éste se transporta dentro de la región. Las áreas más vulnerables a los accidentes de derrame son las adyacentes a puertos o canales reservados para el tráfico de buques cisterna. Sin embargo, las fugas accidentales de petróleo son una fuente relativamente pequeña de contaminación, comparadas con la cantidad de petróleo que ingresa al ambiente

MAPA 5. ARRECIFES AMENAZADOS POR ACTIVIDADES EN EL MAR



Las amenazas por fuentes de origen marino fueron evaluadas tomando como base la distancia a los puertos (estratificados por tamaño), intensidad de la visitación de buques de crucero, y la distancia a infraestructuras, e instalaciones de procesamiento y oleoductos de petróleo y gas.

Fuente: WRI, *Arrecifes en Peligro en el Caribe*, 2004 (ver Apéndice B).

por el vertimiento de agua de sentina y de lavado de los tanques de buques, y por el mantenimiento de rutina de las plataformas petroleras y oleoductos.²⁸ El petróleo daña los tejidos reproductores de los corales y las zooxantelas, inhibe el reclutamiento de juveniles, y reduce la resiliencia de los arrecifes a otros factores de estrés.²⁹ La descarga de agua de sentina o de lastre desde buques, libera una mezcla nociva de petróleo, nutrientes, especies marinas exóticas, y otros contaminantes. Las mareas y las corrientes disipan en tiempo y espacio gran parte de esta contaminación, pero ésta a menudo persiste en áreas confinadas, y en aguas tranquilas con menor circulación e intercambio.

Los buques de crucero también son una fuente importante de contaminación en el Caribe. Un buque de crucero

típico genera un promedio de 8 tm (2.228 galones) de agua aceitosa de sentina³⁰ y 1 tm de basura³¹ cada día. El volumen del turismo de crucero casi se ha cuadruplicado en los últimos 20 años³² y la industria cuenta en el Caribe con cerca de 58% de los pasajeros de crucero del mundo.³³ De acuerdo con estimados recientes de la organización The Ocean Conservancy, 25 millones de días-cama de pasajeros sobre buques de crucero en el Caribe generaron un estimado de 90.000 tm de residuales en el 2000.³⁴

Los desperdicios generados por embarcaciones son una fuente muy importante de residuales sólidos en las áreas costeras.³⁵ En la campaña 2003 “A limpiar la costa” de The Ocean Conservancy, participaron más de 55.000 personas en el Caribe. Esta operación retiró más

de 1.200 tm de basura a lo largo de 2.100 km de costa.³⁶

En zonas de intensa visitación existe una gran preocupación por la descarga de aguas residuales provenientes, tanto de buques de crucero como por el creciente número de yates. Los grandes barcos tienen tanques retenedores de aguas residuales y el Anexo IV de MARPOL prohíbe descargar esas aguas no tratadas a menos de 7 km de la tierra más cercana.³⁷ Los barcos de cabotaje y las embarcaciones de recreo, carecen muy probablemente de tanques retenedores. Debido a la falta de instalaciones de recepción de residuales en los puertos de la mayoría de los países del Caribe, estas embarcaciones pequeñas tienen más probabilidades de descargar sus aguas residuales en marinas y aguas cercanas a la costa que los barcos grandes.³⁸ En el caso de las embarcaciones de recreo, estas descargas pueden tener lugar muy cerca de los arrecifes coralinos.

Resultados de la modelación. Muchas de las pequeñas islas de la región fueron calificadas de amenaza alta por fuentes de contaminación de buques y de otras actividades marítimas. Se estimó que la amenaza es alta en Santa Lucía, Montserrat, Saint Kitts y Nevis, Antillas Holandesas (incluyendo Aruba), Islas Vírgenes y Bermudas. Además, en Puerto Rico, República Dominicana, Jamaica y Panamá se identificaron varios arrecifes amenazados (*ver Mapa 5*). En general, el análisis mostró que cerca de un 15% de los arrecifes de la región están amenazados por fuentes de contaminación originadas en el mar (cerca de 10% con amenaza media, y alrededor de 5%, con amenaza alta).

Remedios. El desarrollo de un marco regulatorio puede inducir el establecimiento en los puertos de instalaciones de recepción y manejo de residuales de las embarcaciones. Esto es esencial para los buques de crucero, los cuales contribuyen con un estimado de 77% de los residuales de todos los tipos de embarcaciones, comparado con un 20% de los provenientes de cargueros.³⁹ El desarrollo de una legislación para incorporar los convenios internacionales sobre la prevención de la contaminación desde embarcaciones (MARPOL, London Dumping, OPRC, CLC, y FUND, *ver Notas* para los nombres completos de estos acuerdos)⁴⁰ ayudará en gran medida a reducir esta amenaza. La contaminación desde pequeñas embarcaciones como los yates, también puede ser atendida a través de regulaciones y normas, mientras que la educación ambiental de los propietarios de embarcaciones ayuda a cumplir con lo establecido. Mas aún, la suspensión del uso de anclas en todos los arrecifes coralinos y pastos marinos es crucial, con una alta prioridad en las áreas donde el tráfico marítimo actual es elevado. El uso de boyas de amarre o zonas de anclaje debe ser promovido como una alternativa.

SOBREPESCA

En la región del Caribe, la pesca ha sido siempre un pilar fundamental de las comunidades costeras, particularmente en los estados insulares. Las pesquerías en arrecifes coralinos —predominantemente artesanal, de pequeña escala y de subsistencia— son una fuente barata de proteína y proveen empleo donde existen pocas alternativas. En áreas turísticas, muchos peces son vendidos directamente a los restaurantes locales. Para países como Belice y las Bahamas, el mercado de exportación de especies arrecifales como los pargos, meros, la langosta espinosa y el caracol (también conocido como cobo, botuto o lambí) genera millones de dólares para la economía nacional, cumpliendo la demanda de países que se encuentran lejos de estas fuentes tropicales.⁴¹

El acceso abierto a las pesquerías de arrecifes, usualmente con pocas regulaciones, hace a los peces arrecifales particularmente susceptibles a la sobreexplotación. Debido a que la mayoría de los arrecifes están cerca de la costa y geográficamente confinados, la distribución de los peces es altamente predecible en tiempo y espacio.⁴² Las trampas portátiles de peces (nasas), el arte de pesca más ampliamente usado en el Caribe, son baratas y efectivas.⁴³ Lamentablemente, dichas trampas pueden ser también destructivas y despilfarradoras: destructivas cuando los pescadores las dejan caer directamente sobre el arrecife, rompiendo los corales, y despilfarradoras cuando se pierden en el agua y continúan capturando peces durante varios meses o años, fenómeno conocido como pesca fantasma. El ciclo de vida de los peces de arrecife también los hace vulnerables a la presión pesquera. Los pescadores eliminan selectivamente los organismos más grandes debido a su mayor valor, y un signo típico de sobrepesca es la disminución del tamaño promedio de los peces a los cuales está dirigida la operación de pesca. Como los individuos más grandes tienen el mayor rendimiento reproductivo, eliminarlos de la población reduce su capacidad natural de reposición.⁴⁴

Otra forma particularmente nociva de sobrepesca en el Caribe es pescar en las agregaciones de desove. En varias de las especies mayores de meros y pargos, individuos provenientes de áreas que abarcan cientos de kilómetros cuadrados, se congregan una o dos veces al año en localidades conocidas para desovar en grandes cantidades. Cuando los pescadores conocen la ubicación de tales agregaciones de desove, pueden extraer la población desovadora en el término de unas pocas noches.

En sistemas arrecifales fuertemente pescados, los peces grandes y valiosos —tales como los meros y pargos— se hacen tan escasos que los pescadores empiezan a pescar especies de menor valor⁴⁵ (lo que se conoce como “pescar cuesta abajo en la trama alimentaria”). Por ejemplo, en

Bermudas los peces herbívoros (como los loros, cirujanos, y balistidos) se incrementaron desde menos de 1% de la captura, en los años 60s, a 31% en los 1990s. Este cambio condujo a la prohibición de las trampas de peces en 1990, lo que aún sigue en vigor.⁴⁶

La sobrepesca no sólo afecta el tamaño de las poblaciones pesqueras, sino que puede conducir a cambios muy impor-

RECUADRO 2. LOS ARRECIFES DE JAMAICA: ¿DE VUELTA DESDE EL FILO DEL ABISMO?

La sobrepesca en aguas de Jamaica puede ser recapitulada desde hace 100 años, con la captura no sólo de grandes depredadores sino también de la mayoría de los peces herbívoros que se alimentan de algas. Esto redujo la resiliencia del ecosistema arrecifal, y lo hizo muy dependiente de una sola especie para mantener controlados los niveles de algas, el erizo negro de espinas largas. Los arrecifes se destrozaron durante el Huracán Allen en 1980, pero empezaron a recuperarse lentamente, con el pastoreo de los erizos desempeñando un importante papel en el control de las algas y el establecimiento de nuevos corales. Posteriormente, en 1983, todos los erizos fueron aniquilados por una enfermedad. Con la pesca en pleno desenfreno, no quedaron herbívoros importantes. Los corales recién establecidos podrían haber sobrevivido, pero los niveles de algas empezaron a aumentar. En 1988 el Huracán Gilbert golpeó la isla, una vez más devastando los corales. Entonces las algas florecieron, quizás ayudadas por los altos niveles de contaminación con nutrientes en el agua, con el beneficio de la falta de herbívoros. Ocurrió un “cambio de estado” en que los arrecifes coralinos fueron reemplazados en buena parte por ecosistemas algales. Entre 1977 y 1993, la cobertura de coral vivo decreció de 52% a 3%, y el recubrimiento de algas carnosas aumentó de 4% a 92%. Las razones de este cambio son complejas y múltiples: sobrepesca, enfermedades, y dos huracanes, quizás exacerbadas por contaminación por nutrientes.^a Sin embargo, los resultados de un estudio reciente brinda algunos signos de esperanza: el regreso de los erizos negros, la disminución del recubrimiento algal y el incremento de la cobertura de coral vivo en algunas localidades.^b El incremento de los esfuerzos de manejo costero unido a la resiliencia del sistema parece estar contribuyendo a esta modesta recuperación.

Notas:

- a. T.P. Hughes et al. (2003).
- b. J. Mendes, J.D. Woodley, y C. Henry, “Changes in Reef Community Structure on Lime Cay, Jamaica, 1989–1999: The Story Before Protection.” Publicación presentada en la Conferencia Internacional sobre Aspectos Científicos de la Evaluación, Monitoreo y Restauración de Arrecifes, Fort Lauderdale, Florida, 14–16 de abril de 1999; L. Cho y J. Woodley, “Recovery of Reefs at Discovery Bay, Jamaica and the Role of *Diadema antillarum*.” Publicación presentada en el 9º Simposio Internacional de Arrecifes Coralinos, Bali, Indonesia, 23–27 octubre del 2000.

tantes, directos e indirectos, en la estructura de las comunidades, tanto la de peces como la del arrecife en su conjunto.⁴⁷ En la competición entre corales y algas por el espacio, los peces herbívoros ayudan a controlar las algas, de ahí que favorezcan el crecimiento y reclutamiento de corales.⁴⁸

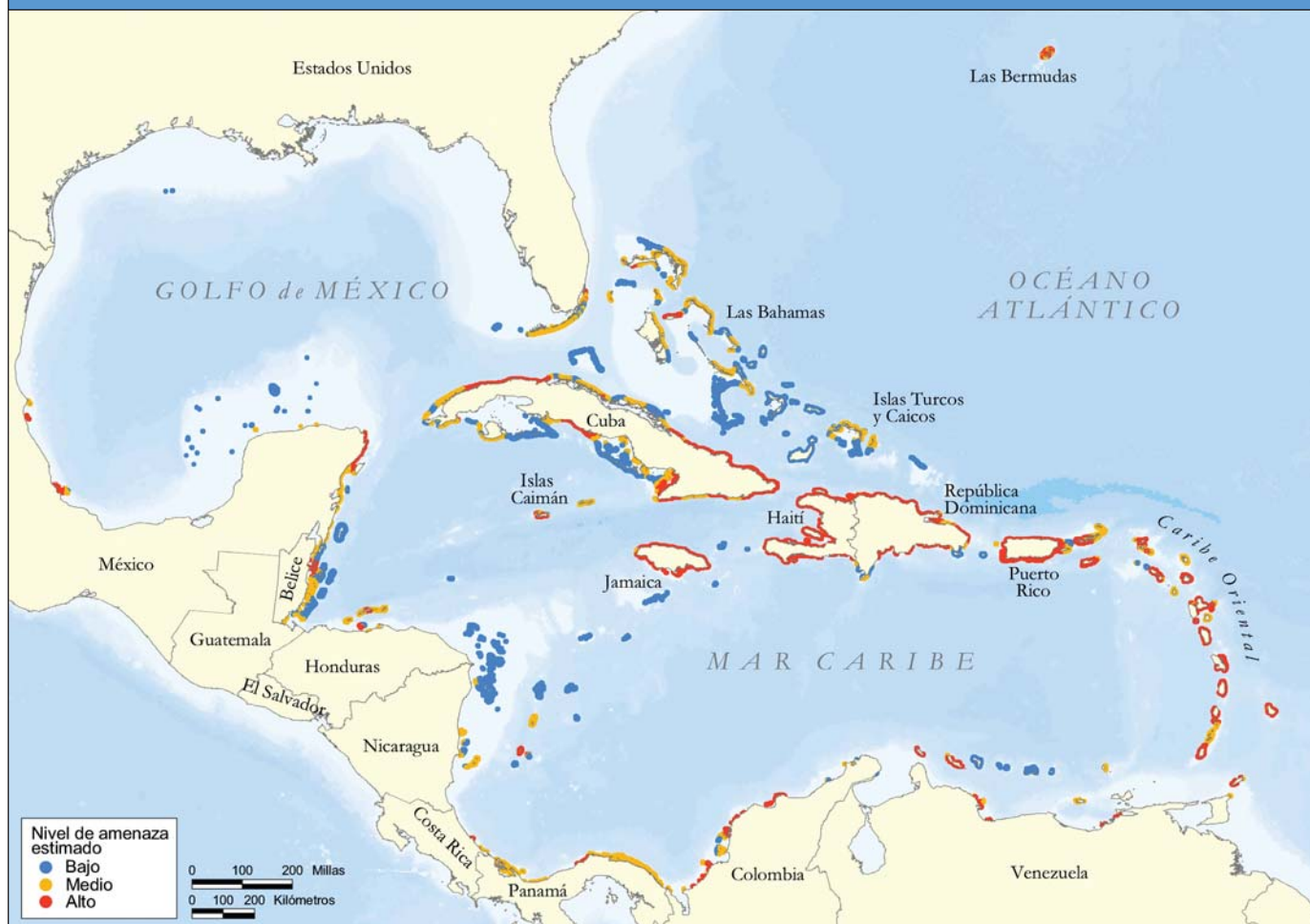
Cuando los herbívoros son extraídos, las algas pueden florecer y la cobertura de corales se reduce. Este efecto es evidente en la secuencia de eventos que condujo a la dramática degradación de los arrecifes de Jamaica (*ver Recuadro 2*). La sobrepesca puede llevar a pérdidas de biodiversidad en un corto plazo y la desaparición de las especies que desempeñan un papel importante en los ecosistemas, pero también puede disminuir la resiliencia de los arrecifes a otras amenazas.

Resultados de la modelación. El índice de Arrecifes en Peligro para la amenaza de sobrepesca permitió identificar áreas densamente pobladas y áreas donde las plataformas costeras son estrechas (tales como las del Caribe oriental) como sometidas a una amenaza alta, al suponer la existencia de gran cantidad de pescadores en un área relativamente pequeña de pesca (*ver Mapa 6*). El análisis estimó que la presión de pesca es menor en las Bahamas, donde la población humana es pequeña. En el Caribe occidental y Cuba, donde muchos arrecifes están lejos del territorio principal, el análisis también consideró la amenaza como baja.

Debe notarse que este indicador no recoge la presión de pesca de localidades más remotas, ni de la pesca ilegal (*ver Capítulo 2 - “Limitaciones del análisis” y Tabla 1*). En la región en su conjunto, el estudio identificó cerca de 60% de los arrecifes como amenazados por sobrepesca (con cerca de 30% bajo amenaza media, y 30% como alta). Las prácticas destructivas de pesca (por ejemplo, el uso de dinamita o cianuro) no fueron evaluadas en el Caribe, ya que su uso es raro en la región. Hay que destacar el impacto destructivo de la pesca con trampas y la pérdida de redes de pesca que se enredan en los arrecifes. Las afectaciones de estos tipos de pesca deben seguir de manera general el patrón de presión de pesca de las trampas.

Remedios. El manejo efectivo de los recursos costeros es crucial, especialmente a lo largo de costas densamente pobladas. Una pesca menos intensa permitirá la recuperación de los recursos pesqueros hasta un nivel en que la captura se equilibra con la reposición natural de la población.⁴⁹ Los incentivos financieros y de otro tipo pueden fomentar las prácticas de pesca sostenibles, mientras que las multas y penalizaciones pueden desalentar la pesca ilegal y otras infracciones de las prácticas sostenibles. La aplicación de un sistema de otorgamiento de licencias a pescadores ayuda a limitar el acceso a pesquerías que actualmente son vulnerables a la sobrepesca. También pueden establecerse sistemas legales para restringir la captura de especies sobrepescadas, tales como la prohibición de toda extracción de caracol,

MAPA 6. ARRECIFES AMENAZADOS POR SOBREPESCA



Las amenazas a los arrecifes coralinos por sobrepesca fueron evaluadas tomando como base la densidad poblacional costera ajustada al área de la plataforma (hasta 30 m de profundidad) dentro de 30 km de distancia del arrecife. La efectividad del manejo de las áreas marinas protegidas fue incluida como un factor que mitiga las amenazas a los arrecifes dentro de sus fronteras. El análisis se calibró usando las observaciones de estudios de abundancia de peces arrecifales. (Ver el Recuadro 3 en el Capítulo 4, y la Tabla A5 en el Apéndice A.)

Fuente: WRI, *Arrecifes en Peligro en el Caribe*, 2004 (ver Apéndice B).

instituidas en varios países caribeños. Otros controles limitan el número de animales capturados, la talla de los individuos que pueden pescarse (para asegurar que alcancen la edad de reproducción), el arte de pesca utilizado (por ejemplo, varios países requieren ahora el uso de paneles biodegradables en las trampas de peces para evitar la “pesca fantasma” por trampas perdidas). Las vedas estacionales pueden ser usadas para proteger a las especies cuando desovan. Una de las herramientas más importantes, con cada vez mayor reconocimiento y aplicación en todo el Caribe, es el cierre total de áreas a la pesca. Tales “zonas de exclusión de pesca” (o zonas de no extracción) ofrecen un refugio para los peces, al permitir el incremento de las poblaciones de

desovadores y la derrama de adultos hacia las aguas circundantes. Estas zonas han mostrado que se incrementa grandemente la captura general de amplias áreas con ecosistemas arrecifales.⁵⁰

CAMBIO CLIMÁTICO

La rápida acumulación de gases de invernadero (GIs) en la atmósfera durante el siglo pasado ya ha alterado el clima mundial. Las concentraciones de GI han crecido en más de un tercio desde la época preindustrial y, si no ocurre alguna intervención política importante, su magnitud puede duplicarse a finales del siglo XXI.⁵¹ La temperatura promedio de la Tierra ha subido de 0.6°C a 0.8°C en los últimos 100

años, y el promedio mundial del nivel del mar ha aumentado unos 18 cm.⁵² No se ha determinado aún en toda su magnitud los impactos de estos cambios, pero se sabe que pueden alterar los patrones de circulación de las corrientes superficiales y los procesos de afloramiento del océano, la ubicación e intensidad de eventos climáticos extremos, y los procesos químicos del océano (asociados con los elevados niveles de dióxido de carbono disuelto).⁵³ Las secciones siguientes describen algunos de los impactos actuales y pronosticados del cambio climático sobre los arrecifes coralinos en el Caribe.

Blanqueamiento de corales

La evidencia más directa del impacto del calentamiento del clima sobre la biodiversidad marina del Caribe ha sido el ampliamente extendido “blanqueamiento” de los corales constructores de arrecifes. Actualmente, la falta de evidencia científica concluyente impide la incorporación del cambio climático o blanqueamiento de corales al modelo de Arrecifes en Peligro. Sin embargo, estos fenómenos deben ser reconocidos como amenazas importantes a los arrecifes coralinos en el Caribe.

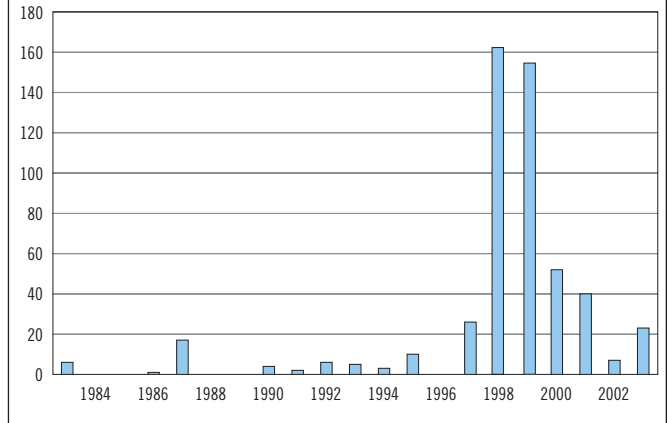
El blanqueamiento se refiere a la pérdida del color natural del coral (a menudo tonos de verde y pardo) causada por la expulsión de algas simbióticas (*zooxantelas*), dejando al coral con una apariencia que varía de muy pálida a blanca brillante. El blanqueamiento puede ser la respuesta a diversos factores de estrés, incluyendo cambios de salinidad, luz excesiva, y la presencia de toxinas e infecciones microbianas, pero el incremento de la temperatura superficial del mar (TSM) es la causa más común del blanqueamiento en áreas extensas.⁵⁴ El blanqueamiento de corales en el Caribe se dispara usualmente al incrementarse la TSM en al menos 1.0°C sobre los máximos normales de verano, durante al menos 2 a 3 días.⁵⁵



FOTO: ANDY BRUCKNER

En respuesta al estrés, los corales expelan sus algas simbióticas (*zooxantelas*), dándole un aspecto descolorido. Los corales blanqueados pueden recuperarse y recobrar su color, pero en casos muy severos, mueren.

FIGURA 1. NÚMERO DE OBSERVACIONES DE BLANQUEAMIENTO POR AÑO



En eventos leves, el blanqueamiento es transitorio, y los corales recuperan su color (las algas *zooxantelas*) en unos meses, con poca mortalidad aparente. En casos más severos, muchos de los corales mueren. Prospecciones posteriores al blanqueamiento han mostrado que algunos corales tienen mayores tasas de mortalidad que otros.⁵⁶ Los eventos repetidos de blanqueamiento en el Caribe durante la década pasada han causado un extenso daño a los corales constructores de arrecifes, y contribuido a la degradación general de la condición de los arrecifes.⁵⁷

Antes de 1983 no se había registrado formalmente ningún incidente de blanqueamiento masivo de corales en el Caribe.⁵⁸ Sin embargo, desde principios de los 1980s, se han reportado más de 500 observaciones (*ver Mapa 7 y Figura 1*).⁵⁹ Una de las incidencias más tempranas ocurrió durante el evento “El Niño Oscilación del Sur” (ENOS) de 1982–83, seguido de otro muy importante en 1987, durante otro ENOS.⁶⁰ Durante los 1990s se han reportado más incidentes de blanqueamiento en varias localidades. En 1998 coincidió el mayor máximo promedio de TSM registrado en el Caribe con un gran ENOS⁶¹ y extensas áreas de esta región experimentaron blanqueamiento en este período, con casos severos en las Bahamas y el Caribe occidental.⁶²

Predicción de futuras amenazas de blanqueamiento

Las condiciones en las que los arrecifes han vivido en el Caribe por milenios están cambiando rápidamente. Los modelos del clima mundial predicen que para el 2070, la temperatura atmosférica en el Caribe subirá entre 2°C y 4°C, con grandes cambios en el Caribe septentrional y alrededor de los bordes continentales.⁶³ Debido a que los niveles actuales de TSM están cerca del umbral superior de temperatura para la supervivencia de los corales, se pronostica

MAPA 7. OBSERVACIONES DE BLANQUEAMIENTO DE CORALES



Las observaciones de blanqueamiento de corales se extienden por todo el Caribe. De los más de 500 reportes en décadas recientes, 24 se hicieron en los 1980s, más de 350 en los 1990s, y más de 100 desde el 2000. El incremento de incidentes reportados refleja no sólo el aumento de la temperatura de la superficie del mar, sino también una mayor conciencia y comunicación de los eventos de blanqueamiento de corales.

Fuente: Reefbase "Coral Bleaching Dataset" tomado de <http://reefbase.org> el 10 de agosto del 2004.

que, para el año 2020, el blanqueamiento se convertirá en un evento anual en el Caribe.⁶⁴ La supervivencia a largo plazo de los corales de aguas poco profundas podría depender de su capacidad de adaptación a temperaturas cambiantes; las investigaciones sugieren que algunos corales se recubren de algas más tolerantes al calor después del blanqueamiento, lo que les permitiría ser más resistentes a futuros eventos de estrés térmico.⁶⁵ También, la circulación del océano podría permitir a las especies de corales migrar hacia las áreas que se calientan con mayor tolerancia a la temperatura.⁶⁶

Durante los eventos de mayor relevancia hasta la fecha, se han observado áreas localizadas con menos incidencia de

blanqueamiento, particularmente en aguas más profundas, así como de mayor circulación. Los científicos no pueden predecir actualmente patrones específicos de tolerancia de los ecosistemas o variaciones en los cambios de temperatura a través de la región. La realización de monitoreos de amplia cobertura geográfica y el intercambio amplio de información sobre patrones de blanqueamiento y recuperación, son esenciales para mejorar nuestra comprensión de esta importante y extendida amenaza a los arrecifes coralinos del Caribe.

Huracanes y tormentas tropicales

La mayor parte del Caribe yace dentro de la ruta de los huracanes. Durante los meses de verano se desarrollan tormentas tropicales de elevada intensidad sobre áreas de aguas marinas cálidas que pueden barrer toda la región, con consecuencias devastadoras en la tierra y el mar. La mayor de estas tormentas puede generar olas de más de 16 m de altura, batiendo las aguas someras y destrozando muchos arrecifes costeros hasta reducirlos a escombros. Las copiosas lluvias asociadas con las tormentas, a menudo resultan en un incremento de la sedimentación alrededor de los arrecifes cercanos a la costa o a desembocaduras de ríos. Estos son eventos naturales de los cuales los arrecifes pueden recuperarse, aunque la recuperación de los más severamente dañados puede tomar una o dos décadas después de las tormentas más feroces.

De 1995 al 2000, la región del Caribe experimentó el mayor nivel de actividad de huracanes que se conoce de los registros confiables. Sin embargo, esto ocurrió después de un período de actividad de tormentas por debajo del nivel promedio.⁶⁷ Los modelos climáticos no pueden todavía proyectar con exactitud cómo cambiará la frecuencia e intensidad de los huracanes.⁶⁸ Si el perfeccionamiento de los modelos indica una mayor probabilidad de incremento de la intensidad de las tormentas, esto debe causar preocupación, particularmente si se añade una escalada de las presiones de la contaminación desde el mar y la tierra, y de las enfermedades de corales sobre los arrecifes coralinos.

Elevación del nivel del mar

Se predice que durante el próximo siglo, el nivel medio mundial del mar subirá de 3 a 10 cm por década.⁶⁹ El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) ha concluido que dichas tasas de elevación del nivel del mar podrían no constituir una amenaza muy importante para los arrecifes coralinos.⁷⁰ Los ecosistemas de arrecife saludables tienen el potencial de responder al incremento del nivel del mar a través de la acreción; o sea, del crecimiento vertical del arrecife con la deposición de sus esqueletos de calcio.⁷¹ Sin embargo, la situación es menos clara para los arrecifes ya degradados o bajo el estrés de otras amenazas, así como para los pastos marinos y manglares asociados en zonas costeras bajas.⁷²

Reducción del potencial de calcificación

Los crecientes niveles de dióxido de carbono atmosférico (CO₂) están empezando a alterar la química del océano poco profundo.⁷³ Una mayor concentración de CO₂ disuelto aumentaría la acidez del agua superficial, afectando a la vez la solubilidad de otros compuestos. Unos de estos compuestos,

conocido como aragonito, es usado por los corales en la construcción de los arrecifes. Actualmente, los niveles de aragonito están cayendo, y es cada vez más evidente la reducción de la capacidad de los corales para construir arrecifes con la deposición de sus esqueletos calcáreos. Esto sugiere una reducción del ritmo o una inversión del proceso de construcción de los arrecifes y la pérdida de los mismos en el futuro.⁷⁴

Panorama de los arrecifes en un clima cambiante

La mayoría de los científicos concuerdan en que la capacidad de los corales para adaptarse a las cambiantes condiciones ambientales del Planeta depende de la severidad de otros factores humanos de estrés, tales como la sobrepesca, el desarrollo costero y la contaminación desde fuentes terrestres. Las áreas de arrecifes no sometidas a otras amenazas tienen mayor probabilidad de ser más resilientes que las que están fuertemente estresadas. Los esfuerzos de manejo pueden dirigirse hacia la reducción de factores de estrés localizados. Una herramienta clave de manejo será la creación de áreas marinas protegidas (AMPs). Las áreas ideales para establecer nuevas AMPs deben tener arrecifes donde los corales puedan ser resistentes al blanqueamiento (debido a su profundidad, mayor circulación del agua, o sombreado) o tener un buen potencial para la recuperación (corriente abajo de las fuentes de larvas). Esfuerzos internacionales constituidos en acuerdos tales como el Convenio sobre Diversidad Biológica y el Convenio Marco sobre el Cambio Climático pueden impulsar respuestas políticas y financieras a los problemas.⁷⁵ Al mismo tiempo, es esencial frenar las emisiones excesivas de CO₂ para reducir la amenaza a largo plazo.

ENFERMEDADES

Quizás los cambios más profundos y extendidos en los arrecifes coralinos del Caribe en los últimos 30 años han sido causados por enfermedades de corales y otros organismos. En décadas recientes, ha aparecido un despliegue sin precedentes de nuevas enfermedades que afectan severamente los arrecifes coralinos. La mayoría de las observaciones de enfermedades de corales reportadas en todo el mundo han venido de la región del Caribe.⁷⁶ Entre los fenómenos reportados se destacan la mortandad masiva del erizo negro de espinas largas *Diadema antillarum* en todo la región Caribe;⁷⁷ grandes pérdidas de corales importantes constructores de arrecifes (cuerno de ciervo y cuerno de alce) debido a la enfermedad banda blanca;⁷⁸ la amplia diseminación de aspergilosis, una enfermedad causada por hongos que ataca a algunas especies de gorgonias (abanicos de mar);⁷⁹ y numerosos brotes de plaga blanca en corales.⁸⁰

La Base de Datos Mundial de Enfermedades de Corales⁸¹ incluye, sólo en el Caribe, 23 enfermedades y síndromes con nombres diferentes que afectan los corales. Tres de estas enfermedades —banda negra, banda blanca y plaga blanca— constituyen dos tercios de los reportes en la base de datos y afectan al menos 38 especies de corales a través del Caribe (*ver Mapa 8*). El impacto de las enfermedades de corales varía de acuerdo a diversos factores: una enfermedad puede causar diferentes niveles de mortalidad en diferentes años en la misma localidad.

No se conocen bien las razones de esta repentina aparición y rápida diseminación de enfermedades por todo el Caribe. Las enfermedades han sido observadas en toda la región, aún en arrecifes que se encuentran en lugares remotos, lejos de las fuentes humanas de estrés.⁸² No se sabe casi nada sobre los agentes causales; de hecho, sólo se han iden-

tificado patógenos para 3 de las 23 enfermedades observadas en la región.⁸³ Los vínculos con otras fuentes de estrés (por ejemplo, sedimentación o contaminación) no son bien conocidos, y tampoco está claro el papel que desempeñan las actividades humanas en la aparición de estas enfermedades en la región. Al menos un patógeno está relacionado con la desertificación en África y el arrastre del polvo por el viento a través del Atlántico,⁸⁴ mientras que el patógeno responsable de la muerte masiva del erizo negro de espinas largas podría haber sido transportado a la región por la vía del Canal de Panamá en el agua de lastre de embarcaciones.⁸⁵ Se requiere mayor investigación y monitoreos ambientales integrales para entender mejor y ayudar a predecir esta importante amenaza a los arrecifes coralinos, tan extendida en la región.

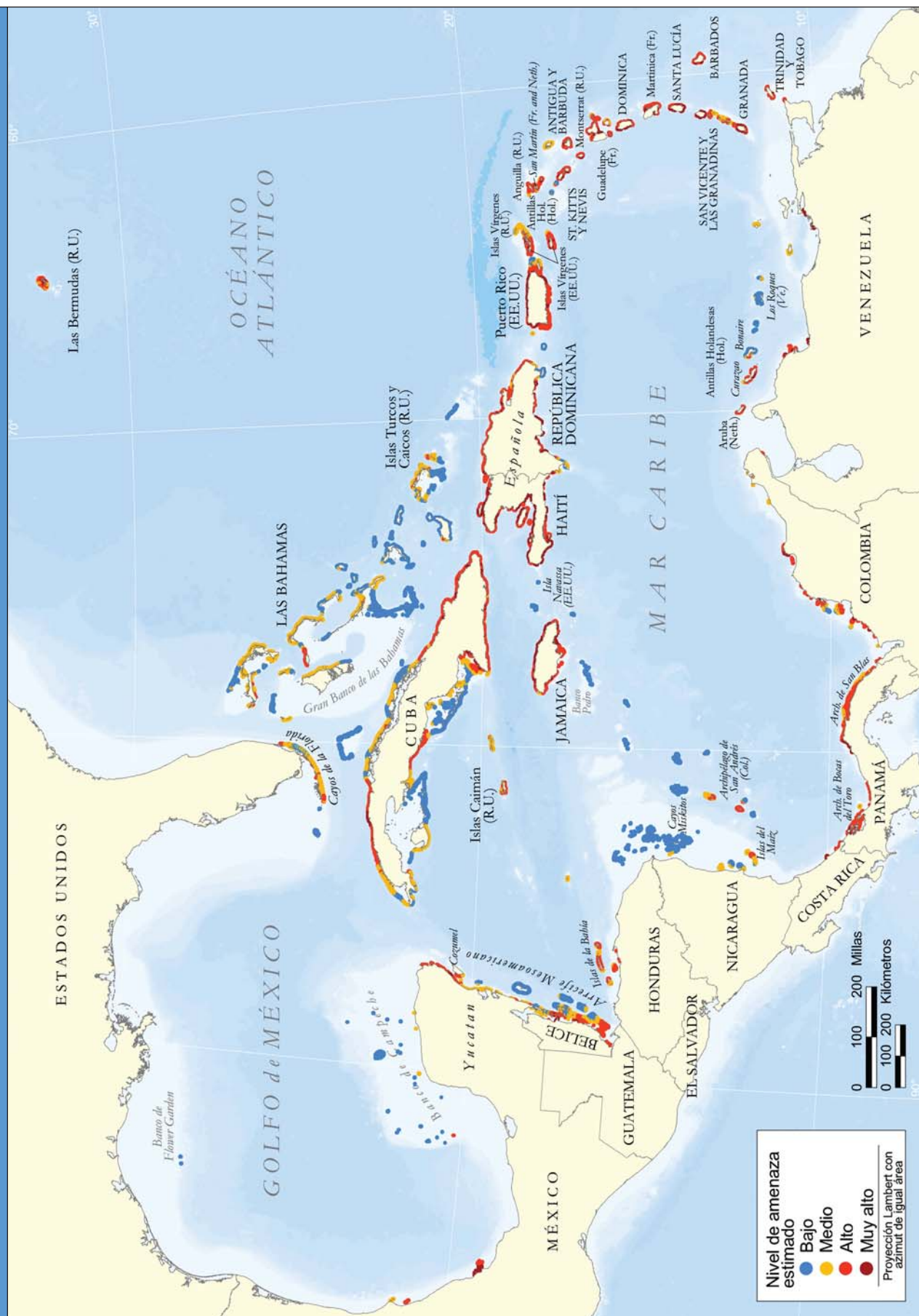
MAPA 8. OBSERVACIONES DE ENFERMEDADES DE CORALES



La mayoría de las observaciones de enfermedades de corales reportadas en el mundo han sido en el Caribe. Las tres enfermedades más registradas son la banda negra, banda blanca y plaga blanca. El reporte de incidencias de estas enfermedades está limitado por la distribución de las actividades de monitoreo en la región.

Fuente: Global Coral Disease Database, United Nations Environment Programme - World Conservation Monitoring Centre, 2001.

MAPA 9. AMENAZA INTEGRADA - EL ÍNDICE DE AMENAZA DE ARRECIFES EN PELIGRO



Fuente: WRI, *Arrecifes en Peligro en el Caribe*, 2004 (ver Apéndice B).

TABLA 2. ARRECIFES AMENAZADOS POR ACTIVIDADES HUMANAS

País o territorio	Área de arrecifes (km ²)	Área de arrecifes como % del total de la región	Índice de amenaza de Arrecifes en Peligro ^a (%)				Desarrollo costero (%)				Sedimento y contaminación desde fuentes terrestres (%)				Fuentes de amenaza de origen marino (%)				Presión pesquera (%)		
			Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Anguila	70	<1	0	11	89	0	33	33	34	99	1	0	100	0	0	11	89	0	11	89	
Antigua y Barbuda	180	<1	0	39	51	11	29	55	16	71	29	0	71	18	11	0	39	61	0	39	61
Antillas Holandesas Norte ^c	40	<1	48	21	31	0	59	41	0	76	24	0	65	9	26	72	27	1	72	27	1
Antillas Holandesas Sur ^d	210	<1	37	15	39	9	57	27	15	100	0	0	55	19	26	64	4	32	64	4	32
Aruba	25	<1	0	0	85	15	0	28	72	100	0	0	26	48	26	0	0	100	0	0	100
Bahamas	3.580	14	75	24	2	0	95	5	0	100	0	0	99	1	0	78	21	1	78	21	1
Barbados	90	<1	0	0	86	14	0	20	80	40	60	0	85	15	0	0	6	94	0	6	94
Belice	1.420	5	37	29	32	2	89	11	0	51	20	29	92	8	0	63	30	7	63	30	7
Bermudas	210	<1	0	20	61	19	51	20	29	100	0	0	38	34	28	0	25	75	0	25	75
Colombia	2.060	8	56	24	19	1	86	7	7	76	16	8	97	3	0	61	25	14	61	25	14
Costa Rica	30	<1	0	0	77	23	14	62	24	0	0	100	77	0	23	0	77	23	0	77	23
Cuba	3.290	13	32	32	33	3	78	14	7	71	20	8	92	7	1	32	35	33	32	35	33
Dominica	70	<1	0	0	63	37	4	49	47	0	25	75	86	10	4	0	0	100	0	0	100
Estados Unidos	840	3	38	48	14	0	57	31	11	100	0	0	97	3	0	42	56	3	42	56	3
Granada	160	<1	0	20	41	40	15	22	63	43	27	30	76	14	9	0	37	63	0	37	63
Guadalupe ^e	400	2	0	15	66	18	15	33	52	55	31	13	73	23	4	1	28	71	1	28	71
Guatemala	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Haití	1.260	5	0	0	45	55	8	33	59	1	8	91	92	7	0	0	0	100	0	0	100
Honduras	1.120	4	66	13	21	0	75	11	14	90	7	3	94	5	1	70	24	5	70	24	5
Islas Caimán	130	<1	17	57	26	0	35	43	22	100	0	0	99	0	0	17	63	20	17	63	20
Islas Turcos y Caicos	1.190	5	50	46	4	0	87	9	4	100	0	0	98	2	0	51	49	0	51	49	0
Islas Virgenes Británicas	380	1	3	62	25	10	54	29	18	83	17	0	76	16	7	4	77	19	4	77	19
Islas Virgenes Norteamericanas	590	2	0	9	73	18	42	39	18	66	34	0	57	22	22	0	13	87	0	13	87
Jamaica	1.010	4	32	2	34	32	45	24	32	39	19	42	69	24	7	32	2	67	32	2	67
Martinica	260	1	0	0	65	35	9	43	48	2	79	19	62	31	8	0	0	100	0	0	100
México	1.220	5	50	20	20	10	70	15	15	86	2	12	83	10	7	51	29	20	51	29	20
Montserrat	25	<1	0	0	71	29	8	81	11	0	30	70	24	47	29	0	100	0	0	100	0
Nicaragua	870	3	86	11	2	0	96	2	2	99	1	0	99	1	0	86	14	0	86	14	0
Panamá	1.600	6	0	16	75	10	80	12	8	0	18	82	64	28	8	0	98	2	0	98	2
Puerto Rico	1.610	6	7	8	59	25	46	30	24	37	32	31	72	20	8	9	8	84	9	8	84
República Dominicana	1.350	5	18	8	63	10	41	22	37	55	24	21	90	6	4	21	11	68	21	11	68
Saint Kitts y Nevis	160	<1	0	0	77	23	5	67	28	0	81	19	74	15	11	0	3	97	0	3	97
San Vicente y las Granadinas	140	<1	0	38	48	14	36	29	35	84	0	16	71	19	10	0	59	41	0	59	41
Santa Lucía	90	<1	0	0	39	61	1	32	67	0	51	49	60	29	11	0	2	98	0	2	98
Trinidad y Tobago	40	<1	0	0	99	1	1	46	52	13	87	0	99	1	0	0	31	69	0	31	69
Venezuela	230	<1	57	16	11	16	68	16	16	73	0	27	86	8	6	64	14	22	64	14	22
Total regional	25.960	100	36	21	33	10	67	17	16	66	15	20	87	10	4	39	29	32	39	29	32

FUENTE:

WRI, *Arrecifes en Peligro en el Caribe*, 2004.

NOTAS:

a. El índice de amenaza de Arrecife en Peligro refleja la amenaza acumulada de cuatro amenazas individuales en una localidad. En áreas donde tres o cuatro de las amenazas fueron consideradas como altas, el índice se establece como muy alto.

b. En el análisis, las amenazas individuales son clasificadas como alta, media y baja. Las amenazas suman 100%.

c. Antillas Holandesas Norte incluye las islas de St. Maarten, St. Eustatius, y Saba.

d. Antillas Holandesas Sur incluye Bonaire y Curazao.

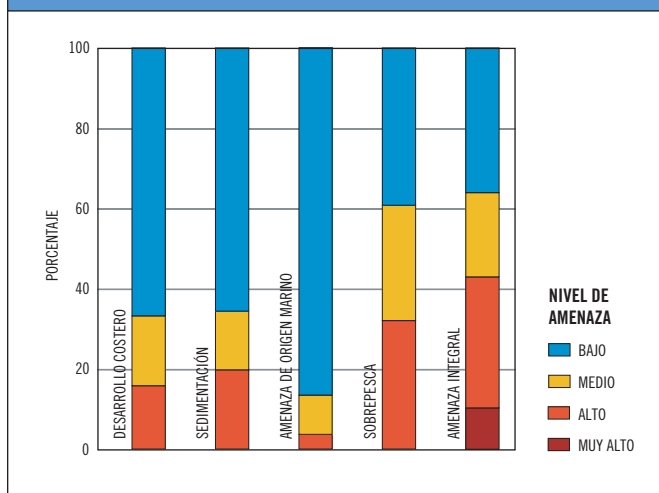
e. Guadalupe incluye las islas francesas de St. Martin y St. Barthelémy.

INTEGRACIÓN DE AMENAZAS: EL ÍNDICE DE AMENAZA DE ARRECIFES EN PELIGRO

Alrededor del mundo, pero quizás especialmente en el Caribe, los arrecifes coralinos están amenazados por una multitud de fuentes. Bastante a menudo, el arrecife es suficientemente fuerte para sobrevivir un nivel bajo de amenaza de una sola fuente. Sin embargo, en muchos casos, los arrecifes están sujetos a múltiples fuentes de estrés, y la combinación de impactos de múltiples fuentes, aunque sea de bajo nivel, puede conducir a una degradación abrupta de estos ecosistemas. Uno de los mejores ejemplos de impactos combinados puede verse en los arrecifes de Jamaica. (Ver *Recuadro 2*.)

De las cuatro amenazas modeladas en este estudio, la amenaza directa más omnipresente es la sobrepesca, que amenaza más de 60% de estos ecosistemas en la región. Las presiones asociadas con el desarrollo costero, y la sedimentación y contaminación desde fuentes terrestres amenazan cada una a cerca de un tercio de los arrecifes coralinos de la región. Cerca de 15% de los arrecifes del Caribe están amenazados por fuentes de contaminación de origen marino. (Ver *Figura 2 para un resumen de estas amenazas*.)

FIGURA 2. ARRECIFES EN PELIGRO EN EL CARIBE POR CATEGORÍA DE AMENAZA



Al integrar las cuatro amenazas en un índice general de amenaza de Arrecifes en Peligro, cerca de dos tercios de los arrecifes de la región aparecen como amenazados por actividades humanas (cerca de 20% con amenaza media, un tercio con alta, y 10% con muy alta).⁸⁶ (Ver *Mapa 9*.) Las áreas con alto nivel de amenaza comprenden el Caribe oriental, la mayor parte del Caribe sur, las Antillas Mayores, los Cayos de la Florida, Yucatán y las porciones cercanas a la costa del Sistema Arrecifal Mesoamericano y del Caribe suroccidental. En áreas identificadas como amenazadas, la degradación

de los corales —que incluye la reducción de la cobertura de coral vivo, el aumento del recubrimiento por algas, o la disminución de la diversidad de especies— ya podría haber ocurrido o se considera que ocurra muy probablemente dentro de los próximos 5 a 10 años.

Además de estas amenazas crónicas, para las que pudimos desarrollar indicadores, los arrecifes coralinos están también afectados por amenazas actuales menos predecibles de enfermedades y blanqueamiento de corales. A medida que se calienta el océano, puede esperarse un aumento de la incidencia del blanqueamiento de corales acompañada de eventos de mortandad. Asimismo, la tendencia de la década pasada indica que las enfermedades de corales podrían persistir, o incluso proliferar, a menudo después de eventos de blanqueamiento de corales, en respuesta a nuevos patógenos, o posiblemente en áreas estresadas por mucha contaminación o sedimentación. En conjunto, las enfermedades y el blanqueamiento de corales son amenazas importantes a escala regional que deben ser tomadas en cuenta cuando se consideran los resultados de Arrecifes en Peligro. Por todo esto, recursos costeros altamente valiosos de la región están en serio peligro.

Ningún arrecife coralino tiene inmunidad garantizada contra las amenazas del blanqueamiento, las enfermedades, o el despojo de la pesca excesiva, pero algunos arrecifes tienen menor riesgo de las amenazas provenientes de tierra y de la presión de la pesca costera. En varias partes del Caribe, el análisis identificó extensas áreas de arrecifes poco amenazadas por las actividades humanas evaluadas. Éstas incluyen las Bahamas, las Islas Turcos y Caicos, los archipiélagos de Colombia y Nicaragua, y algunos arrecifes de Cuba, Belice y México. Dichas áreas pueden haber sufrido enfermedades y blanqueamiento de corales, y algunas también han sufrido la captura de peces de alto valor, pero en general parecen estar en un estado relativamente saludable y podrían ser importantes refugios para el resto de la región. La Tabla 2 presenta un resumen estadístico por país para cada amenaza examinada.

La amenaza acumulativa a los arrecifes por estas cuatro categorías demuestra que para manejar el desarrollo en la zona costera y todos los problemas complejos asociados con ésta, es fundamental un enfoque holístico e intersectorial. En el Capítulo 6 analizamos estas necesidades de manejo y los principios del Manejo Integrado de la Zona Costera. En el Capítulo 4, se examinan con más detalle las amenazas en nueve subregiones del Caribe.

Capítulo 4. ESTADO DE LOS ARRECIFES CORALINOS DEL CARIBE



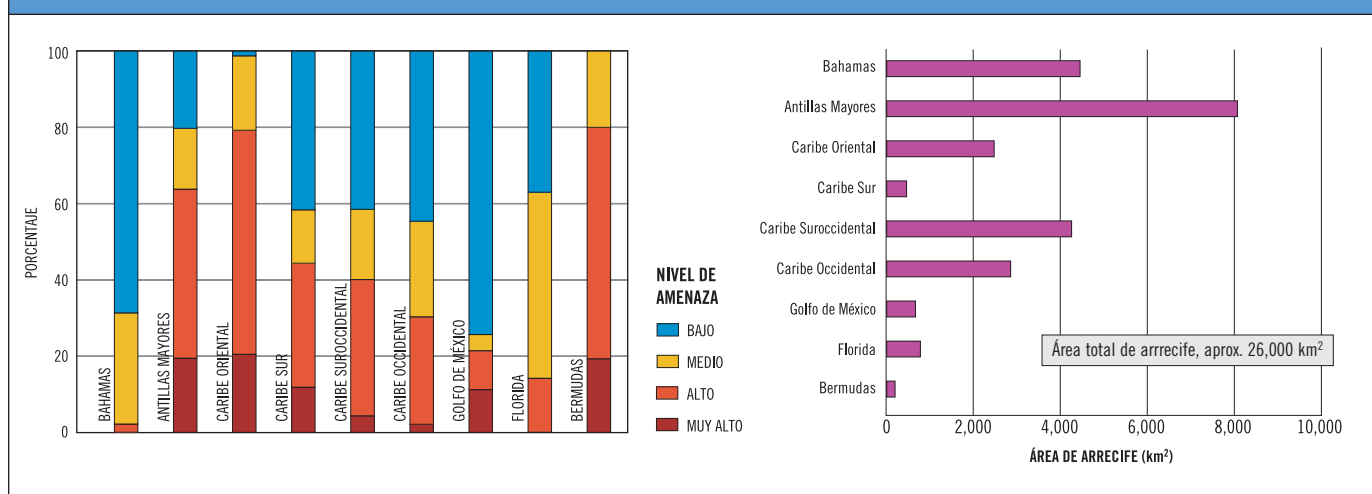
Los arrecifes coralinos en el Caribe han sufrido cambios masivos en las últimas décadas,⁸⁷ en la medida que han evolucionado de un estado dominado por corales a otro dominado por algas.⁸⁸ La evidencia de degradación es amplia. Los estudios realizados entre 1998 y el 2000 por el programa Evaluación Rápida de Arrecifes en el Atlántico y el Golfo (AGRRA, *ver Apéndice C*) encontraron enfermedades de corales en la mayor parte del Gran Caribe, con muy pocas áreas sin presencia de éstas.⁸⁹ Las evaluaciones de AGRRA registraron muy pocas observaciones de las especies de mero y pargo de gran tamaño, y las de Reef Check, una ausencia total del mero *Epinephelus striatus* (o mero de Nassau) en el 80% de los sitios estudiados en toda la región.⁹⁰ Ésta especie solía ser una de las más comunes del Caribe. Esto sugiere que debido a las especies que son objetos de pesca principal, la región se encuentra sobrepescada.⁹¹ Las prospecciones de Reef Check también identificaron la contaminación por aguas residuales como un problema en casi una cuarta parte de los sitios trabajados desde 1998.⁹² El monitoreo de la cobertura de coral vivo hecho por el Programa Productividad Costera y Marina del Caribe (CARICOMP, *ver Apéndice C*) entre 1993 y el 2001, reveló una disminución de coral vivo en casi dos tercios de los sitios en los que se tenían series temporales de datos.⁹³ Sin embargo, el programa AGRRA encontró un promedio de cobertura de coral vivo de 26% en sitios de alrededor de 10 m de profundidad, lo que sugiere que a pesar de la pérdida substancial a causa de disturbios de gran escala, quedan considerables cantidades de corales.⁹⁴

En el Capítulo 3 se examinan cada una de las amenazas a los arrecifes coralinos del Caribe a nivel regional. En este capítulo se analizan con mayor detalle geográfico, así como la información existente sobre la condición y protección de los arrecifes para cada una de las nueve subregiones del Caribe. (*Ver Mapa 10.*) La Figura 3 ofrece un resumen del área arrecifal y el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro por subregión. Se puede encontrar más detalle de los perfiles de cada país en la página web <http://reefsatrisk.wri.org>, incluyendo información sobre el estado, amenazas y protección de los arrecifes coralinos en 35 países y territorios del Caribe.

MAPA 10. SUBREGIONES DEL CARIBE



FIGURA 3. ÍNDICE DE AMENAZA DE ARRECIFES EN PELIGRO Y ÁREA ARRECIFAL POR SUBREGIONES



LAS BAHAMAS

Los bancos de las Bahamas forman un extenso archipiélago de islas, cayos y bancos de arena separados por profundos canales oceánicos, que se extienden por más de 800 km, desde el frente del sur de la Florida, hasta el norte de la isla La Española. Las islas del norte y el centro yacen en dos grandes sistemas de bancos, el Pequeño Banco de las Bahamas y el Gran Banco de las Bahamas, con profundidades de menos de 10 m.⁹⁵ Más al sur y al este hay varios bancos e islas más pequeñas, hasta llegar el extremo sur Oriental, con las Islas Turcos y Caicos (ITC), políticamente separadas, en los Bancos Turcos y Caicos.⁹⁶

En la subregión de las Bahamas los arrecifes son extensos. Hay miles de pequeños arrecifes de parche, docenas de estrechos arrecifes de borde, y algunos bancos de arrecifes de barrera, como la Barrera Arrecifal de Andros. Los arrecifes son más prominentes en los lados de barlovento en la parte norte y este de las islas y cayos.⁹⁷

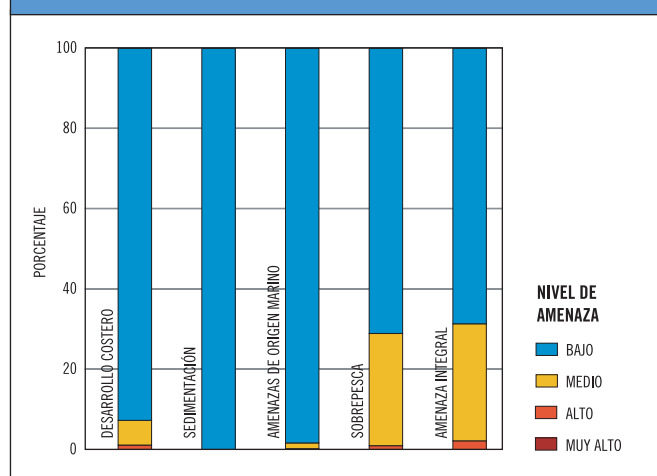
Las Bahamas y las Islas Turcos y Caicos poseen algunos de los arrecifes coralinos menos amenazados de la región del Caribe. Sólo alrededor del 30% de los arrecifes de la subregión fueron calificados como amenazados por sobrepesca, y esta es la única amenaza identificada en la mayor parte del área. El desarrollo costero y la contaminación de origen marino amenazan pocos arrecifes en el área, y las amenazas de las cuencas hidrográficas fueron consideradas bajas, debido a la estrechez y baja topografía de la mayoría de las islas. Esto se refleja en las observaciones de la condición de los arrecifes, deteriorada en aguas frente a las islas más desarrolladas y pobladas, pero generalmente buena en los bancos aislados.⁹⁸

En las Bahamas, la pesca comercial y de exportación está bien desarrollada. Además, la pesca recreativa y para el

consumo local⁹⁹ tiene como objetivo especies comercialmente valiosas como la langosta, el caracol, los meros, los pargos y los jureles.¹⁰⁰ Las poblaciones de meros y caracol muestran evidencias de sobrepesca.¹⁰¹ Los peces arrecifales son poco explotados en las ITC, y la presión pesquera sobre los herbívoros es casi inexistente. Hay preocupación por la intrusión de pescadores extranjeros, mayormente de Haití y República Dominicana, quienes emplean métodos ilegales. La disminución de las poblaciones de langosta y caracol está provocando que algunos pescadores dirijan su esfuerzo a los peces arrecifales como un recurso alternativo, lo que podría cambiar la situación pesquera.¹⁰²

En algunas islas, el creciente turismo ha conducido a problemas localizados, tales como el manejo de residuales,¹⁰³ la destrucción de hábitats costeros para el desarrollo de hoteles y marinas, y el daño a los corales causado por los buceadores.¹⁰⁴ La viabilidad de los parques nacionales, reservas naturales y santuarios de las Islas Turcos y Caicos está

ARRECIFES EN PELIGRO EN LAS BAHAMAS



amenazada por grandes desarrollos y la probable introducción de buques de crucero.

Preocupado por la continua degradación de sus recursos marinos, el gobierno de las Bahamas fue un pionero de la protección de los arrecifes al establecer el primer Parque Nacional Marino y Terrestre en Exuma Cays, en 1958. En 1986, el parque se convirtió en un área de no-extracción para la repoblación de los recursos pesqueros, la primera de su clase en el Caribe. La reserva sostiene una concentración de caracol 31 veces mayor que la del parque.¹⁰⁵ Este éxito contribuyó al anuncio del gobierno en el 2000 de la decisión política de proteger el 20% del ecosistema marino de Las Bahamas, y al establecimiento de 10 nuevos parques nacionales en el 2002. Recientemente, en las ITCs se estableció un Fondo de Conservación para proveer apoyo monetario al manejo, financiado por 1% de todos los impuestos a turistas y alojamientos.

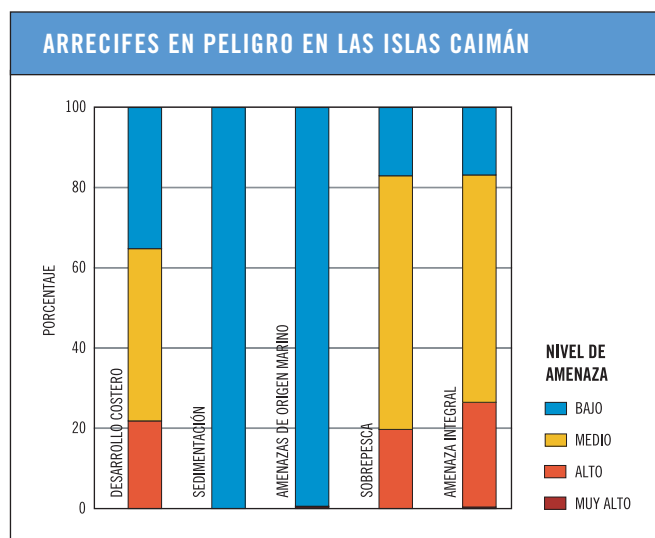
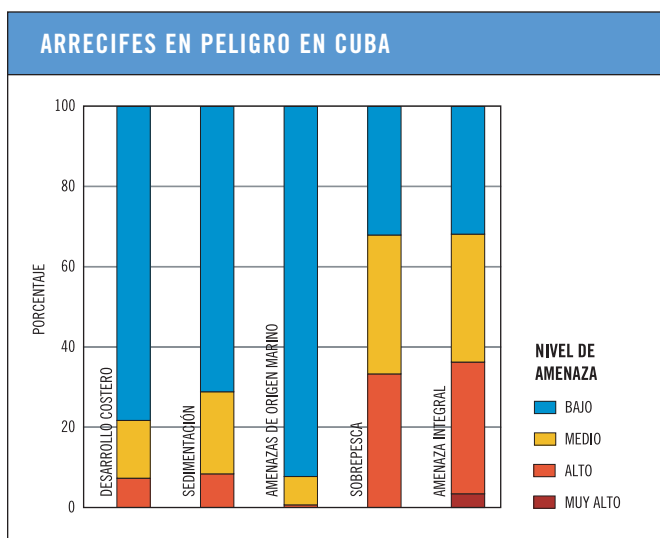
ANTILLAS MAYORES

Localizadas en el centro del Mar Caribe, las Antillas Mayores están compuestas por las islas de Cuba, Caimán, Jamaica, La Española (integrada por Haití y la República Dominicana) y Puerto Rico. Este estudio estima que las Antillas Mayores poseen más de 8.600 km² de arrecifes corallinos. Más de un tercio de ellos están ubicados dentro de las aguas territoriales de Cuba, que tiene una amplia área de plataforma con cadenas de islas y cayos de coral distantes de la costa. Las plataformas de las otras islas, más estrechas, contienen principalmente arrecifes de borde y pequeñas barreras arrecifales. Jamaica y la República Dominicana tienen, además, importantes arrecifes de banco a cierta distancia de la costa.

En general, se consideró que más de las dos terceras partes de los arrecifes de Cuba están amenazados, con más

de 35% a un alto nivel. La sobrepesca es la principal amenaza para los arrecifes de Cuba, con más de 65% de los arrecifes bajo esa amenaza. Las estadísticas de desembarcos de especies de alto valor comercial como los pargos y meros indican la disminución de las capturas anuales y las tallas máximas en los últimos 20 años, debido a prácticas de pesca no sostenibles.¹⁰⁶ Sin embargo, la pesca de arrecifes de Cuba está probablemente en mejor condición que la de otros países del Caribe.¹⁰⁷ Cerca de un cuarto de los arrecifes fue considerado como amenazado por sedimentación y contaminación desde fuentes terrestres, cerca de un quinto amenazado por el desarrollo costero, y menos de 10% amenazado por problemas de origen marino. Las bajas amenazas de sedimentación y desarrollo costero se deben principalmente a la ubicación de muchos arrecifes lejos de la costa, fuera de la influencia de fuentes terrestres de contaminación,¹⁰⁸ y por la existencia de una industria turística poco desarrollada. Los arrecifes remotos (por ejemplo, alrededor de los archipiélagos del sur) están en muy buenas condiciones, pero cerca de los grandes centros de población como La Habana, los signos de degradación son evidentes, con baja cobertura de corales, recubrimiento por algas y brotes de enfermedades.¹⁰⁹

Los arrecifes en las Islas Caimán son manejados bajo estrictas leyes de conservación marina, estableciendo un sistema zonificado de AMPs. Sin embargo, esto no ha impedido la sobrepesca de caracol y langosta, y las actividades humanas crecientes es una seria preocupación.¹¹⁰ El análisis encontró un estimado de 80% de arrecifes amenazados, predominantemente por sobrepesca, pero también por el desarrollo costero (resultante del crecimiento poblacional y el turismo intensivo, incluyendo impactos de buques crucero).¹¹¹ Las evaluaciones AGRRA en 1999 y 2000 encontraron a los arrecifes en condición generalmente buena, aunque con algunas señales obvias de impacto,

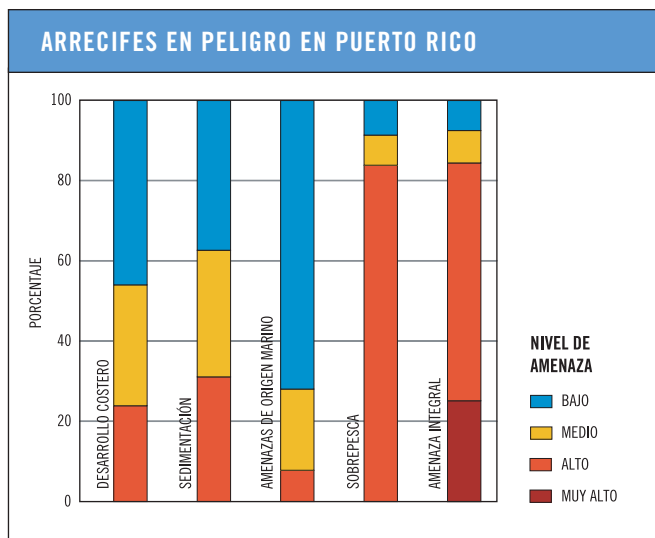
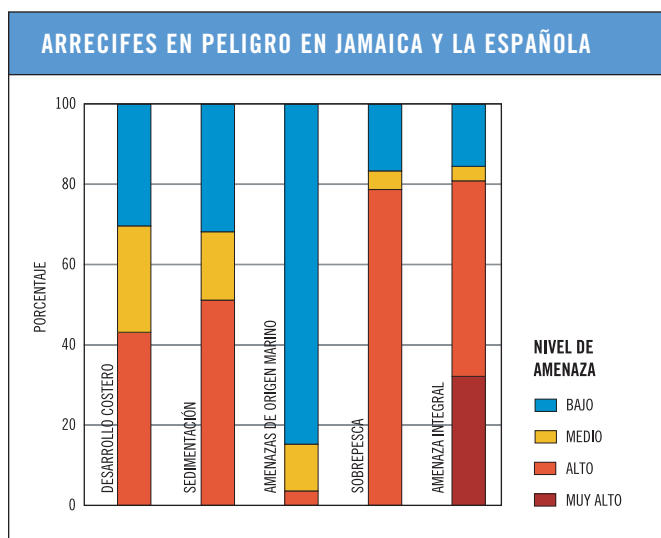


particularmente sobre Gran Caimán, la isla más desarrollada y foco de la industria de buceo.¹¹²

Más de 80% de los arrecifes de Jamaica, Haití y la República Dominicana fueron calificados como amenazados por actividades humanas, un tercio con amenaza muy alta. La mayoría de los arrecifes están amenazados por múltiples fuentes. El desempleo generalizado, zonas costeras densamente pobladas, fácil acceso a los arrecifes, y áreas de plataforma estrecha han provocado el uso excesivo de los recursos arrecifales para proveer medios de vida y sustento. Lamentablemente, este acceso abierto y no regulado ha reducido la productividad general de los arrecifes para todos. Las actividades ilegales de pesca son comunes, y la capacidad de hacer cumplir las regulaciones es limitada.¹¹³ Sin embargo, Jamaica está desarrollando nuevas regulaciones para la pesca en arrecifes someros y para la pesca del caracol de exportación en el Banco Pedro permitiendo que la pesca permanezca abierta, bajo el Convenio sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas (CITES). En contraste, el comercio internacional de caracol de Haití y República Dominicana está prohibido por CITES.

En Jamaica y la República Dominicana, el enorme crecimiento de la industria turística ha generado oportunidades alternativas de empleo, pero no suficientes para reducir la presión pesquera. A su vez, el turismo masivo trae su propia serie de problemas, con crecientes poblaciones costeras y desarrollo costero no manejado que amenazan al 70% de los arrecifes.

Más de la mitad de los arrecifes coralinos de Puerto Rico están amenazados por presiones similares relacionadas con el turismo, complicadas por un rápido desarrollo urbano e industrial en los últimos 40 años.¹¹⁴ Tanto la población permanente como el tráfico turístico han crecido rápidamente,¹¹⁵ y cerca del 60% de los habitantes vive dentro de los 10 km de la costa. (Ver Apéndice A, Tabla A3.)



La sobrepesca amenaza a más del 90% de los arrecifes coralinos de Puerto Rico. Las pesquerías se han desplomado en las dos últimas décadas y muestran signos clásicos de sobrepesca.¹¹⁶ Los desembarcos reportados de peces cayeron un 69% entre 1979 y 1990.¹¹⁷ Este análisis mostró que la sedimentación y la contaminación desde fuentes terrestres amenazan más de 60% de los arrecifes de Puerto Rico; el desarrollo costero a más de la mitad, y las amenazas de origen marino ponen en peligro a más de la cuarta parte. En general, más del 90% de los arrecifes de Puerto Rico fueron considerados como amenazados, con más del 80% en alto riesgo, estando así entre los más amenazados del Caribe. Las enfermedades más comunes han sido observadas en los arrecifes degradados que rodean la isla principal y han causado daño considerable hasta profundidades de 30 m.¹¹⁸

Excepto las Islas Caimán, todos los estados insulares dependen fuertemente de la agricultura como medio de vida y fuente de ganancias por la exportación de azúcar, café, banano o tabaco. La tala de bosques y las malas prácticas agrícolas han conducido al incremento de la erosión. Cerca de las desembocaduras de los ríos, la sedimentación derivada de la erosión de los suelos amenaza a muchos arrecifes. Puerto Rico, con su economía más diversificada, es menos dependiente de la agricultura.

La falta de apoyo político y financiero hace que la protección de los recursos arrecifales sea limitada en Cuba, Jamaica y la República Dominicana, e inexistente en Haití. Puerto Rico ha puesto reservas naturales bajo la jurisdicción gubernamental, pero éstas ofrecen a los arrecifes sólo una ligera protección, y el manejo efectivo es limitado por falta de leyes que regulan las actividades pesqueras y la recreación.¹¹⁹

CARIBE ORIENTAL

Esta subregión se extiende desde las Islas Vírgenes Norte-americanas, hacia el sur de Granada abarcando una de las agregaciones más compactas del mundo de naciones y territorios autónomos.¹²⁰ La cadena de islas (con 700 km desde Saba hasta Granada, en el extremo sur) consiste mayormente de islas volcánicas montañosas y boscosas, generalmente con pequeñas plataformas marinas, así como varias islas coralinas más planas, con áreas de plataforma más anchas (Islas Vírgenes Norteamericanas, Islas Vírgenes Británicas, Anguila, Saint Marteen/Saint Martin, Antigua y Barbuda, y Barbados). El desarrollo arrecifal ha sido más extenso a lo largo de las costas occidentales protegidas de las islas calcáreas más secas. Este estudio estima un área de arrecifes coralinos de cerca de 2.600 km² en la subregión del Caribe Oriental.

El análisis identificó la sobrepesca como la amenaza más omnipresente en el Caribe Oriental, la cual afecta a casi todos los arrecifes, y es evidente por la ausencia de peces grandes en las capturas y la escasez de algunas de las especies de mayor tamaño.¹²¹ Aunque la pesca comercial es, en gran medida, artesanal o de pequeña escala, es una actividad importante en la mayoría de estas islas.¹²² El fácil acceso a los recursos arrecifales, las elevadas densidades de población en muchas islas, y la escasez de otras oportunidades de empleo, contribuyen de forma importante a la amenaza de sobrepesca.

La segunda amenaza más importante es el desarrollo costero, y afecta a más del 70% de los arrecifes de la región. El desarrollo de la infraestructura necesaria para sostener altas densidades poblacionales y el turismo creciente, ha resultado en la degradación de la costa por el aumento de la sedimentación debido a la recuperación de tierras al mar, el dragado y la construcción, y la contaminación por desagüe de aguas residuales. Asimismo, las actividades náuticas de

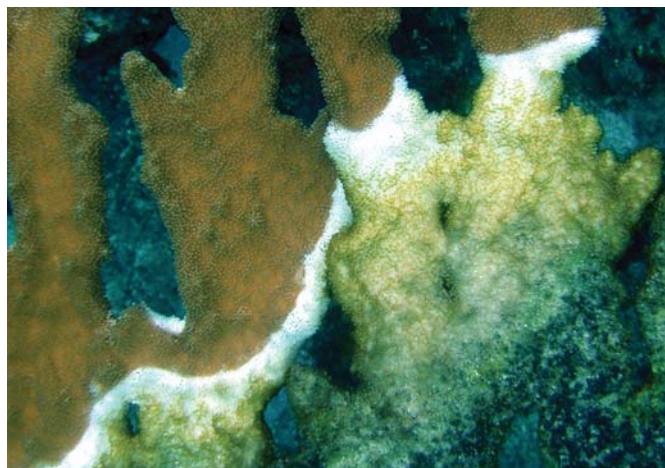


FOTO: ANDY BRUCKNER

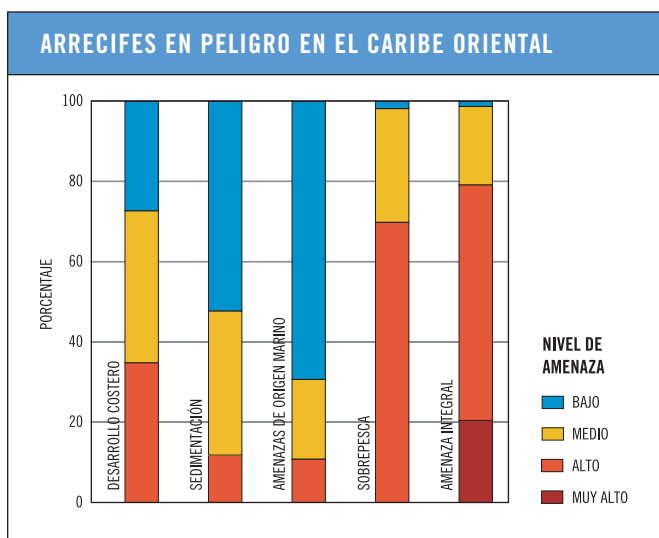
Las enfermedades de corales, como la banda blanca, han afectado a los arrecifes en todo el Caribe.

los yates turísticos han sido consideradas como contribuyentes a la degradación costera a través del daño por anclaje y contaminación local.

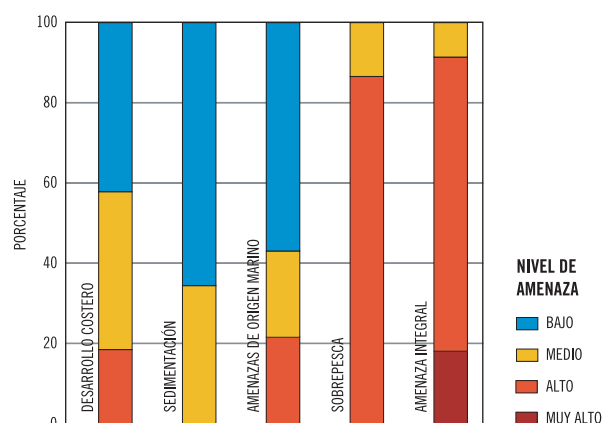
Históricamente, muchas de las islas dependían de la agricultura para sus ingresos por exportación, principalmente de azúcar de caña y banano. Aunque la agricultura ha sido sobrepasada por el turismo en términos de ingresos,¹²³ ésta sigue siendo importante, y las malas prácticas de uso del suelo y la deforestación excesiva han conducido a una creciente sedimentación y contaminación en la zona costera. Estas últimas fueron identificadas como una amenaza para casi la mitad de los arrecifes de la subregión del Caribe Oriental.

Se han establecido o han sido propuestas una serie de AMPs en el Caribe Oriental, pero el financiamiento es inadecuado, hay poco respeto a la ley y falta de participación local en el proceso de manejo, lo cual ha limitado la efectividad de la protección de los recursos, particularmente contra la sobreexplotación. Sin embargo, unas pocas AMPs se destacan por su planeamiento y manejo efectivo de los recursos arrecifales, incluyendo los Parques Marinos de Saba y San Eustaquio, en las Antillas Holandesas, y el Área Marina de Manejo de Soufriere, en Santa Lucía. (Ver Recuadro 3.)

Hay casi 600 km² de arrecifes de corales alrededor de las Islas Vírgenes Norteamericanas (USVI). La sobrepesca es la amenaza principal a los arrecifes, con más del 85% bajo amenaza alta. Los efectos de la pesca intensiva son evidentes y las pesquerías están al borde del colapso; incluso las que están dentro de las AMPs se están deteriorando.¹²⁴ La contaminación de origen marino también es una amenaza importante, debido a los muchos millones de visitantes que llegan cada año en buques de crucero o embarcaciones más pequeñas.¹²⁵ El turismo creciente contribuye al desarrollo



ARRECIFES EN PELIGRO EN LAS ISLAS VÍRGENES NORTEAMERICANAS



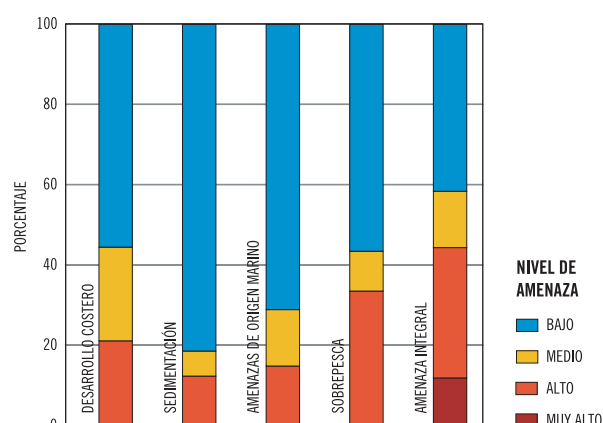
costero, y la disposición de aguas residuales plantea un problema particular. La visita intensa a algunos arrecifes también ha causado daño.

Los frecuentes disturbios naturales también juegan su papel sobre los arrecifes. Ocho huracanes han barrido las USVI desde 1979. Las enfermedades han causado estragos en los corales durante las últimas tres décadas,¹²⁶ y los episodios periódicos de blanqueamiento, particularmente en 1998, han contribuido al estrés y la degradación general de sus arrecifes. La cobertura de coral duro está disminuyendo. En el Monumento Nacional de Buck Island, por ejemplo, la cobertura cayó de un 85% en 1976, a un 5% en 1988, debido a huracanes y enfermedades.¹²⁷

CARIBE SUR

En la plataforma continental del Caribe Sur, el desarrollo de arrecifes está fuertemente inhibido por afloramientos oceánicos y el escurrimiento de sedimentos y agua dulce.¹²⁸ Los arrecifes coralinos mejor desarrollados y más diversos se encuentran alrededor de la cadena de islas y archipiélagos que corren paralelamente a la costa continental: Curazao y Bonaire (bajo la jurisdicción de Holanda) y las islas venezolanas de Las Aves, Los Roques, La Orchila y La Blanquilla. El desarrollo de arrecifes alrededor de Trinidad es ligero, en gran parte debido a la influencia del río Orinoco, el cual descarga enormes volúmenes de agua dulce cargada de sedimentos.¹²⁹

ARRECIFES EN PELIGRO EN EL CARIBE SUR



Este análisis no identificó ningún arrecife alrededor de las islas venezolanas como amenazado, debido a la baja presión poblacional y el poco desarrollo. Sin embargo, la pesca y la creciente industria turística representan amenazas potenciales.¹³⁰ En contraste, las actividades humanas, particularmente la pesca artesanal, se estima que amenazan a todos los arrecifes alrededor de las islas de Aruba y Tobago. La contaminación de origen marino también amenaza a Curazao y Aruba, donde desde el principio de los años 1920 han operado grandes refinerías de petróleo. La amenaza por el desarrollo costero en Bonaire viene principalmente del impacto directo e indirecto del creciente turismo de buceo.¹³¹

El Parque Marino de Bonaire es un modelo de protección de arrecifes. Establecido en 1979 y declarado parque nacional en 1999, está protegido por la legislación de la isla y ha estado bajo un activo y continuo manejo desde 1991. (Ver Recuadro 3.)

Los arrecifes a lo largo de la costa continental venezolana están sometidos a presión de sobrepesca, desarrollo costero y algunas instalaciones portuarias. La deforestación ha incrementado las cargas de sedimentos en las aguas costeras,¹³² y todos sus arrecifes fueron identificados con amenaza alta de fuentes terrestres. Aunque la mayoría de los arrecifes coralinos costeros de Venezuela están ubicados dentro de parques nacionales con regulaciones protectoras, la dotación de personal y capacidad logística y financiera son inadecuadas, lo que impide la aplicación rigurosa de la ley.¹³³

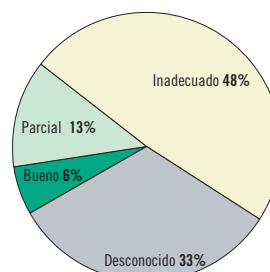
RECUADRO 3. ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS

Para conocer mejor la protección real brindada a los arrecifes coralinos de la región, el proyecto *Arrecifes en Peligro en el Caribe* pidió a expertos evaluar la efectividad de las áreas marinas protegidas (AMPs). En particular, con el crecimiento del turismo y las pesquerías en las áreas de arrecife coralino, las AMPs se han convertido en una herramienta importante para conservar estos ecosistemas. Muchas naciones han establecido parques o áreas protegidas para salvaguardar la biodiversidad marina, a la vez que ayudar al mantenimiento de recursos marinos de importancia económica.^a El proyecto *Arrecifes en Peligro en el Caribe* identificó 285 AMPs declaradas en los 35 estados y territorios de la región del Caribe. (Ver *Apéndice A, Tabla A5*.)

Debido a que es difícil compendiar información detallada sobre una base regional, la AMPs fueron evaluadas sobre cuatro criterios amplios: existencia de actividad de manejo, existencia de un plan de manejo, disponibilidad de recursos, y grado de aplicación de la legislación. Estos criterios fueron usados en conjunto para generar una medida simple de efectividad de manejo. De los 285 parques, sólo el 6% se clasificó como efectivamente manejado, y un 13% adicional fue juzgado como manejado con efectividad parcial. Cerca de la mitad fueron considerados con nivel inadecuado de manejo y por eso, ofrecen escasa protección a los recursos que debían proteger. El nivel de manejo es desconocido para cerca de un tercio. Por eso, aunque 20% de los arrecifes coralinos de la región están contenidos dentro de AMPs,^b sólo 5% tiene un manejo efectivo o parcialmente efectivo.

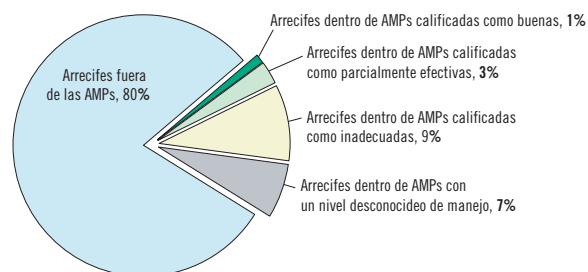
Entre las razones para el fracaso de las AMPs están la falta de apoyo financiero a largo plazo y de respaldo por la comunidad local, lo que usualmente puede deberse a la falta de participación local en el planeamiento y a las fallas en compartir los beneficios financieros de la protección y otros. Debe lograrse el financiamiento sostenible de las AMPs para que funcionen en el largo plazo.^c Sólo unos pocos parques del Caribe generan ingresos. Por ejemplo, el Parque Marino de Bonaire introdujo un pago de admisión anual para buceadores de \$10 dólares norteamericanos en 1992, lo que actualmente cubre 60% del presupuesto del parque, y el Parque Marino de Saba recauda el 70% de sus ingresos a través del pago por buceo. Los ingresos de un sistema de boyas de amarre para yates en las Islas Vírgenes Británicas (BVI) excedieron \$200.000 dólares norteamericanos en el 2002, lo que permite al Programa de Conservación Marina de las BVI ser completamente autosostenible.^d

Efectividad de manejo de las AMPs del Caribe



Número de AMPs en la región, aproximadamente 285.

Protección de los arrecifes coralinos del Caribe



Área de arrecifes en la región, aproximadamente 26.000 km².

Notas:

- J.A. Dixon, L. Fallon Scura, y T. van't Hof. 1993. "Meeting Ecological and Economic Goals: Marine Parks in the Caribbean." *Ambio* 22 (2-3): 117-125.
- La escala de los datos y el grado de completamiento de la serie de datos sobre AMPs limitan el análisis. Muchas AMPs están representadas sólo por puntos, no por sus límites espaciales reales, de modo que su extensión tuvo que ser aproximada. Por eso, este análisis provee sólo un estimado grueso basado en los mejores datos existentes.
- B. Kelleher, C. Bleakley, y W. Wells, *A Global Representative System of Marine Protected Areas. Volume II: Wider Caribbean, West Africa and South Atlantic* (Washington DC: The Great Barrier Reef Marine Park Authority, The World Bank and the World Conservation Union (IUCN), 1995).
- J.C. Smith Abbott (Director, BVI National Parks Trust), comunicación personal, 12 de enero 2004.

CARIBE SUROCCIDENTAL

Volúmenes masivos de agua dulce provenientes de grandes sistemas fluviales drenan a las aguas costeras del Caribe Suroccidental, lo que causa, en general, un pobre desarrollo arrecifal cercano a la costa. Se pueden encontrar áreas localizadas de importante desarrollo arrecifal en la plataforma central de Nicaragua (Cayos Miskitos e Islas del Maíz),¹³⁴ frente a la costa de Panamá (los archipiélagos Bocas del Toro y San Blas),¹³⁵ y en el archipiélago oceánico colombiano de San Andrés y Providencia,¹³⁶ localizado a más de 700 km al noroeste de la costa continental de Colombia.

La plataforma de Nicaragua es la más ancha del Caribe, y la mayoría de los arrecifes de los cayos e islas lejanas a la costa escapan de la influencia directa del continente. La sobrepesca es la amenaza predominante a los arrecifes de Nicaragua, con cerca del 15% identificado como amenazado. Las amenazas de fuentes terrestres y marinas son bajas. Las únicas islas habitadas son las Islas del Maíz, hacia el sur, donde la alta densidad de población, el desarrollo costero y la sobrepesca esta afectando a los arrecifes. Las islas contribuyen de manera significativa a la pesquería nicaragüense de exportación de langosta y peces.¹³⁷

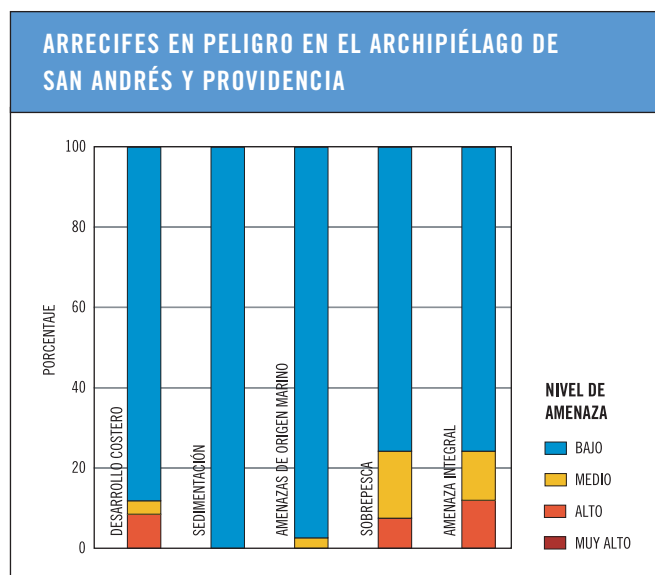
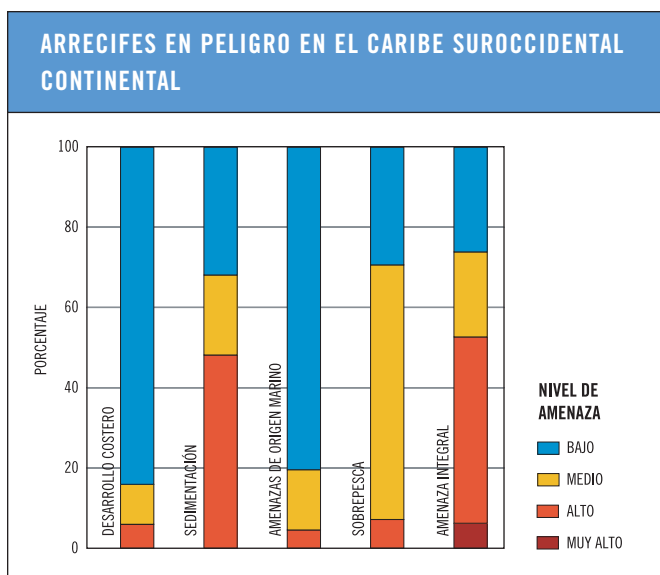
Hacia el sur, a lo largo de la costa continental hacia Costa Rica, Panamá y Colombia, la sedimentación es el factor de estrés prevaleciente, amenazando a todos los arrecifes, excepto unos pocos alrededor de algunas islas costeras colombianas. La deforestación excesiva e indiscriminada, y las malas prácticas agrícolas en lo alto de las cuencas hidrográficas han incrementado el escurrimiento y la erosión. La actividad turística descontrolada es un problema grande y creciente para muchas áreas continentales. La contaminación de origen marino está dañando los arrecifes panameños cerca del oeste del archipiélago de Bocas del Toro.

Sin embargo, estos arrecifes siguen sosteniendo algunas de las agrupaciones más extensas de coral cuerno de alce que quedan en el Caribe.¹³⁸

Algunos de los mejores arrecifes de Panamá se encuentran en la Reserva de Kuna-Yala (San Blas), manejada independientemente del gobierno por los indígenas Kuna desde 1938.¹³⁹ Sin embargo, la única amenaza no recogida en el análisis de Arrecifes en Peligro es la práctica tradicional Kuna de la minería de corales y su uso en el relleno de tierra, que durante décadas modificaron de manera importante algunos arrecifes en el área.¹⁴⁰ El turismo creciente ha alentado más a los Kunas a extraer corales para venderlos como souvenir.¹⁴¹

Cerca de dos tercios de los arrecifes de Colombia en el Caribe se encuentran en una serie de islas oceánicas (San Andrés, Providencia, Santa Catalina), atolones y bancos, que forman el archipiélago de San Andrés y Providencia. Sólo tres islas importantes están permanentemente habitadas; turistas y pescadores visitan los cayos, atolones y bancos ocasionalmente. La sobrepesca y el desarrollo costero son las amenazas principales a los arrecifes alrededor de las islas pobladas. La presión humana es un problema particular en San Andrés, donde una población residente de más de 60.000 personas y una industria turística en auge ocupan una superficie de sólo 25 km², lo que la hace la isla más densamente poblada del Caribe.¹⁴² Los arrecifes cerca de las poblaciones de alta densidad están también amenazados por la descarga al mar de aguas residuales no tratadas.

La protección a lo largo de la costa continental es mínima. Se han establecido parques en cada país, pero las legislaciones nacionales y los marcos institucionales son débiles, y el financiamiento para el monitoreo y aplicación de la ley es limitado. El archipiélago de San Andrés y Providencia se



declaró Reserva de la Biosfera Seaflower en el 2000 por el Programa de la UNESCO El Hombre y la Biosfera (MAB).¹⁴³ Aunque ahora las actividades extractivas generadoras de disturbios están más reguladas, aún la infraestructura y los recursos son escasos para un control efectivo.

CARIBE OCCIDENTAL

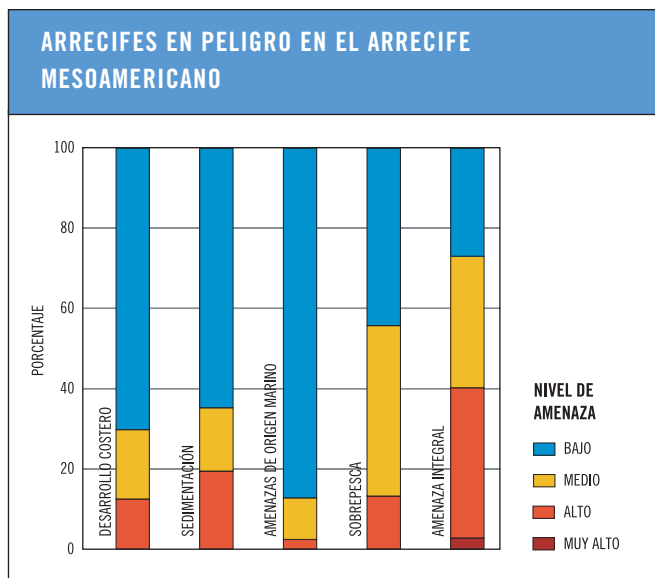
La subregión del Caribe occidental incluye uno de los sistemas arrecifales más largos de la región. El Arrecife Mesoamericano se extiende de la costa caribeña de Yucatán, en México hasta las Islas de la Bahía, en Honduras. Este sistema de arrecifes incluye una barrera arrecifal casi continua de 220 km a lo largo de la costa de Belice.

La sobrepesca es la amenaza más generalizada al Arrecife Mesoamericano. Frente a la Península de Yucatán, los arrecifes caribeños han estado sometidos a una pesca artesanal intensa desde los 1960s,¹⁴⁴ cuando esta costa, aislada y sin desarrollo fue abierta a las presiones del desarrollo moderno.¹⁴⁵ En Belice hay evidencia de sobrepesca por pescadores locales de pequeña escala y flotas pesqueras industriales.¹⁴⁶ La pesca intensiva en Honduras ha afectado a las poblaciones de los arrecifes alrededor de las Islas de la Bahía, y los pescadores también viajan a bancos lejanos a la costa, en vez de pescar en los arrecifes de borde que están fuertemente explotados.¹⁴⁷

El desarrollo costero es rápido, y el turismo está floreciendo en muchas áreas costeras. El estado mexicano de Quintana Roo se ha convertido en un centro turístico muy exitoso y ahora es el principal destino en el país. El desarrollo costero se está extendiendo rápidamente hacia el sur a lo largo de la costa, y el gobierno planea construir complejos de centros turísticos enormes y de alta densidad hasta la frontera con Belice.¹⁴⁸ En Belice, los cayos de mayor tamaño y los mayores centros turísticos, como Ambergris Caye y el poblado de San Pedro, están creciendo rápidamente como resultado de la actividad económica basada en el turismo.¹⁴⁹

La sedimentación es un problema para los arrecifes cerca de la costa, particularmente al sur de Belice y Honduras continental, donde la intensificación de la agricultura y la actividad maderera han resultado en una mayor erosión en los últimos años. La contaminación por nutrientes también es un problema debido al escurrimiento de fertilizantes de las plantaciones de banano y cítricos desde el sur de Belice hasta Guatemala y Honduras. Sin embargo, se están promoviendo modelos para minimizar el impacto ambiental del cultivo de banano como el proyecto Mejores Bananos.¹⁵⁰

Los arrecifes en el Arrecife Mesoamericano, particularmente cerca de Belice, fueron severamente dañados por dos



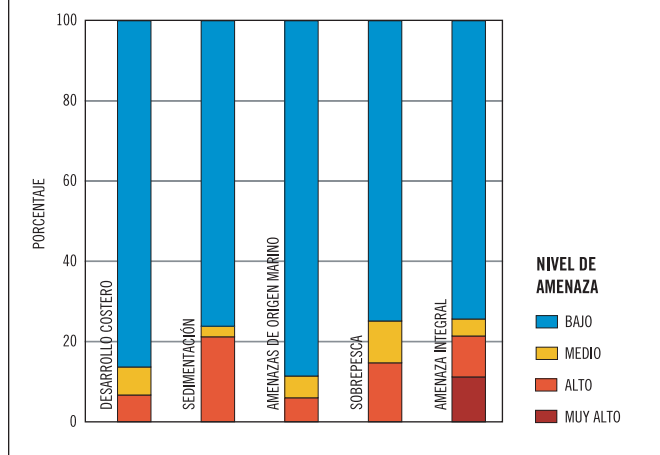
grandes disturbios naturales en 1998. A un evento de blanqueamiento, coincidente con altas temperaturas de la superficie del mar,¹⁵¹ le siguió el paso del Huracán Mitch, una tormenta de categoría 5. El blanqueamiento causó pérdidas de corales catastróficas en los arrecifes lagunares de Belice,¹⁵² mientras que el huracán provocó la destrucción generalizada en los arrecifes frontales y los atolones oceánicos.¹⁵³ Las consecuencias totales de estos eventos tomarán años en aparecer.

La Autoridad e Instituto de Manejo Costero de Belice es un modelo de manejo integrado para la región. El sistema de 13 AMPs del país está bien establecido, con la mayoría bajo un activo comanejo con ONGs locales.¹⁵⁴ El monitoreo en toda la región aumentará con el proyecto del Sistema Arrecifal Mesoamericano del Fondo Mundial para el Medio Ambiente y el Banco Mundial, que ha desarrollado protocolos de monitoreo estandarizados para la región.¹⁵⁵

GOLFO DE MÉXICO

El desarrollo de los arrecifes en el Golfo de México es extremadamente limitado debido a los grandes aportes de agua dulce cargada de sedimentos del continente norteamericano. En las aguas de EE.UU. hay arrecifes y desarrollos coralinos dispersos: el más conocido es el Banco de Flower Garden, ubicado a 190 km al sureste de Galveston, Texas. En aguas mexicanas se encuentran grupos aislados de pequeñas formaciones a lo largo del Golfo, y en la parte exterior de la plataforma de Yucatán, donde existen numerosos arrecifes ligeramente mayores, incluyendo el gran arrecife con forma de atolón en Alacranes hacia el norte del Banco de Campeche.¹⁵⁶

ARRECIFES EN PELIGRO EN EL GOLFO DE MÉXICO



El Santuario Nacional Marino del Banco de Flower Gardens está protegido y manejado por el Programa de Santuarios Nacionales Marinos operado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los EE.UU. En el área se ha reportado la pesca ilegal de palangre comercial y deportiva de arpón.¹⁵⁷ Las otras amenazas son bajas, y los corales están en excelentes condiciones.¹⁵⁸ La cobertura de coral vivo ha cambiado poco desde 1972, con un promedio de 47% en 1995 y 52% en 1997.¹⁵⁹

Las presiones son elevadas en los arrecifes mexicanos cercanos a la costa, como los cercanos al gran puerto de Veracruz, debido a los residuales urbanos, agrícolas e industriales traídos por las aguas provenientes de grandes sistemas fluviales.¹⁶⁰ En los 1970s, las enfermedades causaron la mortandad masiva del coral *Acropora* en la parte sureste del Golfo y alrededor de Alacranes.¹⁶¹ Además, los arrecifes mexicanos cercanos al litoral y las áreas urbanas han sido explotados por pescadores por cientos de años y más recientemente por las actividades recreativas. Aunque no este mencionado en este análisis, hasta los arrecifes más lejanos de la costa en el Banco de Campeche están presionados por la pesca de botes de 8 m de eslora equipados con motor fuera de borda y nevera de hielo que navegan hasta 300 km mar abierto para pescar.¹⁶² Tampoco se incluyó en el análisis la amenaza a los arrecifes alejados de la costa por actividades asociadas a los numerosos campos petroleros del Golfo. La amenaza proviene de la explotación de petróleo y gas, el tráfico de embarcaciones asociado a la misma, y los riesgos de derrames de petróleo.

FLORIDA

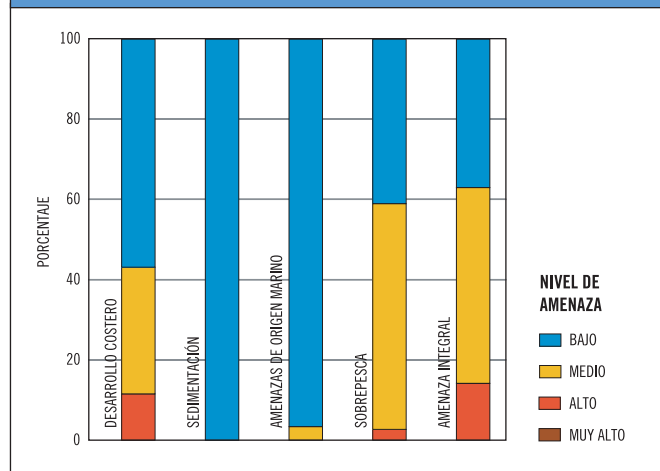
Los arrecifes coralinos de la Florida son extensos. Los Cayos de la Florida son una cadena de 822 islas bajas. La cadena de arrecifes se arquea a lo largo de 356 km con aguas poco profundas por el lado de los cayos que dan al océano, y se extiende desde el Parque Nacional Biscayne, de 683 km², al sur de Miami, hasta Dry Tortugas. La cadena de arrecifes es casi continua, y la mayor parte yace dentro de los límites del Santuario Nacional Marino de los Cayos de la Florida (FKNMS), de 9.800 km².¹⁶³

Nuestro análisis probablemente subestima la amenaza de los arrecifes coralinos en la Florida. La mayoría de estos arrecifes están a más de 4 km de las costas y por eso no se registran como amenazados por el desarrollo de los cayos. También, debido a que el sur de la Florida es muy plano, el área no clasifica como alto para la amenaza desde cuencas hidrográficas. El análisis identificó más de 60% de los arrecifes de la Florida como amenazados.

La degradación de la salud arrecifal del sureste de la Florida y los Cayos está bien documentada. Por ejemplo, la cobertura de coral vivo en el Santuario decreció cerca de 38% desde 1996 a 1999, y se incrementaron las observaciones de enfermedades de corales.¹⁶⁴ En los últimos 20 años, el blanqueamiento de corales se ha hecho más frecuente, dura más,¹⁶⁵ y ha sido responsable por dramáticas disminuciones de la cobertura coralina en el Santuario desde 1997.¹⁶⁶

La amenaza predominante proviene de la sobrepesca, con casi 60% de los arrecifes amenazados. La sobrepesca consecutiva ha alterado dramáticamente las poblaciones de peces de los arrecifes a lo largo de los Cayos. Las especies que son principales objeto de pesca son altamente explotadas. En los Cayos de la Florida, 23 de 35 especies de peces comerciales están sobrepesadas,¹⁶⁷ y en la Bahía de

ARRECIFES EN PELIGRO EN LA FLORIDA





La degradación de los arrecifes coralinos de los Cayos de la Florida está bien documentada por resultados del monitoreo en todo el área.

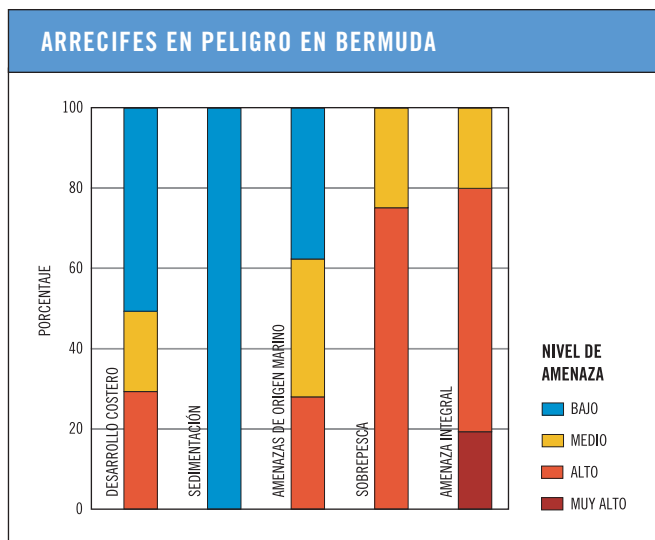
Biscayne, 26 de 34 especies se considera están sobre-pescadas.¹⁶⁸ La presión proviene no sólo de la pesca comercial, sino también de la recreativa, la cual ha aumentado exponencialmente desde 1964 en el sur de la Florida sin límites en el número de barcos de pesca permitidos.¹⁶⁹ En el Santuario se han declarado varias áreas de exclusión de pesca, mayormente pequeñas, para conservar las men- guantes poblaciones de peces, y los resultados recientes muestran mejoras.¹⁷⁰

Sin embargo, las mayores presiones, directas e indirectas, sobre los arrecifes de los Cayos proviene de millones de visitantes de temporada que engrosan la población local. Se han documentado daños por varamientos de embarcaciones y anclaje, así como por buceadores de tanque y equipo ligero que tocan, patean o se paran sobre los corales. Los impactos indirectos vienen de la contaminación por aguas residuales que llegan a las áreas costeras debido al creciente desarrollo y el uso de fosas sépticas como único método de tratamiento.

Los arrecifes también están sujetos a impactos indirectos por flujos de agua alterados en las áreas cerca de las costas. Los sistemas de manejo del agua para el control de inundaciones, y para el suministro de agua agrícola y urbana han alterado dramáticamente el flujo a través de los Everglades hacia el océano. La Bahía de la Florida y las aguas costeras proveen hábitats esenciales para la cría de una variedad de especies de arrecife juveniles, y la degradación observada en estas áreas afecta indirectamente la salud general y estructura de arrecifes distantes de la costa.¹⁷¹ Esta agua dulce también carga exceso de nutrientes, y se ha documentado la eutrofización de aguas costeras.¹⁷²

LAS BERMUDAS

Las Bermudas son una cadena, en forma de media luna, con cerca de 150 islas. Alrededor de éstas crecen los arrecifes coralinos más norteños del mundo, que sobreviven gracias a la influencia de los remolinos de aguas cálidas de la Corriente del Golfo. La amenaza más generalizada identificada en este análisis es la sobrepesca, que afecta a todos los arrecifes (aunque ésta probablemente sobrestimada debido a que no se toma en cuenta la prohibición del uso de trampas de peces en los arrecifes de las Bermudas). Otras amenazas a los arrecifes son de origen marino desde que las Bermudas se convirtió en un destino popular de crucero (más de 60% de los arrecifes están considerados como amenazados), y el desarrollo costero (cerca de la mitad fue calificado como amenazado). La sedimentación no fue calificada como una amenaza importante, debido al pequeño tamaño de las islas y su suave topografía. Los arrecifes se encuentran en condición más bien saludable, con poca disminución de la cobertura de coral vivo desde principios de los 1990s, y los corales están relativamente libres de enfermedades y blanqueamiento.¹⁷³



Capítulo 5. IMPLICACIONES ECONÓMICAS DE LA DEGRADACIÓN DE LOS ARRECIFES CORALINOS



FOTOS: PISCES Y BUCEADOR (WOLCOTT HENRY)
Y COSTERA (JON WARDEN)

Los arrecifes coralinos saludables aportan importantes beneficios económicos, tanto para las comunidades costeras como para el país en general. Estos beneficios disminuyen con la degradación de los corales. Entre los principales beneficios económicos y sociales que generan arrecifes coralinos saludables están elevados rendimientos pesqueros e ingresos relacionados con el turismo, la protección contra la erosión litoral, y una buena nutrición para las comunidades costeras.¹⁷⁴ La gran diversidad de vida en los arrecifes está siendo también explorada para obtener compuestos bioactivos para fármacos, y ya se han descubierto unos cuantos productos de altos valor. Se sabe que la degradación de estos ecosistemas tiene un costo elevado debido a la pérdida de medios de subsistencia relacionados con la pesca, deficiencias proteínicas y aumento del potencial de malnutrición, pérdida de ingreso por turismo, incremento de la erosión costera, y los gastos que generan las inversiones para estabilizar la costa.

Muchas actividades nocivas, incluyendo la sobrepesca, el dragado, o la descarga de aguas residuales, tienen lugar porque un individuo o grupo logra un beneficio inmediato, sin conocer o preocuparse por las consecuencias a largo plazo. A menudo, quien gana no es quien paga el costo; por ejemplo, una nueva urbanización puede contaminar y degradar un arrecife distante a la costa y causar problemas a pescadores o buceadores que lo visitan. Algunas deficiencias en las prácticas actuales de manejo derivan del desconocimiento sobre los costos y beneficios de diferentes actividades y de las con-

secuencias de esas prácticas a largo plazo. Casi nunca se evalúa el abanico completo de impactos sociales y ambientales asociados con las actividades propuestas.¹⁷⁵ En las decisiones de uso del territorio, por ejemplo, raramente se considera, y mucho menos se compensa, la asfixia de los arrecifes por sedimentación asociada con la tala y desbroce de bosques.

PROPÓSITO Y MÉTODOS PARA VALORAR LOS RECURSOS DE LOS ARRECIFES CORALINOS

La valoración económica es un instrumento poderoso para elevar la conciencia acerca del valor económico de los recursos naturales y las implicaciones de diferentes decisiones de desarrollo o manejo. Valoraciones confiables, basadas en suposiciones razonables y claras, pueden influir directamente en el planeamiento y desarrollo de áreas adyacentes a arrecifes coralinos. Los argumentos económicos son también potentes elementos persuasivos para una amplia audiencia, al convencer a comunidades, políticos y al público general sobre la importancia y los beneficios duraderos de la protección y el manejo efectivo de los arrecifes coralinos.

Varios estudios han dirigido su atención al valor económico de los arrecifes coralinos en el Caribe.¹⁷⁶ Algunos de estos estudios han consistido en evaluaciones con definiciones estrechas del valor de ciertos recursos, como es el caso del impacto del área marina protegida en los ingresos del

turismo de buceo en Bonaire,¹⁷⁷ los efectos de los cambios en los arrecifes sobre la producción pesquera en Jamaica,¹⁷⁸ y el valor del turismo asociado a los arrecifes coralinos en los Cayos de la Florida.¹⁷⁹ Otros estudios han ido más lejos al cuantificar los diversos servicios ecológicos o “valor económico total” de los arrecifes. Los estimados generados del beneficio total anual de los arrecifes coralinos han estado entre \$100.000 y \$600.000 por kilómetro cuadrado de arrecife (todas las cifras se dan en dólares norteamericanos), y la mayor parte estuvo asociada con el turismo y la recreación, seguidos por los servicios de estabilización de la línea de costa.¹⁸⁰ Obviamente, el valor económico de estos bienes y servicios varía ampliamente dependiendo del potencial turístico del área y la naturaleza de la costa protegida.¹⁸¹

Este capítulo explora el valor económico de los arrecifes coralinos del Caribe en términos de su contribución a la pesca, el turismo y la recreación y la protección costera. Los estimados actuales se presentan en términos de beneficios brutos y netos anuales y se estandarizan al año 2000. Se usó el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro para identificar áreas amenazadas con probabilidad de degradarse dentro de los próximos 10 años, y se estimaron las pérdidas potenciales en el valor económico de esos bienes y servicios debido a la degradación de los arrecifes coralinos.

Este análisis posee ciertas limitaciones y advertencias. Primero, es solamente una exploración preliminar de alcance regional. Muchos de los datos estadísticos fueron obtenidos y sintetizados a partir de la literatura, y los otros datos, como en el caso del valor de los servicios de protección costera fueron escasos y se necesitaron extrapolaciones para llevar los estimados a nivel regional. Los resultados obtenidos están influenciados por éstas suposiciones, aunque representan la mejor opción derivada de la literatura existente y la utilización de la opinión de expertos sobre la naturaleza y magnitud de los factores que influyen sobre el valor económico de los bienes y servicios de los arrecifes coralinos.

El análisis trata tres importantes bienes y servicios, pero omite otros valores, tales como la bioprospección, biodiversidad, y algunos valores llamados de “existencia” que no conlleven uso. Además, esta evaluación al nivel regional no recoge la contribución económica a los medios de subsistencia de arrecifes coralinos de muchas comunidades del Caribe. Estos valores pueden ser bastante importantes, puesto que estos ecosistemas proveen recursos esenciales de empleo y alimento, y en algunos sitios las alternativas son escasas o inexistentes. Convertir en términos monetarios la contribución de los arrecifes a la nutrición y medios de vida es difícil en lugares donde la vida, salud y bienestar se basan mayormente en una economía que no es de dinero en efectivo.



FOTO: MARK SPALDING

Las pesquerías son un recurso vital para la nutrición y el sustento en toda la región.

El enfoque del análisis, resumido en este capítulo para cada uno de los bienes y servicios, se ofrece como notas técnicas en <http://reefsatrisk.wri.org/>.

PESQUERÍAS

La producción de alimento es uno de los beneficios directos más tangibles de los arrecifes coralinos. Las pesquerías en estos ecosistemas son una fuente vital de proteínas para millones de personas que viven en la región del Caribe.¹⁸² Los peces arrecifales son muy frecuentes en el menú del turista y sostienen una valiosa industria de exportación. El sector de la pesca en el Caribe es predominantemente artesanal y de pequeña escala, y emplea más de 120.000 pescadores a tiempo completo¹⁸³ y muchos a tiempo parcial. Las pesquerías también proveen empleo de forma indirecta a miles de personas que trabajan en el procesamiento, mercadeo, construcción de embarcaciones, elaboración de redes, y otros servicios de apoyo.¹⁸⁴

El valor de exportación de todos los peces, crustáceos y moluscos capturados en la región del Atlántico occidental (excluyendo a Estados Unidos) fue de \$1.9 mil millones en el 2000,¹⁸⁵ pero este valor incluye a peces como el atún, no relacionados directamente con los arrecifes coralinos (las estadísticas existentes no distinguen los peces arrecifales de otros peces y casi nunca tienen en cuenta el sector que opera fuera del mercado formal, en particular para consumo doméstico y local, que es notable en muchos sitios).

Para este análisis de valoración económica el estudio se concentró en las diferencias de productividad entre pesquerías ubicadas en arrecifes saludables y degradados. El Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro fue usado como indicador de la condición futura de los arrecifes en el 2015 al estimar el área de arrecifes en cada categoría de amenaza (alta, media y baja). Tomando como base los informes de la literatura¹⁸⁶ usada, se estableció una tasa de productividad para pesquerías en arrecifes saludables equivalente a un

TABLA 3. ESTIMACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN PESQUERA DEL CARIBE EN ARRECIFES SALUDABLES Y DEGRADADOS PARA EL AÑO 2015

Escenario de producción pesquera	Valores supuestos de producción pesquera máxima sostenible (tm/km ² -año)	Área de arrecife (km ²)	Producción pesquera del Caribe (tm/año)	Ingresos brutos (millones de \$EE.UU.)	Ingresos netos (millones de \$EE.UU.)
Arrecifes saludables (en el 2000)	4	26.000	104.000	624	312
Degradación arrecifal para el año 2015 (usando valores del Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro)					
Arrecifes con amenaza baja	4	9.400	37.400		
Arrecifes con amenaza media	2.3–2.9	5.400	12.700–15.600		
Arrecifes con amenaza alta	0.7–1.7	11.200	7.400–19.200		
Total (para el año 2015)		26.000	57.500–72.200	346–434	173–217
Degradación o pérdida		—	31.800–46.500	190–278	95–139

FUENTE: Estimados desarrollados en el WRI (2004). Las notas técnicas sobre los métodos parecen en la página web <http://reefsatrisk.wri.org/>

rendimiento máximo sostenible de 4 tm peces/km². Se supuso que los rendimientos de arrecifes clasificados con amenaza media o alta eran significativamente menores, y fluctúan en un intervalo de 0.7 a 2.9 tm/km² al año. (Ver *Tabla 3*.)

A partir de estas suposiciones, el estudio estimó un rendimiento máximo sostenible pesquero para los 26.000 km² de arrecifes coralinos del Caribe de poco más de 100.000 tm peces/año. Este estimado se refiere a las crestas arrecifales, cuya área es menor que la que se pesca comúnmente, pero también supone que se ha pescado en todos los arrecifes y que están en buenas condiciones. Como esta última suposición supera la realidad, se logra compensar ambos supuestos. Considerando la degradación que ya ha tenido lugar o se espera para un futuro cercano, la producción pesquera anual podría reducirse de 100.000 tm, a 60.000–70.000 tm para el año 2015, lo que significa una pérdida de unos 30 a 45% en la captura máxima estimada en arrecifes saludables. (Ver *Tabla 3*.)

A los precios actuales del mercado (cerca de \$6/kg como promedio),¹⁸⁷ el ingreso pesquero bruto a partir de los arrecifes del Caribe saludables fue estimado en \$625 millones por año. El ingreso bruto a partir de arrecifes degradados para 2015, se estima que será 30 a 45% inferior, lo que representa una pérdida potencial de ingreso bruto aproximado de \$190–280 millones.¹⁸⁸

Los ingresos netos de la pesca —ajustados según el costo de las embarcaciones, combustible, artes de pesca, etc.— son considerablemente inferiores, quizás sólo 50% del ingreso bruto.¹⁸⁹ Por lo tanto, el estudio estimó beneficios netos anuales de la pesca en arrecifes coralinos saludables de cerca de \$310 millones, mientras que en los degradados podría caer a cerca de \$175 a \$215 millones, una pérdida de cerca de \$95 a \$140 millones por año. La pérdida por

valor de millones de dólares de beneficios anuales de la pesca podría tener consecuencias importantes para las economías locales y nacionales que dependen de las pesquerías para ofrecer medios de vida, cubrir necesidades nutricionales, y generar ganancias de exportación.

TURISMO Y RECREACIÓN

El turismo es el medio de vida de muchos países del Caribe, contribuyendo con más del 30% del PNB en 10 países o territorios de la región.¹⁹⁰ Uno de cada seis trabajadores del Caribe trabaja directamente en el turismo.¹⁹¹ En el 2000, los ingresos del turismo internacional (excluyendo a los Estados Unidos) totalizaron \$25.5 mil millones. Incluyendo los servicios de apoyo y otros relacionados, el turismo contribuye con cerca de \$105 mil millones anuales a la economía caribeña.¹⁹² Con las proyecciones de crecimiento del turismo en el Caribe del 5.5% anual en los próximos 10 años,¹⁹³ éste se convierte cada vez más en una importante fuente de divisas extranjeras.

¿Cuán dependiente es el turismo de la existencia de arrecifes coralinos de alta calidad? Muchos de los valores que estos ecosistemas proveen a la industria turística del Caribe son indirectos, como es el caso del aporte de arena a sus famosas playas. Una manera de medir el impacto económico de la degradación de los arrecifes coralinos sobre el turismo es examinar una fuente de ingreso que está ligada a arrecifes prístinos y saludables: los buceadores con tanque SCUBA.

Los buceadores buscan hábitats de arrecifes coralinos de alta calidad (indicado por la cobertura de coral vivo), diversidad de corales y peces, y transparencia del agua.¹⁹⁴ La mitad de todo el buceo en el Caribe tiene lugar en áreas marinas protegidas, aunque estos arrecifes representan una pequeña fracción (cerca del 20%) de todos los de la

región.¹⁹⁵ Buceadores del Caribe han expresado su disposición a pagar como promedio \$25 por persona al año para mantener a los arrecifes de la región saludables.¹⁹⁶ Multiplicado por el número de buceadores que visitan la región, esto se traduce a \$90 millones al año, que pueden recaudarse como pago de usuario u cualquier otra contribución a las áreas marinas protegidas. Es bueno hacer notar que los buceadores constituyen cerca del 10% de todos los visitantes pero contribuyen con alrededor del 17% de todos los ingresos del turismo.¹⁹⁷ El buceador promedio gasta cerca de \$2.100 por viaje al Caribe,¹⁹⁸ comparado con \$1.200 de un turista en general.¹⁹⁹ En el 2000, los mayores gastos de los turistas en el Caribe se reportaron en las Islas Turcos y Caicos, un destino de buceo de primera clase con arrecifes coralinos de alta calidad.²⁰⁰

Para hacer una valoración económica del turismo relacionado con arrecifes coralinos, se calculó el número de buceadores que visitaban la región, el ingreso bruto asociado con estas visitas (usando como base al año 2000), los beneficios netos a la economía local, y las pérdidas en ingresos del turismo de buceo con las tendencias proyectadas de degradación de los arrecifes coralinos.

Los informes de estudio de mercado y otras fuentes²⁰¹ indican que cerca de 3.6 millones de personas bucearon en la región del Caribe durante el 2000: 1.2 millones en la Florida o Texas y 2.4 millones en el resto.²⁰² Este último grupo representó un estimado de \$4.1 mil millones en gastos brutos.²⁰³ Un estudio reciente sobre el uso recreativo de los arrecifes del sur de la Florida (donde tiene lugar la mayor parte del buceo de la parte continental de los Estados Unidos), estimó \$625 millones en gastos directos asociados con el buceo en arrecifes naturales en el año 2000.²⁰⁴ Este estimado combinado de \$4.7 mil millones (a saber, \$625 millones en los EE.UU. y \$4.1 mil millones en el resto de la región) es conservador y subestima el ingreso bruto del turismo asociado con los arrecifes coralinos porque no incluye el valor de los visitantes relacionados a los arrecifes que no bucean, o su contribución a la economía local.

El estudio estimó los beneficios netos a la comunidad local mediante el ajuste de estos gastos brutos estimados para costos tales como transportación, combustible, gastos de embarcación, etc. (estimado como 65% del gasto total) y el efecto multiplicador por la oleada de gastos que genera a la economía local (se calculan son de 25%).²⁰⁵ Por consiguiente, los beneficios anuales del turismo de buceo en el Caribe en el 2000 fueron estimados en \$2.1 mil millones, que es el resultado de multiplicar \$4.7 mil millones (beneficio bruto) por 0.35 (ganancia neta) por 1.25 (multiplicador).



FOTO: KRISHNA DESAI

El turismo adopta formas variadas a lo largo de la región, y contribuye con un estimado anual de \$105 mil millones de dólares norteamericanos a la economía del Caribe.

Sin embargo, la degradación de los arrecifes coralinos reducirá su valor tanto para los buceadores como para otros turistas, como resultado de un buceo menos interesante, menos pesca deportiva, y más erosión de las playas. Para estimar las pérdidas potenciales en el ingreso turístico debido a las tendencias proyectadas en la degradación de estos ecosistemas, el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro fue usado como indicador de la condición futura del arrecife. Esto supuso una tasa de descenso del turismo de buceo del 1% al 10% en arrecifes con amenaza media o alta, y una pérdida asociada de ingreso. Esta caída porcentual es un estimado conservador, basado en la síntesis de las opiniones de expertos. El ingreso bruto futuro de un escenario de “no degradación” se basó en un crecimiento continuo del turismo estimado en 7% por año,²⁰⁶ que es superior a la tasa proyectada de crecimiento anual de 5.5% para el turismo general. Para el año 2015, los beneficios netos del buceo en arrecifes saludables podrían crecer alrededor de \$6 mil millones, pero con degradación, podría ser de \$100 a \$300 millones menos, lo que significa una pérdida del 2–5%. (Ver *Tabla 4*.)

Asimismo, los estimados de pérdida al nivel regional no expresan necesariamente las pérdidas desmesuradamente grandes que podrían ocurrir en ciertas localidades, al desplazarse el turismo de áreas con arrecifes deteriorados a lugares con mayor reputación de tener arrecifes saludables. Los turistas consideran muchas de las amenazas —por ejemplo, pobre calidad del agua y el aumento de la sedimentación— como indeseables. Las pérdidas de ingresos locales asociadas a desplazamientos en el turismo podrían ser particularmente dañinas en ciertas comunidades y economías nacionales con arrecifes grandemente amenazados por degradación.

TABLA 4. VALOR ECONÓMICO ESTIMADO DEL TURISMO RELACIONADO CON LOS ARRECIFES CORALINOS EN EL CARIBE

Escenario del turismo	Fuentes y suposiciones	Ingresos brutos (millones de \$EE.UU.)	Ingresos netos (millones de \$EE.UU.)
Turismo en el año 2000	● Basado en estadísticas actuales y estudios de mercado	4.700	2.100
Turismo en el año 2015 (con arrecifes saludables)	● El turismo de buceo crece 7% por año ● No hay pérdida de ingresos por degradación arrecifal	13.000	5.700
Turismo en el año 2015 (con arrecifes degradados)	● La degradación de arrecifes resulta en la pérdida del crecimiento anual del 7% en buceadores e ingresos ● La pérdida está relacionada con el nivel de amenaza o degradación – Amenaza baja: sin pérdida – Amenaza media: 1–5% de pérdida – Amenaza alta: 4–10% de pérdida	12.400–12.800	5.400–5.600
Pérdida anual para el año 2015 debida a arrecifes degradados		200–600	100–300

FUENTE: Estimados desarrollados en el WRI (2004). Las notas técnicas sobre los métodos aparecen en la página web <http://reefsatrisk.wri.org>.

PROTECCIÓN COSTERA

Los ecosistemas costeros proveen importantes servicios de estabilización del litoral. Los arrecifes coralinos disipan la energía de las olas y las tormentas, y crean lagunas y ambientes sedimentarios favorables para el crecimiento de manglares y pastos marinos. A su vez, estos últimos ayudan a mantener unidos los sedimentos marinos y terrestres, lo que reduce la erosión costera y mantiene las aguas más claras y transparentes, para bien de los corales. Los tomadores de decisiones a menudo subvaloran los servicios de protección litoral que brindan los paisajes naturales y no le dan el peso que merecen al evaluar las opciones de desarrollo. Una razón para este descuido es la dificultad de cuantificar estos servicios. Sin embargo, el valor de la protección de la costa puede ser medido de forma indirecta estimando el costo de reemplazar este servicio con medios artificiales.

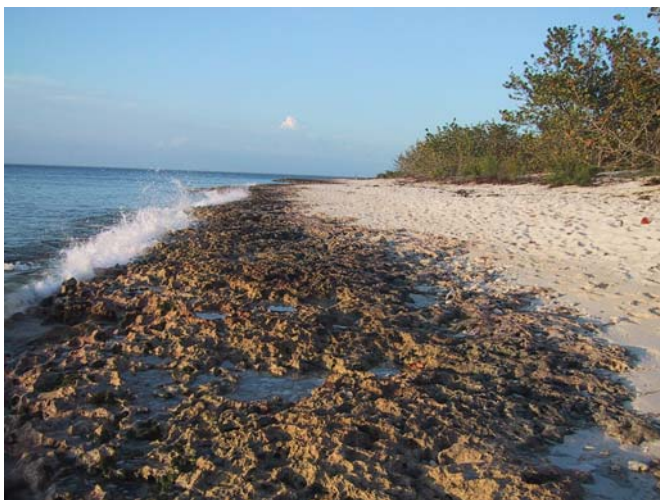


FOTO: LAURETTA BURKE

Los arrecifes coralinos protegen la costa al disipar la energía del oleaje y son una importante fuente de arena blanca para muchas playas.

En muchas partes del mundo se han hecho esfuerzos e inversiones sustanciales para estabilizar las costas artificialmente.²⁰⁷ En Sri Lanka, por ejemplo, se gastaron \$30 millones en revestimientos, escolleras y rompeolas para frenar la erosión severa de la costa en áreas donde los arrecifes coralinos habían sido extraídos por la actividad minera.²⁰⁸

La vulnerabilidad de las áreas costeras a la erosión y las tormentas varía con la topografía, substrato, tipos de hábitats, morfología costera y clima. Las playas arenosas son mucho más vulnerables que los litorales rocosos. En el Caribe, los huracanes y tormentas tropicales son una causa importante de erosión aguda. El creciente desarrollo de las áreas costeras suele aumentar los riesgos de la erosión y las tormentas de dos formas. Primero, la destrucción de los hábitats naturales (principalmente los manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos, pero también la vegetación costera) expone a los sedimentos costeros a un mayor movimiento, y por lo tanto a la pérdida y erosión. Segundo, el desarrollo de infraestructura física para proteger áreas puede por sí mismo acrecentar la erosión. Por ejemplo, la propia construcción de defensas contra el mar y la canalización de cursos de agua, conduce a menudo a una transformación de los patrones del movimiento del agua costera, con la consiguiente erosión de las áreas adyacentes. Estudios de las variaciones del perfil de playa en el Caribe oriental mostraron que entre 1985 y 1995, el 70% de las playas estudiadas sufrieron erosión.²⁰⁹ Antigua, las Islas Vírgenes Británicas, Dominica, Granada, St. Kitts y Nevis experimentaron pérdidas que varían de 0.3 a 1.1 m/año.²¹⁰

Para analizar la contribución económica de los servicios de protección litoral que brindan los arrecifes coralinos al Caribe, el estudio estimó la extensión del litoral protegido por los mismos, el valor de los servicios de protección que

TABLA 5. VALORES ECONÓMICOS ESTIMADOS DE LOS SERVICIOS DE PROTECCIÓN LITORAL OFRECIDOS POR ARRECIFES CORALINOS SALUDABLES EN EL CARIBE EN EL AÑO 2000

Nivel de desarrollo de la costa	Definición del desarrollo	Por ciento de la línea costera	Valor de los servicios de protección litoral relacionados con los arrecifes (\$EE.UU./km de línea costera) ^a	Valor total de los servicios de protección litoral relacionados con los arrecifes (millones de \$EE.UU.)
Bajo	Menos de 100 personas dentro de 5 km	29	2.000–20.000	10–30
Medio	Entre 100 y 600 personas, o un centro de buceo ubicado dentro de 5 km	27	30.000–60.000	120–150
Alto	Más de 600 personas dentro de 5 km	44	100.000–1.000.000	620–2.000
TOTAL		100	2.000–1.000.000	750–2.180

FUENTE: Estimados desarrollados en el WRI (2004). Las notas técnicas sobre los métodos aparecen en <http://reefsatrisk.wri.org>.

NOTAS:

a. Debido a que solo unos pocos segmentos de litoral parecen tener los valores más altos, desarrollamos nuestros intervalos de la siguiente forma:

bajo = 100% del litoral está en el extremo inferior del intervalo de valores; alto = 75% en el extremo inferior y 25% en el extremo superior del intervalo de valores.

brindan (basado en los costos para reemplazarlos por medios artificiales), y las pérdidas potenciales de los beneficios anuales de los servicios de protección litoral debidas a la degradación de los arrecifes.

Usando datos sobre ubicación de la línea costera y los arrecifes coralinos,²¹¹ y suponiendo que se “protege” una distancia de 2 km delante de la línea costera de los arrecifes cartografiados, se estimó que los arrecifes coralinos protegen cerca del 21% de las costas de la región caribeña (cerca de 18.000 km de longitud). El valor económico de los servicios de protección costera en estas costas varía con el nivel de desarrollo del litoral, la densidad de población, y la actividad turística. Los valores utilizados en ese estudio para los beneficios anuales de protección costera fluctuaron entre \$2.000 por kilómetro de línea costera, para los litorales menos desarrollados, a \$1 millón por kilómetro, para costas altamente desarrolladas.²¹² Tomando en cuenta la longitud del litoral en las diferentes categorías de desarrollo (alto, medio y bajo), el valor de los beneficios anuales de protección fue estimado entre \$740 millones y \$2.2 mil millones por año. (Ver *Tabla 5*.)

El estudio empleó el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro como indicador de la condición futura de los arrecifes coralinos y la reducción consecuente de sus funciones de protección. El análisis supuso que las costas cercanas a arrecifes degradados reciben 80% a 90% de la protección que ofrecen los saludables.²¹³ El estudio estimó que más del 80% de las áreas litorales que están ahora protegidas por arrecifes van a experimentar una reducción futura en este

servicio (más de 15.000 km).²¹⁴ Esa reducción puede que no sea tan obvia como la de las pesquerías o la recreación, porque los arrecifes tienen que degradarse mucho antes de que pierdan su capacidad de protección. Sin embargo, la pérdida neta en los próximos 50 años de los beneficios de la protección costera asociada a los arrecifes podría ser del orden de \$140 millones a \$420 millones por año.

RESUMEN DE LOS VALORES

La Tabla 6 resume los resultados preliminares de la cuantificación de algunos de los muchos valores económicos que ofrecen los ecosistemas arrecifales del Caribe. En el 2000, los arrecifes coralinos generaron beneficios netos anuales en cuanto a la pesca, el turismo de buceo y los servicios de protección costera de un valor estimado entre \$3.1 mil millones y \$4.6 mil millones. El turismo de buceo fue el mayor contribuidor (\$2.1 mil millones), seguido por el de protección costera (\$0.7 a \$2.2 mil millones), y la pesca (cerca de \$300 millones). El estudio estima que la degradación de los arrecifes podría resultar en una pérdida de 30–45% de beneficios netos de las pesquerías, y 2–5% de los del turismo de buceo para el año 2015. Para el año 2050, más de 15.000 km de litoral podrían perder 10–20% de los servicios de protección que tienen actualmente. En total, la degradación de los arrecifes coralinos podría reducir los beneficios netos derivados de estos tres bienes y servicios en una cantidad estimada de \$350 millones a \$870 millones por año. (Ver *Tabla 6*.)

TABLA 6. RESUMEN DE LOS VALORES ESTIMADOS DE BIENES Y SERVICIOS SELECCIONADOS DERIVADOS DE LOS ARRECIFES CORALINOS EN EL CARIBE (2000) Y PÉRDIDAS POTENCIALES ESTIMADAS DEBIDAS A LA DEGRADACIÓN DE ESTOS ECOSISTEMAS (PARA LOS AÑOS 2015 Y 2050)

Bienes y servicios, y método de valoración	Valor anual estimado de los bienes y servicios en el 2000	Pérdidas anuales futuras estimadas debidas a la degradación de los arrecifes coralinos
Pesquerías Beneficios netos anuales de la producción pesquera máxima sostenible, estimados a partir de las ventas de peces y mariscos asociados a arrecifes.	\$EE.UU. 312 millones ^a	La productividad pesquera podría disminuir en un estimado de 30-45% para el año 2015, con pérdidas asociadas de beneficios netos anuales valoradas en \$100-\$140 millones (con valor de cambio del dólar constante, estandarizado para el 2000). ^b
Turismo y recreación Beneficios netos anuales del turismo de buceo, estimados a partir de los ingresos brutos del turismo.	\$EE.UU. 2.1 mil millones ^c	El crecimiento del buceo de turismo del Caribe continuará, pero el crecimiento alcanzado para el año 2015 podría decaer en 2-5% como resultado de la degradación de los arrecifes, con una pérdida de beneficios netos anuales estimados para la región de \$100-300 millones (con valor de cambio del dólar constante, estandarizado para el 2000). ^d
Protección costera Beneficios anuales de la protección arrecifal basados en el costo estimado de reemplazo	\$EE.UU. 0.7-2.2 mil millones ^e	Más de 15.000 km de costa podrían experimentar una reducción del 10-20% en protección costera para el año 2050 como resultado de la degradación de los arrecifes. La pérdida estimada de beneficios netos anuales es de \$140-\$420 millones (en términos de dólar constante, estandarizado para el 2000). ^f
TOTAL	\$EE.UU. 3.1-4.6 mil millones	\$EE.UU. 350-870 millones

FUENTE: Estimados desarrollados en el WRI (2004). Las notas técnicas sobre los métodos están disponibles en la página web <http://reefsatrisk.wri.org>.

NOTAS:

Todas las cifras se dan en dólares norteamericanos.

- La producción pesquera en el 2000 se calculó sobre la base de que los arrecifes saludables producen 4 tm/km²-año de peces o mariscos que se venden a un promedio de \$6/kg, y que el ingreso neto es 50% del ingreso bruto.
- Se pronostica que la producción pesquera disminuya dependiendo del nivel de la degradación futura de los arrecifes (usando el Índice de Amenaza de Arrecifes en Peligro como indicador de la condición futura de estos ecosistemas). Este análisis supone que los arrecifes amenazados están más degradados y tienen menor productividad. De 26.000 km² de arrecifes, las áreas consideradas de amenaza baja, media y alta son 9.400, 5.400, y 11.200 km², respectivamente. Los factores de productividad utilizados fueron 4.0 tm/km²-año en arrecifes con amenaza baja; 2.3 a 2.9 tm/km²-año en arrecifes con amenaza media; y 0.7 a 1.7 tm/km²-año en los altamente amenazados. Se usó un precio de mercado de \$6/kg.
- Los estimados de 3.6 millones de buceadores en el Caribe con beneficios asociados de \$2.1 mil millones, son una síntesis y la tabulación cruzada de datos de 6 fuentes (ver las notas finales de cada capítulo, y las notas técnicas en la página web <http://reefsatrisk.wri.org/>). Se usó una tasa de ingresos netos de 35% del ingreso bruto (costos de 65%). Se usó un multiplicador de 25% para capturar los flujos de beneficios en la economía.
- Los desplazamientos del buceo dentro y fuera de la región están basados en la calidad percibida del buceo y en la salud de los arrecifes. Los arrecifes con amenaza baja retienen a todos los buceadores; los de amenaza media retienen 95-99%; y los de amenaza alta retienen 90-96% de buceadores y los ingresos asociados. En general, la región sufre una pérdida de 2-5% del ingreso turístico.
- Los arrecifes coralinos protegen un estimado de 21% de la línea costera de la región del Caribe. El valor estimado de la protección a lo largo de la línea costera varía entre \$2.000 y \$1 millón por kilómetro, dependiendo del desarrollo del área. (Ver las notas finales de cada capítulo, y las notas técnicas en la página web <http://reefsatrisk.wri.org/>.)
- Este estimado se basa en la tabulación cruzada de nuestros estimados del nivel de desarrollo a lo largo de una longitud dada del litoral, y la amenaza estimada del arrecife coralino más cercano. Se supone que los arrecifes con amenaza baja proveen 100% del servicio de protección costera actual; los que están bajo amenaza media y alta se supone que ofrezcan 90% y 80% del servicio actual, respectivamente.

OTROS VALORES

Los arrecifes coralinos ofrecen muchas otras fuentes de valor que no se incluyen en este estudio, entre ellas, la bioprospección. Los arrecifes tienen una alta diversidad de especies y son, por lo tanto, una fuente potencial de compuestos bioactivos para fármacos. La probabilidad de descubrir nuevas medicinas en el mar es 300 a 400 veces mayor que en los ecosistemas terrestres.²¹⁵ Si se pierden especies antes de que sean identificadas, se pierde información biológica que tiene un valor inestimable. Entre los productos de organismos marinos están el AZT, un medicamento para el VIH desarrollado a partir de los extractos de una esponja de arrecife del Caribe,²¹⁶ y el Prialt, un analgésico derivado del veneno de un caracol cono.²¹⁷ Además, los organismos marinos asociados a arrecifes coralinos son objeto de gran parte de las investigaciones sobre nuevas drogas contra el cáncer.²¹⁸

El valor económico potencial de la bioprospección en arrecifes coralinos es difícil de estimar y no intentamos calcularla en este estudio. Parte del problema estriba en que no es posible vincularlo directamente con determinado arrecife. Las muestras biológicas se recolectan a bajo costo en cualquier arrecife, pero sus propiedades bioactivas son analizadas posteriormente en otros lugares, lejos del sitio de colecta. Las ganancias y ventajas derivadas de un biofármaco exitoso casi nunca se revierten en las comunidades locales, ni siquiera en los países de donde se obtuvieron las muestras biológicas originales. Aunque el valor económico potencial de la bioprospección y desarrollo farmacéutico es muy elevado, el libre mercado y los enfoques de acceso libre a los recursos biológicos de los tiempos que corren implican que no necesariamente benefician a las poblaciones locales y nacionales.

Otras fuentes de valores asociados a arrecifes que no se tuvieron en cuenta en este estudio son la extracción de recursos no alimentarios (peces de acuario, animales disecados), su uso como lugar para la investigación y la educación, el sostén de ecosistemas costeros y oceánicos adyacentes, y su contribución a los procesos oceanográficos y climatológicos regionales y mundiales. Un valor nuevo es el papel que juegan los ecosistemas arrecifales en el mantenimiento y restauración de arrecifes estresados o degradados. Los arrecifes saludables pueden servir como fuente de larvas de corales a otras localidades, incrementando las oportunidades de recuperación de los arrecifes que yacen corriente abajo. Con el aumento del área de arrecifes degradados, el valor de restauración de los arrecifes cercanos que son saludables crecerá considerablemente.

También son importantes, pero difícil de traducir a estadísticas económicas, los valores de “existencia” de los recursos naturales (de uso no material), como son los de carácter estético, espiritual, cultural o intrínseco. Los arrecifes coralinos son considerados por muchos como sitios de belleza, emoción, y aventura. También se ven como lugares de iluminación e inspiración. Los arrecifes tienen importancia cultural por su papel en las tradiciones vivas, particularmente la pesca. Muchos también argumentan que los arrecifes coralinos y otros tesoros naturales tienen un

valor intrínseco que existe independientemente de la percepción humana. Esos valores son, por su naturaleza, incalculables.

ÁREAS PARA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS FUTUROS

Este estudio es un intento preliminar para cuantificar el valor económico, a escala regional, de los arrecifes coralinos para la pesca, el turismo de buceo y la protección costera. Se requiere aún mayor investigación para perfeccionar estos estimados y acometer con más detalle el análisis para cada país. Los estimados de los valores de bienes y servicios por unidad de área pueden mejorarse en la medida que aparezca información cartografiada más estandarizada. Sin embargo, se requieren mejores estadísticas de pesca, por especie y área, para mejorar los estimados de productividad y sus cambios como consecuencia de alteraciones en la condición de los arrecifes. También se necesita con urgencia mejorar la información sobre la erosión existente en áreas costeras donde los arrecifes coralinos se han degradado, y sobre las inversiones necesarias para estabilizar la costa. Además, se necesita mejor información de apoyo para evaluar el valor potencial de la bioprospección y de los valores espirituales e intrínsecos que permitan estimados más completos del valor económico. La aplicación de métodos estandarizados es importante para comparar diferentes áreas y países. Estos estudios son vitales para aumentar nuestra capacidad para tomar decisiones mejor informadas sobre la protección y el manejo de estos valiosos recursos.

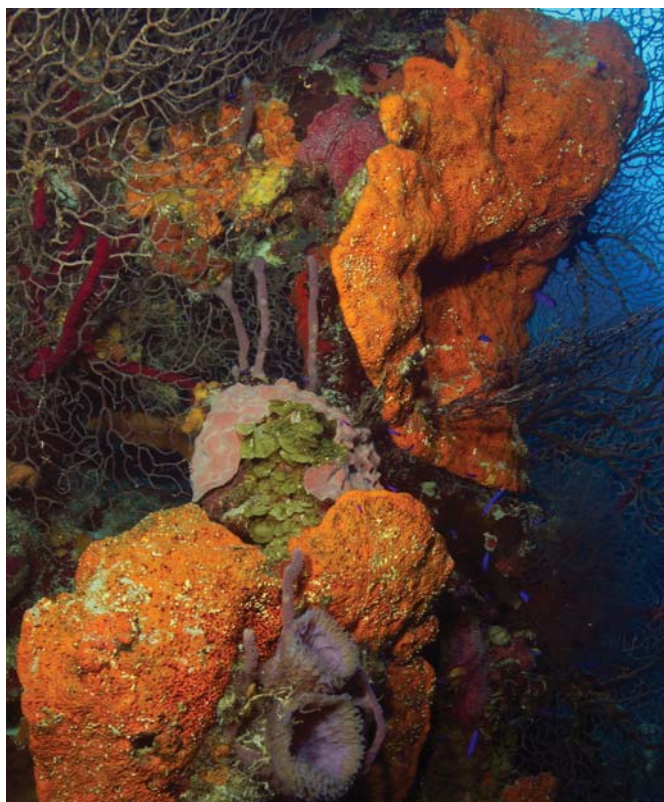


FOTO: WOLCOTT HENRY©

Existe un gran potencial genético en los ecosistemas de arrecife coralino.

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



FOTO: WOLSCOTT HENRY

Los arrecifes coralinos del Caribe, uno de los pilares de la salud social y económica de la región, están sometidos a una amplia gama de amenazas que resultan de la actividad humana. La degradación de los arrecifes daña no sólo la integridad de estos ecosistemas sino también la salud, seguridad y medios de vida de las sociedades humanas que dependen de ellos. Aunque las pérdidas potenciales humanas y económicas sean grandes, pueden revertirse con medidas de bajo costo pero con alto rendimiento financiero y social, incluso a corto plazo.

Para lograrlo, es preciso actuar en varias escalas geográficas, desde la realización de actividades a nivel local, hasta la toma de medidas a nivel nacional e incluso internacional. Tales gestiones incluyen el establecimiento de mejores prácticas de manejo para explotar los recursos pesqueros de manera sostenible y elevar los rendimientos, así como para proteger los arrecifes de daños directos. Para esto también se requiere el manejo de las cuencas hidrográficas y las aguas costeras en una forma integrada. Para apoyar estas actividades, es fundamental no sólo la participación amplia de los actores del proceso de manejo y del público en general, sino también la elevación de la conciencia del público sobre la importancia de estos ecosistemas. Una mejor comprensión del valor económico de los ecosistemas costeros y de la relación entre las actividades humanas y su condición, ayudará a perfeccionar las formas de manejo, así como a fomentar el respaldo político y social necesario para acometer esos cambios.

Para lograr estos objetivos, recomendamos lo siguiente:

Crear voluntad de cambio

- **Elevar la conciencia sobre la importancia, valor y fragilidad de los arrecifes coralinos mediante campañas de educación dirigidas.** Muchos residentes y visitantes del Caribe desconocen las consecuencias de sus actividades sobre la salud de los arrecifes coralinos. Hace falta realizar campañas educativas y de concienciación para cambiar la conducta humana y crear la voluntad política necesaria para poder cambiar la política ambiental. Los educadores, universidades, gobiernos nacionales, administradores de recursos, ONGs, y otros deben trabajar para elevar la conciencia de residentes y visitantes a través de la elaboración y divulgación de materiales educativos. El público al que se deben dirigir estos materiales son los grupos comunitarios, pescadores, trabajadores de la industria turística, turistas, urbanizadores, políticos y estudiantes.
- **Considerar el valor económico de los bienes y servicios de los arrecifes coralinos en el planeamiento, las políticas y los proyectos de desarrollo.** A la mayoría de la gente le es difícil percatarse del valor de un ecosistema arrecifal saludable, pero la divulgación de información sobre el valor económico de los bienes y servicios que ellos ofrecen puede ayudar a reforzar los argumentos para fortalecer y expandir la protección de los arrecifes y los programas de manejo. Se requiere de un mayor esfuerzo

para integrar la información sobre el valor de los arrecifes coralinos y los costos potenciales de su degradación en los planes económicos y de ordenamiento territorial. Las universidades, instituciones de investigación y agencias gubernamentales deben emprender más estudios de valoración económica de los arrecifes coralinos del Caribe usando métodos comparables que se puedan aplicar a muchas áreas dentro de la región. Los planificadores, gobiernos, y ONGs deben usar los resultados de estos estudios para debatir los costos reales de las opciones de desarrollo, seleccionar una urbanización que minimice el daño a los ecosistemas arrecifales, y asignar los recursos financieros necesarios para la conservación y el manejo costero.

Crear capacidad para el cambio

- **Desarrollar a través de la capacitación, el conocimiento local y nacional de los encargados de tomar las decisiones y administrar los recursos arrecifales, para mejorar el manejo de los arrecifes.** La gran variabilidad en recursos financieros, niveles educativos y oportunidades de entrenamiento a lo largo de la región, así como el pequeño tamaño de muchos países, afectan su capacidad científica y administrativa. Los gobiernos nacionales, organizaciones internacionales, ONGs y otros deben cooperar en la realización de cursos de capacitación dirigidos a los dos tipos de público, los encargados de manejar directamente los recursos, y los que toman las decisiones de planeamiento y manejo costero en toda la región, con el fin de mejorar su trabajo. Por ejemplo, los cursos del PNUMA-Programa Ambiental del Caribe “Capacitación de capacitadores”, están diseñados para ofrecer a los profesionales de toda la región oportunidades para fortalecer sus habilidades en los aspectos básicos del planeamiento y manejo de áreas marinas protegidas. Para multiplicar el impacto de este entrenamiento, los participantes entrenan a su vez a otros profesionales en sus propios países.
- **Fomentar el libre flujo e intercambio de información sobre manejo y protección de recursos arrecifales.** En el Caribe es posible encontrar ejemplos de excelencia en manejo, programas de entrenamiento, participación del gobierno y la comunidad, investigación y monitoreo. Hay que mejorar los sistemas de comunicación existentes para mejorar el flujo libre e intercambio de información entre científicos y agencias de manejo, entre países, y entre agencias de gobierno. Se requiere también una mejor comunicación para asegurar que la información y experiencia de un área pueda ser difundida y utilizada en toda la región. Las ONGs internacionales y agencias

intergubernamentales deben facilitar el aumento del intercambio de información y conocimiento sobre la condición, manejo y protección de los arrecifes coralinos en el Caribe. La red ICRAN (Red Internacional para la Acción en Arrecifes Coralinos) de sitios demostrativos de AMPs, y la red del programa CARICOMP (Productividad Costera y Marina del Caribe), son ejemplos de intercambio exitoso.

- **Integrar el monitoreo de factores socioeconómicos y ambientales para mejorar el conocimiento de los hábitats costeros.** Un buen manejo requiere del acceso continuo a información sobre los recursos naturales y su variación en el tiempo como respuesta a influencias naturales y humanas. Es necesario la ejecución de programas de monitoreo que integren datos humanos, físicos y ecológicos para mejorar nuestra capacidad de relacionar, por ejemplo, las actividades que ocurren tierra adentro con los impactos corriente abajo. La comunidad científica y los que manejan recursos deben perfeccionar sus programas de monitoreo para hacerlos más integrados y poner la información en un formato más fácil de usar y a disposición del público. Donde sea posible, estos esfuerzos de monitoreo integrado deben usar métodos y protocolos ya existentes para facilitar la comparación de los datos entre sitios y países. Por ejemplo, la Guía de Monitoreo Socioeconómico para Encargados del Manejo Costero en el Caribe (SocMon) brinda pautas simples y estandarizadas para elaborar un programa de monitoreo socioeconómico que pueda servir como base para un sistema regional en que los datos puedan ser comparados.

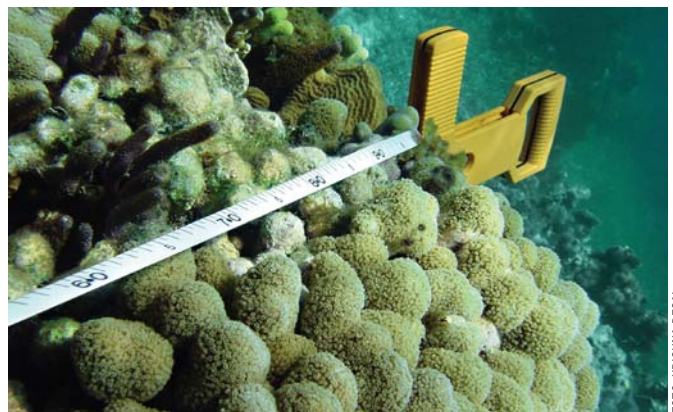


FOTO: KRISHNA DESAI

El monitoreo y la evaluación de los arrecifes coralinos debe incluir el seguimiento de factores socioeconómicos y ambientales para generar la información necesaria para una mejor comprensión de los cambios que ocurren en estos ecosistemas.

- **Facilitar la participación de todos los actores del problema en la toma de decisiones sobre manejo y protección de recursos de arrecifes coralinos.** La falta de inclusión y participación de la comunidad ha desempeñado un papel clave en la insuficiencia de muchos esfuerzos de manejo de arrecifes. Cuando los actores del problema son excluidos de la toma de decisiones, el conocimiento y la capacidad local quedan sin ser explotados y los programas de manejo de arrecifes pueden fracasar en responder a las necesidades de los usuarios. Los gobiernos nacionales y los que manejan recursos necesitan aplicar enfoques de colaboración y cooperación al manejo de arrecifes coralinos (manejo conjunto, también llamado co-manejo), para involucrar a todos los actores. Los gobiernos nacionales y las ONGs pueden trabajar con los usuarios de los recursos para promover el concepto de co-manejo, llevando los proyectos pilotos a iniciativas de mayor escala. El Programa de Manejo Costero y Marino (CaMMP) de la Asociación de Conservación del Caribe (CCA) está trabajando para desarrollar lineamientos para el co-manejo exitoso de los recursos costeros de la región.
- **Crear los sistemas de administración necesarios para el manejo efectivo de los arrecifes coralinos.** En muchos casos, las actividades de diferentes grupos, agencias, o incluso entidades internacionales, trabajan en oposición o fracasan en tomar ventaja de las sinergias potenciales para manejar mejor los recursos marinos. Se necesitan con urgencia marcos institucionales, autoridad legal, y capacidad administrativa para manejar los recursos marinos. Los gobiernos nacionales deben facilitar un buen gobierno de la zona costera mediante la ejecución de evaluaciones nacionales del marco institucional y legal para poder ejecutar sus políticas y actualizar el marco institucional y legal cuando sea necesario. Por ejemplo, Barbados y Belice aplican con éxito una reglamentación sobre acuerdos institucionales para el manejo de la zona costera, que simplifica enfoques sectoriales previos.
- **Usar los indicadores de Arrecifes en Peligro y aplicar la metodología analítica a mayor resolución para apoyar la toma de decisiones sobre el manejo de arrecifes coralinos.** Las herramientas de análisis y los indicadores estandarizados desarrollados en este proyecto proveen un medio valioso y de bajo costo para comprender las presiones potenciales sobre los arrecifes coralinos, cuando no exista información específica. El proyecto usa un enfoque que es reproducible y puede implementarse a escala local (las notas técnicas completas están en <http://reefsatrisk.wri.org/>). El uso de dichos indicadores incrementa la confianza y apoyo a las decisiones de

manejo. Las agencias de recursos nacionales, provinciales y locales deben contribuir al desarrollo de indicadores a escala más detallada para fundamentar el establecimiento de políticas y la toma de decisiones.

Mejorar el manejo

- **Desarrollar pesquerías sostenibles mediante la educación, la participación de actores, y la reducción de la intensidad de las prácticas pesqueras.** La pesca está sobrepasando los niveles sostenibles en la mayoría de los países del Caribe. Los gobiernos nacionales deben trabajar con los usuarios de recursos y otros grupos de actores para implementar políticas y prácticas de pesca sostenibles. Las licencias, incentivos para prácticas sostenibles, y penalizaciones para la pesca ilegal, pueden ayudar a reducir la intensidad de la pesca. Educar a los pescadores sobre el impacto de diferentes artes de pesca también promoverá la realización de prácticas de pesca sostenibles. Además, deben crearse áreas de “no-extracción”, “exclusión de pesca” o “reservas marinas de pesca”, en parte, como estrategia para repoblar las poblaciones agotadas y servir como fuente de juveniles a las poblaciones pescales adyacentes. Es crucial para el éxito de estas reservas pesqueras educar a los actores acerca del papel de las mismas en el sostenimiento de las pesquerías y proporcionarles otros beneficios (por ejemplo, otras alternativas de generación de ingresos), así como involucrar a los actores para asegurar el apoyo de la comunidad a su implementación.
- **Aplicar enfoques holísticos al manejo de la zona costera.** El manejo exitoso de los ecosistemas arrecifales implica tratar efectivamente con múltiples influencias y amenazas, muchas de las cuales pueden estar ligadas a actividades que tienen lugar a distancias considerables de los arrecifes. El Manejo Integrado Costero (MIC) es el término dado a tal enfoque holístico, y abarca la participación de una amplia gama de actores, incluyendo múltiples agencias de gobierno, comunidades locales, el sector privado y ONGs. Los gobiernos nacionales pueden ofrecer incentivos para que agencias con diferentes mandatos y programaciones en conflicto compartan información y trabajen juntos de manera holística. Las agencias de manejo del territorio (agricultura, actividad forestal, etc.) tienen que tener algún interés en el manejo costero. Las agencias a nivel nacional y provincial, o a nivel de distrito, deben usar las herramientas del MIC como asistencia en el desarrollo y en la reducción de los impactos, mediante el uso de la zonificación y la regulación, y del planeamiento y evaluación de la capacidad de carga ecológica de las áreas costeras.

- **Expandir las áreas marinas protegidas y mejorar su efectividad de manejo en la salvaguardia de los ecosistemas arrecifales.** Las áreas marinas protegidas (AMPs) son un componente importante del manejo integral costero; sin embargo, sólo una pequeña parte de los arrecifes coralinos está ubicada dentro de áreas protegidas declaradas y menos aún (5%) están situadas en AMPs calificadas como poseedoras de un manejo total o parcialmente efectivo. Las AMPs deben ser expandidas para cubrir más arrecifes coralinos, y la efectividad de manejo de muchas AMPs existentes necesita ser mejorado. La expansión de las AMPs debe reflejar una perspectiva regional, reconociendo la interdependencia de las comunidades de arrecifes y la naturaleza transfronteriza de muchas amenazas. La ubicación de nuevas AMPs debe incluir arrecifes con buenas probabilidades de ser altamente resistentes al blanqueamiento de corales (tales como arrecifes profundos y áreas con gran circulación de agua) y/o altamente resilientes al disturbio para ayudar a reducir los riesgos del cambio climático. Para aumentar la efectividad del manejo de las AMPs existentes, los gobiernos nacionales, donantes, ONGs, y el sector privado deben brindar apoyo financiero y político para ayudar a las AMPs a formar la capacidad necesaria y entrenar adecuadamente al personal. Las AMPs deben también esforzarse por ser financieramente autosostenibles, y crear una base diversa de ingresos.
- **Desarrollar un turismo sostenible para asegurar beneficios a largo plazo.** El turismo es vital para la región del Caribe. Los tomadores de decisiones deben estar conscientes de los impactos negativos del desarrollo no planificado y sin restricciones, y seguir los pasos necesarios para limitar tales daños. La educación de los turistas, particularmente de los buceadores de tanque o equipo ligero, es esencial para reducir los impactos. El turista informado puede convertirse en una fuerza impulsora de una industria compatible con el ambiente al exigir elevados estándares ambientales a sus destinos turísticos. El desarrollo y uso de esquemas de certificación, acreditación y premios por buenas prácticas ambientales para hoteles, y operadores de buceo y turismo, pudieran proveer incentivos para un desarrollo ambientalmente sensible. Varias organizaciones en la región están asociándose con la industria para reducir los impactos del turismo, incluyendo la Organización Caribeña de Turismo, la Asociación de Hoteles del Caribe, y la Asociación del Caribe de Turismo Sostenible. Sin embargo, quizás sea mejor una validación de estándares ambientales completamente independiente que el uso de esquemas de certificación dirigidos por la propia industria.



FOTO: CORTESÍA DE NOAA

El manejo efectivo de la zona costera ha de considerar las actividades que tienen lugar en la tierra, lejos de los arrecifes.

- **Implementar buenas prácticas marinas para restringir el vertimiento de desechos al mar y la liberación de aguas de lastre.** Las entidades regionales, gobiernos nacionales, ONGs, y el sector privado deben trabajar juntos para desarrollar mejores prácticas (por ejemplo, en la industria de cruceros). Los puertos, muelles y marinas necesitan facilidades de extracción por bombeo y de tratamiento de residuales para reducir el peligro de que embarcaciones de cualquier tamaño viertan agua gris, aguas de sentina y residuales en el mar. Algunas de estas necesidades son atendidas por MARPOL, el Convenio Internacional sobre la Prevención de la Contaminación desde Embarcaciones, del cual son signatarios la mayoría de las naciones del Caribe. MARPOL debe proveer un marco para más regulaciones nacionales en toda la región. Debe agilizarse el desarrollo de marcos regulatorios para implementar estos acuerdos.

Acción internacional

- **Ratificar e implementar los acuerdos internacionales.** Los acuerdos internacionales son un importante instrumento para establecer objetivos y alcanzar metas colectivas. Entre los acuerdos internacionales que tratan las amenazas evaluadas en este estudio están el Convenio de Cartagena (sobre fuentes terrestres de contaminación, derrames de petróleo, y protección de áreas y la flora y fauna), la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (que trata el gobierno del mar), MARPOL (sobre la contaminación marina), y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Firmar dichos acuerdos es un primer paso, pero también es esencial su implementación.

- **Promover la cooperación y el intercambio internacional.** Aún en ausencia de instrumentos legales internacionales, la colaboración regional en materia de pesca y manejo de cuencas hidrográficas podría reducir mucho algunas amenazas. Las prioridades para la región deben ser coordinadas por medio de entidades como el Foro de Ministros de América Latina y el Caribe, y el Grupo de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo. Organismos subregionales como la Organización de Estados del Caribe Oriental (OECS) o la Comisión Centroamericana sobre Ambiente y Desarrollo (CCAD), pueden desempeñar un papel clave en el manejo de recursos a nivel subregional. Las ONGs internacionales, las agencias intergubernamentales y los organismos financieros deben apoyar activamente la cooperación y el intercambio para promover sinergias y fomentar asociaciones para proteger los arrecifes coralinos del Caribe. Un buen ejemplo es el Proyecto del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), financiado por el Fondo del Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Banco Mundial, que reconoce a este sistema arrecifal como un recurso compartido que requiere un enfoque de manejo coordinado. Las entidades nacionales encargadas de la protección de los arrecifes coralinos, tales como la Fuerza de Tarea para los Arrecifes Coralinos de EE.UU. (U.S. Coral Reef Task Force), deben recibir pleno apoyo de sus gobiernos para dedicarse a programas de protección de arrecifes coralinos tanto a nivel regional como nacional.

El Caribe presenta un reino único: un gran ecosistema marino hiperdiverso, con arrecifes coralinos en su corazón. Las amenazas a estos arrecifes son muchas y complejas. Debido al elevado grado de conectividad entre los arrecifes coralinos, una amenaza a un área de arrecife puede convertirse en una amenaza para muchas.

Queda mucho por hacer para revertir las serias y crecientes amenazas a los arrecifes del Caribe, pero hay razón para abrigar esperanza. Ejemplos en toda la región muestran que la conservación marina no solo puede realizarse, sino que también puede generar considerables beneficios para las comunidades locales. La marea puede ser invertida, pero requerirá del compromiso y acción de los actores pertinentes —en el gobierno y el sector privado— de toda la región del Caribe.



FOTO: TONI PARRAS

Los arrecifes del Caribe son complejos, frágiles y valiosos. Su preservación depende del esfuerzo concentrado de muchos sectores en varias escalas.

Apéndice A. ESTADÍSTICAS FÍSICAS, SOCIALES Y ECONÓMICAS DE LA REGIÓN DEL CARIBE

TABLA A1. ÁREA DE ARRECIFES CORALINOS EN EL GRAN CARIBE

País o territorio	Estimados del área de arrecife coralino		
	<i>Arrecifes en Peligro en el Caribe</i> km ²	<i>Atlas Mundial de Arrecifes Coralinos</i> km ²	<i>PNUMA-WCMC y NOAA</i> km ²
Anguila	70	<50	33
Antigua y Barbuda	180	240	220
Antillas Holandesas (Norte y Sur) ^b	250 (40 210)	420 (n.a., n.a.)	386 (85 301)
Aruba	25	<50	47
Bahamas	3.580	3.150	2.805
Barbados	90	<100	92
Belice	1.420	1.330	1.152
Bermudas	210	370	332
Colombia	2.060	900	2.541
Costa Rica	30	0	47
Cuba	3.290	3.020	2.783
Dominica	70	<100	47
Estados Unidos	840	1.250	1.131
Granada	160	150	131
Guadalupe ^a	400	250	400
Guatemala	0	0	0
Haiti	1.260	450	458
Honduras	1.120	810	811
Isla Navassa	10	n.d.	n.d.
Islas Caimán	130	230	207
Islas Turcos y Caicos	1.190	730	2.002
Islas Vírgenes Británicas	380	330	335
Islas Vírgenes Norteamericanas	590	200	748
Jamaica	1.010	1.240	1.206
Martinica	260	240	617
México	1.220	1.350	1.216
Montserrat	25	<50	41
Nicaragua	870	710	508
Panamá	1.600	570	492
Puerto Rico	1.610	480	2.171
República Dominicana	1.350	610	567
Saint Kitts y Nevis	160	180	170
San Vicente y las Granadinas	140	140	131
Santa Lucía	90	160	98
Trinidad y Tobago	40	<100	62
Venezuela	230	480	486
Total regional	25.960	20.000	24.860

Fuentes:

1. La cartografía de *Arrecifes en Peligro en el Caribe* fue hecha en el WRI y está basado en los mejores datos existentes al momento de la publicación (del original en inglés). Los datos provienen de la Universidad del Sur de la Florida, Instituto de Teledetección Marina (IMaRS), Proyecto del Milenio de Cartografía de Arrecifes Coralinos (datos preliminares, 2004), del Mapa de Hábitats Bentónicos de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Norteamericanas (*Benthic Habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*) de NOAA (2001), Instituto de Manejo de la Zona Costera de Belice (1999), y el mapa de distribución de arrecifes coralinos de la biblioteca de mapas de biodiversidad (*Biodiversity Map Library: Global Coral Reef Distribution*) de PNUMA-WCMC (2002). Para convertir estos datos a una sola capa de resolución uniforme para todo el Caribe, los mapas se ajustaron a una retícula de 500 m de resolución, y de estos datos reticulados se generaron los estimados de las áreas de los arrecifes.
2. Los mapas de arrecifes del *World Atlas of Coral Reefs* (Spalding et al., 2001) constituyen la mejor información existente hasta el momento de la publicación (del original en inglés). Los datos se obtuvieron de múltiples fuentes, desde cartas hidrográficas y estudios de teledetección, hasta mapas de menor resolución. Para convertir estas fuentes en una sola capa de resolución comparable para todo el Caribe, los mapas se adaptaron a una retícula de 1 km, y a partir de ellos se generaron los estimados de área de arrecife.
3. Los mapas de arrecifes del PNUMA-WCMC provienen de varias fuentes, incluyendo cartas hidrográficas, de teledetección, y mapas de mucha menor resolución. La exactitud del posicionamiento de algunos de estos datos fue revisada y mejorada por la NOAA mediante la rectificación de los mapas de arrecifes coralinos con datos batimétricos del sensor SeaWiFS de 1 km de resolución. Los datos fueron reticulados por la NOAA con una resolución de 1 km, y los estimados de área arrecifal fueron generados a partir de estos datos reticulados.

Notas:

Los estimados incluyen sólo arrecifes del Caribe y del Atlántico (no del Pacífico).

Las tres fuentes citadas en esta tabla usan mapas de varias fuentes y diferentes métodos de estimar área. Los cálculos de área arrecifal dependen de la definición del arrecife coralino, así como de las fuentes de datos y las técnicas cartográficas utilizadas.

Los trabajos de cartografía de arrecifes coralinos del Caribe han avanzado mucho en los últimos tiempos.

- a. Guadalupe incluye las islas francesas de St. Martín y St. Barthelemy.
- b. Antillas Holandesas Norte incluye las islas de St. Marteen, San Eustaquio, y Saba. Las Antillas Holandesas Sur incluye las islas de Bonaire y Curazao.

TABLA A2. GEOGRAFÍA FÍSICA DEL GRAN CARIBE

País o territorio	Área nacional terrestre km ²	Área terrestre que drena al Caribe km ²	Límites marítimos en el Caribe y el Atlántico km ²	Área de la plataforma dentro de los límites marítimos hasta 30 m de profundidad km ²	Área de la plataforma dentro de los límites marítimos hasta 200 m de profundidad km ²	Longitud de la línea costera en el Caribe km
Anguila	90	90	91.150	650	2.840	90
Antigua y Barbuda	440	440	110.225	2.385	4.820	270
Antillas Holandesas Norte ^b	70	70	12.420	1.510	3.540	65
Antillas Holandesas Sur ^c	740	740	66.240	12	1.080	295
Aruba	190	190	2.770	115	1.140	100
Bahamas	12.900	12.900	622.695	113.810	127.785	9.265
Barbados	430	430	187.535	80	695	95
Belice	22.965	22.965	34.735	7.850	9.115	2.220
Bermudas	55	0	449.735	840	1.400	140
Colombia	1.038.700	678.745	490.680	18.635	40.680	3.445
Costa Rica	51.100	23.710	29.200	975	2.610	650
Cuba	111.950	110.860	342.615	50.870	58.210	12.005
Dominica	750	750	28.640	85	640	150
Estados Unidos	9.158.960	4.364.890	1.131.665 ^d	233.830 ^d	460.990 ^d	22.875 ^d
Granada	345	345	27.380	960	3.670	195
Guadalupe ^a	1.710	1.710	28.790	1.435	5.930	515
Guatemala	108.890	84.575	1.570	1.210	1.480	355
Haiti	27.750	27.750	124.590	3.305	5.905	1.820
Honduras	112.090	92.395	241.040	35.850	73.060	2.325
Islas Caimán	265	265	123.590	185	760	210
Islas Turcos y Caicos	430	430	149.315	7.005	8.510	745
Islas Vírgenes Británicas	155	155	80.785	2.060	3.570	300
Islas Vírgenes Norteamericanas	350	350	5.890	1.030	2.435	305
Jamaica	10.990	10.990	242.920	9.615	14.735	825
Martinica	1.100	1.100	18.740	415	1.515	320
México	1.958.200	1.055.245	830.505	92.330	245.950	12.315
Montserrat	105	105	8.120	40	230	45
Nicaragua	120.255	110.110	63.845	39.470	52.150	2.075
Panamá	75.520	22.295	142.565	6.105	11.570	2.905
Puerto Rico	8.950	8.950	205.410	3.500	6.680	930
República Dominicana	48.445	48.445	255.720	7.020	14.540	1.530
Saint Kitts y Nevis	270	270	9.835	460	1.415	120
San Vicente y las Granadinas	390	390	36.175	665	2.240	210
Santa Lucía	620	620	15.445	190	895	155
Trinidad y Tobago	5.130	5.130	73.460	5.925	24.045	665
Venezuela	882.050	822.095	472.950	51.365	110.205	6.400
Otros ^e		284.580				
Total regional (excluyendo EE.UU.)	4.604.390	3.430.190	5.627.280	467.955	846.045	64.055
Total regional (incluyendo EE.UU.)	13.763.350	7.795.080	6.758.945	701.785	1.307.035	86.930

Fuentes:

1. Área nacional terrestre: los datos fueron compilados de FAO (FAOSTAT, 1998), *CIA World Fact Book* (2002), *CARICOM Environment in Figures* 2002, y la Base de Datos Mundial de Límites Marítimos (*Global Maritime Boundaries Database, GMBD*) (Veridian - MRJ Technology Solutions, 2002).
2. El área terrestre que drena al Caribe fue calculada en el WRI, usando los límites de las cuencas hidrográficas desarrolladas por el proyecto *Arrecifes en Peligro*.
3. Los límites marítimos fueron obtenidos en el WRI usando datos de la Base de Datos Mundial de Límites Marítimos (GMBD) (Veridian - MRJ Technology Solutions, 2002). Los límites marítimos son la suma del Mar Territorial, la Zona Contigua, la Zona Económica Exclusiva, y las Zonas de Pesca reclamadas por un país (hasta 200 millas náuticas del litoral), en el lado del Caribe y el Atlántico solamente.
- 4, 5. El área de la plataforma dentro de las aguas nacionales se obtuvo en el WRI. Las áreas de plataforma se definieron tomando como base una serie de datos batimétricos desarrollada en el WRI a partir de datos puntuales de profundidad de los productos de datos C-MAP del Instituto Hidrológico Danés (DHI), interpolados a resolución de 1 km. El derecho territorial se basa en la Base de Datos Marítimas Veridian (2002).
6. La longitud de la línea costera del Caribe fue obtenida en el WRI usando como base los datos del World Vector Shoreline. Para los países de América Central, se excluyó la costa Pacífica. Las islas pequeñas con perímetro menor de 3 km fueron excluidas de la cuenta. Las medidas de la línea costera dependen de la escala de la fuente de datos. Este estimado usa una serie de datos estandarizada a escala 1:250.000.

Notas:

- a. Guadalupe incluye las islas francesas de San Martín y St. Barthelemy.
- b. Antillas Holandesas Norte incluye las islas de St. Maarten, San Eustaquio y Saba.
- c. Antillas Holandesas Sur incluye las islas de Bonaire y Curazao.
- d. Para los EE.UU., sólo se incluyó la línea costera de los estados del Golfo (Texas, Luisiana, Mississippi, Alabama, y la Florida). Además, los estimados del área de los límites marítimos y la plataforma incluyen solamente áreas adyacentes a estos estados del Golfo.
- e. Incluye partes de Brasil, Guyana, Surinam y Canadá que drenan en el Caribe.

TABLA A3. POBLACIÓN DEL GRAN CARIBE

País o territorio	Población (1990)	Población (2000)	Variación de la población (1999-2000)	Densidad de población (2000)	Población en la cuenca hidrográfica que drena al Caribe (2000)	Porcentaje de la población que vive dentro de cierta distancia de la costa (2000)	
	miles	miles	% cambio	habitantes/km ²	miles	10km	100km
Anguila ^a	8	11	72.7	122	11	100	100
Antigua y Barbuda	63	65	3.3	147	65	100	100
Antillas Holandesas ^c	188	215	14.7	266	215	100	100
Aruba	66	101	52.7	529	101	100	100
Bahamas	255	304	19.2	24	304	100	100
Barbados	257	268	4.0	622	268	100	100
Belice	186	226	21.9	10	226	29	100
Bermudas	59	63	7.0	1.189	0	100	100
Colombia	34.970	42.105	20.4	41	38.142	7	18
Costa Rica	3.049	4.024	32.0	79	1.278	2	71
Cuba	10.629	11.199	5.4	101	11.199	41	100
Dominica	71	71	-1.1	94	71	100	100
Estados Unidos	254.776	283.230	11.2	31	115.958	4	10
Granada	91	94	3.1	271	94	100	100
Guadalupe ^b	391	428	9.5	250	428	100	100
Guatemala	8.749	11.385	30.1	105	6.202	1	5
Haití	6.907	8.143	17.9	293	8.143	48	100
Honduras	4.870	6.417	31.8	57	4.271	8	47
Islas Caimán	26	38	45.2	145	38	100	100
Islas Turcos y Caicos	12	17	44.0	39	17	100	100
Islas Vírgenes Británicas	17	24	37.2	154	24	100	100
Islas Vírgenes Norteamericanas	104	121	16.0	346	121	100	100
Jamaica	2.369	2.576	8.7	234	2.576	53	100
Martinica	360	383	6.4	349	383	100	100
México	83.223	98.872	18.8	50	55.328	3	15
Montserrat ^a	11	4	-36.4	39	8	100	100
Nicaragua	3.824	5.071	32.6	42	3.673	1	7
Panamá	2.398	2.856	19.1	38	964	6	90
Puerto Rico	3.528	3.915	11.0	437	3.915	58	100
República Dominicana	7.061	8.373	18.6	173	8.373	28	100
Saint Kitts y Nevis	42	39	-8.1	143	39	100	100
San Vicente y las Granadinas	106	113	7.1	291	113	100	100
Santa Lucía	131	148	12.5	238	148	100 ^d	100 ^d
Trinidad y Tobago	1.215	1.294	6.5	252	1.294	72	100
Venezuela	19.502	24.170	23.9	27	24.167	21	73
Other ^e					1.002		
Total regional (excluyendo EE.UU.)	194.736	233.130	19.7		173.199		
Total regional (incluyendo EE.UU.)	449.512	516.360	14.9		289.157		

Fuentes:

1. Los datos de población de 1990 y 2000 provienen de la División de Población del Departamento Asuntos Económicos y Sociales del Secretariado de las Naciones Unidas, *World Population Prospects: The 2000 Revision* (2002).
2. Variación de la población: calculado en el WRI como el porcentaje de variación de los estimados de población de las Naciones Unidas entre 1990 y 2000.
3. Densidad de población: calculado en el WRI como la población en el 2000 dividida entre el área nacional terrestre (ver Tabla A2).
4. Población en las cuencas hidrográficas que drenan en el Caribe: el área de drenaje fue obtenida de la delineación de las cuencas hidrográficas realizado en el WRI, y los datos de población del Centro Internacional de Información de las Ciencias de la Tierra (*Center for International Earth Science Network* (CIESIN), Gridded Population of the World, Version 3 (Palisades, New York: CIESIN/Columbia University, 2003).
5. Porcentaje de población que vive a cierta distancia de la costa (2000): calculado para 10 km y 100 km en el WRI usando los datos poblacionales de CIESIN (2003) reticulados con 1 km de resolución, para una faja de 10 km de ancho en la escala de 1:250.000 de *World Vector Shoreline* (E.A. Soluri y V.A. Woodson. 1990. "World Vector Shoreline" *International Hydrographic Review* 67(1)).

Notas:

- a. No existían datos de población de Anguila y Montserrat en la fuente de Naciones Unidas. Se obtuvieron en el WRI a partir de la retícula de densidad de población de CIESIN de 1 km de resolución.
- b. Guadalupe incluye las islas francesas de San Martín y St. Barthelemy.
- c. Antillas Holandesas incluye Bonaire, Curazao, Saba, San Eustaquio y St. Maarten.
- d. La población de EE.UU. dentro de 10 y 100 km de la costa incluye Texas, Luisiana, Mississippi, Alabama y Florida, solamente.
- e. Otros incluye las partes de Brasil, Guyana, Surinam y Canadá que drenan al Caribe.

TABLA A4. ECONOMÍA DEL TURISMO EN EL GRAN CARIBE

País o territorio	PNB per cápita (PPA) (2000) \$EE.UU.	Arribo de turistas (de estancia) (2000) miles	Arribo de cruceros (2000) miles	Ingresos por el turismo interna- cional (2002) \$EE.UU. millones	Tasa de penetración del turismo (2000) No. promedio de turistas / mil habitantes	Valor de la economía del turismo (2002) \$EE.UU. millones	Contribución de la economía del turismo al PNB (2002) Por ciento del PNB	Tasa de crecimiento de viajes y turismo proyectada (2002-2014) Por ciento de crecimiento anual
Anguila	8.200	44	n.d.	55	76	58	58	5
Antigua y Barbuda	8.200	237	429	291	n.d.	528	72	5
Antillas Holandesas ^c	11.400	693	347	765	64	n.d.	n.d.	n.d.
Aruba	28.000	721	490	837	161	1.064	47	4
Bahamas	15.000	1.596	2.513	1.814	63	2.497	46	6
Barbados	14.500	545	533	711	56	1.032	37	5
Belice	3.200	196	58	121	16	194	23	6
Bermudas	33.000	328	210	431	86	729	26	4
Colombia	6.200	557 ^a	n.d.	1.028 ^a	n.d.	5.541	6	5
Costa Rica	6.700	1.088 ^a	n.d.	1.229 ^a	n.d.	2.057	12	6
Cuba	1.700	1.774	n.d.	1.857	4	2.572	11	6
Dominica	4.000	70	240	47	23	64	22	5
Estados Unidos	36.200	74.100 ^d	n.d.	82.042 ^a	n.d.	1.160.300	11	4
Granada	4.400	129	180	70	25	99	23	6
Guadalupe	9.000	807	329	454	27	658	33	4
Guatemala	3.700	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.656	8	5
Haití	1.800	140	305	54	n.d.	182	5	4
Honduras	2.700	471 ^a	n.d.	262 ^a	n.d.	568	8	6
Islas Caimán	24.500	354	1.031	559	152	468	31	6
Islas Turcos y Caicos	7.300	151	n.d.	285	13	n.d.	n.d.	n.d.
Islas Vírgenes Británicas	16.000	281	189	315	352	343	85	3
Islas Vírgenes Norteamericanas	15.000	607	1.768	1.157	69	1.629	42	4
Jamaica	3.700	1.323	908	1.333	14	2.025	27	5
Martinica	11.000	526	286	370	49	568	10	4
México	9.100	3.045 ^b	1.505 ^b	2.346 ^b	n.d.	60.700	9	8
Montserrat	5.000	10	n.d.	9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nicaragua	2.700	486 ^a	n.d.	111 ^a	n.d.	204	7	7
Panamá	6.000	484 ^a	n.d.	576 ^a	n.d.	1.527	15	6
Puerto Rico	10.000	3.341	1.302	2.388	6	3.506	5	4
República Dominicana	5.700	2.973	182	2.860	11	4.136	18	6
Saint Kitts y Nevis	7.000	73	165	58	43	93	25	5
San Vicente y las Grenadinas	2.800	73	86	75	n.d.	110	29	5
Santa Lucía	4.500	270	444	277	45	380	51	5
Trinidad y Tobago	9.500	399	82	213	n.d.	787	9	5
Venezuela	6.200	469	135	563 ^a	n.d.	9.000	6	6
Total regional (excluyendo EE.UU.)		24.261	13.716	25.523		104.974		
Total regional (incluyendo EE.UU.)		98.361		105.565		1.265.274		

Fuentes:

1. El Producto Nacional Bruto (PNB) *per cápita* es el producto nacional bruto convertido a dólares internacionales usando las tasas de Paridad del Poder Adquisitivo (PPA) y dividido por la población del país ese año. World Fact Book (CIA, 2000). Publicado en <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/>.
2. Arribo de turistas (de estancia): incluye la llegada de visitantes que se quedan en el país al menos 24 horas. Organización de Turismo del Caribe (CTO), *Caribbean Tourism Statistical Report 2001-2002* (St. Michael, Barbados: CTO, 2002).
3. Arribo de cruceros: CTO (2002)
4. Ingresos por turismo: incluye los gastos de turistas, pasajeros de cruceros y otros visitantes de un día. Los estimados fueron suministrados por la agencia nacional pertinente. CTO (2002).
5. La proporción de penetración del turismo es una medida básica pero útil de la interacción del turismo, que cuantifica el número promedio de turistas por miles de habitantes locales en el país en cualquier momento.
6. Valor de la economía del turismo: WTTC (Consejo Mundial de Viajes y Turismo) *The Impact of Travel & Tourism on Jobs and the Economy - 2002: Country Reports* (Londres, U.K.; WTTC, 2002).
7. Contribución de la economía del turismo al PNG: CTO (2002)
8. Tasa de crecimiento de viajes y turismo proyectada: CTO (2002).

Notas:

n.d. = no hay datos

a. Datos complementarios de Arribos de Turistas (de estancia) e Ingresos del Turismo: los que no existían en CTO (2002), se tomaron del Grupo de Desarrollo de Datos, Banco Mundial, *World Development Indicators 2002* (Washington, D.C.: The World Bank, 2002). En internet.

b. Los datos de CTO sobre México se refieren solamente a Cancún y Cozumel.

c. Antillas Holandesas incluye Bonaire, Curazao, Saba, San Eustaquio y St. Maarten.

d. La cifra de arribo de turistas de EE.UU. se refiere a la Florida solamente, y comprende turistas nacionales e internacionales (fuente: "Visit Florida" <http://www.flausa-media.com/Subcategories/florida%20facts/Fact%20Pages/frefact.htm/>).

TABLA A5. MANEJO DE ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS (AMPS) EN EL GRAN CARIBE

País o territorio	Número de AMPs	Categoría de efectividad del manejo				Porcentaje de área arrecifal dentro de AMPs
		Buena	Parcial	Inadecuada	Desconocida	
Anguila	5	0	0	5	0	0
Antigua y Barbuda	6	0	0	4	2	13
Antillas Holandesas Norte ^c	3	1	2	0	0	67
Antillas Holandesas Sur ^d	2	1	0	1	0	65
Aruba	0	0	0	0	0	0
Bahamas	9	0	1	0	8	2
Barbados	1	0	1	0	0	6
Belice	12	1	8	2	1	27
Bermuda	35	1	1	33	0	14
Colombia	7	0	0	6	1	20
Costa Rica	4	0	0	0	4	55
Cuba	30	0	4	24	2	13
Dominica	2	0	0	2	0	4
Estados Unidos	9	7	0	0	2	52
Granada	2	0	0	2	0	1
Guadalupe ^b	6	1	2	1	2	12
Guatemala	3	0	0	1	2	0
Haití	0	0	0	0	0	0
Honduras	12	0	1	2	9	11
Islas Caimán ^a	1	1	0	0	0	15
Islas Turcos y Caicos	21	0	3	5	13	4
Islas Vírgenes Británicas	11	1	0	10	0	42
Islas Vírgenes Norteamericanas	11	2	1	0	8	8
Jamaica	4	0	1	3	0	22
Martinica	3	0	0	0	3	7
México	9	0	0	7	2	67
Montserrat	1	0	0	1	0	0
Nicaragua	2	0	0	1	1	68
Panamá	4	0	1	2	1	11
Puerto Rico	15	0	3	7	5	21
República Dominicana	15	0	4	2	9	43
Saint Kitts y Nevis	0	0	0	0	0	0
San Vicente y las Granadinas	1	0	0	1	0	16
Santa Lucía	20	1	4	15	0	6
Trinidad y Tobago	1	0	0	1	0	17
Venezuela	18	0	0	0	18	48
Total Regional	285	17	37	138	93	20

Fuentes:

- Número de AMPs: *Arrecifes en Peligro en el Caribe* (WRI). Esta tabla refleja estadísticas resumidas de la base de datos compilada por el proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe. Los datos fueron compilados por el WRI y los colaboradores del proyecto. Los datos pueden estar incompletos para algunos países. Además, la definición de AMP varía.
- Calificación de la efectividad del manejo: a los colaboradores del proyecto se les pidió calificar la efectividad del manejo de las AMPs tomando como base un número limitado de criterios: existencia de actividad de manejo, existencia de un plan de manejo, disponibilidad de recursos (financieros y humanos), y nivel de cumplimiento de la ley. En esta tabla se resumen las calificaciones por país, pero los datos por AMP se pueden encontrar en la base de datos completa.
- Para determinar, en cada país, el porcentaje de arrecifes que se encontraba dentro de AMPs, se superpusieron datos estimados de ubicación y límites de ambos. Estos porcentajes deben ser considerados como estimados gruesos basados en los datos existentes.

Notas:

- Las Islas Caimán tienen un sistema zonificado de áreas protegidas que fue considerado como una sola unidad en este análisis.
- Guadalupe incluye la islas francesas de San Martín y St. Barthelemy.
- Antillas Holandesas Norte incluye las islas de St. Maarten, San Eustaquio y Saba.
- Antillas Holandesas Sur incluye las islas de Bonaire y Curazao.

Apéndice B. FUENTES DE DATOS USADAS EN EL ANÁLISIS DE AMENAZAS DE ARRECIFES EN PELIGRO

Los datos usados en el análisis de amenazas de Arrecifes en Peligro, los resultados de los modelos, y los metadatos se pueden encontrar en <http://reefsatrisk.wri.org/>.

DESARROLLO COSTERO

- Ciudades y poblados– Instituto de Investigaciones de Sistemas Ambientales (Environmental Systems Research Institute, ESRI), “World Cities” y “U.S. Cities”, 2002 y <http://www.world-gazetteer.com/>.
- Puertos– Agencia Nacional de Imágenes y Mapeo (National Imagery and Mapping Agency, NIMA), “World Port Index”, 2002.
- Aeropuertos– NIMA, “VMAP,” 1997.
- Centros de buceo turístico– Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente – Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación (PNUMA-WCMC), “Caribbean Dive Centers”, 2002 y M.D. Spalding, *Guide to the Coral Reefs of the Caribbean* (Berkeley, USA: University of California Press, 2004).
- Densidad de población– Departamento de Energía de EE.UU. (DOE), “LandScan”, 2001.
- Crecimiento poblacional (por distrito administrativo)– ESRI, “Administrative Districts”, 2002 y <http://www.ciat.cgiar.org/>.
- Crecimiento anual del turismo (por país)– Organización del Turismo del Caribe (CTO), Caribbean Tourism Statistical Report 2001–2002, 2002.

FUENTES DE SEDIMENTOS Y CONTAMINACIÓN PROVENIENTES DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS*

- Límites de las cuencas hidrográficas– Delineadas en el WRI a partir del modelo digital de elevación “HYDRO1K” 2000 del Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS) (con 1 km de resolución para toda la región del Caribe), y de la serie provisional de datos 2003 de la Misión de Topografía de Radar del Transbordador Espacial (Shuttle Radar Topography Misión, SRTM) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de EE.UU. (NASA) (con 90 m de resolución para el Caribe oriental).

- Elevaciones y pendientes– USGS, “HYDRO1K”, 2000 (1 km de resolución para toda la región del Caribe), y NASA “SRTM,” 2003 (90 m de resolución para el Caribe oriental).
- Uso del territorio– USGS, “Global Land Cover Characteristics Database,” 2000 (1 km de resolución para la región del Caribe); Porcentaje de Cobertura de Árboles Mundial con Resolución Espacial de 500 m: Primeros Resultados del Algoritmo de Campos Continuos de Vegetación MODIS (“Global Percent Tree Cover at a Spatial Resolution of 500 Meters: First Results of the MODIS Vegetation Continuous Fields Algorithm,” 2003), de la Universidad de Maryland, (500 m de resolución para el Caribe Oriental); datos de Landsat clasificados en el 2003 por Jennifer Gebelein, Universidad Internacional de la Florida (30 m de resolución para algunas islas del Caribe Oriental).
- Porosidad del suelo– Base de datos mundial de suelos de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (“World Soil Database”), 1995.
- Precipitación– Fuerzas Armadas de EE.UU. CERL y Centro para la Teledetección y el Análisis Espacial (Center for Remote Sensing and Spatial Analysis, CRSSA), Colegio Cook, Universidad Rutgers, “Global ARC” CD, 1996.

AMENAZAS DE ORIGEN MARINO

- Puertos– NIMA, “World Port Index,” 2002.
- Sitios de extracción y procesamiento de petróleo y gas, gasoductos y oleoductos– NIMA, “VMAP,” 1997.
- Barcos de crucero (intensidad de visitación)– La información para estos datos se derivó del sitio web “Choosing Cruising” <http://www.choosingcruising.co.uk/> y fue georreferenciada en WRI, 2003.

SOBREPESCA

- Densidad de población– Departamento de Educación de los EE.UU., “LandScan,” 2001.
- Área de la plataforma– Desarrollada en el WRI a partir de datos del Instituto Hidrológico Danés (DHI), puntos de profundidad y datos sobre la ubicación de la

* El análisis del aporte de sedimentos y contaminación procedente de las cuencas hidrográficas se realizó con 1 km de resolución para todo el Caribe, y 250 m para las islas del Caribe oriental. Esta última escala, más fina, proporciona un mayor detalle para las islas pequeñas.

costa de "MIKE C-MAP"– NASA, "SeaWiFS" y NIMA, "VMAP," 1997.

- Abundancia de peces arrecifales– Sitio web de la Fundación de Educación Ambiental sobre Arrecifes (Reef Environmental Education Foundation, REEF), sitio web <http://www.reef.org/> (tomado el 10 de febrero del 2003).

UBICACIÓN DE LOS ARRECIFES CORALINOS

Los mapas de arrecifes coralinos en formato vectorial (ficheros de líneas y polígonos de ArcINFO de ESRI) son el fundamento para el mapa de los arrecifes coralinos de la región. Estos datos estaban en múltiples escalas, desde 1:30.000 a 1:1.000.000, y en diversas fuentes (ver la lista abajo). Para estandarizar estos datos, el WRI los convirtió en formato raster (ESRI ArcINFO GRID) a 500 m de resolución para su uso en el análisis. Fuentes:

- Universidad del Sur de la Florida, Instituto de Teledetección (Institute of Marine Remote Sensing, IMaRS), "Millennium Coral Reef Mapping Project," 2004 (datos de Landsat de 30 m clasificados y convertidos a fichero de forma) para las Antillas Menores (de Islas Vírgenes Británicas hasta Barbados), Islas Turcos y Caicos, Bahamas sur, República Dominicana, Haití, Jamaica, Nicaragua, y Panamá).**
- Hábitats bentónicos de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Norteamericanas, Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de EE.UU. ("Benthic Habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands," NOAA, 2001) a partir de fotografía aérea de alta resolución.
- Instituto de Manejo de la Zona Costera de Belice, 1999. (Datos de Landsat de 30 m, clasificados y convertidos a fichero de forma, para Belice).
- Para otras áreas las fuentes fueron UNEP-WCMC "Coral Reef Maps," 2002. Los datos fueron adquiridos o digitalizados por varias fuentes. Las escalas varían generalmente entre 1:60.000 y 1:1.000.000.
- Además, el WRI editó y digitalizó mapas de algunas áreas basándose en los aportes de los colaboradores del proyecto.

CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS MODELOS

Se usaron datos de varios programas de monitoreo y evaluación para explorar patrones de degradación, calibrar el análisis de amenazas, y validar los resultados:

- Programa de Productividad Costera Marina del Caribe (Caribbean Coastal Productivity Program, CARI-COMP)– Parámetros de hábitats de arrecifes coralinos de 27 localidades en 20 países (1993 – 2001).
- Evaluación Rápida de Arrecifes del Atlántico y el Golfo (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment, AGRRA)– Este protocolo de evaluación ha sido aplicado a más de 730 localidades de arrecifes en 17 países a través de la región, entre 1997 y 2001, suministrando una foto (en una sola vez) de muchos indicadores de condición del arrecife.
- Reef Check– Programa de prospección de arrecifes por voluntarios. El protocolo ha recolectado parámetros físicos, biológicos y sociales de 186 sitios en 16 países de la región desde 1997.
- REEF (Reef Environmental Education Foundation)– Prospecciones de peces arrecifales con datos de más de 2.500 localidades en toda la región.

Calibración del modelo

Los colaboradores del proyecto Arrecifes en Peligro aportaron valiosas orientaciones para el desarrollo del modelo de amenazas y la revisión de sus resultados. Las opiniones de los expertos, junto con las observaciones de Reef Check sobre las amenazas a los arrecifes, fueron empleadas para calibrar los estimados de amenaza del desarrollo costero y de los sedimentos y contaminación terrestre. Los datos de REEF sobre peces arrecifales fueron utilizados para calibrar el estimado de amenaza de la presión pesquera. Debido a la escasez de datos con suficiente detalle, la opinión de los expertos que asistieron al taller de Arrecifes en Peligro en el Caribe, fue la fuente principal para la calibración del estimado de amenaza de origen marino.

** El Proyecto de Mapeo de Arrecifes Coralinos del Milenio desarrolló una clasificación geomorfológica de los arrecifes. Para hacer los datos comparables con otras fuentes de mapas, el proyecto Arrecifes en Peligro seleccionó un grupo de sólo 30 categorías. Se incluyeron categorías con una alta probabilidad de ser coral vivo (como arrecifes frontales, fondos rocosos intermareales, pináculos de barrera arrecifal, y terrazas bajas), mientras que se excluyeron otras como los bancos sumergidos y los indeterminados. Puede encontrarse mayor detalle en <http://reefsatrisk.wri.org/>

Validación del análisis de amenazas y exploración de las relaciones con indicadores de programas de evaluación y monitoreo

Usando los resultados de 22 sitios CARICOMP que poseen información de tendencias (varios años de datos entre 1993 y 2001), el estudio muestra que:

- Los sitios identificados como amenazados por sedimentos y contaminación de fuentes terrestres tuvieron mucha mayor reducción de la cobertura de coral pétreo (pérdidas de 9% en áreas de amenaza alta, en contraste con pérdidas de 1% en áreas de baja amenaza).
- Los sitios identificados como amenazados (amenaza media o alta) por el desarrollo costero o las amenazas de origen marino tuvieron un promedio de incremento del recubrimiento por algas mucho mayor que los sitios considerados de amenaza baja (el incremento fue dos veces mayor en los sitios amenazados).
- Pocos sitios CARICOMP fueron identificados como con baja amenaza de sobrepesca. Los sitios identificados como de amenaza alta de presión de sobrepesca tuvieron mayores promedios de pérdida de cobertura de coral pétreo y superiores ganancias en recubrimiento de algas en comparación con sitios de amenaza media.

Se desarrollaron varios indicadores de condición de corales para los 432 sitios de evaluación de AGRRA. Estos indicadores incluyen la densidad de corales, la proporción de diferentes especies de corales, extensión de la cobertura por corales pétreos, mortalidad reciente y antigua, y un índice macroalgal. De estos indicadores, el índice macroalgal, la mortalidad antigua y la cobertura de coral pétreo fueron los únicos que mostraron relaciones estadísticamente significativas (95%) con los indicadores de amenaza. Se combinaron las tres amenazas relacionadas con la contaminación (desarrollo costero, amenazas de origen marino, y contaminación y sedimentos de origen terrestre) para este análisis. Se descubrió que:

- La extensión promedio de la mortalidad antigua fue mayor en sitios identificados como amenazados por la contaminación (29% en sitios con amenaza alta, en contraste con 26% en sitios con amenaza baja).
- La cobertura promedio de coral pétreo fue ligeramente mayor en sitios identificados con amenaza baja de contaminación (8.2%) que en los de amenaza alta (7.3%).
- El índice macroalgal promedio fue mayor en sitios identificados como amenazados por contaminación (150 en sitios con amenaza alta y 123 en sitios con baja).
- Además, el índice macroalgal promedio fue superior en sitios identificados como amenazados por sobrepesca (170 en sitios con amenaza alta, 100 en sitios con baja).

Apéndice C. ACTIVIDADES DE INFORMACIÓN EN EL CARIBE

La información disponible y las limitaciones de información actual se presentan en cinco categorías amplias a saber: información sobre la ubicación y extensión de los arrecifes coralinos (mapeo de arrecifes); información sobre el impacto a los arrecifes y sobre su condición; accesibilidad de tal información; información sobre protección y manejo de recursos costeros; y valoración de estos recursos. Se realizan actualmente esfuerzos para atender muchas de las deficiencias que se mencionan abajo.

CARTOGRAFIA DE ARRECIFES CORALINOS

Los estimados del área de arrecife varían ampliamente a través de la región (*ver Tabla A1*). Para muchos países, no hay mapas nacionales de arrecifes coralinos de los cuales pueda estimarse el área arrecifal. La Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de EE.UU. (NOAA) ha mejorado recientemente el mapeo de hábitats bentónicos de las Islas Vírgenes Norteamericanas y Puerto Rico, y el proyecto de planeamiento ecoregional de Las Bahamas (coordinado por The Nature Conservancy) está mejorando la cartografía de los arrecifes en las Bahamas. Además, el proyecto de Mapeo de Arrecifes Coralinos del Milenio, una colaboración entre la Universidad del Sur de la Florida y la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de EE.UU. (NASA), está cartografiando la geomorfología de los arrecifes del mundo a partir de imágenes Landsat de 30m. Se espera que estos mapas estén disponibles para todo el Caribe durante el 2004. (Ver <http://eol.jsc.nasa.gov/reefs/>)

MONITOREO Y EVALUACIÓN

La información sobre la condición de los arrecifes coralinos es escasa, en parte debido a la gran extensión del área arrecifal, en 35 países y territorios, pero también debido a la falta de recursos financieros dedicados al monitoreo de los ecosistemas costeros. Sin embargo, algunos esfuerzos merecen ser mencionados:

- Un esfuerzo importante en la región es el Programa Productividad Costera del Caribe (CARICOMP), un programa de largo plazo que usa métodos de monitoreo estandarizados. CARICOMP ha recolectado, desde 1993, datos en 27 localidades de arrecifes de 20 países. Ya en el 2001, el monitoreo repetido en 22 sitios ha permitido establecer tendencias temporales en parámetros tales como cobertura de coral vivo. (Ver <http://www.uwimona.edu.jm/cms/ccdc.htm/>)
- El esfuerzo más reciente y de mayor cobertura geográfica en la región consiste en la evaluación de recursos, mas que en el monitoreo. El protocolo Evaluación Rápida de Arrecifes del Atlántico y el Golfo (AGRRA) ha sido aplicado en más de 730 localidades en 17 países de la región. Esta evaluación provee una instantánea de muchos indicadores de condición de los arrecifes que apoyará el establecimiento de normas

regionales y permitirá hacer comparaciones entre diferentes áreas en la región.

- Ciertas universidades, laboratorios marinos, e instituciones gubernamentales de la región realizan diversas actividades de investigación, mapeo y monitoreo de arrecifes coralinos. La Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe (Association of Marine Labs of the Caribbean, AMLC) se reúne anualmente para intercambiar información. Otros esfuerzos notables son el del Santuario Marino Nacional de los Cayos de la Florida y del Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos en Colombia (SIMAC), los cuales tienen buenas series temporales de datos para esas áreas.
- Otras actividades importantes incluyen a buceadores voluntarios para monitorear arrecifes coralinos. Desde 1997, el programa Reef Check ha registrado las condiciones sociales, físicas y biológicas en más de 186 sitios de 16 países de la región, suministrando información sobre hábitats bentónicos, invertebrados y peces arrecifales. (Ver <http://www.reefcheck.org/>)
- El proyecto de prospecciones de peces de la fundación REEF (Reef Environmental Education Foundation) permite a los buceadores de SCUBA y el equipo ligero coleccionar y difundir información sobre las poblaciones de peces arrecifales. REEF ha evaluado más de 2.500 sitios en toda la región. Recientemente, The Ocean Conservancy se ha asociado con REEF para desarrollar una componente bentónica para buceadores deportivos llamada RECON. (Ver <http://www.reef.org/>)

INTEGRACIÓN Y ACCESIBILIDAD DE LOS DATOS

Estas actividades de evaluación y monitoreo proveen información valiosa, pero para un número relativamente escaso de arrecifes coralinos en el Caribe. Hasta el presente, sólo algunas de estas fuentes ofrecen información al público, y poca de esta información se ha consolidado en un depósito central. Entre los esfuerzos de mayor interés para consolidar información sobre arrecifes coralinos están:

- **ReefBase** (<http://www.reefbase.org/>)— Ofrece una amplia variedad de información sobre los arrecifes coralinos del mundo, incluyendo resúmenes de estatus, una base de datos sobre blanqueamiento de corales, imágenes satelitales, y mapas en un servidor de internet.
- **El Centro de Datos Costeros del Caribe, Universidad de West Indies, UWI** (<http://www.uwimona.edu.jm/cms/ccdc.htm/>)— Es un depósito central de información sobre arrecifes coralinos del Caribe y de datos ambientales costeros. Se planea un servidor de Internet de mapas para el 2004.
- **La Red Mundial de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (GCRMN)** (<http://www.gcrmn.org/>)— Usando su red de colaboración, el GCRMN ha producido publicaciones bia-

nuales del estado de los arrecifes coralinos del mundo desde 1998. Estas publicaciones brindan un buen texto resumido para cada país, basado en información de monitoreo, observaciones anecdóticas, y opiniones de expertos sobre impactos observados sobre los arrecifes coralinos y los cambios en la condición de éstos y sus pesquerías asociadas.

- **Enfermedades de corales**— Existen actualmente algunos esfuerzos para consolidar y mantener bases de datos sobre enfermedades de corales y blanqueamiento de corales. La Universidad de Puerto Rico, NOAA, y el PNUMA-WCMC proveen información extensa sobre incidencia de enfermedades de corales en toda la región. (Ver <http://www.wcmc.org.uk/marine/coraldis/home.htm/>)
- **Blanqueamiento de corales**— Reef Base mantiene una base de datos en línea sobre blanqueamiento de corales. NOAA está trabajando para producir herramientas para predecir donde podría ocurrir un blanqueamiento de corales a partir de la temperatura de la superficie del mar y las condiciones del tiempo. (Ver http://www.osdpd.noaa.gov/OSDPD/OSDPD_high_prod.html)



PROTECCIÓN Y MANEJO

La información sobre protección y manejo de arrecifes coralinos es escasa. El mapeo de áreas protegidas marinas en la región es insuficiente, y la información sobre políticas de manejo y restricciones de uso en las áreas marinas protegidas (AMPs) es a menudo inaccesible. También es inaccesible la información sobre la efectividad del manejo de las AMPs, la cual permitiría la diferenciación entre los “parques de papel” y las áreas con una protección real. La información sobre áreas protegidas y el intercambio de experiencias debe mejorar en el futuro bajo la Red y Foro de Manejo de Áreas Marinas Protegidas del Caribe (Caribbean Marine Protected Areas Management Network and Forum, CaMPAM), una iniciativa dirigida a mejorar la efectividad de las AMPs.

VALOR ECONÓMICO

A menudo, no se reconoce el valor económico verdadero de los arrecifes coralinos, y esto afecta la creación de incentivos para el manejo efectivo de estos recursos vitales. Son pocos los estudios existentes sobre el valor económico de los arrecifes coralinos, y los que se han hecho han usado métodos tan variados, que la comparación entre estudios a menudo es difícil. Se hacen intentos para promover la realización de valoraciones más consistentes de recursos costeros en la región del Caribe. (Ver [http://marineeconomics.noaa.gov/.](http://marineeconomics.noaa.gov/))

Acróminos y Glosario

ACRÓNIMOS

AGRRA	Evaluación Rápida de Arrecifes del Atlántico y el Golfo (<i>Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment</i>)
AMP	Área Marina Protegida
CARICOMP	Programa Productividad Costera Marina del Caribe (<i>Caribbean Coastal Marine Productivity Program</i>)
CITES	Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies en Peligro (<i>Convention on International Trade in Endangered Species</i>)
ENOS	El Niño Oscilación del Sur
MARPOL	Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación Marina por los Buques
MIC	Manejo Integrado Costero
PNB	Producto Nacional Bruto
SIG	Sistema de Información Geográfica
SPAW	Áreas, y Flora y Fauna Silvestre Especialmente Protegidas (Protocolo de la Convención de Cartagena)
TSM	Temperatura Superficial del Mar
UNESCO	Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

GLOSARIO

- Afloramiento**— un proceso en el cual el agua caliente de la superficie es forzada lejos de la costa por corrientes de mar abierto (empujadas por el viento, por ejemplo), la cual es reemplazada por agua fría, a menudo rica en nutrientes, traída desde zonas más profundas hacia la superficie.
- Antropogénico**— originado por personas, resultante de las actividades humanas.
- Arrecife de barrera**— arrecife coralino largo y estrecho, casi paralelo a la costa y separado de ésta por una laguna de considerable profundidad y anchura. A menudo, éste está interrumpido por pasos o canales.
- Arrecife de borde**— arrecife de plataforma que crece cerca de la costa. Algunos se desarrollan alrededor de islas oceánicas. Es sinónimo de arrecife costero.
- Batimetría**— medida de la profundidad del océano para determinar la topografía del lecho marino.
- Biodiversidad**— diversidad total y variabilidad de los seres vivos y sistemas (por ejemplo, arrecifes coralinos), de los que ellos son parte.
- Blanqueamiento de corales**— proceso en el que un pólipo de coral, por estrés ambiental, expulsa las zooxantelas simbióticas de su cuerpo. La colonia de coral se muestra blanqueada.
- Días-cama de pasajeros**— una medida común de ocupación usada por la industria de líneas de crucero. Los “días-cama” son calculados multiplicando el número de camas ocupadas por el de días que éstas son ocupadas.
- Enfermedad de coral**— cualquier afectación de las funciones o sistemas vitales del coral, incluyendo interrupción, cesación, proliferación, u otra disfunción vital.
- Eutrofización**— proceso mediante el cual un exceso de nutrientes estimula el desarrollo de plantas, agotando el oxígeno del agua.
- Fotosíntesis**— proceso mediante el cual las plantas manufacturan su propia energía a partir de la reacción química del dióxido de carbono y el agua, en presencia de luz solar y clorofila. El oxígeno es un subproducto fotoquímico de la fotosíntesis.
- Gases de invernadero (GI)**— gases atmosféricos, principalmente dióxido de carbono, metano, y óxido nitroso, que restringen que cierta cantidad de energía calórica escape de la atmósfera terrestre directamente de vuelta al espacio.
- Larva**— fase juvenil del ciclo de vida de un animal.
- Patógeno**— organismo que causa una enfermedad dentro de otro organismo.
- Substrato**— material que constituye la base sobre la que un organismo vive o se fija.
- Zooxantelas**— plantas simbióticas unicelulares que viven dentro de los corales constructores de arrecifes. Proveen alimento a través de la *fotosíntesis*, y es usada como una de las fuentes de energía para los pólipos del coral. Ellas también dan la coloración a los corales. (Ver *blanqueamiento de corales*).

- 1 Estimados previos del área de arrecifes coralinos del Caribe varían de 20.000 a 30.000 km². Ver Apéndice A, Tabla A1 para comparación por países, y Apéndice B para las fuentes empleadas para la confección del mapa de arrecifes coralinos y para los estimados de área arrecifal.
- 2 M.D. Spalding, *Guide to the Coral Reefs of the Caribbean* (Berkeley, California: University of California Press, 2004).
- 3 T.A. Gardner et al. 2003. "Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals." *Science* 301:958-960.
- 4 Spalding (2004).
- 5 T.P. Hughes et al. 2003. "Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs." *Science* 301:929-933.
- 6 E.P. Green y A.W. Bruckner. 2000. "The Significance of Coral Disease Epizootiology for Coral Reef Conservation." *Biological Conservation* 96: 347-461.
- 7 D.L. Bryant et al., *Reefs at Risk: A Map-Based Indicator of Threat to the World's Coral Reefs*. (Washington, DC: World Resources Institute, 1998).
- 8 A. Vanzella-Khouri, "Marine Biodiversity Issues in the Wider Caribbean Region." Ponencia presentada en el Taller sobre Biodiversidad Marina del Caribe, Montego Bay, Jamaica, octubre 27-29, 1998.
- 9 P.A. Kramer. 2003. "Synthesis of Coral Reef Health Indicators for the Western Atlantic: Results of the AGRRA Program (1997-2000)," En *Status of the Coral Reefs of the Western Atlantic: Results of the Initial Survey, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRR) Program*. J.C. Lang, ed. *Atoll Research Bulletin* 496: 1-57.
- 10 La cantidad y densidad de población dentro de 10 km de la costa fueron calculadas en el WRI usando la serie datos reticulados de población para 1990 y 2000 de CIESIN (*Center for International Earth Science Information Network, Gridded Population of the World, Version 3* (Palisades, NY: CIESIN, Columbia University, 2003)) y los mapas de escala 1:250.000 del *World Vector Shoreline* (E.A. Soluri y V.A. Woodson. 1990. "World Vector Shoreline." *International Hydrographic Review* 67 (1)). (Ver Tabla A3)
- 11 Calculado en WRI usando datos Landsat del Departamento de Energía de los EE.UU. (US DOE), del World Vector Shoreline, y datos de arrecifes coralinos de fuentes descritas en el Apéndice B.
- 12 S.C. Jameson, J.M. McManus, y M.D. Spalding, *State of the Reefs: Regional and Global Perspectives* (Washington, DC: US Department of State, 1995)
- 13 D. Souter y O. Linden. 2000. "The Health and Future of Coral Reef Systems." *Ocean and Coastal Management* 43:657-688.
- 14 Souter y Linden (2000).
- 15 United Nations Environment Program (UNEP), *Municipal Waste Water as a Land-Based Source of Pollution in Coastal and Marine Areas of Latin America and the Caribbean* (GPA y UNEP-ROLAC, 2001a), p. 8.
- 16 D.D. Turgeon et al., *The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2002* (Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2002), p. 108.
- 17 UNEP (2001a), p. 15.
- 18 L. Burke et al., *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems* (Washington, DC: World Resources Institute, 2000), p. 67; P. Pattullo, *Last Resorts — The Cost of Tourism in the Caribbean* (London, UK: Cassell, 1996).
- 19 Los porcentajes de tierras clasificadas como agrícolas se basan en la Base Mundial de Datos sobre la Caracterización del Uso del Territorio (Global Land Cover Characterization Database) con resolución de 1 km, del Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS). 1997. Área territorial clasificada como "tierra de cultivo", más la mitad del territorio clasificado como "mosaico de tierra agrícola y natural", todo como porcentaje del total.
- 20 H.M. Guzman, "The Caribbean Coral Reefs of Panama," En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 260; J. Cortés y C. Jiménez, "Past, Present and Future of the Coral Reefs of the Caribbean Coast of Costa Rica," *Ibid.* p. 233; J. Ryan y Y. Zapata, "Nicaragua's Coral Reefs," *Ibid.*, p. 211.
- 21 Crop acreage for the Caribbean (*Área de cultivo en el Caribe*), Organización de las N.U. para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2002. FAOSTAT. <http://apps.fao.org/>
- 22 S. Wood, K. Sebastian, y S.J. Scherr, *Pilot Analysis of Global Ecosystems: AgroEcosystems* (Washington, DC: World Resources Institute, 2000), p. 36.
- 23 Burke et al. (2000) p. 85.
- 24 E. Weil, "The Corals and Coral Reefs of Venezuela". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 314.
- 25 United Nations Environment Program (UNEP), *Regional Overview of Land-Based Sources of Marine Pollution: CEP Technical Report No. 33* (UNEP, 1994).
- 26 Las cuencas hidrográficas fueron delineadas en el WRI como parte del proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe. Usando el Modelo de Elevación Digital (DEM) de USGS HYDRO1K para el continente y grandes islas, y los datos de NASA SRTM para el Caribe oriental, el proyecto identificó más de 3.200 cuencas hidrográficas que descargan al Caribe.
- 27 J. Sweeting y S. Wayne, *A Shifting Tide: Environmental Challenges and Cruise Industry Responses* (Washington DC: Conservation International, 2003), p. 16.
- 28 United Nations Environment Program (UNEP), *Pollution from the Land: The Threat to Our Seas* (The Hague, Netherlands: UNEP GPA Coordination Office, 2001b); UNEP (1994).
- 29 Z. Dubinsky y N. Stambler. 1996. "Marine Pollution and Coral Reefs." *Global Change Biology* 2:511-26.
- 30 Sweeting y Wayne (2003), p. 16.
- 31 J. Mohammed, R. Torres, y E. Obenshain, *Waste Reduction at Sea: Pollution Prevention Strategies on Miami-Based Cruise Lines* (Miami: Division of Marine Affairs, University of Miami, 1998).
- 32 Pattullo (1996).
- 33 The Ocean Conservancy, *Cruise Control* (Washington, DC: The Ocean Conservancy, 2002), p. 9.
- 34 *Ibid.* p. 11. Estimado basado en información de días-camas de "2000 Cruise Line Destination Analysis" y en una tasa de generación de residuales 3.5 kg por persona por día, de los estimados de la Organización Marítima Internacional (OMI).
- 35 UNEP (1994).
- 36 El WRI desarrolló un estimado para el Gran Caribe basado en los datos de The Ocean Conservancy, "International Coastal Cleanup 2003: Peoples, Pounds, Miles—List of Countries". Ver <http://coastalcleanup.org/> (tomado en enero del 2004).
- 37 El Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación desde Buques fue adoptado en 1973. Este convenio fue modificado posteriormente por el Protocolo de 1978 sobre el tema, y adoptado ese mismo año. El protocolo introdujo regulaciones más estrictas para el examen y certificación de los buques. El convenio y el protocolo han de ser leídos como un instrumento legal, conocido usualmente como MARPOL 73/78.
- 38 United Nations Environment Program (UNEP). 2001c. "An Overview of Land-Based Sources of Marine Pollution". Ver <http://www.cep.unep.org/issues/lbsp.html/> (tomado el 15 de junio del 2002).
- 39 International Maritime Organization (IMO), *The Caribbean Sea: A Very Special Area* (IMO, 1994), p. 7.
- 40 MARPOL – El Convenio Internacional para la Prevención de la Contaminación desde Buques, 1973; London Dumping: Convenio sobre la Prevención de la Contaminación Marina por Vertidos de Residuales y otras Materias, 1972; OPRC – Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos, 1990; CLC - Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños por Contaminación por Hidrocarburos, 1969; FUND – Convenio Internacional para el Establecimiento de un Fondo Internacional para la Compensación por Daños por Contaminación por Hidrocarburos, 1971.
- 41 Hughes et al. (2003).
- 42 J.A. Bohnsack, "The Impacts of Fishing on Coral Reefs" En *Proceedings of the Colloquium on Global Aspects of Coral Reefs: Health, Hazards and History*. R. Ginsburg, ed. (Miami: Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, University of Miami, 1993), pp. 196-200.
- 43 J.L. Munro, "Effects of Fishing on Coral Reef Ecosystems". En *Proceedings of the Norway/UN Conference on the Ecosystem Approach to Sustainable Use of Biological Diversity*. (Trondheim: Norwegian Directorate for Nature Management & Norwegian Institute for Nature Research, 1999), p.282.
- 44 Bohnsack (1993).
- 45 J.W. McManus et al. 2000. "Coral Reef Fishing and Coral-Algal Phase Shifts: Implications for Global Reef Status." *ICES Journal of Marine Science* 57:572- 578.

- 46 J.N. Butler et al. 1993. "The Bermuda Fisheries: A Tragedy of the Commons Averted?" *Environment* 35 (1): 7-33.
- 47 C. Roberts. 1995. "Effect of Fishing on the Ecosystem Structure of Reefs." *Conservation Biology* 9 (5): 988-995.
- 48 Bohnsack (1993).
- 49 B. Chakalall, R. Mahon, y P. McConney, "Fisheries Governance in the Caribbean". En *ACP-EU Fisheries Research Initiative Workshop: Proceedings of the Third Dialogue Meeting: Caribbean and Pacific and the European Union*, Belize City, Belize, 5-10 December 1996 (Brussels: European Commission, 1997).
- 50 F.R. Gell y C.M. Roberts, *The Fishery Effects of Marine Reserves and Fishery Closures* (Washington DC: World Wildlife Fund, 2002).
- 51 Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), *Climate Change 2001: Synthesis Report* (Cambridge: Cambridge University Press, 2001a).
- 52 Ibid.
- 53 R.W. Buddemeier, J.A. Kleypas, y R.B. Aronson, *Coral Reefs and Global Climate Change: Potential Contributions of Climate Change to Stresses on Coral Reef Ecosystems* (Arlington, VA: Pew Center on Global Climate Change, 2004).
- 54 P.L. Jokiel y S. L. Coles. 1977. "Effects of Temperature on the Mortality and Growth of Hawaiian Reef Corals." *Marine Biology* 43:201-208; Idem, 1990. "Response of Hawaiian and Other Indo-Pacific Reef Corals to Elevated Temperature." *Coral Reefs* 8:155-162; P.W. Glynn y L. D'Croz. 1990. "Experimental Evidence for High Temperature Stress as the Cause of El Niño-Coincident Coral Mortality." *Coral Reefs* 8:181-191.
- 55 A.E. Strong et al. 1997. "Improved Satellite Techniques for Monitoring of Coral Reef Bleaching". En *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* 2:1495-1498.
- 56 P.W. Glynn. 1984. "Widespread Coral Mortality and the 1982-83 El Niño Warming Event." *Environmental Conservation* 11:133-146; B.E. Brown y Suharsano. 1990. "Damage and Recovery of Coral Reefs Affected by El Niño Related Seawater Warming in Thousand Islands, Indonesia." *Coral Reefs* 8:163-170; M. Croffroth, H. Lasker, y J.K. Oliver, "Coral Mortality Outside the Eastern Pacific During 1982-83: relationship to El Niño". En *Global Consequences of the 1982-83 El Niño Southern Oscillation*. P. Glynn, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 1990), pp. 141-147; P.A. Marshall y A. H. Baird. 2000. "Bleaching of Corals on the Great Barrier Reef: Differential Susceptibilities Among Taxa." *Coral Reefs* 19:155-163; P.A. Kramer y P.R. Kramer. 2002. "Transient and Lethal Effects of the 1998 Coral Bleaching Event on the Mesoamerican Reef System." *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium* 2:1175-1180.
- 57 Spalding (2004).
- 58 P.W. Glynn. 1996. "Coral Reef Bleaching: Facts, Hypotheses and Implications." *Global Change Biology* 2:495-509.
- 59 Reefbase, "Coral Bleaching Dataset". Ver <http://www.reefbase.org/> (tomado el 10 de agosto 2004).
- 60 E.H. Williams, Jr. y L. Bunkley-Williams. 1988. "Bleaching of Caribbean Coral Reef Symbionts in 1987-1988." *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium* 3:313-318; J.C. Lang et al. 1992. "Spatial and Temporal Variability During Periods of 'Recovery' after Mass Bleaching on Western Atlantic Coral Reefs." *American Zoologist* 32:696-706.
- 61 J.M. Lough. 2000. "1997-98: Unprecedented Thermal Stress to Coral Reefs?" *Geophysical Research Letters* 23:3901-3904.
- 62 C. Wilkinson, *Status of Coral Reefs of the World: 2000* (Townsville: Australian Institute Marine Science, 2000).
- 63 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), *Climate Change 2001: The Scientific Basis* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2001b).
- 64 O. Hoegh-Guldberg. 1999. "Climate Change, Coral Bleaching and the Future of the World's Coral Reefs." *Marine and Freshwater Research* 50:839-866.
- 65 A.C. Baker et al. 2004. "Corals' Adaptive Response to Climate Change." *Nature* 430:741.
- 66 W.F. Precht y R.B. Aronson. 2003. "Climate Flickers and Range Shifts of Corals." *Geological Society of America Abstracts with Programs* 35:84.
- 67 S.B. Goldenberg et al. 2001. "The Recent Increase in Atlantic Hurricane Activity: Causes and Implications." *Science* 293:474-479; L. Bengtsson. 2001. "Hurricane Threats." *Idem* 293:440-441.
- 68 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability* (Cambridge: Cambridge University Press, 2001c).
- 69 B.E. Brown, "Disturbances to Reefs in Recent Times". En *Life and Death of Coral Reefs*. C. Birkeland, ed. (New York: Chapman & Hall, 1997), p. 377.
- 70 IPCC (2001c).
- 71 A.C. Neumann y I. MacIntyre. 1985. "Reef Response to Sea Level Rise: Keep-Up, Catch-Up or Give-Up." *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, Tahiti, 1985, vol. 3.
- 72 Brown (1997), p. 377.
- 73 Brown (1997), p. 378.
- 74 J.A. Kleypas et al. 1999. "Geochemical Consequences of Increased Atmospheric Carbon Dioxide on Coral Reefs." *Science* 284:118-120.
- 75 J.K. Reaser, R. Pomeroy y P.O. Thomas. 2000. "Coral Bleaching and Global Climate Change: Scientific Findings and Policy Recommendations." *Conservation Biology* 14: 500-511.
- 76 Green y Bruckner (2000).
- 77 H.A. Lessios, D.R. Robertson y J.D. Cubitt. 1984. "Spread of *Diadema* Mass Mortality throughout the Caribbean." *Science* 226:335-337.
- 78 W.B. Gladfelter. 1982. "White Band Disease in *Acropora palmata*: Implications for the Structure and Growth of Shallow Reefs." *Bulletin of Marine Science* 32:639-643; R.B. Aronson y W.F. Precht, "Evolutionary Palaeoecology of Caribbean Coral Reefs". En *Evolutionary Paleocology: The Ecological Context of Macroevolutionary Change*. W.D. Allmon y D.J. Bottjer, eds. (New York: Columbia University Press, 2001), pp. 171-233.
- 79 I. Nagelkerken et al. 1997. "Widespread Disease in Caribbean Sea Fans: 1. Spreading and General Characteristics." *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium* 1:679-682.
- 80 E. Weil, "Caribbean Coral Reef Diseases, Status and Research Needs." Resumen preparado para el Taller Prioridades en la Investigación de Arrecifes Coralinos, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Florida, October 3-5, 2001; P. Dustan. 1977. "Vitality of Reef Coral Populations off Key Largo, Florida: Recruitment and Mortality." *Environmental Geology* 2:51-58.
- 81 United Nations Environment Program-World Conservation Monitoring Center (UNEP-WCMC) *Global Coral Disease Database* (GCDD) (US NOAA y UNEP-WCMC, 2001). Ver <http://www.wcmc.org.uk/marine/coraldis/>.
- 82 Weil (2001); Kramer (2003).
- 83 Weil (2001).
- 84 V.H. Garisson, et al. 2003. "African and Asian Dust: From Desert Soils to Coral Reefs." *Bioscience* 53:469-480.
- 85 E.C. Peters, "Diseases of Coral Reef Organisms". En *Life and Death of Coral Reefs*. C. Birkeland, ed. (New York: Chapman & Hall, 1997).
- 86 El "Índice de Amenaza" confiere una calificación de "muy alta" a las áreas consideradas como "alta" para tres o cuatro indicadores individuales de amenaza.
- 87 Gardner et al. (2003).
- 88 Kramer (2003).
- 89 Ibid.
- 90 G. Hodgson y J. Liebler, *The Global Coral Reef Crisis Trends and Solutions: 5 Years of Reef Check* (USA: University of California, 2002).
- 91 Kramer (2003).
- 92 Calculado en el WRI usando los datos de las prospecciones de ReefCheck de 1998-2002 (160 observaciones).
- 93 Calculado en el WRI usando los datos de CARICOMP. De los 27 sitios CARICOMP para los cuales existían datos, 22 sitios tenían registros de varios años. Se comparó la cobertura de corales pétreos para el primero y último año.
- 94 Kramer (2003).
- 95 UNESCO, *CARICOMP - Caribbean Coral Reef, Seagrass and Mangrove Sites* (Paris: UNESCO, 1998), p. 229.
- 96 G. Gaudfian y P. Medley, "The Turks and Caicos". En *Seas at the Millennium: An Environmental Evaluation. Vol 1. Regional Chapters: Europe, The Americas and West Africa*. C.R.C. Sheppard, ed. (Oxford, UK: Elsevier Press, 2000), p. 589.
- 97 K.C. Buchan, "The Bahamas". En *Seas at the Millennium: An Environmental Evaluation. Vol 1. Regional Chapters: Europe, The Americas and West Africa*. C.R.C. Sheppard, ed. (Oxford, UK: Elsevier Press, 2000), p. 421.
- 98 D. Linton et al., "Status of Coral Reefs in the Northern Caribbean and Atlantic Node of the GCRMN". En *Status of Coral Reefs of the World: 2002*. C. Wilkinson, ed. (Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2002), p. 280.

- 99 Ibid., p. 269.
- 100 Ibid., p. 284.
- 101 Ibid., p. 285.
- 102 Ibid., p. 287.
- 103 Buchan (2000), p. 423.
- 104 Linton et al. (2002), p. 287.
- 105 Ibid., p. 290.
- 106 R. Claro, K.C. Lindeman, y L.R. Parenti, *Ecology of Marine Fishes of Cuba* (Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 2001), pp. 194-219.
- 107 Linton et al. (2002), p. 285.
- 108 Ibid., p. 281.
- 109 Ibid., p. 282.
- 110 C. Manfrino et al., 2003. "Status of the Coral Reefs of Little Cayman, Grand Cayman and Cayman Brac, British West Indies, in 1999 and 2000". En *Status of the Coral Reefs of the Western Atlantic: Results of the Initial Survey, Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRR) Program*. J.C. Lang, ed. *Atoll Research Bulletin* 496:204-226.
- 111 Linton et al. (2002), p. 287.
- 112 Manfrino et al. (2003).
- 113 Linton et al. (2002), p. 285.
- 114 B. Causey et al., "Status of Coral Reefs in the US Caribbean and Gulf of Mexico". En *Status of Coral Reefs of the World: 2002*. C. Wilkinson, ed. (Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2002), p. 263.
- 115 Turgeon et al. (2002), p. 6.
- 116 Ibid., p. 123.
- 117 Ibid.
- 118 Causey et al. (2002), p. 256.
- 119 J.R. Garcia et al., "Puerto Rican Reefs". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 126.
- 120 R. Mahon. 1993. "Lesser Antilles". En *Marine Fishery Resources of the Antilles: Lesser Antilles, Puerto Rico and Hispaniola, Jamaica, Cuba*. FAO Fisheries Technical Paper 326, pp. 1-98.
- 121 Mahon (1993).
- 122 P.A. Murray, K.E. Nichols, y R. Delaney, "Global Climate Change: How Might it Affect the Fisheries of the Caribbean SIDS?" en *Proceeding of the 54th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. L. Creswell, ed. (Fort Pierce, Florida: GCFI, 2003).
- 123 Pattullo (1996).
- 124 C.S. Rogers y J. Beets. 2001. "Degradation of Marine Ecosystems and Decline of Fishery Resources in Marine Protected Areas in the US Virgin Islands." *Environmental Conservation* 28(4): 312-322.
- 125 A.F. Smith, C.S. Rogers, y C. Bouchon. 1999. "Status of Western Atlantic Coral Reefs in the Lesser Antilles." *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, pp. 351-356.
- 126 Rogers y Beets (2001).
- 127 Causey et al. (2002), p. 256.
- 128 Spalding et al. (2001), p. 168.
- 129 J. Garzón-Ferreira et al., "Status of Coral Reefs in Southern Tropical America". En *Status of Coral Reefs of the World: 2002*. C. Wilkinson, ed. (Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2002), p. 326.
- 130 E. Weil, "The Corals and Coral Reefs of Venezuela". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 321.
- 131 UNESCO (1998), p. 144.
- 132 Weil (2003), p. 320.
- 133 Ibid.
- 134 J. Ryan y Y. Zapata, "Nicaragua's Coral Reefs". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 212.
- 135 H.M. Guzman, "The Caribbean Coral Reefs of Panama". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 246.
- 136 J. Garzón-Ferreira y J.M. Díaz, "The Caribbean Coral Reefs of Colombia". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 275.
- 137 Ryan y Zapata (2003), p. 213.
- 138 Guzmán (2003), p. 249.
- 139 Ibid., p. 246.
- 140 H.M. Guzmán, C. Guevara, y A. Castillo. 2003. "Natural Disturbances and Mining of Panamanian Coral Reefs by Indigenous People." *Conservation Biology* 17(5): 1396-1401.
- 141 Guzman (2003), p. 260.
- 142 Garzón-Ferreira y Díaz (2003), p. 280.
- 143 B. Salvat et al., *Coral Reef Protected Areas in International Instruments: World Heritage Convention*, World Network of Biosphere Reserves, Ramsar Convention (Moorea, French Polynesia: CRILOBE-EPHE, 2002), p. 73.
- 144 Spalding et al. (2001), p. 115.
- 145 E. Jordán-Dahlgren y R.E. Rodríguez-Martínez, "The Atlantic Coral Reefs of Mexico". En *Latin American Coral Reefs*. J. Cortés, ed. (Amsterdam: Elsevier Press, 2003), p. 150.
- 146 P. Almada-Villela et al., "Status of Coral Reefs of Mesoamerica". En *Status of Coral Reefs of the World: 2002*. C. Wilkinson, ed. (Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2002), p. 312.
- 147 A.R. Harborne, D.C. Afzal y M.J. Andrews. 2001. "Honduras: Caribbean Coast." *Marine Pollution Bulletin* 42 (12): 1221-1235.
- 148 Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez (2003), p. 152.
- 149 M.D. McField, "The Influence of Disturbances and Management on Coral Reef Community Structures in Belize." Tesis Doctoral, Universidad del Sur de la Florida, 2001, p. 8.
- 150 International Coral Reef Initiative. "Better Banana Project: Controlling Erosion and Pollution from Banana Plantations". Ver <http://www.icriforum.org/secretariat/banana.html/>.
- 151 McField (2001), p. 47.
- 152 R.B. Aronson et al. 2000. "Coral Bleach-Out in Belize." *Nature* 405:36.
- 153 P.J. Mumby. 1999. "Bleaching and Hurricane Disturbances to Populations of Coral Recruits in Belize." *Marine Ecology Progress Series* 190:27-35.
- 154 P. Almada-Villela et al. (2002), p. 314.
- 155 Ibid., p. 316.
- 156 Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez (2003), p. 134.
- 157 Turgeon et al. (2002), p. 148.
- 158 Ibid., p. 7.
- 159 Ibid., p. 144.
- 160 Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez (2003), p. 151.
- 161 E. Jordán-Dahlgren. 1993. "El Ecosistema Arrecifal Coralino del Atlántico Mexicano." *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 44:157-175.
- 162 Jordán-Dahlgren y Rodríguez-Martínez (2003), p. 150.
- 163 Turgeon, et al. (2002), p. 101.
- 164 J.W. Porter et al., "Detection of Coral Reef Change by the Florida Keys Coral Reef Monitoring Project". En *The Everglades, Florida Bay, and Coral Reefs of the Florida Keys: An Ecosystem Sourcebook*. J.W. Porter y K.G. Porter, eds. (Boca Raton, FL: CRC Press, 2002), pp. 749-769.
- 165 Turgeon et al. (2002), p. 6.
- 166 Causey et al. (2002), p. 254.
- 167 Turgeon et al. (2002), p. 107.
- 168 J. Ault et al., *Site Characterization for Biscayne Bay National Park: Assessment of Fisheries Resource and Habitats* (Miami: Department of the Interior, Biscayne Bay National Park Report, 2001).
- 169 Turgeon et al. (2002), p. 6.
- 170 Causey et al. (2002), p. 275.
- 171 Turgeon et al. (2002), p. 111.
- 172 Ibid., p. 108.
- 173 Linton et al. (2002), p. 281.
- 174 G. Llewellyn. 1998. "Why Preserve Biodiversity? Building an Economic Case for Preserving Coral Reefs." *Journal of Coastal Development* 2 (1): 319-328.
- 175 J. Spurgeon. 1992. "The Economic Valuation of Coral Reefs." *Marine Pollution Bulletin* 24:529-536.
- 176 Una serie de meta-datos que resume los estudios de valoración económica, ver <http://marineeconomics.noaa.gov/>
- 177 J.A. Dixon, L.F. Scura, y T. van't Hof. 1993. "Meeting Ecological and Economic Goals: Marine Parks in the Caribbean." *Ambio* 22 (2-3): 117-125.
- 178 Z. Sary, J.L. Munro, y J.D. Woodley. "Status Report on a Jamaican Fishery: Current Value and the Costs of Non-Management". En *Proceedings of the 54th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. L. Creswell, ed. (Fort Pierce, Florida: GCFI, 2003).
- 179 L. Pendleton. 1994. "Environmental Quality and Recreation Demand in a Caribbean Coral Reef." *Coastal Management* 22:399-404; V. Leeworthy, *Recreational Use Value for John Pennekamp Coral Reef State Park and Key Largo Marine Sanctuary* (Rockville, MD: Strategic Assessment Branch, NOAA, 1991).
- 180 R. Costanza et al. 1997. "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital." *Nature* 387:253-260; H. Cesar, L. Burke y L. Pet-Soede, *The Economics of*

- Worldwide Coral Reef Degradation* (Zeist, the Netherlands: WWF Netherlands, 2003).
- 181 L. Burke, L. Selig y M. Spalding, *Reefs at Risk in Southeast Asia* (Washington, DC: World Resources Institute, 2002).
 - 182 M. Houghton, "Compliance and Enforcement of Fisheries Regulations in the Caribbean" en *Proceedings of the 54th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. L. Creswell, ed. (Fort Pierce, Florida: GCFI, 2003).
 - 183 Ibid.
 - 184 Ibid.
 - 185 Food and Agriculture Organization (FAO). 2002. FAOSTAT. Ver <http://apps.fao.org/>
 - 186 J.L. Munro. 1974. "The Biology, Ecology, Exploitation and Management of Caribbean Reef Fishes. Part VI. Assessment of the Potential Productivity of Jamaican Fisheries." *Research Reports from the Zoology Department of the University of the West Indies* 3 (VI): 1-55; Mahon (1993); Sary, Munro, y Woodley (2003); D.E. McAllister. 1988. "Environmental, Economic and Social Costs of Coral Reef Destruction in the Philippines." *Galaxea* 7:161-178. McAllister estimó la productividad pesquera de los arrecifes coralinos en 18 tm/km²-año en arrecifes en excelente condición, 13 tm/km²-año en arrecifes en buena condición, 8 tm/km²-año en arrecifes en condición regular, y 3 tm/km²-año en arrecifes en mala condición. Los arrecifes en el Sudeste Asiático exhiben mayor productividad que los arrecifes caribeños, pero las proporciones generales son informativas.
 - 187 Sary, Munro, y Woodley (2003).
 - 188 Para los años 2000 y 2015, se usó un precio de mercado de EE.UU. \$6/kg. Aunque las disminuciones de productividad (y de la pesca asociada) tenderían a reducir los suministros y podrían conducir a aumentos de los precios, la sobrepesca de los arrecifes resultará también en peces más pequeños y de menor valor, lo que tendería a compensar cualquier aumento en el precio.
 - 189 Los costos de la pesca varían ampliamente entre los EE.UU. y los países en desarrollo de la región, fluctuando entre 20 y 90%. Kearney y Centaur (Kearney y Centaur. 1984. "Economic Impact of the Commercial Fishing Industry in the Gulf of Mexico and South Atlantic Regions." *Final Report 8318 to the Gulf and South Atlantic Fisheries Development Foundation, Inc*) sugieren que las ganancias de la pesca en EE.UU. varían entre 11 y 36%. Pomeroy (*Economic Analysis for the Siting of Marine Protected Areas: A Case Study in the British Virgin Islands*, inédito) encontró ganancias de cerca de 80% en las Islas Vírgenes Británicas. Escogimos 50% de ganancia neta como promedio para la región.
 - 190 World Travel and Tourism Council (WTTC), *Caribbean Travel & Tourism - A World of Opportunity: The 2003 Travel & Tourism Economic Research* (London, UK: WTTC, 2003). Los ingresos por el turismo internacional contribuyen más del 10% del PNB en los países del Caribe en general.
 - 191 Pattullo (1996).
 - 192 Datos del ingreso por turismo de CTO (2002) y del Grupo de Desarrollo de Datos, del Banco Mundial, *World Development Indicators 2002* (Washington, D.C.: The World Bank, 2002); datos sobre el valor de la economía del turismo de WTTC (2003).
 - 193 WTTC (2003).
 - 194 Pendleton (1994).
 - 195 E. Green y R. Donnelly. 2003. "Recreational Scuba Diving in the Caribbean Marine Protected Areas: Do the Users Pay?" *Ambio* 32 (2): 140-144. Este estudio trata del buceo fuera de los Estados Unidos. Puesto que gran parte del buceo en la Florida se realiza en áreas marinas protegidas (AMPs), la estadística parece válida para la región en su conjunto.
 - 196 Basado en datos tomado de Green y Donnelly (2003); G. M. Johns., V.R. Leeworthy, F. W. Bell, y M. A. Bonn, *Socioeconomic Study of Reefs in Southeast Florida: Final report* (Hazen y Sawyer, Florida State University, y National Oceanic and Atmospheric Administration, 2001). Ver <http://marineeconomics.noaa.gov/>
 - 197 El buceo fuera de los Estados Unidos generó un estimado de \$4.1 mil millones en el 2000, que es 17% del total de los ingresos por el turismo internacional, excluyendo los Estados Unidos. (Ver Apéndice A, Tabla A4).
 - 198 Cline Group 1997. "Diving Industry Consumer Study". Ver <http://www.cline-group.net/diving/>
 - 199 El gasto de los visitantes para el 2000 se derivó de la Tabla 55 en CTO (2002), p. 101.
 - 200 CTO (2002), p. 101; apoyado por Cline Group (1997).
 - 201 El estimado del número de buceadores en la región y el ingreso bruto asociado se basa en la integración y la tabulación cruzada de varias fuentes de datos. Dos informes de estudios de mercado brindaron información detallada sobre los buceadores de Estado Unidos: Cline Group. 1995. "Diving Manufacturer and Travel Industry Retailer Study" y Cline Group. 1997. "Diving Industry Consumer Study". Ambos pueden encontrarse en <http://www.clinegroup.net/diving/>. Estos datos se complementaron con información de comunicación personal de William R. Cline (noviembre, 2003); CTO (2002); Pattullo (1996); Green y Donnelly (2003); Johns et al (2001).
 - 202 Ibid.
 - 203 Ibid.
 - 204 Johns et al. (2001). (4.5 millones de personas-días de buceo autónomo en el Sur de la Florida contribuyeron con un estimado de 625 millones de dólares norteamericanos y 16.000 empleos. Los 4.2 millones de personas-días de buceadores de equipo ligero (*snorkel*) aportaron un estimado de \$340 millones de dólares norteamericanos en gastos y 7.400 empleos.)
 - 205 Los beneficios netos del turismo y el multiplicador utilizado fueron adaptados de H. Cesar, P. Beukering y G. Berdt Romilly, *Mainstreaming Economic Valuation in Decision Making: Coral Reef Examples in Selected CARICOM-Countries* (Arnhem, The Netherlands: World Bank y ARCADIS Euroconsult, 2003). Su análisis utilizó un "valor agregado de gastos directos" de 25-40% y un multiplicador de 25%.
 - 206 PADI certifica la mayoría de los buceadores autónomos del mundo. Durante los años 1990s, la certificación de buceadores aumentó un promedio de 7% al año. Ver <http://www.padi.com/english/common/padi/statistics/3.asp/>
 - 207 Burke et al. (2000).
 - 208 H. Berg et al. 1998. "Environmental Economics of Coral Reef Destruction in Sri Lanka". En *Ambio* 27 (8): 627-634.
 - 209 G. Chambers. 1997. "Beach Changes in the Eastern Caribbean Islands: Hurricane Impacts and Implications for Climate Change." *Journal of Coastal Research Special Issue* 24:29-47.
 - 210 Ibid.
 - 211 Shorelines —World Vector Shoreline (E.A. Soluri y V.A. Woodson. 1990. "World Vector Shoreline". *International Hydrographic Review*, LXVII(1)) y NIMA. 1997. "VMAP National Boundaries". Se identificaron los territorios de 100 hectáreas como mínimo y el litoral asociado fue convertido a retícula para su análisis. Arrecifes coralinos— Ver Apéndice B para las fuentes de datos.
 - 212 Para estimar el valor económico de los servicios de la protección litoral que se ofrecen a lo largo de estas costas, nos basamos en estudios anteriores (H. Cesar, ed., *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs* (Kalmar, Sweden: CORDIO, 2000); Cesar, Burke, y Pet-Soede (2003)) y en estimados de los gastos incurridos para el reemplazo artificial de esta protección (Berg (1998); S.J. Williams, K. Dodd, y K.K. Gohn. 1995. "Coast in Crisis." US Geological Survey Circular 1075; Herman Cesar, comunicación personal). Estos estimados variaron de cerca de \$50.000 a \$800.000 dólares norteamericanos o más para cada kilómetro de litoral protegido por arrecifes coralinos.
 - 213 Los cálculos del grado de pérdida de la función de protección de costa brindada por los arrecifes coralinos fueron hechos por el proyecto Arrecifes en Peligro tomando como base el aporte de los colaboradores del proyecto. La información de la literatura sobre este tópico es bastante escasa. Los arrecifes bajo amenaza baja se supone que proveen 100% de sus servicios actuales de protección, los arrecifes bajo amenaza media y alta se supone que ofrezcan 90% y 80% de sus servicios actuales, respectivamente.
 - 214 A los segmentos de costa se les asignó la categoría de amenaza del arrecife más cercano. Cerca de dos tercios (67%) de las áreas litorales estaban cerca de arrecifes de alta amenaza; 18%, cerca de arrecifes con amenaza media, y 16%, cerca de arrecifes con amenaza baja. Se supuso que el litoral cerca de arrecifes con amenaza alta y media (un total de 84%) experimentará una reducción de los servicios de protección costera. El estimado de pérdida de la función de protección se basa en la tabulación cruzada de estimados del nivel de desarrollo a lo largo de una área dada del litoral, y el estimado de amenaza del arrecife coralino más cercano.
 - 215 A. Bruckner. 2002. "Life-Saving Products from Coral Reefs." *Issues in Science and Technology* 18 (3): 39-44.
 - 216 Cesar, Burke, y Pet-Soede (2003).
 - 217 E. Chivian, C. Roberts, y A. Bernstein. 2003. "The Threat to Cone Snails." *Carta a Science* 302, p.391.
 - 218 Cesar, Burke, y Pet-Soede (2003).

Acerca de los autores

Lauretta Burke es Investigadora Titular del Programa de Información de WRI. Posee una maestría en Política Ambiental y de Recursos de la Universidad George Washington y una maestría en Geografía de la Universidad de California, Santa Bárbara ambos en los EE.UU. El trabajo de Lauretta comprende el desarrollo de indicadores espaciales y el perfeccionamiento de herramientas de información para apoyar el desarrollo sostenible, con un énfasis en ecosistemas costeros.

Jonathan Maidens es Investigador Asociado del Programa de Información de WRI. Posee una maestría en Ciencias del Manejo de Recursos Marinos de la Universidad Heriot-Watt, Edimburgo, y una Licenciatura en Ciencias en Biología Marina de la Universidad de Liverpool, ambas en el Reino Unido. En el WRI, su trabajo de investigación se ha orientado al desarrollo de indicadores de presión pesquera sobre arrecifes coralinos y los beneficios de las áreas protegidas marinas.

Disco compacto de datos de Arrecifes en Peligro en el Caribe

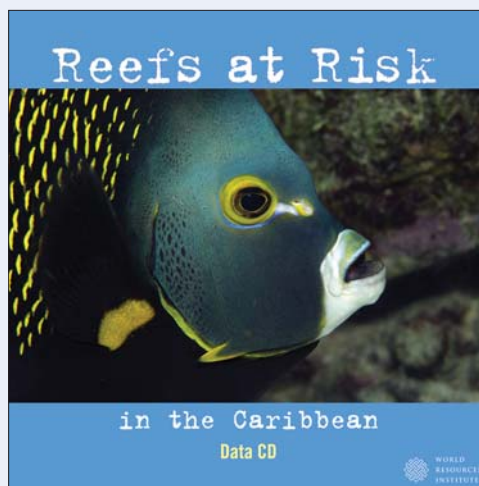
El disco compacto (CD) de datos Arrecifes en Peligro en el Caribe contiene numerosos datos y los resultados de un modelo desarrollado en el proyecto (con metadatos). (Ver Apéndice B para la lista de fuentes de datos) En el CD se incluyen más de 30 series de datos espaciales que reflejan las variables físicas, ambientales y socioeconómicas del gran Caribe, así como resultados de la modelación de la presión humana sobre los arrecifes coralinos de la región.

El CD también incluye un software para ver mapas (ESRI ArcReader), de fácil uso por el usuario, que no requiere conocimientos especializados. Los usuarios tendrán la posibilidad de ver las series de datos en detalle, hacer recorridos y ampliaciones en áreas de interés, observar capas de datos individuales o en combinación, hacer búsquedas de series de datos, e imprimir los mapas de su selección.

El CD también brinda:

- El informe de *Arrecifes en Peligro en el Caribe* en formato PDF;
- Perfiles detallados de 35 países y territorios del Caribe (incluyendo información sobre el estatus, las amenazas, y la protección de los arrecifes coralinos, e información sobre pesquerías y estado de explotación);
- Notas técnicas completas sobre el método de modelación de las amenazas;
- Notas técnicas sobre las fuentes de datos y métodos para la valoración económica;
- Series completas de mapas en formato JPEG en alta y baja resolución.

Para obtener una copia del CD, por favor llene el formulario de solicitud en <http://reefsatrisk.wri.org/>.





ARRECIFES EN PELIGRO EN EL CARIBE

El proyecto Arrecifes en Peligro en el Caribe fue ejecutado por WRI en colaboración con muchas organizaciones (ver reverso de la portada). El proyecto es un componente de la Red Internacional para la Acción en Arrecifes Coralinos (ICRAN) y fue ejecutado en estrecha colaboración con el Programa Ambiental del Caribe. Este informe es un resumen de un esfuerzo de dos años. Además del informe, todos los mapas, resultados del modelo, notas técnicas y datos del SIG aparecen en el sitio web de Arrecifes en Peligro (reefsatrisk.wri.org).

INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES (WRI)

WRI es una institución de investigación de políticas ambientales que se esfuerza por crear formas prácticas para proteger la Tierra y mejorar la vida de las personas. Nuestra misión es contribuir a que la sociedad humana viva de forma que proteja el ambiente del Planeta para las generaciones presentes y futuras. En toda su investigación sobre políticas y su trabajo con colaboradores, el WRI trata de construir puentes entre las ideas y la acción, engranando los descubrimientos de la investigación científica, los análisis económicos e institucionales, y la experiencia práctica, con la necesidad de tomar decisiones abiertas y participativas.

RED INTERNACIONAL PARA LA ACCIÓN EN ARRECIFES CORALINOS (ICRAN)

ICRAN es una asociación mundial que implementa una serie de actividades interrelacionadas y complementarias para facilitar la proliferación de buenas prácticas de manejo y conservación de los arrecifes coralinos, y que también emprende la ejecución del Marco para la Acción de la Iniciativa Internacional para los Arrecifes Coralinos (ICRI). Las actividades de ICRAN caen dentro de tres componentes, a saber: actividades de manejo, monitoreo y evaluación de arrecifes coralinos, y comunicación. Además, los Programas de los Mares Regionales del PNUMA, tales como el Programa Ambiental del Caribe, desempeñan un papel líder en la acción práctica para proteger y manejar ecosistemas de arrecife de una red de sitios en todo el mundo, y para ayudar a aliviar la pobreza en comunidades cuyos medios de vida dependen de estos ecosistemas. Este trabajo se realiza en conjunto con actividades de evaluación e información, como las que emprenden el WRI y otros colaboradores para elevar la conciencia ambiental, promover buenas prácticas y alentar el manejo efectivo de la actividad de las personas y de sus impactos sobre los arrecifes coralinos.

PROGRAMA AMBIENTAL DEL CARIBE

Establecido por las naciones y territorios de la región del Gran Caribe en 1981, el Programa Ambiental del Caribe (PAC) promueve la cooperación para la protección del ambiente marino y costero. El PAC es una parte integral del Programa de los Mares Regionales del PNUMA y está administrado por su Unidad Coordinadora Regional (CAR/UCR) en Kingston, Jamaica. El Convenio de Cartagena, adoptada en 1993, proporciona el marco legal para el PAC. Este Convenio, único tratado ambiental a escala regional para el Gran Caribe, es el acuerdo marco que estableció los fundamentos políticos y legales para la acción en materia de conservación y uso sostenible del Mar Caribe, el Golfo de México, y mares adyacentes. Estas actividades están dirigidas por una serie de protocolos operativos que atienden los derrames de petróleo, las áreas protegidas y la fauna y flora silvestres (Protocolo SPAW), y las actividades y fuentes de contaminación de fuentes terrestres (Protocolo LBS). Las actividades de PNUMA-CAR/UCR asisten a las naciones del Gran Caribe para emprender el desarrollo sostenible y desarrollar prácticas compatibles con la conservación del ambiente. El PAC asiste en la coordinación de iniciativas internacionales en la región, tales como ICRI e ICRAN, y colabora con acuerdos mundiales tales como el Convenio sobre Diversidad Biológica y Ramsar.



WORLD
RESOURCES
INSTITUTE

10 G Street, NE
Washington, DC 20002, USA

www.wri.org



UNITED NATIONS
FOUNDATION



ISBN 1-56973-584-0



9 781569 735848