

# Programa de Manejo de la Zona Costanera: Los primeros 25 años



PROGRAMA DE MANEJO ZONA COSTANERA

## CRÉDITOS

### Fotografías en portada:

Francisco Quintana  
Alberto Puente  
Ramón Rivera  
Cuerpo de Vigilantes  
Tomás Carlo  
René E. Ramos

### Colección de fotos históricas:

Dr. Boris Oxman  
Francisco Quintana

### Preparado por:

División de Zona Costanera, DRNA

Publicado en el 2007



# Tabla de contenido

- Mensaje del Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales..... 1
- El Programa de Manejo de la Zona Costanera..... 2

## La costa

- Frentes urbanos costeros..... 3
- La guardarraya con el mar ..... 5
- Extracción de arena en el Área de Planificación Especial de Isabela ..... 8
- Fuentes dispersas de contaminación ..... 10
- Recreación y seguridad:  
Guías de acceso a la costa ..... 13
- Seguridad marítima y navegación en Puerto Rico..... 15
- Importancia de los ecosistemas marinos ..... 16

## Perspectiva social

- La educación ambiental y la organización comunitaria ..... 19
- 35 Años de gestión ambiental..... 20
- Derrames de petróleo en el derecho ambiental ..... 22
- Retos y riesgos en el manejo de las áreas costeras..... 26
- Estadísticas de pesca en Puerto Rico ..... 30

## Manejo y conservación

- Conservación vis a vis preservación; un comentario..... 49
- Manejo como herramienta para mejorar la calidad de los humedales en Puerto Rico: el ejemplo de la Reserva Natural de Humacao ..... 34
- Áreas Marinas Protegidas..... 39
- Anidaje de la tortuga carey en Isla de Mona ..... 42
- La conservación y el manejo de las iguanas nativas de Puerto Rico ..... 48
- Literatura citada ..... 51



**Personal del PMZC** (izq. a der.): Ernesto L. Díaz - Director, Jinnie L. Nieves - Coordinadora de Zona Costanera, Nora A. Viera - Secretaria Administrativa, Coralys Ortiz - Bióloga, Francisco J. Quintana - Coordinador de Zona Costanera, Inés M. Caballero - Secretaria Administrativa, Nora L. Álvarez - Coordinadora de Zona Costanera, Raúl Santini - Coordinador de Zona Costanera y Evelio J. Valeiras - Especialista en Consultas.

# Mensaje del Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales



**Hon. Javier Vélez Arocho**  
Secretario DRNA

Nuestras costas son el escenario de algunas de las más productivas interacciones ecológicas y sociales. Esta riqueza natural ofrece excelentes oportunidades para el desarrollo económico y el disfrute escénico y recreativo de todos los puertorriqueños y puertorriqueñas.

Durante los pasados treinta años, la demanda por diversos usos en nuestros llanos costaneros ha impactado la integridad de este recurso e inevitablemente ha ocasionado conflictos entre las alternativas para su desarrollo y los grupos que promueven su conservación y manejo sustentable. Al presente, nos encontramos ante el reto de garantizar la integridad de los recursos costeros, mediante una adecuada planificación para el beneficio de nuestra sociedad y generaciones futuras.

El Programa de Manejo de Zona Costanera fue adoptado en 1978 como elemento de política pública para la planificación, manejo y desarrollo físico de nuestra Isla. Con el propósito de conmemorar los primeros 25 años de este programa en Puerto Rico, el personal adscrito al Programa de Manejo de Zona Costanera se ha dado a la tarea de realizar un compendio histórico e ilustrativo del estado de nuestras costas, así como reseñar los mecanismos e iniciativas actuales dirigidas a la conservación y manejo adecuado de nuestros recursos costeros.

Es con mucho placer que ofrecemos esta publicación, esperando que la misma contribuya a forjar una conciencia más amplia, para mejorar nuestro entorno ambiental y la calidad de vida en Puerto Rico.

# El Programa de Manejo de la Zona Costanera

Por: Ernesto L. Díaz  
Administrador de Recursos Naturales



## Pasados Directores del Programa

Frank Molther

Director de 1978 a 1983

José Villamil

Director de 1983 a 1986

Inés Monefeldt

Directora de 1986 a 1993

José González Liboy

Director de 1993 a 1995

Walter Padilla

Director de 1995 a 1996

Damaris Delgado

Directora de 1996 a 1999

Ernesto L. Díaz

Director de 1999 a 2007

El Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC) fue adoptado en 1978 como el elemento costero del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico. La agencia líder para su implantación es el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Por otra parte, la Junta de Planificación es el ente gubernamental responsable de administrar el Proceso de Certificación de Compatibilidad Federal con el Programa. La Junta de Calidad Ambiental es responsable de velar por los asuntos relacionados con la calidad de las aguas, suelos y aire. Así mismo, la Agencia de Protección Ambiental y el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos implantan las políticas federales relacionadas con la protección de las aguas y los humedales. En síntesis, la complejidad de las relaciones funcionales de los procesos costeros, tanto desde el punto de vista ecológico como del socio-económico, exigen la coordinación efectiva entre las agencias gubernamentales, así como la participación activa de diversas organizaciones y la ciudadanía en general.

La División de Zona Costanera del DRNA es la unidad responsable de coordinar los esfuerzos del Departamento, la Junta de Planificación y la Junta de Calidad Ambiental, entre otras agencias gubernamentales, con responsabilidades asociadas a la administración y manejo de las áreas y recursos costeros en la implantación del PMZC. Los fondos de implantación del PMZC provienen de dos fuentes principales: una aportación federal canalizada a través de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y un pareo estatal proporcionado por el DRNA. Las actividades de implantación se realizan a través de proyectos o tareas que se reflejan en el Plan de Trabajo anual aprobado por ambas agencias.

La jurisdicción del PMZC está definida como: una franja de un kilómetro (1km) tierra adentro, así como distancias adicionales necesarias para incluir ecosistemas claves de la costa. El componente marino de la zona costanera se extiende tres (3) leguas marinas mar adentro (9 millas náuticas o 10.35 millas terrestres), incluyendo el suelo oceánico, así como las islas y cayos dentro de las aguas territoriales. La implantación del PMZC se realiza mediante el conocimiento de la realidad socio-económica y físico-natural de Puerto Rico, apoyado en un enfoque de manejo integral de las cuencas hidrográficas, procesos de resolución de conflictos y la utilización de estrategias innovadoras de planificación apoyadas en la tecnología más avanzada disponible. La visión del PMZC se refleja en los principios rectores o componentes principales del Plan: guiar el desarrollo público y privado en la costa, manejar activamente los recursos costeros y promover el desarrollo sostenible costero, la investigación científica y la educación.

# Frentes urbanos costeros

Por: Anselmo De Portu Hamawi  
Área de Operaciones Regionales

En los últimos treinta años, la Zona Costanera de Puerto Rico ha experimentando cambios cada vez más acelerados debido a la presión de desarrollo por proyectos de vivienda de baja densidad y otros usos relacionados a proyectos de interés turístico y/o recreativo. Tales cambios han sido fomentados mediante la provisión de una infraestructura de transportación y de servicios públicos que han aumentado el interés especulativo en terrenos con alto potencial agrícola o con importantes recursos naturales, culturales o estéticos.

Esta tendencia conocida como *desparramamiento urbano*, se agrava aún más cuando ocurre en las planicies costaneras paralelas a la costa y que para el año 2003 ocupaban aproximadamente un 40% del litoral con usos urbanos o suburbanos no necesariamente dependientes de la costa.

Ciudades como San Francisco, Los Ángeles, Portland, Seattle, Baltimore, Chicago, New York y Miami en los Estados Unidos, Toronto y Vancouver en Canadá, Río de Janeiro y Guayaquil en América del Sur, Róterdam, Génova, Venecia, Copenhagen y Barcelona, en Europa, y en especial Melbourne y Sydney en Australia, entre otras, han demostrado que la imagen de los frentes urbanos costeros o fluviales puede ser mejorada y transformada para acomodar una gran variedad e intensidad de usos urbanos para el beneficio público de sus residentes y turistas.

Para proteger los recursos naturales y ambientales de la Zona Costanera de Puerto Rico tenemos que repensar nuestros procesos de planificación y establecer políticas públicas más específicas de desarrollo urbano costero, de manera que se evite el crecimiento de una "isla ciudad", con todas sus implicaciones socio-económicas e impactos ambientales, tanto directos como acumulativos. Esto requiere una particular atención hacia los terrenos contiguos a los cuerpos de agua, conocidos como frentes urbanos costeros o "urban waterfronts".

Entre los factores principales que contribuyen y aún condicionan la renovación y/o revitalización de nuestros frentes marítimos urbanos, podemos mencionar:

1. La progresiva disponibilidad de terrenos subutilizados o vacantes por el abandono de actividades portuarias e industriales.
2. La adopción de leyes y reglamentos ambientales, tanto a nivel federal como estatal, para mejorar la calidad del agua, tierra y aire, así como la protección de terrenos pantanosos y otros recursos de flora y fauna.
3. El creciente interés por la protección y rescate del patrimonio arqueológico y cultural, así como de terrenos y estructuras de valor histórico-arquitectónico.
4. La toma de conciencia por parte de la sociedad civil, sobre la necesidad de proteger el ambiente y su apoderamiento para exigir una participación más efectiva en el proceso de planificación de



El desarrollo de frentes marítimos urbanos puede ser utilizado como espacio de transición de intensidades de uso y de franjas de amortiguamiento para la protección de estructuras y nuevos desarrollos. Esta estrategia permite a la vez que se maximice el acceso público a la costa.  
(Foto: F. Quintana)



Frentes urbanos de valor histórico (Foto: F. Quintana)

proyectos de desarrollo y en particular para la defensa de los terrenos patrimoniales en la Zona Marítimo-Terrestre, entre otros.

5. Los movimientos del “Nuevo Urbanismo” y el “Desarrollo Inteligente” así como del “Urbanismo Verde”, todos enfocados para lograr un desarrollo sustentable, requieren nuestra atenta consideración de las “orillas” de nuestras ciudades para manejar su crecimiento dentro de los criterios que persiguen la conservación de la integridad y calidad de nuestros ecosistemas.
6. El incremento en el interés de proveer un mayor acceso visual y físico de los cuerpos de agua para el uso recreativo y turístico de la “infraestructura azul”, así como para proveer modos de transportación acuática, e infraestructuras para marinas y demás servicios y facilidades relacionados con actividades náuticas.

Estos factores requieren de criterios específicos en el manejo sustentable de nuestros frentes marítimos para redescubrir su potencial latente. Por otro lado, el redesarrollo de los terrenos de mayor valor escénico y con potencial de desarrollo ubicados en los márgenes de las áreas urbanizadas no tiene impactos significativos sobre su estructura física, el intercambio de bienes y servicios o su calidad ambiental; por el contrario, la misma mejora la calidad de vida de las áreas adyacentes. El público desea y exige un acceso visual y físico al litoral costero o fluvial. Dicho

requisito tiene que ponderar las características físico-ambientales, histórico-culturales y demás derechos del disfrute de la propiedad.

El redesarrollo de los frentes urbanos es una encomienda a largo plazo con un potencial de beneficios duraderos. Todas las grandes ciudades ofrecen diversas opciones de movilidad y espacios públicos agradables y seguros que propician la interacción e integración social de grupos de diferentes niveles socio-económicos, en especial, a lo largo de sus frentes urbanos costeros. Debemos repensar y redescubrir el encanto de nuestros espacios públicos, plazas y parques, pero sobre todo el potencial de nuestros frentes urbanos costeros para mejorar la calidad de vida de nuestras ciudades.

Dependiendo de las características intrínsecas y de las oportunidades de desarrollo existentes podemos diferenciar seis (6) tipos principales de frentes marítimos:

1. Frentes urbanos costeros con áreas y edificios de valor histórico-arquitectónico
2. Frentes urbanos con usos y/o actividades principalmente residenciales
3. Frentes urbanos marítimos con posibilidades de desarrollo y/o revitalización con usos urbanos mixtos y amenidades de uso público
4. Frentes urbanos con recursos naturales y/o estéticos de importancia para el desarrollo de facilidades para la transportación no-motorizada (“greenways”)
5. Frentes urbanos para uso público con espacios abiertos y parques aptos para la recreación y la interpretación y educación ambiental que propician también la integración social entre los residentes y los visitantes
6. Frentes urbanos con una infraestructura de transportación terrestre y marítima apta para servir a los muelles de cruceros, actividades portuarias relacionadas

# La guardarraya con el mar

Por: Agrim. Gerardo Cerra Ortiz y Rojeanne Salles O'Farrill

Por ser la nuestra una isla de pequeña extensión, prácticamente todos los puertorriqueños conocemos el mar y disfrutamos de sus playas. En las últimas décadas, el valor de los terrenos en Puerto Rico ha experimentado un vertiginoso aumento, especialmente aquellos que colindan con los bienes de dominio público (BDP) marítimo-terrestres.

Los BDP son de gran valor ecológico, social, turístico y científico. Son constantemente alterados por el embate del mar y por su aprovechamiento indebido. Hablamos de una colindancia dinámica sujeta a los movimientos del mar.

## Trasfondo histórico

En nuestro sistema de orden civil, el mar y sus playas son propiedad de todos los puertorriqueños. La definición del concepto de Zona Marítimo-Terrestre (ZMT) es un legado del Derecho Romano y Medieval transferido a Puerto Rico por el gobierno español como parte de su normativa portuaria. La Ley de Aguas española de 1866, extendida a Puerto Rico el mismo año, constituye uno de los más antiguos estatutos para reglamentar de manera uniforme las

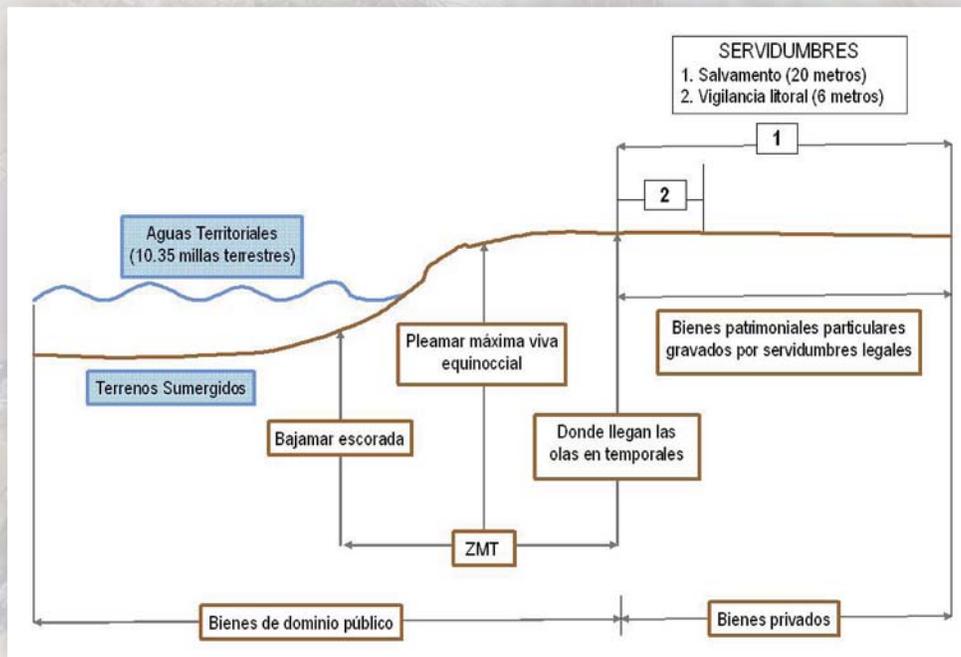
aguas del territorio español. Esta ley es la precursora de los conceptos legales que hoy utilizamos para la administración y vigilancia de estos bienes. Con la aprobación de la Ley de Puertos española de 1880 se establecen los conceptos relacionados con los bienes de dominio público marítimo terrestre, tales como: la Zona Marítimo-Terrestre (ZMT), el mar litoral, las accesiones y los aterramientos causados por el mar, y las servidumbres de vigilancia litoral y salvamento.

En este estatuto se declaran “bienes de dominio nacional y uso público” los dos primeros elementos señalados. Sin embargo, la ley dispone que las accesiones y los aterramientos pasarán a ser propiedad del Estado, luego del correspondiente deslinde. Respecto a las servidumbres, se indica que éstas son gravámenes sobre la propiedad privada que se reservan para la vigilancia litoral y salvamento. Los terrenos privativos colindantes con el mar o enclavados en la ZMT están sujetos a la servidumbre de salvamento (20 metros) y a la servidumbre de vigilancia litoral (6 metros) contigua al límite interior tierra adentro de los BDP (Figura 1).

No es hasta 1886, que esta ley se hace extensiva a Puerto Rico por decreto real y se denomina Ley de



Playa Los Tubos, Manatí



**Figura 1:** Aplicación de los conceptos relacionados a los BDP al perfil general de la costa. Tomado del Manual de Procedimientos para el Deslinde del Límite Interior Tierra Adentro (LITA) de los Bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestres.

Puertos para la isla de Puerto Rico. Algunos artículos de la Ley de Puertos aún están vigentes, no empuce al cambio de soberanía y a las enmiendas sufridas a través de los años. Los inmuebles en Puerto Rico, que con arreglo al derecho eran de dominio público, fueron cedidos a los Estados Unidos según consta en el Artículo VIII del Tratado de París de 1898. La administración de estos bienes fue transferida al Gobierno de Puerto Rico mediante la Sección 13 de la Ley Foraker del 12 de abril de 1900 y ratificada en la Ley Jones del 12 de mayo de 1917 y la Ley de Relaciones Federales del 3 de julio de 1950, según enmendada.

En 1968, entró en vigor la Ley de Muelles y Puertos de Puerto Rico (Ley Núm. 151 del 28 de junio de 1968, según enmendada) para ser administrada por la Autoridad de Puertos. Ésta incorpora la definición de la ZMT según establecida en la Ley de Puertos para la isla de Puerto Rico. Sin embargo, incluye un cambio sustancial al incorporar los terrenos ganados al mar como parte de la ZMT, y por consiguiente, pertenecientes al dominio público.

En 1975, se crea el Departamento de Recursos Naturales, delegando en el mismo la administración, protección, conserva-

ción, vigilancia y deslinde de los BDP, entre otras funciones (DRNA, Ley Núm. 23 inciso 5H y 6c). En 1992, se adopta el Reglamento 4860 para el Aprovechamiento, Vigilancia, Conservación y Administración de las Aguas Territoriales, los terrenos sumergidos bajo éstas y la ZMT.

Algunos nos preguntamos si estos estatutos, que cuentan con más de cien años, están obsoletos. Sin embargo, al estudiarlos a fondo nos damos cuenta que son tan vigentes técnicamente hoy en día como cuando se concibieron. De acuerdo al Tribunal Supremo de Puerto Rico, los artículos de la Ley de Puertos de 1886 no derogados o enmendados por la Ley de Puertos de 1967 siguen vigentes:

**Artículo 1ro** - Son del dominio nacional y uso público, sin perjuicio de los derechos que corresponden a los particulares.

### Delimitación de la ZMT

La ZMT está definida como: *el espacio de las costas o fronteras marítimas de la isla de Puerto Rico y sus adyacentes que forman parte del territorio español y que baña el mar en su flujo y reflujo, en donde son sensibles las mareas, y las mayores*

olas en los temporales, en donde no lo sean. Esta zona se extiende también por los márgenes de los ríos hasta el sitio en que sean navegables o se hagan sensibles las mareas.

En la costa, podemos observar algunos indicadores que nos ayudan al deslinde de la ZMT, como la vegetación permanente adulta no dependiente del mar (palmas, almendros, pinos, emajagua, etc.) y las características geomorfológicas de las playas arenosas (escarpes, dunas, etc.). A partir de la ZMT se miden los retiros reglamentarios (Reglamento de Planificación Núm. 17, sección 3.05) y la servidumbre de vigilancia del litoral (Ley de Puertos 1886, Capítulo 1, Artículo 10):

*“La servidumbre de vigilancia litoral consiste en la obligación de dejar expedita una vía general de seis metros de anchura contigua a la línea de mayor plena mar, o a la que determinen las olas de los mayores temporales donde las mareas no sean sensibles demarcadas en los casos necesarios por el gobernador de la provincia después de oír la Autoridad de Marina.”*

Los deslindes de los BDP requieren la aplicación de criterios uniformes y especializados que complementan aquellos utilizados en los deslindes entre bienes privativos. Desde la implantación de la Ley de Puertos para la isla de Puerto Rico vigente desde 1886, la Ley de Muelles y Puertos de 1968 y el Reglamento 4860, el Límite Interior Tierra Adentro (LITA) de los BDP se deslinda basado en los criterios legales aplicables que establecen estos estatutos.

Deslindar terrenos es una labor de naturaleza delicada. De acuerdo a las leyes vigentes, el agrimensor es el profesional autorizado para practicar los deslindes en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Generalmente, el profesional utiliza información legal y geométrica para realizar deslindes rutinarios entre bienes privativos. Ocasionalmente, recurre a servicios de asesoría técnica y legal para aclarar aquellos detalles que le presenten dificultades en la ejecución de sus labores.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales ha adoptado el Manual de Procedimientos para el Deslinde del Límite Interior Tierra Adentro (LITA) de los Bienes de Dominio Público Marítimo-Terrestre. Este Manual se elaboró a los efectos de cumplir con los siguientes objetivos:

- Aclarar los criterios establecidos en cada estatuto
- Establecer los indicadores técnicos para cada criterio
- Proveer guías claras al agrimensor, que le permitirán identificar el LITA de los BDP con la mayor exactitud posible y practicar el levantamiento de agrimensura correspondiente
- Proveer al DRNA una herramienta para optimizar el entrenamiento de todo nuevo personal de agrimensura
- Orientar a la ciudadanía en general con relación a propiedades colindantes con los BDP en cuanto a los límites de los terrenos privados, gravámenes y derechos aplicables
- Recopilar, analizar e integrar la información disponible relacionada con los conceptos técnicos y legales, históricos y presentes, pertinentes al deslinde de los BDP
- Proveer una metodología uniforme para la toma de decisiones

# Extracción de arena en el Área de Planificación Especial de Isabela

Por: Evelio J. Valeiras Miní  
División de Zona Costanera

Las dunas de arena son un importante recurso natural de la zona costanera. Éstas se forman por la acumulación de arena transportada y moldeada por el viento. Debido a la acción de las olas, las dunas de arena pueden ser sobrepasadas y erodadas convirtiéndose en depósitos submarinos que alteran el perfil de la costa, reduciendo la energía del oleaje, para luego ser utilizados nuevamente durante los períodos de calma en la formación de dunas activas (Leatherman, 1982).

Durante las últimas tres décadas, en Puerto Rico se experimentó un auge económico que motivó una especie de desequilibrio entre la demanda de arena y el abastecimiento. Esta extracción en mayor escala ha creado serios problemas de erosión e intrusión salina en las costas. En la actualidad, muchas de estas dunas han sido extraídas hasta el nivel freático. El municipio de Isabela fue una de las áreas más afectadas por esta actividad; allí se encontraban las dunas más desarrolladas de la Isla (Castillo y Cruz, 1980). Este sistema de dunas se extendía desde la quebrada Los Cedros,

entre los municipios de Aguadilla e Isabela, hasta cerca de dos kilómetros al oeste de Punta Sardinera. Hoy en día este sector se considera parte del Área de Planificación Especial de Isabela.

La motivación de continuar la explotación del recurso bajo el nivel freático está íntimamente relacionada a la situación que fue expuesta en 1973 en un estudio titulado Presentación Preliminar sobre el Alcance de los Problemas de Extracción de Arena en Puerto Rico. En el mismo se señala que el agotamiento del depósito del sector Bajura de Isabela resultaría en una escasez de arena fina en toda la Isla. En las regiones más distantes, tal escasez súbita podría ser suplida por producción local adicional de mayor costo; sin substancial aumento de precios. Pero en la zona próxima a Isabela, por causa del costo de transporte, aumentarían los precios substancialmente al tener que traer arena de alto costo de extracción de una mayor distancia. El mayor incentivo para extraer arena del área de Isabela desde 1969 fue el precio promedio de venta de \$1.11 por metro cúbico. Esta



Actividades de extracción de arena en el Área de Planificación Especial de Isabela

ventaja económica hizo factible que regiones tan alejadas como Fajardo, San Juan, Ponce y Mayagüez resolvieran sus necesidades con la arena de Isabela.

Las condiciones presentes de algunas dunas son inadecuadas. Su altura, ancho y estabilidad no ofrecen seguridad ni protección a la vida y propiedades que están ubicadas en la zona costanera (Martínez et al. 1983).

La recuperación natural de las playas y dunas es sumamente lenta cuando los daños son severos. Para que los procesos naturales y dinámicos de la costa reconstruyan gradualmente estas dunas, sería necesario establecer franjas de 60 a 70 metros de ancho tierra adentro a lo largo de las dunas existentes en el litoral costero. (Nichols y Cerco, 1983) En la actualidad, dos porciones de la costa del Área de Planificación Especial de Isabela han sido seleccionadas para ser protegidas dentro del sistema de barreras costeras por sus características geomórficas (Horn, 1988).

Las dunas que aún quedan ahí actúan como defensas costeras, ya que el embate de las olas llega con más fuerza a la orilla de la playa por disponer de una plataforma más corta. Esta condición impide disipar la energía de las olas a una mayor distancia de la costa, y activa los procesos naturales de erosión en las dunas. Como regla general, aquellas dunas que se forman tierra adentro en el litoral costero se deben dejar intactas para que protejan funcionalmente la costa disipando la energía del oleaje incidente.

Es necesario establecer un proceso de planificación interactiva en el que se entiendan las perspectivas,

valores, e intereses relacionados a los patrones de uso existentes en la costa. De esta forma, identificar aquellas alternativas de manejo que sirvan para resolver los conflictos existentes en el área a corto, mediano y largo plazo.

En la costa de Isabela existe una serie de áreas naturales con potencial para el desarrollo de actividades comerciales, agrícolas, recreativas, turísticas e industriales (JP, 1994). Los problemas que existen en la zona costanera del sector Bajura en Isabela están sujetos a que se reconozca y adapten los patrones de uso más adecuados para evitar la alteración gradual del equilibrio costero, especialmente su sistema de dunas (Shirley, 1992).

Un plan de manejo, orientado hacia el uso de las dunas de arena como un recurso natural, debe hacer una distinción entre las dunas que podrían ser explotadas y aquellas que se les debe dejar intactas (Hernández et al. 1973). Un sistema regulador, basado en forma de impuestos por metro cúbico de arena extraída, cuya magnitud se compute mediante la consideración de los costos de operación, haría que la arena de bajo costo de operación tuviera un impuesto alto y la arena de alto costo de operación tuviera uno muy bajo o ninguno. Esto crearía un incentivo al crecimiento de la capacidad para la manufactura de arena (canteras de alto costo), simultáneamente prolongando la vida de los yacimientos de bajo costo.



Formaciones de dunas del área norte (Fotos de: Ramón Rivera y Francisco Quintana, respectivamente)

# Fuentes dispersas de contaminación

Por: Raúl Santini-Rivera  
División de Zona Costanera

La contaminación por causa de fuentes dispersas está principalmente asociada a la lluvia, que al fluir sobre el terreno, arrastra o transporta sustancias, materiales y elementos contaminantes y tóxicos hacia los cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Debido a que la escorrentía contaminada proviene de diversos lugares (como terrenos utilizados para la agricultura, extensiones de tierra en las cuales se ha removido la corteza terrestre o la vegetación, áreas en construcción y desarrollo, áreas urbanizadas con estructuras nuevas o existentes y áreas rurales), se les denomina colectivamente como fuentes dispersas de contaminación.

Para controlar la contaminación por causa de fuentes dispersas, se coordinó en Puerto Rico, incluyendo Vieques y Culebra, el desarrollo e implantación del *Plan para el Control de la Contaminación por Fuentes Dispersas en la Zona Costanera de Puerto Rico*. El Plan de Puerto Rico es administrado conjuntamente por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) y la Junta de Calidad Ambiental (JCA). La coordinación de la implantación y desarrollo del Plan se hace a través del Comité Interagencial de Control de la Contaminación por Fuentes Dispersas en la Zona Costanera, creado por la Orden Ejecutiva (O.E. 1999-08) de febrero de 1999.

El Comité está constituido por las siguientes agencias estatales: el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), la Junta de Calidad Ambiental (JCA), la Junta de Planificación (JP), la Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE), el Departamento de Agricultura (DA), los Distritos de Conservación de Suelos (DCS), la Estación Experimental Agrícola (EEA) y el Servicio de Extensión Agrícola (SEA) de la Universidad de Puerto Rico, el Departamento de Salud (DS), la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT), la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), la Autoridad de Energía Eléctrico (AEE),

la Autoridad de los Puertos (AP), el Programa "Sea Grant" del Colegio de Mayagüez y demás entidades gubernamentales que sean eventualmente identificadas por las agencias designadas para formar el Comité.

El Comité recibe la colaboración de las agencias federales con injerencia en los asuntos ambientales de



Actividades agrícolas, recreativas y de remoción de terreno podrían ser fuentes dispersas de contaminación.  
(Fotos de Raúl Santini)

la Isla. Estas son: el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales (USDA-NRCS), el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (USFWS), la Administración Federal de Autopistas (FHWA), el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), la Agencia Federal para el Servicio Agrícola (USDA-FSA) y la Agencia Federal para la Protección Ambiental (EPA).

Para lograr controlar la contaminación por fuentes dispersas se requiere que se implanten en la Isla varias medidas de manejo:

- Medidas de Manejo Obligatorias de conformidad con las guías publicadas por la EPA (“Guidance Specifying Management Measures For Sources of Nonpoint Pollution in Coastal Waters”)
- Medidas de Manejo Adicionales establecidas por Puerto Rico, según sean necesarias para obtener y sostener los estándares de calidad de agua aplicables
- Medidas de Manejo para proteger los humedales y las áreas ribereñas

### **Fase de la implantación y desarrollo del Plan**

La Orden Ejecutiva (O.E. 1999-08) de febrero de 1999, establece la política pública sobre el control de la contaminación por fuentes dispersas en la zona costanera de Puerto Rico, adopta las Medidas de Manejo Obligatorias de la EPA, y ordena su cumplimiento a los departamentos y agencias del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Además, ordena la formación del Comité Interagencial para el Control de la Contaminación por Fuentes Dispersas, cuyo propósito fundamental es el desarrollo y la implantación del Plan en Puerto Rico. Las diferentes agencias que constituyen el Comité se organizan en subcomités y grupos de trabajo para elaborar un Plan de Acción a cinco (5) años y un Plan Estratégico a quince (15) años para la implantación y desarrollo del Plan de Puerto Rico. Este documento, titulado “*Puerto Rico Coastal Nonpoint Pollution Control Plan Update*”, fue sometido a las agencias federales NOAA y EPA para su aprobación en octubre de 1999. El mismo recibió la aprobación total para octubre de 2000, siendo el cuarto plan aprobado a nivel de los EEUU y el primero entre las islas.

Debido al tamaño y condición montañosa de Puerto Rico, todo lo que sucede en las partes altas, eventualmente impacta las áreas costeras. Por tal razón, el Plan se está implantando y desarrollando en toda la Isla. De esta forma se promueve el control de la contaminación por fuentes dispersas que se generan en las regiones o áreas elevadas del interior de la Isla.

En lo referente a la agricultura, el Plan se está implantando sobre la base de prioridades geográficas, en particular, las cuencas hidrográficas más contaminadas y con mayor necesidad de restauración. Además, el Comité recibe resultados y/o productos de organizaciones no-gubernamentales, corporaciones y ciudadanos que realizan actividades con injerencia al control de fuentes dispersas de contaminación.

### **Categorías de fuentes dispersas de contaminación:**

- *Urbana* - ciudades, carreteras, calles, estacionamientos y áreas residenciales, el desarrollo y la construcción de áreas urbanas y de carreteras, expresos y puentes
- *Agrícola* - cultivos (incluyendo plantas ornamentales), la ganadería y las granjas de aves, cerdos, conejos y otros
- *Marinas* - áreas para el resguardo y servicio a embarcaciones
- *Hidromodificaciones* - protección y restauración de las orillas de ríos y quebradas, canalización y construcción de represas
- *Minería* - extracción de arena, grava y minerales comerciales



(Foto de Raúl Santini)

Entre los productos generados como resultado de la implantación del Plan se encuentran:

- 1) Adiestramiento a los agrónomos de la Corporación de Desarrollo Rural del Departamento de Agricultura Estatal para diseñar y aplicar al terreno los planes de conservación de suelos con sus componentes de control de erosión y sedimentación.
- 2) Adiestramiento a amas de casa para manejar los desperdicios domésticos en el área de la cuenca del Río La Plata.
- 3) Caracterización de usos de terreno en la cuenca del Río La Plata.
- 4) Caracterización y manejo de fuentes dispersas de contaminación en la cuenca del Río Grande de Arecibo.
- 5) Desarrollo de un programa de marinas limpias en Puerto Rico.
- 6) Creación de una guía para el diseño, construcción, uso y mantenimiento de los pozos sépticos de residencias unifamiliares, la realización de talleres sobre esta guía en las comunidades de Culebra, Cidra y el Río Grande de Añasco.
- 7) Diseño de un programa computarizado para apoyar a los municipios en la creación de un plan estratégico para controlar los problemas asociados a la contaminación por fuentes dispersas (LEAPE).
- 8) Proyecto de educación y concienciación ambiental a jóvenes 4H de Puerto Rico.
- 9) La implantación de un programa de recogido de desperdicios domésticos peligrosos en las facilidades del Nuevo Edificio Ambiental.
- 10) El inventario de pozos sépticos en el área de las mareas adyacente a la reserva de Jobos.

La contaminación por causa de fuentes dispersas es una grave amenaza para los cuerpos de agua y el medio ambiente. Hasta el año 1999, no se contaba con un mecanismo suficientemente articulado para lidiar con esta situación. Con el desarrollo y la implantación del Plan, Puerto Rico hace un esfuerzo auténtico encaminado hacia la protección de los recursos naturales y, en especial, la protección de nuestros cuerpos de agua superficiales, subterráneos y las aguas costeras. Las medidas de manejo que se están implantando son una excelente herramienta para prevenir, minimizar y controlar la adición de elementos contaminantes a los cuerpos de agua, conservar la calidad del recurso y sus diferentes usos designados.

El control de la contaminación por fuentes dispersas se enmarca en los procesos de manejo integral de las cuencas hidrográficas adelantados por el DRNA a través del Programa de Manejo de la Zona Costanera y del Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico.

# Acceso público, recreación y seguridad

## Guías de acceso a la costa

Por: Francisco J. Quintana y Jinnie L. Nieves  
División de Zona Costanera

Las Guías de Acceso Público a la Costa desarrolladas por el Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC) tienen el propósito de identificar los accesos a estos recursos costeros para viabilizar su desarrollo adecuado y la práctica deportiva de diferentes modalidades de recreación acuática, así como actividades de esparcimiento, contemplación, y manejo de nuestros recursos naturales. Estas actividades deben ser compatibles con la protección de los recursos naturales.

Nuestros accesos a la costa compiten con el desarrollo de proyectos residenciales y turísticos, que promueven como atractivo principal su ubicación en el litoral costero y afectan el libre acceso a nuestras playas para el disfrute del pueblo en general.

Durante los pasados seis años se ha logrado un considerable progreso en el Programa de Mejoramiento del PMZC (Sec.309 "Enhancing Public Access to the Coast"). El equipo de trabajo tiene la responsabilidad de llevar a cabo iniciativas y productos entre los que se destacan:

- Inventario de acceso público a los municipios costeros
- Inventario de áreas para bañistas
- Identificación y descripción de lugares con potencial de desarrollo que faciliten el acceso a la costa
- Evaluación de los programas de financiamiento local y federal para desarrollar obras de acceso público a la costa
- Determinación de áreas de prioridad para el desarrollo de obras y proyectos relacionados a la recreación marina para las nuevas modalidades de actividades acuáticas
- Implantación de un nuevo sistema de rotulación uniforme en las reservas naturales y áreas recreativas administradas por el DRNA

Entre las estrategias para la implantación del componente de acceso público a la costa se encuentra el establecer entendimientos o acuerdos de participación y cooperación entre los gobiernos locales y el PMZC. En las propuestas anuales sometidas a la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), se identificó la Ley de Municipios Autónomos de 1991 como una herramienta adicional que permitirá una apertura de entendimiento entre el PMZC y los gobiernos municipales. Durante el presente año, la tarea de acceso público ha aprovechado esta oportunidad fortaleciendo su relación de trabajo con varios municipios costeros. La Ley de Municipios Autónomos permite desarrollar Planes de Ordenamiento Territorial y establecer distritos de zonificación en terrenos contiguos a la costa para la recreación y que brinden facilidades de acceso público.

### Programa de rotulación de reservas naturales y áreas recreativas administradas por el DRNA

Bajo la Tarea de Acceso Público a la Costa, se llevó a cabo un proyecto de rotulación en las playas, áreas recreativas, Reservas Naturales y Bosques Estatales que ubican en los municipios costeros de Puerto Rico. El propósito de la nueva rotulación es adoptar el uso de los símbolos nacionales e internacionales conforme al Manual Uniforme de Rotulación y Señales de Tránsito de Estados Unidos para las actividades de recreación en tierra y mar. Esta iniciativa surge de estudios que señalan la proliferación de rótulos de diferentes diseños, materiales y simbología para orientar sobre un mismo tema, afectando la comunicación del mensaje. El sistema gráfico para orientar sobre las oportunidades de recreación en nuestras costas, ofrece ventajas adicionales como crear una rotulación universal, orientar sobre usos permitidos y prohibiciones,

además de orientar a niños, personas que no saben leer y a todo visitante sin importar su idioma o lugar de origen.

La nueva rotulación se ha instalado en las siguientes áreas recreativas administradas por el DRNA: Bosque Estatal de Piñones en Loíza, Playa Rosada e Islote Mata de la Gata en La Parguera, Morillos, Playa El Combate y Refugio de Vida Silvestre de Boquerón, Bosque Estatal de Boquerón e Isla Ratones en Joyuda, Reserva Naturales de Cayo Luis Peña y Playa Flamenco en Culebra, Isla de Mona, Reserva Natural Río Espíritu Santo en Río Grande, Reserva Natural Islotes La Cordillera en Fajardo y Reserva Natural Bahía Mosquito en Vieques.

### **Facilidades recreativas y vereda para kayaks, Guayama**

Las Facilidades Recreativas de Pozuelo son un proyecto desarrollado conjuntamente con el personal del Bosque Estatal Aguirre. Estas facilidades cuentan con un área de acampar, estacionamiento para automóviles, veredas interpretativas, duchas, baños, merenderos, barbacoas, paseo tablado, muelle de pesca flotante, muelle para embarcaciones sin motor,

ruta acuática identificada para canoas y kayaks, ésta incluye plataformas de descanso y rotulación e identificación de seguridad que discurre a una distancia aproximada de media milla náutica al sur de la zona marítimo-terrestre de la Bahía de Jobos.

### **Pasos peatonales sobre dunas de Piñones, Loíza**

El PMZC participó en el diseño y financiamiento de materiales y equipos para la construcción de cuatro pasos peatonales sobre dunas frente a la playa conocida como "Aviones" en la zona marítimo terrestre de la Reserva Natural de Piñones en el municipio de Loíza.

### **Reconstrucción rampa de botes, Cabo Rojo**

En coordinación con la Oficina del Comisionado de Navegación del DRNA, el PMZC participa en la reconstrucción de la rampa pública de la Playa Moja Casabe, sector Combate en Cabo Rojo, además de llevar a cabo la rotulación sobre orientación de medidas de seguridad en el uso de la rampa y embarcaciones que utilicen la misma.

Rotulación de Acceso Público a la Costa  
(Foto de F. Quintana)



Paseo peatonal sobre dunas adyacentes a Playa Aviones en el Bosque Estatal de Piñones  
(Foto de F. Quintana)

## Seguridad marítima y navegación en Puerto Rico

Por: Marisa González

Los deportes acuáticos han tomado un auge sin precedente en la Isla durante los últimos años. El Estado Libre Asociado de Puerto Rico tiene la responsabilidad de velar por el bienestar y la seguridad del público que disfruta de nuestros cuerpos de agua, además de velar porque los dueños de embarcaciones, navegantes y esquiadores puedan disfrutar y llevar a cabo sus actividades recreativas dentro de un margen de prudencia. La Ley Núm. 430 del 21 de diciembre de 2000, según enmendada, conocida como Ley de Navegación y Seguridad Acuática de Puerto Rico, delega en el DRNA los poderes y facultades para adoptar, promulgar y hacer cumplir aquellos reglamentos que estime necesarios para la adecuada ejecución y administración de esta ley. La Oficina del Comisionado de

Navegación es responsable de inscribir, renovar o transferir las embarcaciones recreativas en Puerto Rico. Cuenta con personal especializado en educación a los nautas, para adiestrar y otorgar certificaciones a nuestros usuarios de embarcaciones y vehículos de navegación. Además, cuenta con personal de campo que trabaja en la instalación y mantenimiento de boyas y rótulos que ayudan a organizar el tráfico en nuestras aguas, y a ofrecer seguridad y espacio a los bañistas y demás público que practica diferentes actividades acuáticas. También cuenta con personal especializado en la evaluación de todas las actividades acuáticas organizadas a través de la Isla.



Área de bañistas en Playa Flamenco, Culebra (Foto de F. Quintana)

# Importancia de los ecosistemas marinos

Por: Víctor M. Suárez Zapata  
División de Educación Ambiental

## Los manglares

Un manglar es una agrupación de especies de árboles o arbustos con ciertas adaptaciones que les permiten colonizar, sobrevivir y desarrollarse en terrenos anegados (terrenos inundados o inundables), y están sujetos a intrusiones de agua salada o salobre. Entre las adaptaciones se destacan la tolerancia a altos niveles de salinidad, raíces aéreas que estabilizan el árbol en terrenos blandos, semillas flotantes (plántulas), lenticelas y neumatóforos (estructuras especializadas que permiten la entrada de oxígeno y la salida de bióxido de carbono).

En la región de la Cuenca del Caribe podemos encontrar cuatro especies: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) conocido también como mangle zapatero y mangle colorado; el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); el mangle negro (*Avicennia germinans*) conocido también como mangle salado o mangle bobo y el mangle botón (*Conocarpus erectus*) conocido también como mangle botoncillo. Estas cuatro especies se pueden encontrar en las costas de Puerto Rico y sus islas adyacentes, en contacto directo con el mar, asociados a las riberas y desembocaduras de los ríos, o bordeando lagunas costaneras.

Los manglares son ecosistemas importantes ya que actúan como criaderos para muchas especies de peces y otros organismos. Son los ecosistemas de mayor productividad debido a su alta producción de materia orgánica. Sirven de hábitado para una gran variedad de especies de peces, aves y mamíferos. Protegen la costa contra la erosión, las marejadas, tormentas y huracanes. Sirven como reguladores del flujo de agua de lluvia y reducen el efecto de las inundaciones. Funcionan como pulmones del medioambiente; producen oxígeno y usan el bióxido de carbono del aire. Los manglares son utilizados para la recreación pasiva, deportes acuáticos y actividades turísticas. Sustentan un número considerable de especies vulnerables o en peligro de extinción. Son zonas de amortiguamiento contra contaminantes en el agua. Mantienen la diversidad biológica y son importantes para la educación y la investigación científica.

A pesar de su importancia ecológica y recreativa, las actividades realizadas por el ser humano han ocasionado el deterioro y la pérdida de estos recursos naturales. Entre las causas asociadas a estas actividades se encuentran: drenaje excesivo, cambio en el curso natural de las aguas (canalizaciones), desmonte en las zonas de captación, erosión y sedimentación asociada a las malas prácticas de conservación de suelos, relleno y construcción, establecimiento de rellenos sanitarios o vertederos, entre otras. Los manglares tienen un alto valor ecológico y económico.

(Foto del Cuerpo de Vigilantes de Aguadilla)

## Las yerbas marinas

Las yerbas marinas son plantas superiores adaptadas a sobrevivir en ambientes marinos. Estas no son algas. De las yerbas marinas, la *Thalassia* es la más común, abundante y la de mayor importancia ecológica en Puerto Rico y alrededor de sus islas, cayos e islotes. Estas forman extensas praderas continuas y están presentes desde el norte del Golfo de México hasta la costa noreste de Sur América, como también en gran parte del Caribe.

Encontramos praderas de yerbas marinas donde existe un sustrato blando como el fango o la arena en reposo y en aguas protegidas (zonas llanas y tranquilas del sublitoral). También pueden crecer en donde hay alguna acción de oleaje (estas no se desarrollan en costas con fuerte oleaje). Normalmente crecen a una profundidad de diez metros y en algunas ocasiones las encontramos a mayor profundidad, cuando el agua es suficientemente clara y la temperatura no esta por debajo de los 20°C.

Las hojas de la *Thalassia* son largas y aplastadas teniendo un promedio de 1cm de ancho y 25cm de largo. Sus hojas hospedan un gran número de organismos epífitos que son consumidos por peces e invertebrados. Las praderas de *Thalassia* sirven de albergue y proveen alimento a muchas especies de importancia económica como los meros, pargos, boquicolorados, carruchos y langostas. Por otro lado, especies en peligro de extinción como las tortugas marinas (carey de concha y peje blanco) y manatíes, se alimentan de estas yerbas marinas.

En los últimos años, la calidad y la transparencia del agua en las costas se ha afectado como consecuencia de la actividad humana. Entre las actividades que



Pradera de *Thalassia* en la Reserva Natural de Jobos

afectan la reducción, alteración y eliminación de las praderas de yerbas marinas se destacan: los anclajes indebidos de embarcaciones recreativas, los dragados, la sobrepesca, el aumento en los sedimentos terrestres, las descargas de aguas usadas, los derrames de petróleo, la descarga de químicos industriales, la contaminación térmica y la extracción de arena.

Debe destacarse también que las yerbas marinas llevan a cabo una amplia variedad de funciones entre las que se destacan: el control y modificación del ecosistema, reducen la velocidad de las corrientes submarinas, retienen los sedimentos de partículas orgánicas e inorgánicas, reducen la erosión, absorben sales y agua y tienen una gran capacidad para reponerse de la pérdida de hojas.

## Los arrecifes de coral

El coral es una colonia de diminutos organismos marinos formados por la simbiosis de un alga (*Zooxanthellae*) y un pólipo de coral que segregan rígidos esqueletos calcáreos. Asociados a los corales vive una gran variedad de algas coralinas, plantas y animales acuáticos que incluyen, esponjas, gusanos, moluscos, crustáceos, erizos, estrellas de mar, holoturios y peces de distintas especies y colores que en conjunto forman lo que llamamos el arrecife de coral.

Encontramos arrecifes de coral en la costa este, sur y suroeste de Puerto Rico debido a que las condiciones de sus aguas, salinidad, temperatura, claridad y corrientes son las más favorables para su desarrollo. La costa norte carece de gran desarrollo coralino probablemente debido a las fuertes corrientes, gran profundidad de esta zona y la poca claridad de las aguas debido a que en ellas desembocan ríos caudalosos que traen grandes cantidades de sedimentos.

En el Caribe se encuentran más de setenta especies de corales, entre ellos se destacan los corales pétreos, que forman estructuras de gran firmeza y apariencia rocosa, y los corales blandos o córneos. Estos son flexibles y asemejan cuernos y abanicos. Se cree que estos arrecifes se establecieron hace alrededor de 15,000 años, cuando el nivel del mar estaba a 85 metros por debajo del nivel actual. Las colonias de coral crecen a razón de 0.5cm a 1.5cm por año.



Fotos: Coral Reef Bio-Optics Report, Roy Armstrong)

El crecimiento del coral es lento pero continuo. El desarrollo de los arrecifes de coral está limitado a lugares relativamente estables desde el punto de vista ambiental y a condiciones ecológicas específicas: temperaturas calidas (21° - 22°C), buena alimentación, alta salinidad, baja tolerancia a sedimentos suspendidos, oleaje o corrientes y baja tolerancia a emergencias prolongadas.

La importancia de los arrecifes de coral radica en que nos protegen de fuertes oleajes y marejadas durante temporadas de huracanes y tormentas. Estos modifican la dirección y velocidad de las corrientes marinas, permitiendo así el establecimiento de praderas de yerbas marinas y manglares, exportan y reciben nutrientes de los sistemas terrestres, y sirven de hábitat para muchas especies marinas de consumo humano. Por otro lado, en ellos se encuentra una gran variedad de animales acuáticos que son fuente de alimento de organismos superiores, sirven como fuente de pesca comercial y deportiva, y son áreas de recreación para muchas personas dedicadas al deporte del buceo.

Los arrecifes de coral poseen una gran variedad y diversidad de colores y formas. También, son fuente de productos naturales con potencial biomédico y para otras industrias.

El arrecife de coral es una de las comunidades biológicas más vistosas y complejas de nuestro planeta y, por lo tanto, los daños ocasionados por disturbios naturales, o aquellos provocados por el ser humano, pueden tomar muchas décadas para ser remediados. Tenemos la responsabilidad de protegerlos de manera que puedan ser aprovechados por las futuras generaciones. La protección de este ecosistema es una tarea que debe ser compartida por todos para asegurar la persistencia de este hermoso y tan importante ecosistema.

Entre los daños en arrecifes ocasionados por disturbios naturales y actividades humanas se destacan:

- Huracanes y tormentas
- Cambios en el nivel del mar debido al llamado "efecto de invernadero".
- Blanqueamiento de corales: se cree que el blanqueamiento es atribuido a aumentos en la temperatura media de las aguas superficiales en regiones tropicales.
- Sobrepesca: la ausencia de algunas especies de peces desestabiliza el ecosistema, impidiendo que se lleven a cabo funciones vitales para el mantenimiento del arrecife.
- Extracción de corales: la remoción de corales lleva a la destrucción de hábitáculos y al empobrecimiento del ecosistema. Esta actividad es prohibida en Puerto Rico por el Reglamento Para Controlar la Extracción, Posesión, Transportación y Venta de Recursos Coralinos.
- Sedimentación: algunos ríos transportan grandes cantidades de sedimentos que se dispersan cuando llegan al mar, degradando la calidad de las aguas costeras. Como consecuencia, los arrecifes de coral son destruidos o degradados rápidamente.
- Encallamientos y derrames: el encallamiento de veleros, barcos y buques causan la destrucción directa de los corales debido al movimiento del casco de la nave

# La educación ambiental y la organización comunitaria

Por: Dixie Bayó  
Educatora ambiental

*"El progreso sin destrucción es posible."*  
Chico Méndez (1944 - 1988)

La educación es el elemento fundamental para alcanzar el éxito en cualquier meta propuesta y en el caso que nos ocupa, la organización comunitaria resulta ser un factor de cambio indispensable. Este concepto se refiere al proceso de aprendizaje de las condiciones ambientales del medio en que se vive, cómo éstas impactan la salud y la calidad de vida y la responsabilidad social de cada uno de nosotros.

En nuestro país, el proceso de educación ambiental se ha ido incorporando al currículo escolar; lo que aplaudimos. No empecé a esto, una vez se transmite la información, hay que ubicarla en tiempo y espacio de manera que tenga relevancia e impacto positivo. Es decir, que la meta de obtener el conocimiento se pueda transformar en compromiso de proteger el ambiente.

A pesar del surgimiento de organizaciones protectoras del ambiente, de triunfos alcanzados por organizaciones comunitarias y de la introducción del tema ambiental en los currículos escolares, la presión de desarrollo en zonas de alto valor ecológico continúa siendo considerable. El resultado ha sido, y continúa siendo, la destrucción y desmantelamiento de comunidades y barrios centenarios, la desaparición y alteración de procesos naturales de los ríos y quebradas, humedales, cuevas y otros recursos. Este desenfreno en la construcción y el consumo, en muchas ocasiones en abierta violación de las leyes ambientales vigentes, amenaza seriamente la salud ambiental del país. El resultado de estas acciones nos ha permitido, en ocasiones en muy poco tiempo, comprobar las limitaciones de esa política pública.

Ante esta realidad, las comunidades y las organizaciones ambientales tienen sobre sus hombros una

gran responsabilidad. Para desarrollar luchas exitosas, las comunidades deben aprender a organizarse, educarse, informarse y canalizar sus reclamos responsablemente. Se respeta, se ganan adeptos y se alcanzan logros significativos cuando la comunidad está bien documentada y utiliza los canales apropiados para hacerse escuchar.

Reconocemos que las luchas para proteger el ambiente y los recursos naturales son procesos difíciles, tortuosos, con grandes obstáculos económicos y de peritaje. No obstante, resultan indispensables para dar la voz de alerta cuando un proyecto se inicia en violación a las leyes y reglamentos vigentes. En las luchas comunitarias se ha comprobado que la participación ciudadana, debidamente informada, es un factor determinante para alcanzar el éxito de una reclamación.

En nuestro país la realidad demuestra la destrucción diaria de sectores compuestos por comunidades pobres para dar paso a nuevos desarrollos de vivienda, centros comerciales y carreteras. Esta conducta desarrollista continúa activa en áreas de Caimito y el sector de Piñones, única playa virgen disponible en el área metropolitana e importante bosque de mangles que alberga gran diversidad de flora y fauna, muchas endémicas y en peligro de extinción. Resulta pues, indispensable que, tanto las organizaciones ambientales como la ciudadanía en general, cobren conciencia de que el desarrollo se puede realizar sin destruir los recursos naturales, que las leyes ambientales hay que aplicarlas y que su violación constituye un delito. Hay que internalizar que no puede haber progreso si se permite la destrucción de los recursos naturales del país y que la educación ambiental y la organización comunitaria son las herramientas más importantes en esta lucha.

# 35 Años de gestión ambiental

Por: Santos Rohena, Ph.D.

Puerto Rico hizo historia en el año 1970 en Latinoamérica y la Región del Caribe cuando promulgó la Ley Núm. 9, Ley de Política Pública Ambiental, siguiendo el concepto de protección del ambiente y los recursos naturales en armonía con el desarrollo económico de la Isla, y creando la Junta de Calidad Ambiental (JCA) para implantar esta política pública.

En la década de 1960 en Puerto Rico se percibió un rápido deterioro ambiental. La primera reacción pública articulada fue un “Manifiesto de Conservación”, firmado por 40 profesores universitarios, científicos y otros ciudadanos. Aunque los enfoques en este manifiesto eran limitados, fue el primer paso para la concepción de una política pública de gestión ecológica.

Como consecuencia del manifiesto, en 1967 se publicaron en Puerto Rico los primeros trabajos donde se analiza la problemática ambiental. Se advirtió que los sistemas humanos también tienen características ecológicas y que, contrario a la noción de superioridad del hombre sobre la naturaleza, están sujetos a las mismas leyes. La conclusión fue inevitable, los problemas específicos del ambiente deben tratarse en su contexto ecológico.

En 1968 el Hon. Luis A. Ferré, entonces gobernador de Puerto Rico, nombró el Consejo Asesor del Gobernador sobre Desarrollo Económico. Este Consejo Asesor creó dos Subcomités: Contaminación Ambiental y Recursos Naturales. El resultado de esta gestión fue la concepción de una nueva política pública de gestión ecológica. El Gobernador sometió a la legislatura un proyecto para establecer la política pública ambiental, creando la Junta de Calidad Ambiental como una agencia autónoma adscrita a la Oficina del Gobernador, mediante la Ley Núm. 9, del 18 de junio de 1970, Ley de Política Pública Ambiental de Puerto Rico.

Esta ley ha sido enmendada en 1973, 1974, 1978, 1984, 1985, 1986, 1989 y 2000 sin cambio fundamental en la política pública. En el año 2004 la

Ley Núm. 9 fue derogada y sustituida por la Ley 416 del 24 de septiembre del 2004. Esta nueva ley no trastoca el estado de derecho ambiental, como tampoco lo hacen las disposiciones sobre penalidades ambientales incluídas en el Código Penal de Puerto Rico. Es importante aclarar que la JCA tiene poderes amplios para implantar la política pública sobre el requisito de requerir la preparación y sumisión de una Declaración de Impacto Ambiental. Además, las enmiendas de 1986 facultan a la JCA para imponer penalidades criminales por violaciones a la ley o a los reglamentos adoptados al amparo de esta ley, y penaliza también por incumplir cualquier resolución, certificación o declaración de la Junta.

Es interesante notar que el proceso de enmiendas a la Ley Núm. 9 ha sido dinámico con el propósito de fortalecer la protección del ambiente en armonía con el desarrollo económico sostenido de la Isla. Desde sus comienzos, la JCA dedicó sus esfuerzos para iniciar la implantación de la política pública ambiental, promulgar la reglamentación requerida, establecer relaciones con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y desarrollar un programa de participación ciudadana.

La búsqueda de alternativas, mediante la integración de acción ciudadana y de otros sectores privados e interagenciales, presenta una halagadora promesa para la solución de problemas ambientales que aun persisten y de otros que pueden surgir como el resultado del futuro desarrollo del país. En la década del 80 se continuó con la implantación de la política pública ambiental promulgando la siguiente reglamentación:

- Reglamento para el Control de los Desperdicios Peligrosos.
- Reglamento para el Control de los Tanques Soterrados.

- Reglamento sobre Inyección Subtermea.
- Reglamento para la Preparación de Documentos Ambientales.

A partir de la década del 90, aunque se atienden algunos casos significativos, se empieza a notar un desbalance en la armonía que debe existir entre el desarrollo económico y la protección del ambiente y los recursos naturales. Por otro lado, vemos como los grupos ambientales y ciudadanos se han organizado mejor para detener proyectos de construcción turísticas (como el Caso Marriott en Isla Verde) y residenciales, que están violando las leyes ambientales, debido a la acción pasiva de la JCA y del DRNA.

No obstante, considero que Puerto Rico tiene una política pública ambiental de avanzada, además de los mecanismos y recursos humanos adecuados para proteger el ambiente y los recursos naturales. Tenemos que asumir el liderato en coordinación y comunicación efectiva con las agencias de gobierno, sector privado e industrial, las comunidades y los grupos

ambientales (organizaciones no-gubernamentales) para que se continúe con la implantación de la política pública ambiental.

(Nota: El autor fue Presidente de la Junta de Calidad Ambiental y Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.)

### **Pasados Secretarios del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA)**

- Ing. Cruz A. Matos, Msc (Oxon)
- Dr. Pedro Negrón Ramos
- Dr. Fred Soltero Harrington
- Hilda Díaz Soltero
- Alejandro Santiago Nieves
- Justo A. Méndez
- José E. Laborde
- Dr. Santos Rohena Betancourt
- Pedro Gelabert Marques
- Ing. Daniel Pagán Rosa
- Dr. Carlos Padín Bibiloni
- Dr. Salvador Salas Quintana
- Lcdo. Luis Enrique Rodríguez
- Javier Vélez Arocho



Foto de F. Quintana

# Derrames de petróleo en el derecho ambiental

Por: Pedro A. Gelabert

## El S.S. Ocean Eagle

El 3 de marzo de 1968 a las 7:00 de la mañana, nos estremeció de pies a cabeza el siniestro accidente del S.S. Ocean Eagle en el canal de entrada de la Bahía de San Juan. Este buque-cisterna liberiano se partió en dos en un abrir y cerrar de ojos, derramando al mar su carga de 3.7 millones de galones de petróleo crudo. Aquellos que observamos el desastre naval jamás podremos olvidar el canal de entrada al Puerto de San Juan totalmente obstruido por la proa y la popa del barco, las olas espesas de petróleo azotando las murallas del Morro, Isla de Cabras y la costa de Cataño, las playas manchadas por aquel supuesto oro negro, y la vida marina muriéndose indiscriminadamente por donde quiera.

En aquella época no existían leyes, reglamentos, ni procedimientos para combatir derrames de petróleo. El único informe sobre un accidente de esta naturaleza era el del SS Torrey Canyon en la costa de Francia. Por lo tanto, la primera decisión ante la incertidumbre fue determinar quién estaría a cargo de la limpieza. Debido a que el buque se partió en dos partes, la proa estaba encallada fuera de la Bahía de San Juan bajo jurisdicción de la Guardia Costanera, pero la popa estaba dentro de la bahía bajo jurisdicción del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos, y las playas contaminadas en la Zona Marítimo-Terrestre bajo la jurisdicción del Gobierno de Puerto Rico. Se decidió que la Guardia Costanera se hiciera cargo de la proa con ayuda de la Marina de Guerra, el Cuerpo de Ingenieros de la popa y el Departamento de Obras Públicas (DOP) de las aguas costaneras y las playas.

La estrategia utilizada por la Oficina de Emergencias de Petróleo del DOP, bajo el liderato del Ing. Hamilton Ramírez, fue encapsular la mayor parte del petróleo dentro de la Bahía de San Juan e iniciar la limpieza en las playas del Escambrón, el Hotel Caribe Hilton, el Condado, Ocean Park, Isla Verde y Dorado.

Se utilizó un material adsor-

bente que consistía de perlita tratada para repeler el agua y adsorber el petróleo, sin efectos adversos sobre la vida marina. El material se lanzaba desde un helicóptero que volaba a unos 10 ó 15 pies sobre el mar. El piloto, llamado Freddie, tenía gran experiencia y sus maniobras sobre mar y tierra al principio nos dejaron muertos de miedo. El material flotaba sobre el agua hasta llegar a la playa impulsado por el viento, las olas y las corrientes marinas. Una vez en la playa, el adsorbente impregnado de petróleo se raspaba manualmente de la superficie de la playa por brigadas del DOP.

Para proteger la Laguna del Condado, nos inventamos unas barreras flotadoras (hoy conocidas como "oil booms"), instaladas en el Puente Dos Hermanos para impedir la entrada del petróleo a la laguna. En mar abierto, usamos pedazos rectangulares de alfombras de goma amarradas a cilindros de "fiber-glass" que servían como flotadores. La mancha de petróleo era arrastrada hasta la orilla como si fuera un chinchorro, donde se bombeaba a camiones-tanques.

Por otro lado, el Ing. Cruz Pérez y yo nos encargamos de probar en el campo los materiales aprobados por los laboratorios para determinar sobre el terreno si su uso era viable. Una de las alternativas propuestas era tratar de quemar el petróleo acumulado sobre las murallas del Castillo San Felipe del Morro y sobre las costas rocosas con un lanza-llamas del ejército. Cuando apuntamos la "llamarada" sobre la muralla del Morro cerca de La Perla, la llama emitió una nube negra inmensa al quemarse el petróleo. Al disiparse la nube, toda la superficie de la muralla estaba cubierta con un betún negro parecido al asfalto. Yo tragué la poca saliva que tenía en la boca y respiré profundo aquella peste a aceite quemado. El Ing. Cruz Pérez me gritó: "Pedro, apaga esa cosa y vámonos de aquí antes que llegue el Instituto de Cultura y vea como le hemos pintado la muralla del

Morro.” Ambos salimos apresurados del lugar cargando aquel pesado lanza-llamas. Cuando cotejamos el informe del Torrey Canyon, decía: se trató de quemar el petróleo crudo sobre las rocas costeras, pero este las cubrió con una costra negra.

Meses más tarde, la Guardia Costanera decidió hundir la proa a 10 millas náuticas al norte de San Juan, en la Trinchera de Puerto Rico, la parte más honda del Océano Atlántico. El piloto Freddie y yo seguíamos la proa del buque desde un helicóptero, cuando como a las 8 millas náuticas de la costa la proa empezó a inclinarse, alzándose como una esfinge. Los miembros del Equipo de Emergencias de la Guardia Costanera comenzaron a brincar al mar. Una lancha y un helicóptero los recogían en un mar con olas de 10 a 12 pies de altura. El capitán del equipo se mantuvo sobre cubierta, como buen marinero que no abandona su nave hasta que la tripulación esté fuera del buque. Por fin lo vi brincar, la proa se fue a pique y el mar se tragó a ambos. Una mancha enorme de petróleo residual de los tanques salió a la superficie. Un minuto más tarde vimos emerger al capitán. El helicóptero de la Guardia Costanera lo subió todo pintado de negro por el petróleo, como si fuera una estatua negra, igual a como dejamos la muralla del Morro.

La maldición del petróleo no nos daba tregua. La mancha de petróleo residual siguió a la deriva durante cuatro días hasta que tocó tierra en las costas de Quebradilla a Isabela. A limpiar nuevamente con las brigadas del DOP. Después de seis meses de intensa labor, habíamos logrado limpiar el petróleo de la Bahía de San Juan, la Laguna del Condado, las playas desde Loíza hasta Dorado y las playas desde Quebradillas hasta Isabela.

Ahora sólo quedaba la labor más difícil, lograr que los dueños y aseguradores del buque-cisterna compensaran al Gobierno de Puerto Rico por los daños ocasionados por el derrame. El Lcdo. Nicolás Jiménez, un abogado especializado en litigios sobre el Almirantazgo del Bufete Jiménez y Fusté, fue contratado para representar al Gobierno de Puerto Rico en el caso. El Lcdo. Jiménez utilizó como sus testigos o expertos al Dr. Máximo Cerame Vivas, el Ing. Rafael Cruz Pérez y a este servidor. Yo fui el testigo principal en el caso para tratar de probar daño ambiental.

No obstante, se nos hizo imposible presentar evidencia comparativa de cómo eran las condiciones antes y después del derrame. Por lo tanto, la corte determinó que se debían pagar sólo los costos de la limpieza del gobierno federal y estatal. Se presentó evidencia que durante esos seis meses el gobierno de Puerto Rico había gastado aproximadamente \$600,000.00 en labores de limpieza del petróleo. Sin embargo, no se pudo probar compensación alguna por los daños ambientales ocasionados por el mayor derrame de petróleo que haya sufrido Puerto Rico.

### **El S.S. Zoe Colocotronis**

A las 10:41 de la noche del 18 de marzo de 1973, la Policía de Puerto Rico notificó al Capitán del Puerto en San Juan que el S.S. Zoe Colocotronis, un buque-cisterna de matrícula griega, se había encallado en un arrecife en la vecindad de La Parguera. Se estimó que el buque descargó al mar aproximadamente 1.5 millones de galones de petróleo crudo para hacer más liviana la nave y facilitar su desencajamiento. Luego de volver a flotar, el buque procedió su curso normal hasta el muelle de Commonwealth Oil Refining Co. (CORCO) y descargó el resto del petróleo de sus tanques en la refinería. El buque venía navegando desde Venezuela hasta CORCO bajo contrato con Mobil Oil Co., quienes informaron el día siguiente que pagarían los costos incurridos en la limpieza, pero no los daños ambientales.

El 19 de marzo de 1973, el primer Secretario de Recursos Naturales, Cruz A. Matos, Rafael Cruz Pérez, y yo volamos en helicóptero sobre la mancha de petróleo para evaluar el daño potencial al medio ambiente y desarrollar una estrategia de limpieza. El petróleo había llegado a la playa cubriendo un área desde Bahía Sucia en el este hasta el acantilado del Faro de Cabo Rojo al oeste. La mancha flotando mar afuera se extendía desde el sur de La Parguera hasta el oeste de El Combate. Se decidió utilizar adsorbentes inofensivos a la vida marina y dejar que flotaran hasta la costa para recogerlos impregnados de petróleo. Temprano ese día comenzaron las labores de limpieza por parte del personal de la Guardia Costanera, el Departamento de Transportación y Obras Públicas, el Departamento de Recursos

Naturales, la Junta de Calidad Ambiental y los consultores de Servicios Ambientales de Puerto Rico (SAPRI).

El Lcdo. Nicolás Jiménez, el Dr. Máximo Cerame Vivas, el Ing. Rafael Cruz Pérez, y yo desarrollamos una estrategia para el caso legal, ya que nuestra intención esta vez era probar daño ambiental. El 23 de marzo de 1973 la nave, su Capitán M. Michalotoulis y su tripulación fueron arrestados por el Lcdo. Jiménez, y los documentos de navegación fueron incautados. El 24 de marzo un equipo de expertos de la Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA) llegó de Nueva York para evaluar el impacto ambiental en la zona afectada. Mientras tanto, otro equipo de científicos del Departamento de Ciencias Marinas de la Universidad de Puerto Rico realizó un estudio de una zona adyacente, no impactada por el derrame, para comparar el área afectada con un área similar en su estado natural.

El caso todavía estaba en los Tribunales cuando fui nombrado Director Ejecutivo en la Junta de Calidad Ambiental (JCA) en febrero de 1977. Se organizó un equipo de especialistas que comprendía al Ing. Rafael Cruz Pérez, el Dr. Máximo Cerame Vivas, el Dr. Gilberto Cintrón, la Dra. Bárbara Cintrón, el Dr. Braulio Jiménez y otros expertos para evaluar el daño ambiental. Además, el Lcdo. Jiménez se entrevistó con expertos de California envueltos en el derrame de petróleo de Santa Bárbara. Ellos habían desarrollado un método para establecer el precio por organismo afectado que más tarde utilizamos en el caso de Puerto Rico. A grandes rasgos, el método consistía de los siguientes pasos: (1) se buscaba el precio de una especie en un catálogo de ventas de organismos, (2) a este precio se le restaban los costos de venderlo, mantenerlo y pescarlo, y (3) se estimaba el costo en su estado natural. Se llevó a cabo este ejercicio y se estimaron costos que variaban entre \$4.50 para una langosta hasta \$0.10 para un insecto. Además, el Lcdo. Marvin Durning, Ex-Administrador Auxiliar de Fiscalización de la Agencia Federal de Protección Ambiental reclutó y representó grupos ambientales de los EE.UU. como amigos de la corte durante el caso.

El equipo de especialistas hizo una presentación del caso a la Junta de Gobierno de la JCA.

Yo me quedé perplejo por dicha presentación y les dije en inglés: "I would not buy it", ya que se me hacía difícil creer que un juez federal aceptara el método desarrollado por nuestro equipo de trabajo. Entonces, decidimos añadirle los costos de restauración como alternativa al costo ambiental.

Presentamos nuestro caso en la corte del Hon. Juan Torruellas utilizando ambos métodos: el daño ambiental y el costo de restauración. Sorpresivamente el juez Torruellas se decidió por los costos ambientales, otorgándole al Gobierno de Puerto Rico el pago de \$6.2 millones como compensación por los daños ambientales ocasionados por el derrame de petróleo. La noticia se regó por el mundo con rapidez como un precedente en el derecho ambiental, pero el caso fue apelado en la Corte Federal en el Distrito de Boston.

En la apelación, el Lcdo. Nicolás Jiménez realizó una estupenda defensa de nuestro derecho a compensación por los daños ambientales. Después de la presentación de su argumento, uno de los tres jueces le preguntó: "How much is a mosquito worth?" Nicolás se cuadró, como el oficial que había sido en la marina mercante, y le contestó: "Ten cents, Sir". Tengo que confesar que fue muy difícil contener la risa para aquellos presentes ese día en la Corte Federal. Cuando me narraron el cuento, yo le dije a Nicolás en término jocoso: "Anoche maté cincuenta chavos de mosquitos".

Estábamos muy preocupados por cual sería la decisión de la Corte de Distrito, porque los jueces habían llamado nuestro plan de restauración "un plan dracónico" al tener que deforestar más área de mangle de lo que había sido impactado para poder llevar a la playa el equipo pesado de construcción. Sin embargo, los jueces nos solicitaron un plan alterno que preparamos entrando por el mar y reduciendo drásticamente la deforestación. El Tribunal Federal de Distrito estudió el nuevo plan de restauración y fallaron a nuestro favor ordenándole a los dueños y los aseguradores pagar los costos de restauración.

Mientras tanto, el problema principal que confrontamos era que el petróleo se había percolado en el suelo, afectando las raíces de los árboles de mangle. Sorpresivamente, un huracán pasó al sur de Cabo Rojo generando gran oleaje y marejadas

ciclónicas sobre el área de Bahía Sucia y la península del Faro de Cabo Rojo. El nivel freático subió hasta la superficie y el petróleo flotó sobre el terreno donde el oleaje lo batió y lo removió de la superficie. Como la naturaleza ayudó a limpiar el derrame de petróleo, nos vimos obligados a aceptar sólo \$1.2 millones de los costos ambientales. Lo importante del caso fue que se convirtió en un precedente mundial en derrames de petróleo.

### Conclusión

Estas dos inolvidables experiencias penetraron tan profundo en nuestras conciencias que causaron un cambio repentino, dramático e intenso en nuestro sentir naturalista. Los compañeros que confrontamos tales sucesos, de profesiones tan diferentes y distantes como un ingeniero civil, Hamilton Ramírez; un biólogo marino, Máximo Cerame Vivas; un ingeniero químico, Rafael Cruz Pérez; un abogado naval, Nicolás Jiménez; y un geólogo, este servidor, sufrimos una gran transformación en nuestras vidas con un surgimiento patriótico por la conservación de los recursos naturales y la

protección de los ecosistemas. Habíamos cumplido con nuestro cometido cuando emprendimos la tarea de probar daño ambiental en el derrame de petróleo del buque-cisterna S.S. Ocean Eagle. Ese fue el principio de la legislación federal e internacional sobre derrames de petróleo y la eliminación de los tanqueros chatarras navegando en los océanos. El precedente legal me llevó a mí a representar a los Estados Unidos en los tratados de derrames de petróleo del Programa Ambiental de las Naciones Unidas.

El Pueblo de Puerto Rico tiene una inmensa deuda de gratitud con cientos de personas que lucharon día y noche para conquistar estos dos desastres. Unidos como un gran equipo, se dieron a la ardua tarea de restaurar la belleza de las costas de la Isla para mejorar la calidad de la vida y el bienestar futuro de la sociedad puertorriqueña.

(Nota: El autor fue Director Ejecutivo de la Junta de Calidad Ambiental y Secretario del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.)



Fuerte San Cristóbal, Bahía de San Juan (Foto de F. Quintana)

# Retos y riesgos en el manejo de las áreas costeras

Por: Ernesto L. Díaz  
Administrador de Recursos Naturales

¿Estamos preparados en Puerto Rico para enfrentar efectivamente eventos naturales, tales como: huracanes, marejadas ciclónicas, tsunamis o inundaciones extraordinarias? ¿Es adecuada nuestra capacidad de respuesta ante estos eventos a corto plazo? ¿Estamos preparados para proteger a las comunidades costeras de los impactos asociados al incremento del nivel del mar a mediano y largo plazo? Éstas son preguntas que el Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC) intenta responder en coordinación con otras agencias internacionales, federales y locales.

Las costas son espacios de transición altamente dinámicos y complejos que se encuentran entre dos dominios: el marino y el terrestre. Son el escenario de importantes procesos ecológicos, biogeoquímicos, sociales, económicos y culturales a diferentes escalas, frecuencias e intensidades. El análisis de la vulnerabilidad de estas áreas a riesgos naturales debe integrarse efectivamente a los procesos de planificación, ordenación territorial y zonificación en Puerto Rico. Estos procesos deben generar a su vez guías, códigos y normas claras que se traduzcan en diseños que integren las medidas de protección o adaptación recomendables para la prevención de pérdidas de vidas y propiedades como consecuencia de los riesgos costeros.

## Importancia de la zona costanera y factores de riesgo

En la zona costanera se concentra una gran parte de la población y de la infraestructura de Puerto Rico. Alrededor del 77% de la población y el 40% de los suelos urbanos en la Isla se encuentran en los municipios costeros.

Por otra parte, la actividad económica en Puerto Rico depende en gran medida de la infraestructura comercial y de servicios localizada en la zona costanera, ya que ésta alberga gran parte de

las instalaciones portuarias y de las plantas de generación de energía del país. En la zona costanera se encuentra el principal aeropuerto internacional de Puerto Rico, siete aeropuertos regionales y ocho puertos marítimos, entre los cuales destacan el puerto de la Bahía de San Juan y el puerto de Ponce, ambos en proceso de expansión. En términos de la infraestructura de servicios, en la zona costanera se encuentran cinco plantas generatrices, 31 torres de transmisión, 178 kilómetros de carreteras principales y las plantas de tratamiento de aguas usadas del país.

Uno de los sectores más dependientes de la costa y sus recursos naturales es el turismo. Las estadísticas del 2004 reflejan un total de 4.7 millones de visitantes y más de tres mil millones de dólares asociados a esta actividad. Un total de 1,788,000 visitantes se registró en las instalaciones turísticas durante el 2004, de los cuales 1,371,600 fueron no-residentes de Puerto Rico. A través del Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín se movilizaron 10,292,300 pasajeros, mientras que 1,348,200 turistas llegaron a la Isla por medio de cruceros.

## El análisis de vulnerabilidad a riesgos costeros

La infraestructura próxima a ecosistemas costeros se encuentra expuesta a diferentes niveles de riesgos naturales. Los niveles de exposición y vulnerabilidad varían en función de dos conjuntos de factores: socioeconómicos y físico-ecológicos.

Los factores socioeconómicos que pueden incrementar la vulnerabilidad a riesgos, incluyen la evolución histórica de las ciudades, así como los usos, actividades y prácticas tradicionales de estas comunidades. El análisis de la organización social y política del país y el nivel de información y conocimiento sobre los sistemas naturales y socioeconómicos son elementos fundamentales en la determinación de

la vulnerabilidad de las comunidades costeras.

Entre los factores físicos encontramos la ubicación geográfica, la geología y las características geomorfológicas. La vulnerabilidad debe ser analizada además, en función del relieve topográfico, así como la distancia de masas continentales, la presencia de formaciones costeras y barreras naturales de protección, como los arrecifes de coral, las lagunas arrecifales, humedales costeros, manglares y los sistemas de dunas litorales.

### Cambio climático

Los principales problemas asociados al cambio climático en las áreas costeras de Puerto Rico se relacionan con potenciales cambios en la frecuencia o intensidad de los huracanes y las tormentas, al incremento del nivel medio del mar y a los posibles impactos de marejadas e inundaciones en la vida y la propiedad.

La evidencia científica indica que nos encontramos ante un escenario de incremento del nivel del mar y que los patrones de distribución de reconocimientos de huracanes se han alterado. El Dr. William Gray, de la Universidad de Colorado, predice cada año la actividad e intensidad en una temporada de huracanes utilizando parámetros como la presencia de El Niño, la dirección del viento, la presión atmosférica, la temperatura del agua en el Caribe y los patrones de lluvia en la región del Sahara. El Dr. Gray pronosticó un probable aumento en la cantidad de huracanes que tocarán tierra durante las próximas décadas. Los impactos de estas predicciones para la economía de Puerto Rico están aún por verse.

Los procesos de análisis que se realizan en función de los datos de los mareógrafos y el comportamiento de las costas luego de eventos como huracanes y marejadas ciclónicas en Puerto Rico permiten correlacionar proyecciones para cada segmento costero. De igual manera, las observaciones directas sobre la reducción en sectores de playa como en Rincón (Figura 1) permiten identificar elementos antropogénicos que resultan de la interrupción de procesos litorales y su impacto sobre el balance de sedimentos.

Los trabajos de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, a través de los programas del



**Figura:** Cambio de la línea de costa en Rincón en un período de cinco (5) años, entre 1997 y 2002 (Preparado por Nora Álvarez)

Departamento de Ciencias Marinas, Sea Grant y la Red Sísmica, los nuevos mapas de inundaciones (D-FIRM) auspiciados por FEMA, así como los trabajos coordinados y desarrollados por el Programa de Manejo de la Zona Costanera en el DRNA, han permitido formular escenarios y determinar diferentes niveles de vulnerabilidad de las comunidades costeras a riesgos naturales. A estos análisis se debe sumar las lecciones aprendidas del tsunami ocurrido en Asia en diciembre del 2004 donde aproximadamente 230 mil personas murieron, según estimados oficiales, y del huracán Katrina en las costas de Louisiana y Mississippi donde las pérdidas de vida ascendieron a 1,600.

El análisis de los promedios globales muestra incrementos constantes durante los últimos 100 años en la temperatura y nivel medio del

mar relacionados a la expansión térmica del océano y el deshielo de las capas polares y glaciares. Este aumento medio global se ha registrado entre 1 y 2.5mm/año, mientras que durante la última década hemos experimentado un incremento promedio en el rango de 4-6mm/año. Por otro lado, informes de la EPA estiman que las temperaturas globales probablemente subirán 1°C para el año 2050 y 2°C para el año 2100 y es probable que la tasa de incremento del nivel del mar sea de 4.2mm/año para el 2100.

Una hipótesis pesimista, bastante poco probable pero no descartable, sería un ascenso del nivel del mar del orden de 1 metro, correspondiente con el máximo de algunas predicciones y con niveles experimentados en Puerto Rico y el Caribe en el pasado. Otras proyecciones más conservadoras estiman un incremento de aproximadamente 34cm. Esta situación, además de aumentar la vulnerabilidad de las comunidades costeras a los impactos del incremento del nivel del mar y de las marejadas o tsunamis, indica también que los acuíferos costeros estarán expuestos a mayores riesgos de intrusión salina, consecuentemente impactando las reservas de aguas subterráneas aprovechables.

Las proyecciones de cambio del nivel del mar demuestran una variabilidad espacial y temporal sustancial. Estos estimados son globales y deben adaptarse para tomar en cuenta factores locales que influyen en la variación del nivel del mar. Sin embargo, no se pueden extrapolar incrementos históricos y proyecciones directamente a las realidades regionales y locales. En el caso del Mar Caribe, Maul y Hanson calcularon un medio incremento histórico de

3.6mm/año durante los últimos 30 años. Las medidas de aumento de nivel del mar tomadas en las estaciones existentes en Puerto Rico son aún menores (Tabla 1).

Por otro lado, los trabajos del Dr. Vance Vicente han revelado que el promedio en la temperatura superficial del agua en la región del Caribe ha ido en aumento durante los últimos años. El Dr. Vicente relaciona el aumento en la temperatura del agua superficial a la desaparición de ciertas especies de esponjas comerciales en la región. Otras especies de coral son igualmente susceptibles a los cambios de temperatura y sus poblaciones podrían extinguirse regionalmente.

Aun cuando los escenarios y proyecciones globales y regionales sobre el incremento del nivel del mar no son directamente aplicables a la realidad de las costas de Puerto Rico, resulta imperativo que sean integradas a los procesos de toma de decisiones, con relación a la ocupación de los terrenos emergidos costeros.

Existen herramientas legales y administrativas que permiten integrar las estrategias de planificación y protección de las comunidades costeras a estos riesgos. El **Reglamento 4860** de 1992 relacionado al Aprovechamiento, Vigilancia, Conservación y Administración de las Aguas Territoriales, Terrenos Sumergidos y la Zona Marítimo-Terrestre, el **Reglamento de Planificación Número 17** para la Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas, y el **Reglamento Número 13** (quinta enmienda del 2002), entre otros, ofrecen oportunidades para incorporar las consideraciones de protección de comunidades costeras, vidas, propiedades y los recursos naturales, en el contexto de sustentabilidad deseable y posible para los ambientes costeros de Puerto Rico.

Es un hecho que la Isla debe prepararse eficazmente para estos eventos. Los aspectos de protección a la vida y propiedad son prioritarios en el proceso de toma de decisiones de cualquier nación, grande o pequeña. Los fenómenos naturales repetidos tienen un impacto severo en la estructura social y económica de la Isla, y deben ser tratados como un problema urgente. La aparente correlación entre cambio climático, calentamiento global y el aumento del nivel del mar es aún objeto de debate dentro de la comunidad científica pero las dudas e

Estación	Período	Tasa de Cambio (cm/año)
Isla Magüeyes	1955-1978	0.197
San Juan I	1962-1974	0.183
San Juan II	1978-1979	0.183

**Tabla 1:** Medidas de cambio de nivel medio del mar en estaciones en Puerto Rico.

incertidumbres sobre los impactos son cada día menores. Por el momento, sólo podemos especular sobre el efecto que tales procesos tendrán en la estructura socio-económica de la Isla. Sin embargo, con una cultura orientada a la costa y una economía altamente dependiente del turismo, la degradación de nuestras costas es un asunto que muy pocos en Puerto Rico quieren dejar pasar desapercibido.

## **Estrategias de prevención y protección contra riesgos costeros**

Con el objeto de enfrentar los riesgos de inundaciones costeras prolongadas y del incremento del nivel del mar, se deben integrar a los procesos de planificación del uso de terrenos y de ordenación territorial, un conjunto de estrategias que permitan atender las necesidades particulares de cada sector costero:

### **1. Retiros o separaciones de la línea de costa:**

El ancho de estas franjas de separación puede variar de acuerdo a las características geomorfológicas, ecológicas y oceanográficas específicas de cada sector costero y de la presencia de centros poblados o infraestructura en ellas. Altamente recomendado para costas bajas.

### **2. Adaptación vertical de las estructuras:**

Esta alternativa es particularmente costosa para casos donde exista la necesidad de elevar estructuras existentes, sin embargo, podría ser efectiva para nuevas estructuras, y aplicable a las existentes que son altamente dependientes del agua, como muelles, puertos e instalaciones de recepción portuarias.

### **3. Protección de la costa mediante diques, rompeolas o disipadores de energía aguas adentro:**

Esta alternativa es costosa pero ampliamente utilizada para la protección de edificios, viviendas e infraestructura existentes y expuestas a procesos agresivos de erosión. Esta estrategia no es recomendable para nuevos desarrollos que deberían utilizar las estrategias 1 y 2 como prioridades. Las estrategias de protección han evolucionado en el pasado reciente, favoreciendo la disipación de

energía aguas adentro y la utilización de estructuras removibles, arena del mismo lugar, contenida en geotextiles o la colocación de arrecifes artificiales donde sea aplicable. La construcción de paredes verticales que endurezcan las costas no es recomendada y en su lugar, donde sea absolutamente necesario y costo-efectivo, se recomienda la construcción de estructuras en ángulo, rip-rap o jacks que permitan la disipación de energía y la retención de sedimentos in situ.

Como regla general se debe tratar de observar los retiros o separaciones de la línea de costa, evitar las construcciones perpendiculares que se internen en el mar e impidan el transporte litoral de sedimentos, prevenir o minimizar los riesgos de erosión y el endurecimiento de las costas mediante construcciones de paredes o muros.

El PMZC ha colaborado en el desarrollo de las siguientes medidas como parte del Plan de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico:

- Planes de evacuación para huracanes y marejadas
- Manuales de restauración de dunas
- Manuales de restauración de manglares
- Planes de estrategias de mitigación municipales
- Modificaciones al Código de Construcción
- Estudios detallados de erosión costera
- Sistema de Respuesta de Emergencia (FEMA)
- Sistema de Transmisión de Emergencia
- Mapa de clasificación de riesgo de áreas costeras
- Plan de la realojamiento de 14,000 familias viviendo en zonas inundables
- Estrategia de protección de humedales
- Adopción de normas de calidad de las aguas costeras
- Mesa redonda sobre cambios climáticos globales

# Estadísticas de pesca en Puerto Rico

Por: Craig Lilyestrom, Ph.D.  
División de Recursos Marinos

Los peces de arrecifes de coral están sujetos a intensa presión en Puerto Rico, debido al uso de este recurso por parte de varios grupos, entre éstos, los pescadores comerciales, los pescadores recreativos, los que capturan organismos ornamentales y quienes los exportan.

La pesquería en los arrecifes de coral ha mermado drásticamente en las últimas dos décadas y muestra los signos típicos de la sobrepesca: la reducción de el desembarco total de peces en el puerto, la disminución de la captura por unidad de esfuerzo, el cambio a peces más pequeños y el fracaso en el reclutamiento. Se ha reportado que entre los años 1979 y 1990 el desembarco en puerto de la pesca comercial disminuyó en un 69% (Appeldoorn et al. 1992).

En el último censo de pesquería comercial (Matos-Caraballo et al. 2002) se informa que hay 1,163 pescadores comerciales activos en Puerto Rico, que utilizan 956 embarcaciones de pesca, 10,372 trampas de pesca, 2,774 langosteras, 147 chinchorros de arrastre, 993 redes de ahorque, 391 trasmallos, 1,267 atarrayas y 12,310 cordeles de pesca de diferentes tipos. Del total de pescadores, un 87% captura peces de arrecifes (incluidos los de concha y las langostas); 385 pescadores practican el buceo libre y 225 practican el buceo con tanques. Cada año, entre 1995 a 2002, la pesquería comercial produjo un promedio de 3.5 millones de libras de pescado. Esta tendencia indica una disminución en el uso de trampas y redes debido a su alto costo y relativamente bajo rendimiento, así como un aumento en el uso de cordel y anzuelo y equipo de buceo.

Hasta el año 2000, sólo se había obtenido datos estadísticos de pesquería en Puerto Rico a través de la industria pesquera comercial. En enero de 2000, el programa Marine Recreational Fisheries Statistics Survey (MRFSS) reinició la recolección de datos en Puerto Rico, lo que ha producido un mayor entendimiento de las presiones existentes sobre las poblaciones de peces de arrecifes de coral (Lilyestrom y Hoffmaster, 2002). Además, un estudio reciente de

la industria de exportación de organismos ornamentales ha arrojado nueva luz sobre esta actividad en Puerto Rico (Mote Environmental Services, Inc., 2002).

Luego de seis (6) años de recolección de datos de pesquería recreativa, están emergiendo algunas nuevas tendencias. La participación total de pescadores de anzuelo descendió desde 249,869 a 140,673 en el año 2005. En promedio, hay aproximadamente 170,000 pescadores de anzuelo residentes de Puerto Rico y 36,000 no-residentes. El total anual de excursiones de pesca fluctuó de 1,411,943 en el año 2001 a 866,723 en 2005.

El porcentaje mayor (64-58%) de las excursiones de pesca recreativa resulta de los pescadores de anzuelo de la costa. Entre 35-40% son excursiones realizadas por embarcaciones privadas y el resto (3-1%) son de botes de alquiler. Los peces de arrecife componen desde el 16 al 29% de la captura total. La mayor parte de estos peces son capturados por pescadores recreativos en embarcaciones privadas.

Desde el año 2000 al 2005, la captura total de la pesca recreativa fluctuó entre 4,601,748Lbs. y 1,971,267Lbs. La captura global por unidad de esfuerzo disminuyó en un promedio de 40% por año durante este mismo período. Se observó disminuciones constantes en la captura del arrayao, la sama y el chillo. La pesca del Dorado (*Corypha ena hippurus*) sigue dominando la pesca recreativa marina, variando de 2,584,960Lbs. en el 2000 a 431,738Lbs. en el 2005.

En la industria de exportación de organismos ornamentales, la especie de pez más comúnmente capturada y exportada es el gramma o chernita bicolor (*Gramma loreto*), luego sigue el quijada cabecirrubia, el burrito, el dardo puya y el isabelita medioluto, aunque se han exportado cientos de otras especies

(Mote Environmental Services, Inc., 2002). Hay aproximadamente una docena de personas dedicadas a la captura de estos organismos en Puerto Rico y tres (3) exportadores mayores, que exportaron 37,000 grammas y sobre 8,400 quijada cabecirrubias entre 1998 y 2000.

Aproximadamente 113 invertebrados marinos se han exportado tradicionalmente, encabezando la lista a base de las cantidades exportadas, las anémonas de género *Condylactis*, los cobitos pata azul, los sabélidos, las estrellas de mar y "turbo snail". En los primeros cinco (5) meses del año 2002, se exportaron 7,500 cobitos pata azul y 3,600 *Condylactis*. Además de las exportaciones cuantificadas, se hacen ventas no-cuantificadas a las tiendas de mascotas locales y a pescadores para los acuarios de sus casas. Mediante una encuesta preliminar realizada a través del MRFSS, se estimó que podría haber de 6,000 a 8,000 personas que capturan organismos ornamentales marinos para sus propios acuarios en Puerto Rico.

Con el fin de convertir la pesquería colapsante en una actividad sustentable a largo plazo, el DRNA ha puesto en vigor un nuevo reglamento de pesca, mediante el cual se establecen licencias de pesca, se prohíbe la pesca con arpón y tanque de buceo, se elimina el uso de chinchorros de arrastre. En el 2007, se establecen límites de tamaño y cuotas diarias para varias especies, se requieren permisos específicos para especies vulnerables y de alto valor, tales como la langosta, el carrucho y el cangrejo, y se crean áreas marinas protegidas alrededor de Mona y Monito, Desecheo y la laguna del Condado, entre otras limitaciones. Con este reglamento se ha logrado armonizar en alto grado con las medidas federales de manejo de pesquería en Puerto Rico.



Foto: F. Quintana

# Conservación *vis a vis* preservación; un comentario

Por: José L. Chabert Llompart  
Negociado de Servicios Especializados

*"...que inapropiado llamar Tierra a este planeta,  
cuando es evidente que debería llamarse Océano."*  
Arthur Charles Clarke

Las poblaciones de especies de aves acuáticas en Puerto Rico se han reducido principalmente por la pérdida y deterioro de sus hábitats acuáticos. Uno de los mayores peligros que amenazan las aves acuáticas en Puerto Rico es la depredación de pichones una vez salen del nido, principalmente por depredadores exóticos, tales como las ratas, mangostas, gatos, perros y recientemente, según fuera observado por los biólogos José Cruz y Marisel López, por el conocido sapo toro (*Rana catesbiana*). Sus nidos en muchos casos son destrozados por el pastoreo del ganado. Pero un factor más peligroso que los depredadores es la pérdida y deterioro de los cuerpos de agua que sustentan las poblaciones de patos nativos y migratorios además de otras especies de aves acuáticas. No basta únicamente con preservar los sistemas acuáticos, generalmente es necesario un manejo activo si el hábitat se ha degradado. Este manejo se logra en muchos casos mediante proyectos de restauración ecológica. Definimos este término como "devolver un ecosistema lo más próximo a las condiciones pre-existentes". Esto es diferente a recomendar devolver el hábitat a su condición prístina. La restauración ecológica es necesaria cuando el daño o impacto ocasionado a un hábitat podría ser irreversible si no media la intervención o un manejo adecuado. Una vez se logra restaurar un hábitat es necesario continuar un manejo adecuado para evitar nuevamente su degradación. Esta sería la realidad del Caño Tiburones, del Refugio de Aves de Boquerón y de la Reserva de Vida Silvestre de Humacao.

Aunque nuestro interés es mantener la integridad ecológica y la conservación de las especies de flora y fauna, es necesario identificar

cuáles son los grupos y especies que necesitan mayor atención y prioridad de manejo. En varias ocasiones hemos identificado como una de las prioridades de conservación y manejo las poblaciones de los patos nativos. Para determinar de manera más detallada los factores que afectan directamente este grupo de aves, estudiamos, entre otros parámetros, sus movimientos, necesidad de hábitat, biología reproductiva, etc. El deterioro de los anegados costeros de la Isla ha ocasionado que todas las especies de patos y otras formas similares hayan reducido sus poblaciones hasta catalogarlas como vulnerables o en peligro de extinción.

Por otro lado, entendemos, y es importante mencionar, que un manejo sabio de los hábitats de los anátidos (como en el caso del Caño Tiburones) redundaría directamente en beneficio de la vida silvestre, además serviría como sombrilla para la protección de otras especies acuáticas tales como garzas, playeros, plantas e invertebrados que, aunque importantes, sus poblaciones en general se encuentran menos amenazadas. En otras palabras, manejar el hábitat específicamente para playeros o invertebrados, para mencionar un ejemplo, no necesariamente y con poca probabilidad beneficiará a los patos nativos y otras formas similares que, como ya hemos mencionado, deben ser la prioridad de manejo en muchas reservas y refugios de la Isla, principalmente aquellos manejados por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Por lo tanto recomendamos dirigir la conservación y manejo de sistemas como los de Humacao, Boquerón, Caño Tiburones y de ser posible la restauración de la Laguna Cartagena, la Esperanza en Ponce y la otrora Laguna Guánica, para el beneficio de las poblaciones de patos nativos.

Debemos enfatizar y recomendar la necesidad de **conservar** por medio de un manejo efectivo, sobre el concepto de **preservar**, por considerar este último uno mucho menos práctico, al

menos en cuanto a hábitats acuáticos en Puerto Rico se refiere, como fue evidenciado en el pasado en los refugios de Vida Silvestre de Humacao, Boquerón, Arroyo y Laguna Cartagena.

Es necesario diferenciar ambos términos y aclarar porqué recomendamos uno sobre otro, especialmente cuando hablamos de sistemas anegados costeros. Usualmente entendemos por **preservar** el mantener un área o recurso natural de manera inalterada, no permitiendo el uso del recurso. **Conservación** no debe entenderse como meramente preservar, sino debe verse como la planificación inteligente para un uso eficiente sin impactar negativamente o al menos de manera irreversible los recursos utilizados. No podemos obviar que el Puerto Rico de hoy está muy distante de lo que fuera hasta el siglo 19. La contaminación de las áreas y de los afluentes que discurren a estos sistemas costaneros, el establecimiento de especies exóticas, principalmente plantas, el establecimiento de comunidades urbanas e industriales en sus periferias, y la necesidad de la multiplicidad de usos no permiten detenernos en el tiempo y requiere un manejo activo para mitigar estos impactos.

Hablar de preservar y mantener estos sistemas intocables o intentar devolverlo a su condición prístina no es una opción realista. Recomendamos evaluar opciones de manejo tales como secar e inundar terrenos, sembrar alimento, y manipular los niveles y calidad del agua para atraer, fomentar y sostener la vida silvestre. Estos trabajos de manejo se están

realizando en menor o mayor escala en las reservas y refugios de Humacao, Boquerón y Laguna Cartagena. En las lagunas de Humacao este manejo ha resultado en un mejoramiento del hábitat y beneficio para muchas especies acuáticas. De igual manera, aunque en menor escala y con menos apoyo técnico, el Refugio de Aves de Boquerón continúa siendo uno de los lugares principales para aves acuáticas en Puerto Rico.

El futuro de nuestra avifauna acuática, especialmente el de los anátidos, puede depender de la protección y manejo que demos a los sistemas acuáticos de la Isla. Por lo antes expuesto, recomendamos que la adquisición de áreas anegadas, con valor o con posibilidad de sostener especies de patos y otras formas similares, debe ser un norte para el DRNA. Otras áreas, bosques, acantilados, manglares, y hábitats pocos perturbados, cuyo proceso de sucesión natural pueda ocurrir sin que factores antropogénicos intervengan de forma negativa pueden ser adquiridos por aquellas entidades cuyo interés es la preservación de los recursos naturales.

Nos hacemos eco del escritor inglés Arthur C. Clarke, cuando advertía:

*"...ésta es la primera época que ha prestado mucha atención al futuro, lo cual no deja de ser irónico, ya que tal vez no tengamos ninguno."*



Foto: Ramón Rivera

# Manejo como herramienta para mejorar la calidad de los humedales en Puerto Rico: el ejemplo de la Reserva Natural de Humacao

Por: José A. Cruz Burgos, Ph.D.  
División de Recursos Terrestres

En el Caribe los humedales se distinguen por ser sistemas con flujo de agua abundante, alta productividad primaria y alta riqueza de especies (Lugo y Brown 1988a). Estas características han sido atribuidas a factores tales como temperaturas cálidas, topografía variada y geología compleja de las islas del Caribe (Lugo y Brown 1988a). En esta región geográfica, los humedales arbóreos como los bosques de mangle cubren más área de superficie que los humedales no arbóreos (Lugo y Brown 1988a). De hecho, los manglares están restringidos a las costas tropicales y sub-tropicales (Mitsch y Gosselink 2000).

Los humedales han sido objeto de impactos antropogénicos por siglos. La agricultura ha sido identificada como la razón principal para la pérdida de estos ecosistemas en las islas del Caribe (Lugo y Brown 1988b). Para la década de los años 30, áreas extensas de ciénagas de agua dulce y humedales boscosos fueron deforestadas en Puerto Rico para la producción de carbón, reemplazadas por cultivos (Lugo y Brown 1988b). Se estima que la extensión de mangles en la Isla cubría unas 30,000 cuerdas, pero para la década del 1970 ésta se había reducido en un 50% (Carrera y Lugo 1978, Lugo 1988). Por otro lado, las prácticas históricas de uso del suelo redujeron los pantanos de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) a unos 14 rodales ubicados en diferentes puntos de la Isla, convirtiéndose en un ecosistema en peligro de extinción (Cintrón 1983). Durante las últimas décadas, la agricultura ha sido reemplazada por asentamientos urbanos, particularmente en la zona costanera, donde ocurren los humedales de mayor extensión (ej., Caño Tiburones).

Como resultado, porciones de manglares y otros humedales costeros han sido alterados de manera irreversible. De hecho,

para el 1979 ya Martínez y colaboradores habían descrito los humedales en el Caribe oriental, incluyendo a Puerto Rico e Islas Vírgenes, como ecosistemas raros y severamente degradados.

A pesar del historial de alteraciones, los humedales en el Caribe han recibido relativamente poca atención de la comunidad científica, a excepción de aquellos en islas de mayor tamaño como Cuba, Jamaica, Puerto Rico y Trinidad (Lugo y Brown 1988a). La mayoría de los estudios se han enfocado principalmente en manglares e incluyen censos de flora y fauna, reciclaje de nutrientes, estructura de la vegetación y productividad de estos sistemas (Lugo y Brown 1988b). Así mismo, los esfuerzos de conservación de humedales han sido enfocados principalmente en manglares y algunas de estas áreas han sido restauradas exitosamente (Lewis 1990). Un ejemplo de esto fue la creación del Refugio de Vida Silvestre de Boquerón, donde se aplicaron algunas prácticas de manejo como inundar, secar y quemar para mejorar el hábitat para la vida silvestre. Otros tipos de humedales, particularmente herbáceos, así como el valor de estos ecosistemas en función de su importancia para la vida silvestre y su manejo son virtualmente desconocidos. De hecho, Cardona y Rivera (1988) y Ventosa y colaboradores (2005) encontraron que la pérdida y degradación del hábitat era la causa principal para la reducción de las poblaciones de vida silvestre en los humedales costeros de Puerto Rico.

Los estudios más importantes sobre la vida silvestre que ocurre en humedales de la Isla han sido conducidos por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a través del Programa de Restauración de Vida Silvestre. Estos indican que las poblaciones de la avifauna acuática

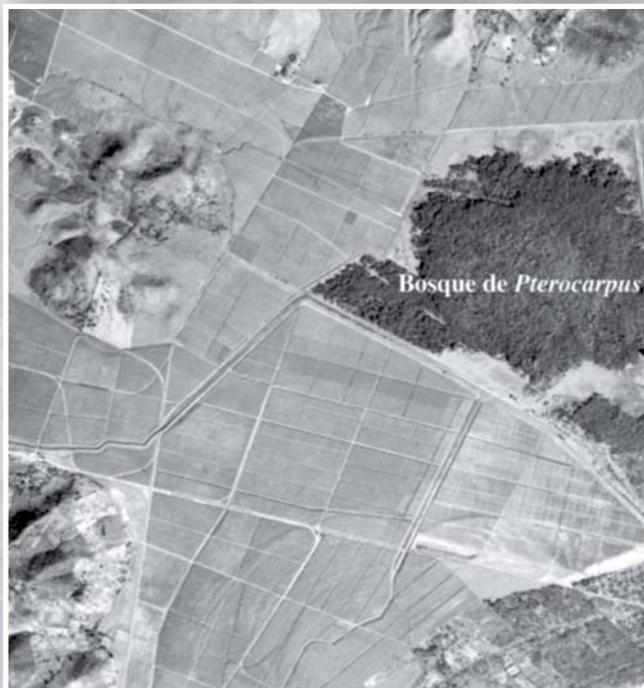
residente no han demostrado aumentos considerables (ej., Bonilla-Martínez 1995, Collazo y Bonilla-Martínez 2001), lo que puede estar relacionado a la falta de restauración y manejo de los humedales en la Isla. Como medida para proteger estas especies, el DRNA prohibió su cacería, con excepción de la gallareta común (*Gallinula chloropus*). Además, la mayoría de éstas fueron incluidas en la lista de especies vulnerables o en peligro de extinción del Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico (Reglamento 6766; DRNA 2004).

El continuo crecimiento poblacional y el desarrollo urbano asociado a éste, enfatizan la importancia de aumentar los esfuerzos dirigidos a restaurar, manejar y proteger los humedales que aún persisten en Puerto Rico. La restauración y manejo de humedales herbáceos son necesarios para mantener hábitats para la avifauna acuática residente y migratoria (U. S. Fish and Wildlife Service y Canadian Wildlife Service 1986, Baldassarre y Bolen 1994, Murkin y Caldwell 2000).

### **Restauración y manejo de humedales en la Reserva Natural de Humacao**

Originalmente, los humedales arbóreos cubrían gran extensión de lo que es hoy la Reserva Natural de Humacao (RNH), pero a comienzos de la década de 1920 éstos fueron deforestados y secados para la producción de caña de azúcar. (Figuras 1 a y b; Departamento de Comercio de EEUU y DRN 1986) El cultivo de caña en el área cesó luego de las inundaciones causadas por el huracán David y la tormenta tropical Federico en 1979. A causa de estos eventos atmosféricos se creó una red de lagunas estuarinas conocidas como Mandri 1, 2 y 3, y Santa Teresa 1 y 2 (Figura 2), que han permanecido inundadas permanentemente desde entonces. En 1984, el DRNA asumió jurisdicción del área y en 1986 se designó la RNH. Esta reserva comprende unas 3,000 cuerdas de terreno que incluyen bosque y matorral costeros, lagunas estuarinas, humedales herbáceos y humedales boscosos (mangle y *Pterocarpus*; Figura 2).

La profundidad de las lagunas en la RNH aumenta rápidamente desde la orilla hacia el centro ( $\geq 2.5\text{m}$ ;



**Figuras 1a y 1b:**

Terrenos de la Reserva Natural de Humacao dedicados al cultivo de la caña de azúcar (Fotos tomadas en el año 1951, Colección Inventario Científico, DRNA)

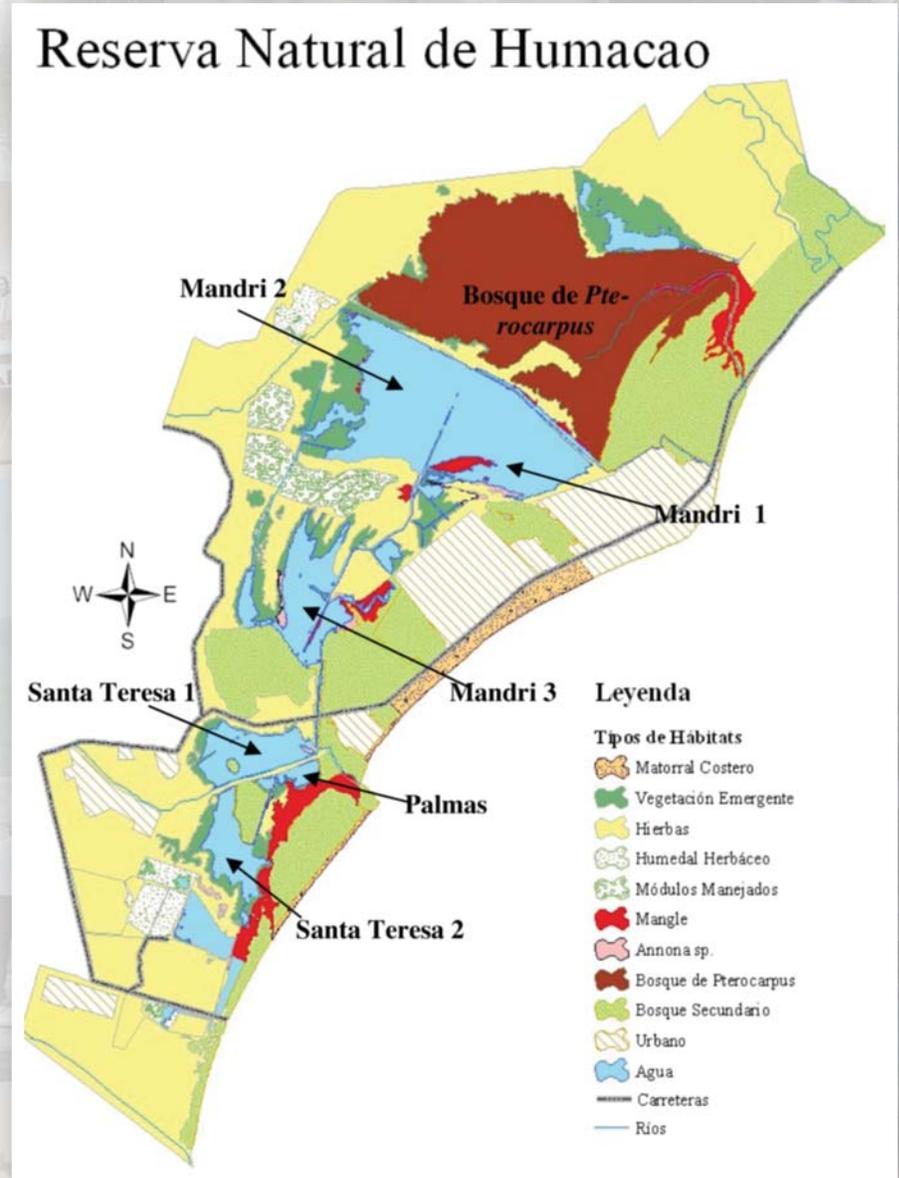
Figura 2: Tipos de hábitat de la Reserva Natural de Humacao (Preparado por: M. López-Flores)

Vilella y Gray 1997). Los bordes de estas lagunas eran dominados por eneas (*Typha dominguensis*). Sin embargo, a partir de 2002 éstas fueron reemplazadas por mangle debido a un aumento en la salinidad del agua causada por la construcción de un canal de desvío, el cual es parte de un proyecto del Cuerpo de Ingenieros de EEUU y el DRNA para el control de inundaciones. Estas condiciones aún persisten en las lagunas y no son apropiadas para el anidamiento y forrajeo de la mayoría de la avifauna que ocurre en la RNH, excepto para especies que utilizan aguas profundas como el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*), la fragata (*Fregata magnificens*) y algunas especies de patos (ej., pato chorizo [*Oxyura jamaicensis*]) (Vilella y Gray 1997).

Además de lagunas estuarinas, en la RNH ocurren hábitats de suelo húmedo o “moist-soil habitats” en áreas que en el pasado fueron usadas para el cultivo de caña (Figura 3). Los hábitats de suelo húmedo son humedales que se inundan estacionalmente y son dominados por plantas herbáceas hidrofíticas anuales y perennes (Van der Valk 1981). En la RNH estos hábitats son dominados por parches densos de cyperáceas, gramíneas y bejucos, distribuidos a lo largo de un gradiente de humedad (Vilella y Gray 1997). El crecimiento denso de vegetación emergente limita el uso del hábitat y sus recursos por parte de las aves acuáticas (Weller y Fredrickson 1974, Kaminski y Prince 1981). Por tal razón, los

espacios de agua abierta entre vegetación emergente son componentes estructurales importantes en los humedales herbáceos para las aves (Weller 1981). Vilella y Gray (1997) encontraron que la complejidad de la comunidad de aves en los hábitats de suelo húmedo en la RNH era baja, lo que podía ser un reflejo de la poca complejidad estructural en estos hábitats.

Un problema común cuando se maneja un hábitat para aves acuáticas es controlar efectivamente la vegetación emergente (Weller 1981, Duncan y d’Herbes 1982). El uso de pastoreo es una de las formas



más antiguas para controlar la vegetación (Duncan y d'Herbes 1982). Sin embargo, esta herramienta es menos aplicada en humedales que en otros tipos de hábitat (Weller 1981).

En los terrenos que comprenden la RNH se introdujo ganado en los hábitats de suelo húmedo cuando terminó la producción de caña de azúcar. Algunas de estas áreas fueron sobre-pastoreadas porque no hubo un manejo apropiado de esta práctica. Sin embargo, algunas áreas dentro del complejo eran muy mojadas o estaban cubiertas por la enredadera espinosa conocida como zarza (*Mimosa casta*), que limitaba el acceso del ganado a las mismas. Además, la cobertura densa de herbáceas (ej., malojillo [*Brachiaria mutica*], bejuco de conchita [*Centrocema pubescens*]) en estos lugares impedía el acceso a la avifauna acuática. Típicamente, estas especies de plantas ocurren en áreas perturbadas o campos agrícolas abandonados (Acevedo-Rodríguez y Woodbury 1985, Más y García-Molinari 1990), y proveen poco o ningún valor para la vida silvestre. Más aún, estos hábitats monotípicos son indicativos de etapas avanzadas de sucesión (Fredrickson y Taylor 1982). Por tal razón, existía la necesidad de manejar el área para mejorar las condiciones del hábitat para la vida silvestre.

El manejo de hábitat de suelo húmedo ha sido extensamente aplicado en Estados Unidos de América para aumentar la productividad de dichos humedales y promover el uso de éstos por aves migratorias, principalmente patos (Bolen y colaboradores 1989, Kadlec y Smith 1989, Reinecke y colaboradores 1989). Estos sistemas se vacían estacionalmente para promover la germinación y el crecimiento de plantas adaptadas a condiciones de suelo húmedo o inundación poco profunda (Low y Bellrose 1944, Fredrickson y Taylor 1982). Frecuentemente se utilizan manipulaciones mecánicas, como el arado, para revertir el proceso de sucesión, aumentar la diversidad y productividad de las plantas y la producción de invertebrados (Voigts 1976, Reid y colaboradores 1989, Creighton y colaboradores 1997, Gray y colaboradores 1999).

Las manipulaciones mecánicas también son utilizadas para crear espacios abiertos en humedales herbáceos, creando un mosaico de espacios



Figura 3: Área dedicada al cultivo de la caña de azúcar que fue restaurada como hábitat de suelo húmedo en la Reserva Natural de Humacao.

abiertos y vegetación emergente ("hemimarsch") en el humedal. Estudios indican que este tipo de paisaje aumenta el uso de ese hábitat por la avifauna acuática, (Weller y Spatcher 1965, Weller y Fredrickson 1974, Kaminski y Prince 1981, Murkin y colaboradores 1982, Smith y colaboradores 2004). Por otra parte, se ha encontrado que la aplicación de arado en áreas cubiertas por vegetación densa promueve la descomposición de plantas, estimula la respuesta de invertebrados y la germinación de plantas graminiformes (ej., *Cyperus* sp.) (Fredrickson y Reid 1990, Kelley y Fredrickson 1991).

Luego de una evaluación ecológica de la RNH, Vilella y Gray (1997) concluyeron que las condiciones de los humedales de la reserva no eran óptimas para la avifauna acuática que ocurre en el área, por lo que recomendaron adoptar prácticas de manejo para mejorar las condiciones de estos hábitats. El DRNA reconoció tal acción como una prioridad. Sin embargo, en Puerto Rico no existían estudios sobre el efecto de manipulaciones mecánicas como arado y manipulación de los niveles de agua sobre las comunidades de plantas, invertebrados y aves, ya que estas prácticas no habían sido implementadas en humedales herbáceos de la Isla. El DRNA decidió implementar las prácticas recomendadas por Vilella y Gray



**Figura 4:** Módulos de manejo construídos en la Finca Mandri al norte de la Reserva Natural de Humacao (Foto: David Ramos)

(1997) y se diseñó un experimento en colaboración con la Universidad Estatal de Mississippi para investigar los efectos del arado y la manipulación de los niveles de agua sobre las comunidades de plantas, invertebrados, aves acuáticas en tres (3) módulos o unidades de manejo construidas en la Finca Mandri de la RNH (Figura 4).

Durante esta investigación, se colectaron datos de vegetación, invertebrados, profundidad de agua y salinidad, y se llevaron a cabo conteos semanales de aves. Los 3 módulos de manejo fueron inundados durante los meses de septiembre-octubre y vaciados durante el mes de mayo. Luego se aplicó arado durante los meses de junio-julio.

### Resumen de resultados

Al final de la investigación se habían detectado 51 especies de plantas, 53 familias de invertebrados, y la abundancia de aves aumentó de 16 especies (pre-tratamiento) a 67. La diversidad de especies de plantas y la biomasa de éstas fue mayor en las parcelas experimentales donde no se aplicó arado (control) que en las parcelas que fueron aradas. La riqueza de especies de plantas tampoco fue influenciada por el arado pero varió a través de los meses del estudio. La diversidad, riqueza de especies y biomasa de plantas no fue afectada por la salinidad ni la profundidad del agua.

El arado no influyó la diversidad y densidad de invertebrados y aves. Sin embargo, a medida que aumentó la profundidad del agua, disminuyó la diversidad y densidad de invertebrados y aves. Por otro lado, los aumentos en salinidad disminuyeron la diversidad y densidad de invertebrados, pero no afectaron la diversidad y abundancia de especies de aves. La cobertura de la vegetación no afectó los invertebrados ni la abundancia de aves, pero sí afectó la diversidad y riqueza de especies de aves.

Uno de los efectos del arado es revertir el proceso de sucesión. Por tal razón, la falta de respuestas de las comunidades de plantas e invertebrados al arado es indicativo de que debido a la reciente creación de los módulos, el hábitat no había adquirido la estructura necesaria para albergar una comunidad compleja de estos organismos. No obstante, aunque estos resultados son preliminares, los mismos indican que la restauración de estos terrenos está cumpliendo una función ecológica que había sido interrumpida por actividades antropogénicas. Tal vez los indicadores más evidentes del resultado de esta restauración fueron las aves. Además de un aumento en la abundancia de especies e individuos, las aves utilizaron el área para anidar y criar pichones. O sea, el hábitat creado está sirviendo para que las especies satisfagan las necesidades de su ciclo de vida, una de las metas principales cuando se maneja un hábitat. Los resultados de esta investigación también corroboran la información de Vilella y Gray (1997) en el sentido de que la calidad de los humedales en la RNH era inapropiada para albergar una alta diversidad de especies. Ciertamente, si estos módulos no hubiesen sido construidos la mayoría de las especies detectadas no ocurrirían en el área.

Partiendo de la premisa de que toda la planicie costera de Puerto Rico ha estado sometida al mismo uso histórico de suelo, podemos inferir que la calidad del hábitat de la mayoría de los humedales costeros es pobre. Por tal razón, el manejo de estos hábitats en la RN representa una alternativa para mejorar la calidad de otros humedales en la Isla. El deber ministerial y la responsabilidad del DRNA es proteger y conservar los recursos naturales de Puerto Rico. Por tal razón, debemos llevar a cabo acciones que eviten que se perpetúe la amenaza a los mismos.

# Áreas marinas protegidas en Puerto Rico

Por: María del Mar López-Rivera, NOAA Coral Management Fellow PR 2006-07

Adaptación de: Wusinich-Méndez, D., López-Rivera, M. y E. Díaz. 2007. Puerto Rico Coral Reef MPA Summary. In: NOAA Coral Reef MP A Status Report. En imprenta

Puerto Rico forma parte de una plataforma volcánica que incluye también las Islas Vírgenes (Morelock et al. 2000). Además de la "isla grande", forman parte de su archipiélago las islas municipio de Vieques y Culebra, una serie de cayos al este, las islas oceánicas al oeste: Mona, Monito y Desecheo, y hacia el sur, el islote Caja de Muerto; así como numerosos cayos y pequeños islotes (García-Sais et al. 2005).

Puerto Rico cuenta con una línea de costa de aproximadamente 620km la cual se encuentra rodeada por más de 5,000km<sup>2</sup> de ecosistemas de arrecife de coral de fácil acceso (< 20m de profundidad) (CSCOR 2005). Sus aguas territoriales se extienden a nueve (9) millas náuticas mar afuera, con un área de plataforma insular de aproximadamente 681,256ha. Existen comunidades coralinas a través de toda esta plataforma insular, sin embargo, éstas se encuentran más desarrolladas a lo largo de los segmentos suroeste y noreste de la plataforma. Hasta el presente, se han identificado unos 93 taxones de corales, incluyendo octocorales e hidrocorales (García-Sais et al. 2003). Las estructuras coralinas más comunes en P.R. son los arrecifes de borde, los de parcho y las formaciones de borde de plataforma. Los arrecifes con mayor cobertura de coral vivo se encuentran en las islas adyacentes (por ejemplo: Desecheo, Isla de Mona, Vieques, Culebra) y asociados a los bordes de la plataforma insular de las costas sur, suroeste y oeste de la isla grande (García-Sais et al. 2005). Otros tipos de ecosistemas importantes son los fondos duros colonizados, los yerbazales marinos, los bosques de mangle y otros tipos de vegetación tolerante a la sal.

Nuestros ecosistemas costeros se encuentran amenazados directa e indirectamente por el impacto que genera la alta tasa poblacional en la Isla; la cual al presente se estima en unos 3.8 millones de habitantes. El desplazamiento de la población hacia las áreas costeras, los proyectos de desarrollo en estas

zonas, el mal uso recreativo de los recursos, y la falta de interés de la población en general, en adición a procesos como el calentamiento global, han puesto en jaque la salud y la integridad de nuestros recursos marinos.

En el año 2004, aproximadamente 1,600km<sup>2</sup> de las aguas jurisdiccionales de P.R. fueron incluidos en una iniciativa de NOAA para cartografiar los hábitats bénticos en el Caribe (Kendall 2004). Se estima que un 25% de esta área se encuentra entre los límites de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) de P.R. (DRNA-PMZC 2005, dato no-publicado). Se clasifican como AMP aquellas áreas legalmente designadas que poseen ecosistemas costeros o marinos, pueden incluir componentes terrestres, y que cuentan con diferentes enfoques de conservación, niveles de protección y/o zonificación.

Estado de protección de los recursos costeros y marinos en las aguas territoriales de P.R. inventariadas	Proporción protegida en AMP%
Aguas jurisdiccionales de P.R.	25.15%
Arrecifes de coral	50.19%
Yerbazales marinos	33.33%
Macroalgas	47.31%
Vegetación acuática sumergida	35.20%

(DRNA-PMZCPR 2005; Kendall et al. 2004)

En la actualidad, existen en P.R. treinta y nueve áreas (39) que se pueden clasificar como AMP. De éstas, el Estado Libre Asociado ha establecido treinta y cinco (35), que a su vez están designadas como Reservas Naturales (RN), Reservas Marinas (RM) y Bosques Estatales Costeros (BEC). Al presente, existen treinta y dos (32) RN, veintisiete (27)

de las cuales son administradas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, institución local sin fines de lucro, administra cuatro (4) de las treinta y dos (32) RN; mientras que la Compañía de Parques Nacionales administra una (1). El DRNA también maneja las dos Reservas Marinas existentes: RM Tres Palmas y RM Isla de Desecheo; además, administra un bosque estatal costero. En adición a estas treinta y cinco (35) áreas bajo la jurisdicción de P.R., existen cuatro (4) AMP que el Estado Libre Asociado maneja en conjunto con el gobierno federal, siendo éstas: la Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos (JOBANERR) manejada conjuntamente con NOAA; y tres (3) cierres estacionales a la pesca en las agregaciones reproductivas del mero cabrilla *Epinephelus guttatus*, localizadas al oeste de la Isla.

Hasta el presente, tres (3) AMP contienen áreas con cierre permanente a la pesca: la RN del Canal Luis Peña en Culebra, designada en 1999, media milla náutica alrededor de la RN de Isla de Mona y Monito, decretada en el 2004, y media milla náutica alrededor de la RM de la isla de Desecheo, designada en el año 2000.

### **Actividades de manejo y conservación en las AMP**

Las metas y objetivos de manejo de las AMP en P.R. son abundantes y diversas e incluyen la conservación, preservación y restauración del valor físico, ecológico, geográfico, social y ambiental de los recursos naturales hallados en estas áreas. También, se pretende proteger hábitats críticos para especies marinas y costeras, lugares de anidaje y forrajeo, agregaciones reproductivas de peces de arrecife, así como proteger especies amenazadas, en peligro de extinción, raras y/o endémicas. Otros objetivos incluyen: la protección del valor cultural, la promoción de actividades educativas y ecoturísticas en las áreas, así como la promoción de la participación de la comunidad en el manejo de los recursos naturales, entre otros.

En las AMP se desarrollan y fomentan actividades de investigación y monitoreo de

indicadores ambientales y socio-económicos, así como la aplicación y vigilancia sistemática de los recursos. Con el fin de promover el manejo efectivo de los recursos, se llevan a cabo talleres de capacitación profesional para los manejadores y el personal asignado a las áreas. A su vez, se realizan programas de extensión ciudadana enfocados en el valor ecológico y socio-económico de los recursos a través de actividades educativas, y de diseminación de información, enfocadas en las comunidades y el público en general. Además, el DRNA ha estado trabajando con nuevas reglamentaciones del recurso pesquero, y se están realizando esfuerzos para determinar la capacidad de carga recreativa de los ecosistemas coralinos. Una de las prioridades para el manejo eficiente de las AMP es la elaboración de planes de manejo para las áreas. Al presente, varias AMP tienen planes de manejo en proceso de aprobación. En otras AMP, se están elaborando los mismos, fomentando la participación de las comunidades en las fases de desarrollo e implementación de dichos planes en sus respectivas áreas protegidas.

Las AMP albergan recursos naturales y sistemas de alto valor ecológico de gran fragilidad, por lo que se requiere su protección integral. Las designaciones de nuevas áreas marinas protegidas y áreas de protección especial como zonas de amortiguamiento, deben estar enfocadas en incrementar la capacidad de estos sitios para la preservación, conservación y restauración de sus respectivos objetivos de manejo. Consideraciones futuras deben incluir:

1. Promover el intercambio de información entre las ONGs, la academia e instituciones gubernamentales para la toma de decisiones en el manejo de las AMP y la conservación de la diversidad.
2. Asignar personal capacitado para la implementación de los planes de manejo y la vigilancia de las leyes y reglamentaciones aplicables al uso de los recursos marinos en las AMP, así como facilitar el entrenamiento a los mismos.
3. Preparar y diseminar guías para el uso recreativo de los ecosistemas marinos (García-Sais et al. 2005).

4. Desarrollar campañas de diseminación de información y aumentar la extensión ciudadana sobre la ecología de los recursos en las AMP.

5. Promover la participación pública efectiva en los procesos pertinentes a la conservación de los recursos naturales en las Áreas Marinas Protegidas.

<b>ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN P.R.:</b> Reservas Naturales (RN), Reservas Marinas (RM), Bosque Estatal Costero (BEC), Reserva Nacional de Investigación Estuarina, Cierres Estacionales	RECURSOS NATURALES Y HÁBITATS ENCONTRADOS EN LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS DE P.R.												
	Arrecifes de coral	Manglares	Yerbazales Marinos	Humedales	Bahías y Estuarios	Áreas de reproducción de peces	Peces de importancia comercial	Peces de importancia recreacional	Moluscos, crustáceos	Tortugas Marinas	Mamíferos Marinos	Aves amenazadas o en peligro de extinción	Bahías bioluminiscentes
R.N. Arrecifes de Guayama	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Arrecifes de la Cordillera	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Arrecifes de Tourmaline	X		X			X	X	X	X	X	X		
R.N. Bahías Bioluminiscentes de	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R.N. Bosque Estatal de Boqueron	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R.N. Cabezas de San Juan	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R.N. Caja de Muertos	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Canal Luis Peña	X		X			X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Caño La Boquilla		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
R.N. Caño Martín Peña		X		X	X	X	X					X	
R.N. Caño Tiburones		X		X	X		X	X	X			X	
R.N. Cayo Ratones	X	X	X			X	X	X	X				
R.N. Bosque Estatal de Ceiba		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Ciénaga Las Cucharillas		X		X	X	X	X	X				X	
R.N. Cueva del Indio	X		X		X	X	X	X	X	X			
R.N. Ecosistemas adyacentes a la	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.N. El Pantano, Bosque de		X		X	X	X		X	X	X		X	
R.N. Finca Belvedere	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Bosque Estatal de Guánica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Hacienda La Esperanza		X	X	X		X		X	X			X	
Isla de Mona y Monito	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
R.N. La Parguera	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R.N. Laguna Jovuda		X	X	X	X	X	X	X	X			X	X
R.N. Laguna Tortuguero				X	X	X	X		X	X	X		
R.N. Manglar Punta Petrona	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Manglar Punta Tuna	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Pantano Cibuco	X	X		X	X	X	X	X				X	
R.N. Bosque Estatal de Piñones	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R.N. Punta Guaniquilla	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Punta Yeguas		X				X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Río Espíritu Santo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.N. Seven Seas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
R.M. Tres Palmas	X		X			X	X	X	X	X	X		
R.M. Isla de Desecheo	X		X			X	X	X	X	X	X	X	
BEC Aguirre	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
JOBANERR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Bajo de Sico (cierre estacional)	X					X	X	X	X	X			
Abril la Sierra (cierre estacional)	X					X	X	X	X	X			
Banco Tourmaline (cierre estacional)	X					X	X	X	X	X			

## Anidaje de la tortuga de carey en Isla de Mona

Por: Carlos E. Diez<sup>1</sup>, Robert P. van Dam<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Programa de Especies Protegidas, DRNA  
<sup>2</sup>Chelonia, Inc.

De las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo, tres son encontradas con frecuencia en las playas y/o costas de Puerto Rico (Rivero, 1979): la tortuga tinglar (*Dermochelys coriacea*), la tortuga peje-blanco (*Chelonia mydas*), y la tortuga carey de concha (*Eretmochelys imbricata*). Esta última es valorada tanto por su concha como por su carne. Muchas poblaciones de la tortuga carey alrededor del mundo han disminuido drásticamente en los últimos siglos, lo que llevó a la Unión Internacional para la Naturaleza (IUCN) a clasificar a la especie como críticamente amenazada (Meylan & Donnelly 1999, IUCN 2004).

En Puerto Rico, el carey de concha está protegido por leyes estatales y federales, e igualmente considerado como una especie en peligro de extinción. Esta especie se ha visto seriamente amenazada por la pesca furtiva, robo de huevos y destrucción de sus áreas de anidaje. Esto ha ocasionado que las últimas áreas de mayor anidaje se encuentren en lugares aislados y protegidos, como las playas de la Reserva Natural de Humacao, las de Isla Caja de Muertos, las del Archipiélago de Culebra, y las de Isla de Mona.

Isla de Mona es considerada como el lugar más importante y de mayor anidaje del carey de concha en Puerto Rico y de los territorios y/o estados de los Estados Unidos de América (E.U.) y probablemente es la segunda colonia de anidaje más grande en el Caribe (Diez & van Dam, 2004). Debido a esta condición, las playas de Isla de Mona han sido declaradas por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de E.U. como hábitat crítico federal.

### Censos de Nidos de Carey en Isla de Mona

Isla de Mona es una reserva natural administrada por el DRNA. Geológicamente, es una plataforma de roca caliza bordeada por acantilados verticales y en la mitad sur por un llano costero mayormente arenoso. Este llano costero cuenta con 19 tramos de playas arenosas (Figura 1). La mayoría de las playas están protegidas del impacto directo del oleaje por formaciones arrecifales tipo barrera. Debido a la distribución y accesibilidad de las playas, los trabajos para cuantificar el anidaje de tortugas en estas áreas se han enfocado en conteos de nidos ( censos ). El período durante el cual se han realizado estos censos varía cada año, pero en los últimos 10 años siempre ha comenzado en la primera semana de agosto y finaliza a principios de diciembre.

En el 2003 se estableció el Índice de Actividades de Anidaje, con el propósito de medir con mayor precisión el número de nidos para así determinar posibles cambios en el tamaño de esta población de carey. El mismo se limita a contabilizar esta actividad en las playas más accesibles durante el pico de anidaje, que consiste de los meses de septiembre y octubre.



**Figura 1:** Ubicación de las principales áreas de anidaje para el carey de concha en Puerto Rico. Las playas en Isla de Mona, marcadas en negro, son las que participan en el Índice de Actividades.

Los censos de las playas también sirven para obtener información de varamientos, alteración de hábitat, vigilancia contra la pesca furtiva y, en algunos casos, tomar acciones inmediatas a favor de individuos de carey que son encontrados en situación de riesgo.

### Resultados de los censos

En el año 2005 se contó un total de 1,003 nidos de carey depositados en todas las playas de Isla de Mona durante 116 días de monitoreo, lo cual es una cantidad mayor que la de cualquier censo en años anteriores (Tabla 1). El Índice de Actividades de Anidaje comenzó en 2003 con 298 nidos de carey encontrados, aumentando en 2004 a 353 nidos (un aumento de 18% sobre el 2003), y a 368 nidos en 2005 (un aumento de 4% sobre el 2004, Figura 2). La proporción entre actividades sin resultar en nidos (“falsos”) y nidos encontrados ha variado entre 0.97 y 2.17 en los últimos años (Figura 2), con un promedio general de 1.29 falsos/nidos. Un alza en esta medida indica que las tortugas requieren realizar más visitas a las playas

por cada nido. Esta variación de actividades de anidajes y no-anidajes puede deberse a distintos factores, como condiciones no-ade cuadas (e.g. arena muy seca), hembras neófitas (sin experiencia en el proceso de anidaje) o que simplemente no estaban listas para desovar.

En 2003 se perdieron dos (2) de 65 nidos (3.1%) por erosión natural de las playas, en el 2004 fueron siete (7) de 58 nidos (12.1%) por la misma razón, y en el 2005 fueron cuatro (4) de 41 nidos (9.8%). En los últimos 10 años no se ha detectado ningún nido depredado por cerdos, aunque se han observado gatos cerca de los nidos y en una ocasión se observó un gato depredando un nido durante la emergencia de crías (Diez, obs pers).

El huracán “Georges”, que afectó directamente a Isla de Mona el 22 de septiembre de 1998, destruyó aproximadamente 130 nidos de carey. Esto representa alrededor del 60% de los nidos que se estaban incubando al momento de pasar el fenómeno natural y equivale al 26% del total de nidos registrados durante 1998. Las playas más afectadas por el huracán “Georges” fueron: Carite, Mujeres, Playas U1-8, Uvero1-2, Caigo y Coco. Estas playas sufrieron remoción o fuerte redistribución de arena y una destrucción sustancial de la vegetación costera.

Un daño indirecto fue el arribo, poco tiempo después del paso del huracán, de troncos y otro material flotante. Se presume que este material pudo haber llegado desde Puerto Rico luego de fuertes inundaciones, debido al sistema de corrientes marinas. La acumulación de estos materiales fue mayor en las playas del este de Isla de Mona y en algunos lugares llegó a formar barreras impidiendo el paso tanto de tortugas adultas como las crías recién eclosionadas.

La distribución de nidos de carey encontrados en las diferentes playas alrededor de Isla de Mona (Figura 3) demuestra que las playas más consistentemente utilizadas son playa Mujeres, Playas U1-8, y Caigo. El éxito de eclosión medido para nidos encontrados eclosionados ha variado por año (Figura 4), pero generalmente se encuentra entre 70 y 80%. El número de huevos depositados por nido tiene una variación considerable entre nidos, pero el promedio se ha mantenido constante en aproximadamente 150 huevos por nido. Huevos malformados y/o depositados sin yema, son muy raros en nidos de carey y típicamente constituyen menos del 1% de los huevos revisados.

Desde 1984 hasta 2005 se han interceptado y marcado en las playas de Isla de Mona un total de 259 hembras anidadoras de carey. De éstas, 38 han sido re-encontradas en años siguientes. El intervalo mediano de re-observación de hembras anidadoras identificadas con marcas es de dos (2) años, y el máximo es de 12 años. Ningún carey ha sido encontrado anidando en años consecutivos en las playas de Isla de Mona. Los lugares de re-observaciones de hembras anidadoras suelen ser en las mismas playas o playas muy cercanas (separadas hasta por 2km).

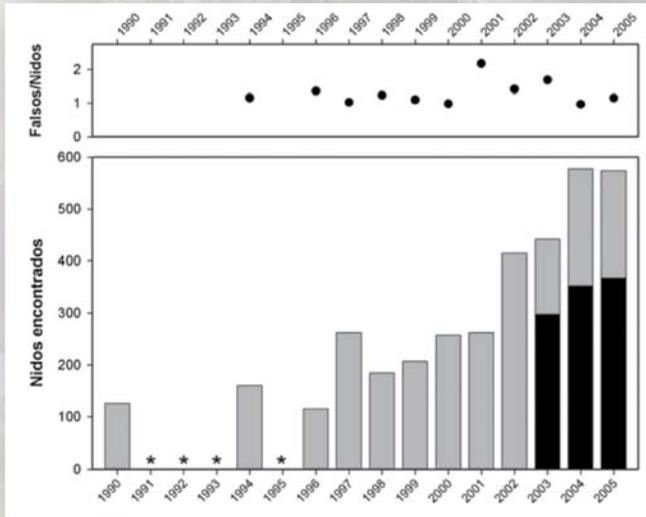
Tortugas marcadas en las Playas Uvero 1-2 nunca han sido observadas

en las playas de Sardinera a Mujeres, ni viceversa. Ninguna hembra de carey ha sido encontrada en las playas de Isla de Mona con marcas que fueron colocadas en otras áreas de anidación.

Los resultados del monitoreo de la actividad de anidaje en Isla de Mona han demostrado un incremento significativo en el número de nidos de la tortuga carey depositados en la isla durante los últimos años. La importancia de Isla de Mona como área de reproducción en comparación con las otras poblaciones de carey en el Caribe es evidente (Tabla 2). Isla de Mona ocupa el tercer lugar de importancia a nivel regional y probablemente está entre las 10 poblaciones de carey más grandes en el mundo. La intensidad del uso de playas es medido por la densidad de nidos, que en algunas playas de Isla de Mona ha

Año	Total de nidos encontrados	Duración del censo (días)	Investigador(es) principal(es)
1974	177	245	J.Thurston
1984	157	214*	M. Olson
<b>1985</b>	<b>85</b>	<b>223*</b>	<b>A. Kontos</b>
<b>1986</b>	<b>68</b>	<b>116</b>	<b>A. Kontos</b>
1987	66	140	A. Kontos
1988	59	40	C. Tambiah, L.A. Conger
<b>1989</b>	<b>126</b>	<b>71</b>	<b>R.P. van Dam, L. Sarti</b>
<b>1990</b>	<b>196</b>	<b>114</b>	<b>R.P. van Dam, L. Sarti</b>
1991	142	186*	D. Pares
1992	142	185*	D. Pares
<b>1994</b>	<b>308</b>	<b>114</b>	<b>R.P. van Dam, C.E. Diez</b>
<b>1995</b>	<b>157</b>	<b>126*</b>	<b>A. Alvarez</b>
<b>1996</b>	<b>354</b>	<b>175</b>	<b>R.P. van Dam, C.E. Diez</b>
<b>1997</b>	<b>475</b>	<b>191</b>	<b>R.P. van Dam, C.E. Diez</b>
<b>1998</b>	<b>503</b>	<b>218*</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>1999</b>	<b>511</b>	<b>139</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>2000</b>	<b>541</b>	<b>141</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>2001</b>	<b>548</b>	<b>149</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>2002</b>	<b>847</b>	<b>141</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>2003</b>	<b>817</b>	<b>123</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>2004</b>	<b>926</b>	<b>122</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>
<b>2005</b>	<b>1003</b>	<b>116</b>	<b>C.E. Diez, R.P. van Dam</b>

**Tabla 1:** Resultados principales de los estudios de anidaje de carey realizados en Isla de Mona. Los asteriscos (\*) indican censos de playas con cobertura interrumpida por período(s) de más de dos (2) semanas no-reflejados en las duraciones indicadas. Datos en letras oscuras indican años en los cuales los autores presentes participaron o estuvieron a cargo de los censos.



**Figura 2:** Actividad de anidaje de carey en Isla de Mona durante los meses de septiembre y octubre, con el Índice de Actividad en negro (los asteriscos indican años con datos incompletos por censos discontinuos). La gráfica superior indica la proporción de actividades que no resultaron en nidos (“falsos”) entre nidos encontrados pra los años con cobertura continua.

alcanzado 400-500 nidos por kilómetro, cifra comparable con la densidad de 433 nidos/km reportada en la playa considerada hasta ahora como la más intensamente utilizada por tortugas carey en el Caribe; la de Jumby Bay en Antigua (P. Mason, com. pers.).

El fuerte aumento observado en el número de nidos de carey en la última década en la Reserva de Isla de Mona indica el posible inicio de una recuperación para esta población. Tal aumento podría deberse a varias medidas de conservación tomadas tanto a nivel local como al nivel internacional. Algunas medidas importantes de protección en Isla de Mona son la colocación y el mantenimiento de las verjas excluidoras de cerdos y un incremento en el esfuerzo de monitoreo y vigilancia en las playas. Internacionalmente, la reducción de la pesca en aguas cubanas de careyes a partir de 1990 probablemente ha tenido una contribución positiva.

La depredación de nidos de carey por cerdos cimarrones (*Sus scofra*) era sustancial hasta los años 1980. En 1985, Kontos (1985) documentó hasta un 43.5% de los nidos depredados por cerdos, siendo las playas de Carabinero hasta Uvero las más

afectadas. Para combatir estas pérdidas, se implementó un plan de manejo que incluyó la colocación de una verja excluidora de cerdos. Esta verja se empezó a construir en 1985 con una extensión desde el campamento Sardinera hasta la mitad de Playa Mujeres. En 1986 y 1988 se trabajó para su extensión por la planicie costera hasta Playa Uvero 1-2. El resultado de estos esfuerzos ha sido sumamente positivo ya que de inmediato se eliminó la depredación de nidos por cerdos cimarrones, aumentando así la producción de neonatos de los cuales eventualmente algunos regresarían a Isla de Mona para su reproducción. En el 2002 se logró reemplazar a la deteriorada verja por una nueva de alta calidad colocada al lado del camino que conduce de Sardinera hasta Uvero, facilitando así también su mantenimiento.

La presencia de los biólogos que realizan los censos en las playas de Isla de Mona ha servido para evitar la pesca ilegal y el saqueo de nidos. A principios de los años 1980 era todavía común observar en las playas de la isla, sobre todo cerca a las más aisladas, como son Caigo, Coco y Brava, a careyes amarrados o volteados para luego ser descuartizados. También se hallaban regularmente caparzones u osamentas de tortugas que evidenciaban la mortandad de estos con fines de consumo humano (Carr, com. pers.; Diez, obs. pers.). A partir de 1992 no se han vuelto a reportar tortugas o restos de estos animales masacrados para fines de consumo en Isla de Mona, lo cual atribuimos mayormente a la intensificación de vigilancia en las playas de anidación, aunque se han registrado casos aislados de indocumentados. El monitoreo regular de las playas también ha permitido salvar un promedio de 1-2 hembras anidadoras de carey por año después de encontrarlas atrapadas accidentalmente entre rocas u arbustos o volteadas después de caídas.

Otras medidas importantes que se han implementado en Puerto Rico para ayudar a la conservación de las tortugas han sido la creación de escuadrones de investigación por parte del Cuerpo de Vigilantes del DRNA para realizar operativos contra saqueadores de nidos y pescadores de tortugas, y el aumento en los esfuerzos de educación ambiental que han ayudado a disminuir la demanda de productos de tortugas para el consumo.

A nivel internacional, se ha impedido la apertura del comercio internacional de conchas de carey, sobre todo entre Cuba y Japón. Antes 1995, Cuba exportaba a Japón conchas de carey correspondientes a aproximadamente 5,000 careyes adultos (Carrillo et al. 1999, Díaz-Fernández et al. 1999). La imposición de una veda comercial probablemente tuvo, y aún tiene, un impacto positivo para la recuperación de los careyes en Isla de Mona, ya que las tortugas adultas de esta especie son migratorias. (Bjorndal, 2002) Las medidas de conservación tomadas en otros países de la región con áreas importantes de alimentación y reproducción para el carey, por ejemplo México, también pudieron haber tenido un impacto positivo en el número de hembras anidantes en Isla de Mona.

Aunque las medidas mencionadas explican las probables causas del aumento en la población de careyes en Isla de Mona, se debe de enfatizar que la acción de conservación más importante ha sido la ausencia de desarrollos urbanos y turísticos en la isla. El hecho de que Isla de Mona sea una reserva natural, y además de que por su aislamiento el impacto antropogénico ha sido limitado o casi ninguno, ha sido vital para la recuperación de esta especie. Hoy día, en las playas de Puerto Rico se reportan muy pocos nidos de tortuga carey. Solamente las playas del municipio de Humacao, el islote de Caja de Muertos, y la isla de Culebra son de gran importancia para la reproducción de la tortuga carey y, aun así, los números de nidos son muy bajos comparados con lo reportado para Isla de Mona (Tabla 3). En los cayos cercanos a la Reserva Natural de Caja de Muertos aún se encuentran grandes cantidades de caparazones y otros restos de tortuga carey, evidenciando así la pesca ilegal en esa zona. Esta pesca de tortuga se debe a la proximidad con comunidades costeras y la ausencia de vigilancia efectiva. De igual manera, en las playas de Humacao se reporta el robo de nidos hasta de un 22% del total documentado por esa temporada (Montero, 2000).

Hoy día, Isla de Mona figura como uno de los lugares más importantes de reproducción para la tortuga carey en el Caribe, y la más importante en territorio bajo jurisdicción de los Estados Unidos. La continuación de los proyectos de conservación en Isla de Mona, tales como: el monitoreo

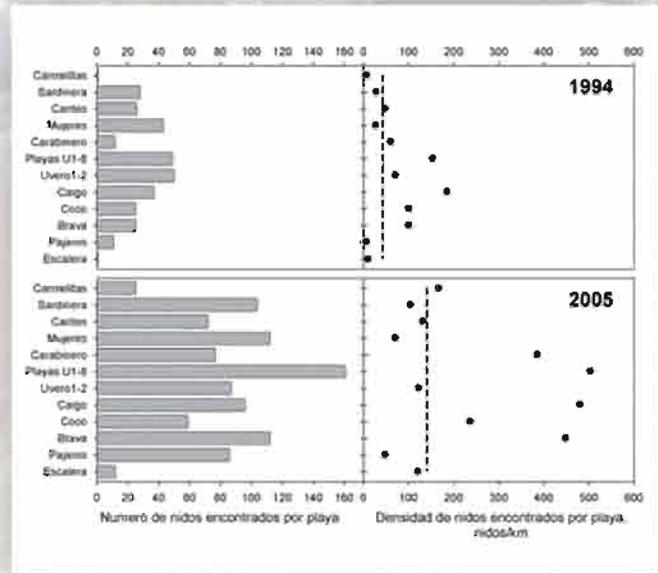


Figura 3: Distribución de nidos encontrados durante los censos realizados en 1994 y 2005, junto con la densidad de anidaje calculada por playa (la línea entrecortada indica el promedio en densidad para todas las playas de Isla de Mona).

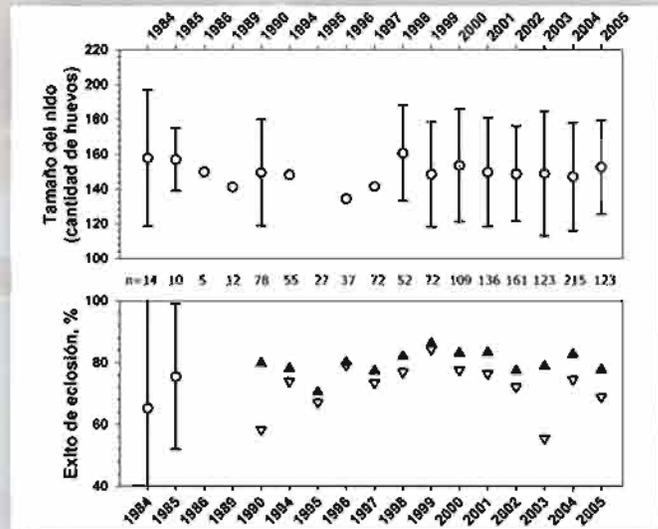


Figura 4: Estadísticas de reproducción de carey en Isla de Mona basado en nidos revisados después de eclosionar ("n" entre las gráficas indica el número de nidos revisados por año). El tamaño del nido es ilustrado como el promedio de la cantidad de huevos por nido y su desviación estándar, y el éxito de eclosión en los años 1984 y 1985, mientras para los demás años el éxito está indicado por P+ (triángulo negro) y P- (triángulo blanco).

de la actividad de anidaje, mantenimiento de las verjas exclusoras, control de la fauna y flora exótica, y evitar en Puerto Rico el desarrollo no-planificado y promover el acondicionamiento ambiental de las estructuras turísticas y urbanas existentes, son los retos esenciales para asegurar la recuperación de estas poblaciones de tortugas marinas.

Foto: Proyecto Carey



Foto: F. Quintana

Zona de anidación	Núm. de nidos reportados	Año	Fuente
Península de Yucatán, México	2307	2004	E. Cuevas (com. pers.)
Barbados	2016	2004	J. Beggs (com. pers.)
Isla de Mona, Puerto Rico	1003	2005	actual estudio
Panamá	713	2004	C. Ordoñez Espinosa et al. (2005)
Humacao, Maunabo, Patillas, Puerto Rico	267	2004	L. Montero (com. pers.)
Jumby Bay, Antigua	195	2005	P. Mason (com. pers.)
Buck Island, St. Croix, U.S. Virgin Islands	179	2004	Z. Hillis (com. pers.)
Cayos Doce Leguas, Cuba	127	2004	F. Moncada (com. pers.)
Isla de Caja de Muertos, Puerto Rico	91	2003	C. Cianchini (com. pers.)
Culebra, Puerto Rico	50	2005	R. Morales (com. pers.)

**Tabla 2:** Áreas de anidación de carey en Puerto Rico en comparación con las áreas más importantes en el Caribe (más de 100 nidos registrados por año).

## Agradecimientos

Le extendemos nuestro más sincero agradecimiento a todos los líderes de proyectos y colaboradores de la toma de datos en el campo: X. Vélez-Zuazo, L. Sarti, A. Quintana-Nieto, M. Bustamante, D. Páres, A.O. Alvarez, K. Marshall, A. Trujillo, J. Kusk, J. García, A. Navega, M. Rondon-Medicci, G. Gearheart, S. Kélez, J. Castro-Prieto, M. Rujas, C. Manrique, M.P. Rincón, M.J. Andrade, D. Pérez, y G. Pons. También, agradecemos a J. Thurston, M. Olson, y A. Kontos por iniciar estos estudios, y en especial a J. Richardson por ayudar a que este proyecto se convirtiera en uno de largo plazo. Damos las gracias también a Los Amigos de Amoná por mantener las playas limpias y las verjas exclusoras en alto. Finalmente, agradecemos a todo el personal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y al personal del Servicio de Pesca y Vida Silvestre en Boquerón por toda la ayuda logística y administrativa para la ejecución de este trabajo. Este proyecto ha sido auspiciado por el DRNA, USFWS y la Japan Bekko Association.

# La conservación y el manejo de las iguanas nativas de Puerto Rico

Por: Miguel A. García, Ph.D.  
División de Vida Silvestre

Los lagartos de la familia *Iguanidae* se encuentran exclusivamente en América del Norte, América Central y América del Sur, las Indias Occidentales, las Islas Galápagos, y el Archipiélago de Fiji-Tonga (Etheridge, 1982). Los iguánidos ya no incluyen a los lagartijos del género *Anolis*, como ocurrió por mucho tiempo (Frost y Etheridge, 1989; 1993). Actualmente, este taxón (grupo) lo componen once géneros (Hollisworth, 2001), entre los cuales se encuentran *Ctenosaura*, *Iguana* y *Cyclura*. Estos son los únicos miembros del grupo en las Indias Occidentales. Esta región comprende las Antillas Mayores, las Islas Bahamas (incluyendo a las islas de Turco y Caicos), las Antillas Menores (excepto Trinidad-Tobago, Bonaire, Aruba y Curaçao), las Islas Caimán, las Islas Cisne, San Andrés y Providencia (Schwartz y Henderson, 1988). Específicamente en el Archipiélago de Puerto Rico, se han encontrado cuatro especies de iguana; iguana de Isla de Mona o iguana rinoceronte (*Cyclura cornuta stejnegeri*), iguana del Banco de Puerto Rico (*Cyclura pinguis*), iguana de Cuba (*Cyclura nubila*), y la iguana verde o gallina de palo (*Iguana iguana*). Estas dos últimas especies son exóticas, por lo que no son consideradas en este artículo. Para nosotros, es importante recuperar nuestras dos especies nativas (*Cyclura cornuta stejnegeri* y *Cyclura pinguis*) por sus valores estéticos, éticos, patrimoniales y ecológicos. Es importante mencionar que las iguanas de este género (*Cyclura*) son posiblemente los lagartos más amenazados en el mundo (Alberts 2000; 2004).

## Iguana de Isla de Mona

Esta iguana es un lagarto robusto. Los machos adultos miden un promedio de 517mm. y las hembras 474mm., y pesan un promedio de 6.1kg. y 4.7kg., respectivamente (Wiewandt y García, 2000). Su nombre científico ha sido objeto de cambios, pero *C. cornuta stejnegeri* es el más aceptado. Como uno de sus nombres



Iguana juvenil de Isla de Mona (Foto de René F. Ramos)

comunes lo indica, la especie exhibe un cuerno pequeño en la punta del hocico. Este reptil es indiscutiblemente el animal terrestre más llamativo de Isla de Mona.

Actualmente, esta iguana es considerada en peligro de extinción (Díaz, 1984; DRNA 2004). Las amenazas principales para su sobrevivencia son las modificaciones al hábitat y la depredación de huevos y de iguanas juveniles por



Iguana del Banco de Puerto Rico *Cyclura Pinguis* (Foto de J. Binns)

cerdos y gatos asilvestrados, respectivamente (Wiewandt, 1977; Wiewandt y García, 2000).

La *C. cornuta stejnegeri* se encuentra sólo en Isla de Mona, donde se han reportado densidades poblacionales de 0.33 individuos/ha (Wiewandt, 1977) y  $0.96 \pm 0.47$  individuos/ha (Pérez-Buitrago y Sabat, 2000). Sin embargo, lo que parece ser más impactante es la escasez de individuos jóvenes (5-10%) en la población silvestre (Wiewandt, 1977, Pérez-Buitrago y Sabat 2000). Hemos implementado varias iniciativas para recuperar esta especie. Las más importantes han sido el programa de control de depredadores exóticos y el programa de criadero de iguanas juveniles. Entendemos que si mantenemos estos esfuerzos podemos recuperar a la iguana de Isla de Mona en menos de una década.

### **Control de mamíferos invasores**

En Isla de Mona se han estado capturando cabros, cerdos y gatos silvestres por varias décadas, como estrategia de control (García y colaboradores, 2000; García y colaboradores, 2001). Nuestros datos indican que se atrapa un promedio de 314 cabros y 49 cerdos durante la temporada de cacería (enero-abril) con escopeta (García y colaboradores, 2000). Además, se han colocado cercas para proteger de la

depredación y el pisoteo varias áreas importantes de anidaje de iguanas. Por otro lado, se ha controlado la población de gatos asilvestrados con trampas y escopetas como parte de un programa desde 1996 (García y colaboradores, 2001; López y García, sin publicar). Mediante esta iniciativa se han eliminado un total de 118 gatos, pero nuestra meta es la erradicación de esta especie de la reserva natural (López y García, sin publicar). Esto debido a que hemos encontrado que este depredador se alimenta de los reptiles endémicos de la isla, incluyendo juveniles de la iguana (López y García, sin publicar).

### **Criadero (“headstart”)**

Ésta es una iniciativa dirigida a aumentar la supervivencia de iguanas recién nacidas y juveniles al mantenerlas en cautiverio hasta que alcancen un tamaño con el cual no puedan ser consumidas por depredadores de iguanas pequeñas. Este proyecto comenzó en 1999 en respuesta a la alta mortalidad (87%) de iguanas (Pérez-Buitrago, 2000) durante su primer año de vida. La iguanas se liberan cuando alcanzan un tamaño de al menos 25cm. y un peso de 950g. (García y colaboradores, *en revisión*). Hasta el momento se han introducido unas 132 iguanas al estado silvestre y a 10 de ellas se le

colocaron radiotransmisores para poder seguirlos. De éstas, al menos 40% han sobrevivido y algunas ya se han reproducido (García y colaboradores, *en revisión*). Es menester mencionar que el estimado de iguanas que sobrevive es muy conservador porque sólo incluye los individuos que se vuelven a encontrar, lo que se dificulta debido a las condiciones naturales del lugar.

### Iguana del Banco de Puerto Rico

La *Cyclura pinguis* es la única iguana nativa para el Banco de Puerto Rico (Pregill, 1981; Alberts, 2000). Sin embargo, esta especie fue extirpada de casi toda su distribución hace más de 100 años y hoy en día sólo se encuentra en Anegada, Necker y Guana en las Islas Vírgenes Británicas. La *C. pinguis* está listada como en peligro crítico de extinción y existen menos de 200 individuos (Mitchell, 2000). Nos proponemos reintroducir esta iguana a Puerto Rico, pero entendemos que la isla grande presenta demasiadas amenazas para la especie. Así, realizamos una evaluación rápida de otras islas y encontramos que varias de ellas

poseen las condiciones adecuadas para mantener poblaciones viables de esta especie (Tabla1). De las cuatro islas estudiadas, encontramos que Caja de Muertos se presenta como la mejor opción para comenzar un proyecto de reintroducción de la *C. pinguis*. Los parámetros que consideramos fueron: el tamaño de la isla, la calidad de la vegetación, el tipo de substrato (volcánico/calizo), la presencia de gatos, ratas, cabras e iguanas verdes, la designación legal (área protegida legal/federal) y la logística para trabajar en el lugar. Ésta sería una iniciativa internacional que requerirá de la cooperación del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos de América, y del gobierno de las Islas Vírgenes Británicas. Indudablemente, el establecimiento de poblaciones adicionales de esta especie servirá para ayudar en su recuperación. De hecho, ésta es una de las acciones recomendadas en el plan de recuperación para la *C. pinguis* (Fideicomiso de Parques Nacionales de las Islas Vírgenes Británicas, documento sin publicar).

Isla (total de puntos)	Tamaño	Veg	Substrato	Gatos	Ratas	Cabras	Iguanas	Diseño	Logística
<b>Caja de Muertos</b> <b>15</b>	2	2	2	2	0	2	1	2	2
Diablo <b>14</b>	1	1	2	2	2	2	2	2	0
Luis Peña <b>12</b>	2	2	1	2	0	1	1	2	1
Culebrita <b>13</b>	2	2	1	2	0	2	1	2	1

**Tabla 1:** Evaluación rápida de la condición general de la calidad de la Isla para la reintroducción de la iguana del Banco de Puerto Rico *Cyclura pinguis* (condición buena = 2 puntos, condición regular = 1 punto y condición mala = 0 puntos)

# Lectura citada

## Extracción de arena en el Área de Planificación Especial de Isabela

- Castillo, J., Benedetty y H. M. Cruz Quiñones, 1980. Sand Study, Sub-tarea 4.3 Programa de Manejo de la Zona Costanera. Reporte sin publicar.
- Hernández Ávila, M.L. y M.L. Roberts, 1973. Coastal Dunes. Manuscrito sin publicar. Depto. De Ciencias Marinas, U.P.R. Mayagüez.
- Horn, W.P. 1988. Report to Congreso: Coastal Barrier Resources System Vol. 21 Puerto Rico. Departamento del Interior de los Estados Unidos.
- Junta de Planificación de Puerto Rico, 1994. Borrador Plan de Uso de Terrenos A.P.E. Bajura-Isabela. Manuscrito sin publicar.
- Leatherman Stephen P. 1982. Barrier Island Handbook. University of Maryland.
- Nichols Maynard y Carl Cerco, 1983. Coastal dunes for protection and sand resources. Programa de Manejo de la Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Martínez, R.M., Encarnación L.A. y Cruz, L.M. 1983. Dune restoration in Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Sánchez, E.G., Lago, C.M. y Torres Díaz, A. 1973. Presentación preliminar sobre el alcance de los problemas de extracción de arena en Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Shirley J. Fiske, 1992. Socio-cultural aspects of establishing Marine Protected Areas. Ocean and Coastal Management 18: 25-46.

## Retos y riesgos en el manejo de las áreas costeras

- Anthes, RA (1982): Tropical cyclone-their evolution, structure and effects. American Meteorological Society Meteor Menag, pp. 19-208.
- Caribbean Meeting on implementation of the SIDS Program of Action, Presented by the Government of the Commonwealth of Puerto Rico "Progress Report on Action Programme Related to Sustainable Development of SIDS", May 1995.
- Departamento de Defensa, Cuerpo de Ingenieros, Informe de Datos Tecnicos para el estudio Evaluacion en caso de Huracanes en la Costa Este de Puerto Rico", junio 1995.
- FEMA, US Army Corps of Engineers National Weather Service "Hurricane Evacuation Studies"1995.
- Gray, William M., "Discussion of Atlantic Basin Season Hurricane Activity in 1995 and Prospects for 1996". Colorado State University, April, 1996.
- Hendry, Malcolm "Implications for Integrated Coastal Zone Management (ICZM) of Sea Level Rise induced by climate Change: an overview" Regional Preparatory Workshop for world Coast Conference, Louisiana, July 1993.
- Jelesnianski, C.P.J. Chken, W.A. Shaffer y A. J. Riland (1984) SLOSH: a hurricane storm surge for cast models. Preprints. Ocean '84, Washington DC Marine Technology Society and 1 EEE/Oceanic Engineering Society 314-317.
- Maul, George "Ecosystem and Socioeconomic Response to Future Climatic Conditions in the Marine and coastal Regions of the Caribbean Sea, ..." CEP Technical Report No. 22, 1993.
- Maul, G.A. y K. Honson 1988 "Sea level variability in the IntraAmerican Sea with concentration on Key West as a regional example. In Implications of Climatic Changes in the Wider Caribbean Regions" (UNEP (OCA)/CAR W.G. 11ing. 3) G.A. Maul (ed.) pp.89-102.
- Oxman, B., "Vulnerability of Puerto Rico to Natural Hazards Mapping Programs' Research Needs for the Future: December 1987.
- Oxman, B., "The vulnerability of small islands to Natural Disasters", May 1988.
- Oxman, B., "Environmental Protection and Urban Development in the Caribbean Basin: The case of Puerto Rico" Presentation to the Panel on Environmental Protection and Urban Development in the Caribbean Basin, at the Annual Conference of the American Planning Association, Atlanta Hilton Hotel, Atlanta, Georgia, 2 May 1989.
- Rodriguez, R.W., RMT Webb y D.M. Bush "Another look at the impact of Hurricane Hugo in the Sheft and Coastal Resources of Puerto Rico, USA" Journal of Coastal Research Vol. 10, No.2, Spring 1994.
- Storm Surge Group - National Hurricane Center, "Storm surge Atlas for the Puerto Rico Area: 1991.
- Thieler, E.R. y William Danforth "Historical Shoreline Changes in Puerto Rico, 1990-1987" US Department of the Interior, US Geological Survey, 1993.
- Thieler, E.R., William Danforth "DSMS/DSAS to Shoreline Change Mapping in Puerto Rico".
- Thieler, E.R., Rafael Rodriguez y Milton Carlo "Beach Eroding and Coastal Development at Rincon, Puerto Rico. Shore and Beach. Vo. 63, No.4 pp. 1728, 1993.
- Titus, James "Probability of Sea Level Rise" US Environmental Protection Agency, October 1995.
- Vicente, V., "Efectos Ecológicos de Incremento en el Nivel del Mar y Temperaturas Superficiales Oceanicas en Manglares, Arrecifes, Praderas Marinas y Playas Arenosas de Puerto Rico: Evaluación Preliminar, Science Vol. 16 - No. 12, Spring 1989.
- Vicente, V., "Expected Response of Caribbean Coral Reefs to Disturbances Associated with Sea Level Rise" Workshop - The Rising Challenge of the Sealsla Margarita, Venezuela, March 1992.

## Estadísticas de pesca en Puerto Rico

- Appeldoorn, R., Beets, J. Bohnsack, S. Bolden, D. Matos, S. Meyers, A. Rosario, Y. Sadovy y W. Tobias. 1992. Shallow water reef fish stock assessment for the U.S. Caribbean. Memorando Técnico de la NOAA NMFS-SEFSV-304. 70 págs.

- Lilystrom, C. y E. Hoffmaster. 2002. Recreational fishery statistics of coral reef fisheries in Puerto Rico. Proceedings, Coral Reef Fisheries, Caribbean Regional Workshop: collaboration on successful management, enforcement and education methods for fisheries managers of the U.S. Caribbean. págs. 30-31
- Matos-Caraballo, D., M. Cartagena Haddock y N. Peña Alvarado. 2002. Comprehensive census of the marine commercial fishery of Puerto Rico 2002. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Laboratorio de Investigación Pesquera. Informe inédito. 8 págs.
- Mote Environmental Services, Inc. 2002. A description of the export industry for marine ornamental fish and invertebrates in Puerto Rico. Informe inédito, sometido al Comité Asesor de Arrecifes de Coral del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. 85 págs.

## El manejo como herramienta para mejorar la calidad de los humedales en Puerto Rico: el ejemplo de la Reserva Natural de Humacao

- Acevedo-Rodríguez, P., y R. O. Woodbury. 1985. Vines of Puerto Rico. General Technical Report. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.
- Baldassarre, G. A., y E. G. Bolen. 1994. Waterfowl ecology and management. John Wiley and Sons, New York, New York, USA.
- Bolen, E. G., G. A. Baldassarre, y F. S. Guthery. 1989. Playa lakes. Páginas 341-365, en L. M. Smith, R. L. Pederson, y R. M. Kaminski, editores. Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA.
- Bonilla-Martínez, G. 1995. Puerto Rico waterfowl studies. Project W-12. Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources, San Juan, Puerto Rico.
- Cardona, J. E., y M. Rivera. 1988. Critical coastal wildlife areas of Puerto Rico. Puerto Rico Department of Natural Resources, San Juan, Puerto Rico.
- Carrera, C., y A. E. Lugo. 1978. Los sistemas de mangles de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales, Programa de la Zona Costanera, San Juan, Puerto Rico.
- Cintrón, B. B. 1983. Coastal freshwater swamp forests: Puerto Rico's most endangered ecosystem? Páginas 249-282, en A. E. Lugo, editor. Los bosques de Puerto Rico. Instituto de Dasonomía Tropical, Departamento de Agricultura, Servicio Forestal Federal, Río Piedras, Puerto Rico.
- Collazo, J. A., y G. Bonilla-Martínez. 2001. Population size, survival, and movements of White-cheeked pintails in eastern Puerto Rico. Caribbean Journal of Science 37:194-201.
- Creighton J. H., R. D. Saylor, J. E. Tabor, y M. J. Monda. 1997. Effects of wetland excavation on avian communities in eastern Washington. Wetlands 17:216-227.
- Departamento de Comercio de EEUU, y Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico. 1986. Declaración de impacto ambiental preliminar y plan de manejo para el propuesto segmento de Humacao del sistema nacional para investigaciones estuarinas de Puerto Rico. Washington D. C., y San Juan, Puerto Rico.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. 2004. Reglamento para regir las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico.
- Duncan, P., y J. M. d'Herbes. 1982. The use of domestic herbivores in the management of wetlands for waterbirds in Camargue, France. Páginas 51-66, en J. Fog, T. Lampio, J. Rooth, y M. Smart, editores. Management of wetlands and their birds: A manual of wetland and waterfowl management. IWRB Slimbridge, United Kingdom.
- Edrickson, L. H., y T. S. Taylor. 1982. Management of seasonally flooded impoundments for wildlife. U. S. Fish and Wildlife Service Resource Publication 148.
- Fredrickson, L. H., y F. A. Reid. 1990. Impacts of hydrologic alteration on management of freshwater wetlands. Páginas 71-90, en J. M. Sweeney, editor. Management of dynamic ecosystems, North Central Section, Wildlife Society, West Lafayette, Indiana, USA.
- Gray, M. J., R. M. Kaminski, C. Weerakkody, B. D. Leopold, y K. Jensen. 1999. Aquatic invertebrate and plant responses following mechanical manipulations of moist-soil habitat. Wildlife Society Bulletin 27:770-779.
- Kadlec, J. A., y L. M. Smith. 1989. The great basin marshes. Páginas 451-474, en L. M. Smith, R. L. Pederson, y R. M. Kaminski, editores. Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA.
- Kaminski, R. M., y H. H. Prince. 1981. Dabbling duck and aquatic invertebrate responses to manipulated wetland habitat. Journal of Wildlife Management 45:1-15.
- Kelley, J. R., y L. H. Fredrickson. 1991. Chufa biology and management. Waterfowl Management Handbook. U. S. Fish and Wildlife Service Leaflet 13.4.18.
- Lewis, R. R. 1990. Creation and restoration of coastal plain wetlands in Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. Páginas 103-123, en J. A. Kusler y M. E. Kentula, editores. Wetland creation and restoration. Island Press, Washington, D. C., USA.
- Low, J. B., y F. C. Bellrose, Jr. 1944. The seed and River Valley. Journal of Wildlife Management 8:7-21.
- Lugo, A. E. 1988. The mangroves of Puerto Rico are in trouble. Acta Científica 2:124.
- Lugo, A. E., y S. Brown. 1988a. The wetlands of Caribbean islands. Acta Científica 2:48-61.
- Lugo, A. E., y S. Brown. 1988b. Evaluation of functional predictors to wetlands of Caribbean islands. Acta Científica 2:48-61.
- Más, E. G., y O. García-Molinari. 1990. Guía ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico. Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Mayagüez, Puerto Rico.
- Martínez, R., G. Cintrón, y L. A. Encarnación. 1979. Mangroves in Puerto Rico: A structural inventory. Final Report NOAA Coastal Zone Management. Puerto Rico Department of Natural Resources, San Juan, Puerto Rico.
- Mitsch, W. J., y J. G. Gosselink. 2000. Wetlands. 3ra Edición. John Wiley and Sons, Inc. New York, New York, USA.

Murkin H. R., y P. J. Caldwell. 2000. Avian use of prairie wetlands. Páginas 249-286, en H. R. Murkin, A. G. van der Valk, y W. R. Clark, editores. *Prairie wetland ecology: The contribution of the Marsh Ecology Research Program*. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.

Murkin H. R., R. M. Kaminski, y R. D. Titman. 1982. Responses by dabbling ducks and aquatic invertebrates to an experimentally manipulated cattail marsh. *Canadian Journal of Zoology* 60:2324-2332.

Reid, F. A., J. R. Kelley, Jr., T. S. Taylor, y L. H. Fredrickson. 1989. Upper Mississippi valley wetlands, refuges and moist-soil impoundments. Páginas 181-202, en L. M. Smith, R. L. Pederson, y R. M. Kaminski, editores. *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA.

Reinecke, K. J., R. M. Kaminski, D. J. Moorhead, J. D. Hodges, y J. R. Nassar. 1989. Mississippi Alluvial Valley. Páginas 203-247, en L. M. Smith, R. L. Pederson, y R. M. Kaminski, editores. *Habitat management for migrating and wintering waterfowl in North America*. Texas Tech University Press, Lubbock, Texas, USA.

Smith, L. M., D. A. Haukoos, y R. M. Prather. 2004. Avian response to vegetative pattern in playa wetlands during winter. *Wildlife Society Bulletin* 32:474-480.

U. S. Fish and Wildlife Service, y Canadian Wildlife Service. 1986. *North American Waterfowl Management Plan*. U. S. Fish and Wildlife Service, Washington D. C., USA.

Van der Valk, A. G. 1981. Succession in wetlands: A Gleasonian approach. *Ecology* 63:688-696.

Ventosa-Febles, E. A., M. Camacho-Rodríguez, J. L. Chabert-Llompart, J. Sustache-Sustache, y D. Dávila-Casanova. 2005. *Puerto Rico Critical Wildlife Areas*. Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources, San Juan, Puerto Rico.

Voigts, D. K. 1976. Aquatic invertebrate abundance in relation to changing marsh vegetation. *American Midland Naturalist* 95:313-322.

Vilella, F. J., y M. J. Gray. 1997. Ecological assessment and wetland management plan for the Humacao Wildlife Refuge. Final Report, Project FW-10.1. Mississippi Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Mississippi State University, Mississippi, USA.

Weller, M. W. 1981. *Freshwater marshes: Ecology and wildlife management*. University of Minnesota Press, Minneapolis, USA.

Weller, M. W., y C. E. Spatcher. 1965. Role of habitat in the distribution and abundance of marsh birds. Iowa Agriculture and Home Economic Experiment Station Special Report No. 43, Iowa, USA.

Weller, M. W., y L. H. Fredrickson. 1974. Avian ecology of a managed glacial marsh. *Living Bird* 12:269-291.

## Áreas marinas protegidas

Aguilar-Perera, M. Scharer, M. Valdéz-Pizzini. 2006. Marine Protected Areas in Puerto Rico: Historical and Current Perspectives. *Ocean & Coastal Management* 49: 961-975.

Center for Sponsored Coastal Ocean Research (CSCOR). 2005. Caribbean Coral Reef Institute. NOAA/NOS/NCCOS/CSCOR. HYPERLINK [http://www.cop.noaa.gov/ecosystems/coralreefs/current/ccri\\_factsheetcr.html](http://www.cop.noaa.gov/ecosystems/coralreefs/current/ccri/www.cop.noaa.gov/ecosystems/coralreefs/current/ccri_factsheetcr.html).

DNER - PMZC. 2005. Álvarez, N. y E. Díaz. Estadísticas sobre los Arrecifes de Coral y Ecosistemas Bénticos Asociados de Puerto Rico. Borrador.

García-Sais, J.R., Morelock, J., Castro, R., Goenaga, C. y E. Hernández-Delgado. 2003. Puertorican reefs: research synthesis, present threats and management perspectives. pp.111-130. In: J. Cortez (ed.) *Latin American Coral Reefs*. Elsevier Science B.V.

García-Sais, J.R., Appeldorn, R., Bruckner, A., Caldwell, C., Christensen, J.D., Liljestrom, C., Monaco, M.E., Sabater, J., Williams, E. and E. Díaz. 2005. The State of Coral Reef Ecosystems of the Commonwealth of Puerto Rico. In: J. Waddell (ed.), *The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2005*. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 11. NOAA/NCCOS Center for Coastal Monitoring and Assessment's Biogeography Team. Silver Spring, MD. 522 pp.

Kendall, M.S., Krueger, C.R., Buja, K.R., Christensen, J.D., Díaz, E., Warner, R.A. y M.E. Monaco. 2004. A characterization of the shallow-water coral reefs and associated habitats of Puerto Rico. *Gulf and Caribbean Research Vol. 16* (2): 172-184.

Morelock, J., Capella, J., García, J.R. y M. Barreto. 2000. *PUERTO RICO - Seas at the Millennium*. Ed. C. R. C. Sheppard. London, England: Oxford Press.

Wusinich-Méndez, D., López-Rivera, M. y E. Díaz. 2007. Puerto Rico Coral Reef MPA Summary. In: NOAA Coral Reef MPA Status Report. En imprenta.

Wusinich-Méndez, D., M. López-Rivera, E. Díaz. 2007. Puerto Rico Coral Reef MPA Summary. pp. 103-115. In Wusinich-Mendez, D. and C. Trappe (ed.), 2007. Report on the Status of Marine Protected Areas in Coral Reef Ecosystems of the United States Volume 1: Marine Protected Areas Managed by U.S. States, Territories, and Commonwealths: 2007. NOAA Technical Memorandum CRCP 2. NOAA Coral Reef Conservation Program. Silver Spring, MD. 129 pp. + Appendices.

## Anidaje de la tortuga Carey en Isla de Mona

Carrillo, E., G.J.W. Webb, S. C. Manolis. 1999. Hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) in Cuba: an Assessment of the Historical Harvest and its Impacts. *Chelonian Conservation and Biology*. 1999. 3(2): 264-280.

Díaz-Fernández, R., T. Okayama, T. Uchiyama, E. Carrillo, G. Espinosa, R. Marquez, C.E. Diez, y H. Koike. 1999. Genetic sourcing for the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in the Northern Caribbean Region. *Chelonian Conservation and Biology*. 1999. 3(2):296-300.

Diez y van Dam, 2004. Index beaches survey of hawksbill population at Mona Island, Puerto Rico: Unpublished Report for 2003 submitted to DNER and FWS. 11 pp

IUCN 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species. < HYPERLINK <http://www.iucnredlist.org>>

Kontos, A. 1985. Sea Turtle Research Report 1985, Mona Island, Puerto Rico. Informe no publicado, Georgia Sea Turtle Cooperative, 35 pp.

Kontos, A. 1986. Estimation of Sea Turtle Abundance and Nesting Success on, Mona Island, Puerto Rico. Informe no publicado, Institute of Ecology, University of Georgia, 22 pp.

Meylan, A.B. 1999. Status of the Hawksbill Turtle in the Caribbean Region. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2): 177-184.

Meylan, A.B., y Donnelly, M.D. 1999. Status Justification for Listing the Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) as Critical Endangered in the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2): 200-224.

Montero, L. 2000. Proyecto de Conservación de Tortugas Marinas Humacao, Puerto Rico. Informe no publicado sometido DRNA y UPR. 17 pp.

Olson, M.H. 1985. Population Characteristics of the Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) on Mona Island, Puerto Rico: a Case Study of U.S. Endangered Species Act. Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress, Tahiti 1985, Vol 5: p 475-480.

Ordoñez Espinosa, C., A. Ruiz, S. Tróing, A. Meylan, P. Meylan, 2005. Final Project Report - 2004 Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Research and Population Recovery at Chitiqui Beach and Escudo de Veraguas Island, Nô Kribo region, Ngöbe-Buglé Comarca, and Bastimientos Island National Marine Park. 26 pp.

Richardson, J. I. 1990. Estimation of Turtle Abundance and Nesting Success on Mona Island, Puerto Rico. U.S. Fish and Wildlife Service Technical Report No. 14-16-009-1551. 41 pp.

Richardson, J.I., Bell, R. y Richardson, T.H. 1999. Population ecology and demographic implications drawn from an 11-year study of nesting hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indies. *Chelonian Conservation and Biology* 3(2): 244-250.

Republic of Cuba. 1998. An annotated transfer of the Cuban population of hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) from Appendix I to Appendix II of CITES. *Rev. Cubana Invest. Pesqueras* 22(1): 1-205.

Rivero, J. A. 1978. Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. (The amphibians and reptiles of Puerto Rico.) Universidad de Puerto Rico, Editorial Universitaria. Mayaguez, Puerto Rico. 148 p

Thurston, J. 1975. Observations on the Ecology of the Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata*, on Mona Island, Puerto Rico. Artículo no publicado. 7 pp.

Van Dam, R., L. Sarti M., B. Pinto R. 1990. Sea Turtle Biology and Conservation on Mona Island, Puerto Rico. p. 265-267 in: Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation, T.H. Richardson, J.I. Richardson, M. Donnelly, compilers. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-278.

Van Dam, R., L. Sarti M., D.J. Pares. 1992. The Hawksbills of Mona Island, Puerto Rico. p 187 in: Proceedings of the Eleventh Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation, M. Salmon, J. Wyneken, compilers. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-302.

## La conservación y el manejo de las iguanas nativas de Puerto Rico

Alberts, A. C. (comp. & ed.) 2000. *West Indian Iguanas: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC West Indian Iguana Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 6+111 pp.

Alberts, A. C. 2004. Introduction In: A. C. Alberts, R. L. Carter, W. K. Hayes, and E. P. Martins. *Iguanas: Biology and Conservation*. Pp. 195-198. University of California Press. Berkeley.

Díaz, D. C. 1984. *Mona Iguana Recovery Plan*. U.S. Fish and Wildlife Services. Atlanta Georgia.

DRNA. 2004. Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Reglamento 6766.

Etheridge, R.E. 1982. Checklist of the iguaninae and Malagasy iguanid lizards. Pp. 7-37. In G.M. Burghardt and A.S. Rand (eds), *Iguanas of the World: Their Behavior, Ecology and Conservation*. Noyes, Park Ridge, New Jersey.

Frost, D. R. y R.E. Etheridge. 1989. A phylogenetic analysis and taxonomy of iguanian lizards (Reptilia: Squamata). *University of Kansas Miscellaneous Publication* 8:1-65.

Frost, D. R. y R.E. Etheridge. 1993. A consideration of iguanian lizards and the objectives of systematics: A reply to Lazell. *Herpetological Review* 24: 50-54.

García, M.A., C.E. Diez and A.O. Álvarez. 2000. El Control de los Cabros y Cerdos en la Isla de La Mona, Puerto Rico. *Acta Científica* 14: 83-87.

García, M.A., C.E. Diez and A.O. Álvarez. 2001. The Impact of Feral Cats on Mona Island Wildlife and Recommendations for their Control. *Caribbean Journal of Science* 37:107-108.

García, M. A., N. Pérez-Buitrago, A.O. Álvarez, y P.J. Tolson. En Revisión. *Applied Herpetology*.

Hollisworth, B.D. 2004. The evolution of iguanas: an overview of relationship and a checklist of the species. In: A. C. Alberts, R. L. Carter, W. K. Hayes, and E. P. Martins. *Iguanas: Biology and Conservation*. Pp. 19-44. University of California Press. Berkeley.

Mitchell, N. 2000. Anegada Island Iguana-Species Account. Pages 47-49. In: Alberts, A. (comp. & ed.) *West Indian Iguanas: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/West Indian Iguana Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 6 +111 pp.

Pérez-Buitrago N., y A. Sabat. 2000. Population status of the Rock Ground Iguana (*Cyclura cornuta stejnegeri*) in Mona Island, Puerto Rico. *Acta Científica* 14:67-76.

Pérez-Buitrago, N. 2000. Survival and Dispersal of Rock Iguana Hatchlings (*Cyclura cornuta stejnegeri*) on Mona Island, Puerto Rico. Master Thesis. University of Puerto Rico. Rio Piedras Campus.

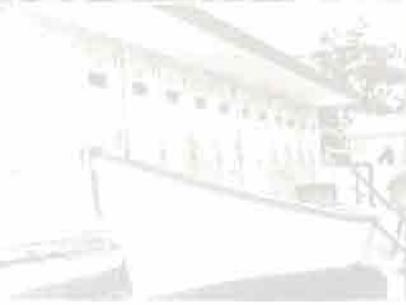
Pregill, G. 1981. Late Pleistocene herpetofaunas from Puerto Rico. *University of Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ.* Pp. 33.

Schwartz, A. y R. W. Henderson. 1988. *West Indian Amphibian and Reptiles: A Check-list*. Contributions in Biology and Geology. Milwaukee Public Museum Number 74.

Rivero, J. A. 1998. *Los anfibios y reptiles de Puerto Rico*. Segunda Edición. Editorial de la Universidad de Puerto Rico.

Wiewandt, T. A. 1977. *Ecology, Behavior, and Management of the Mona Island Ground Iguana, Cyclura stejnegeri*. Ph. D. Dissertation. Cornell University, Ithaca, New York.

Wiewandt, T.A. y M.A. García. 2000. Mona Island iguana *Cyclura cornuta stejnegeri* In: Alberts, C. A. (comp. & ed.) *West Indian Iguanas: Status Survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC West Indian Iguana Specialist Group. Pp.27-30. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.





PROGRAMA DE MANEJO  
ZONA COSTANERA



ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO  
Departamento de Recursos  
Naturales y Ambientales  
**Programa de Manejo  
de la Zona Costanera**

P.O. Box 366147  
San Juan, Puerto Rico 00936  
Tel. (787) 999-2200

[www.drna.gobierno.pr](http://www.drna.gobierno.pr)

**Administración Nacional  
Oceanográfica y  
Atmosférica  
(NOAA)**

Grants Management Division  
1325 East - West Highway  
Silver Springs, MD 20910

Aportación federal: NA05NOS4191195

