



Valoración económica de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico: Fajardo, Arrecifes de la Cordillera, Vieques y Culebra

Informe Final, 2007



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	5
1.1 FAJARDO.....	5
1.2 ARRECIFES LA CORDILLERA.....	9
1.3 VIEQUES.....	10
1.4 CULEBRA.....	12
II. METODOLOGÍA.....	15
III. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ARRECIFES DE CORAL Y RECURSOS ASOCIADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	21
3.1 BIENES.....	22
3.1.1 PESCA COMERCIAL.....	22
3.1.2 MATERIALES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	26
3.1.3 USO CULTURAL/ARTESANAL.....	28
3.1.4 PESCA ORNAMENTAL.....	29
3.2 SERVICIOS.....	30
3.3.1 Turismo y recreación.....	31
3.3.2 Protección costera.....	41
3.3.3 Servicios educativos y de investigación que provee el ecosistema.....	43
IV. CONDICIONES FUTURAS DE LOS ARRECIFES DE CORAL.....	45
4.1 FACTORES NATURALES.....	46
4.2 FACTORES ANTROPOGÉNICOS.....	47
4.2.1 SOBREPESCA.....	48
4.2.2 DESARROLLO COSTERO.....	48
4.2.3 PRÁCTICAS TURÍSTICAS Y RECREATIVAS SIN CONTROLES.....	51
4.2.4 PRÁCTICAS MILITARES.....	52
V. VALORACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE DATOS.....	53
5.1 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES DE USO.....	53
5.1.1 PESCA ARTESANAL.....	54
5.1.2 VALOR PARA LA EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN.....	55
5.1.3 VALOR DE LA PROTECCIÓN.....	57
5.1.4 VALOR TURÍSTICO Y RECREATIVO.....	61
LA ENCUESTA.....	63

MUESTRA..... 65

RESULTADOS..... 67

5.2 ESTIMACIÓN DE LOS VALORES PASIVOS 75

LA ENCUESTA..... 75

MUESTRA..... 78

RESULTADOS..... 80

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES84

BIBLIOGRAFÍA94

ANEJOS:

ANEJO 1. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

ANEJO 2. MÓDULO PARA EL ADIESTRAMIENTO DE LOS ENCUESTADORES

ANEJO 3. FICHAS PARA LA ENCUESTA DEL MÉTODO DE COSTO DE VIAJE

ANEJO 4. GUÍA PARA LA ENCUESTA DE LOS VALORES PASIVOS

ANEJO 5. PLAN DE DIVULGACIÓN DEL ESTUDIO

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) contrató a la empresa de consultoría Estudios Técnicos, Inc. para llevar a cabo el estudio de *Valoración económica de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico: Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra*.

Este estudio tiene el propósito de calcular el valor económico total de los arrecifes de coral y los recursos asociados en la zona del Este del País, de manera que sirva como herramienta para la toma de decisiones y la adopción de medidas de manejo para su conservación.

Los arrecifes de coral son los ecosistemas más productivos del ambiente marino. Éstos se encuentran estrechamente relacionados con otros ecosistemas terrestres y marinos, y su ocurrencia y condición depende de los mismos. Algunos de estos ecosistemas asociados son los humedales costeros, entre los que se encuentran los manglares; los humedales marinos, como las hierbas marinas; las playas y el mar, entre otros. La interdependencia entre estos recursos es tanto física, como biológica y biogeoquímica.

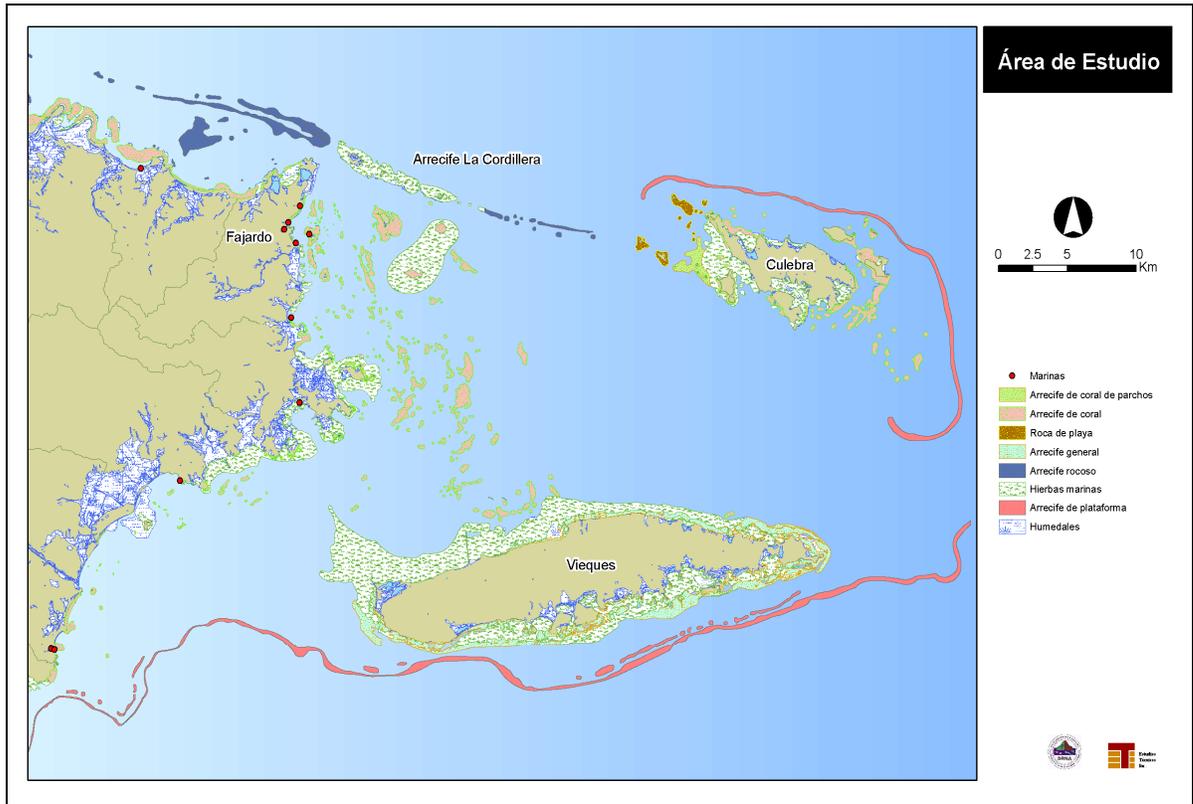
La diversidad de recursos marinos y costeros en el Este de Puerto Rico provee una serie de bienes, servicios y funciones a la sociedad. Los mismos son intensamente utilizados para la recreación y el turismo, la pesca, la investigación, y proveen protección a la costa, entre otras funciones. Sin embargo, estos recursos están siendo amenazados por factores naturales y otros propiciados por los seres humanos. Diversos investigadores han identificado entre las principales amenazas antropogénicas para estos recursos, la sedimentación y la eutrofización; la sobrepesca; la pérdida de habitáculos esenciales; la recolección de peces e invertebrados de arrecifes para el comercio de acuarios; las actividades recreativas sin controles; y las prácticas militares, en el caso de Culebra y Vieques (Hernández et al, 2003a).

El valor económico total se calcula en función de los bienes y servicios que provee el ecosistema. Dicho valor se obtiene como resultado de la suma del **valor de los usos** (valor de bienes y servicios), más los **valores pasivos** (valor futuro, valor heredable, valor existencial y valor de la biodiversidad). Algunos de estos valores pueden ser obtenidos de las transacciones del mercado, mientras que los que corresponden a otras actividades -que no son cuantificables por las actividades de mercado- tienen que ser obtenidos mediante encuestas y entrevistas a la población.

Este informe comprende la fase final del estudio y consiste de seis capítulos. En el primero, se presenta la descripción del área de estudio y un resumen de los recursos que se encuentran en ésta. El segundo capítulo, contiene una descripción de las fases y tareas en las que consistió el estudio, incluyendo el trabajo de campo. En el tercer capítulo, se describen los usos en el área, y los servicios y funciones que proveen los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico. Mientras que en el cuarto capítulo, se presentan los aspectos que impactan los recursos examinados, y se discuten aquellas prácticas que suponen una amenaza potencial para éstos. En el capítulo cinco se presenta el ejercicio del valor económico total y el procedimiento utilizado para calcular cada uno de los usos y servicios. Finalmente, el capítulo seis contiene las conclusiones del estudio, incluyendo las limitaciones y hallazgos que surgieron durante el proceso, junto con recomendaciones de manejo y de posibles fuentes de financiamiento para asegurar la conservación de los recursos valorados.

I. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en el Este de Puerto Rico e incluye: Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra.



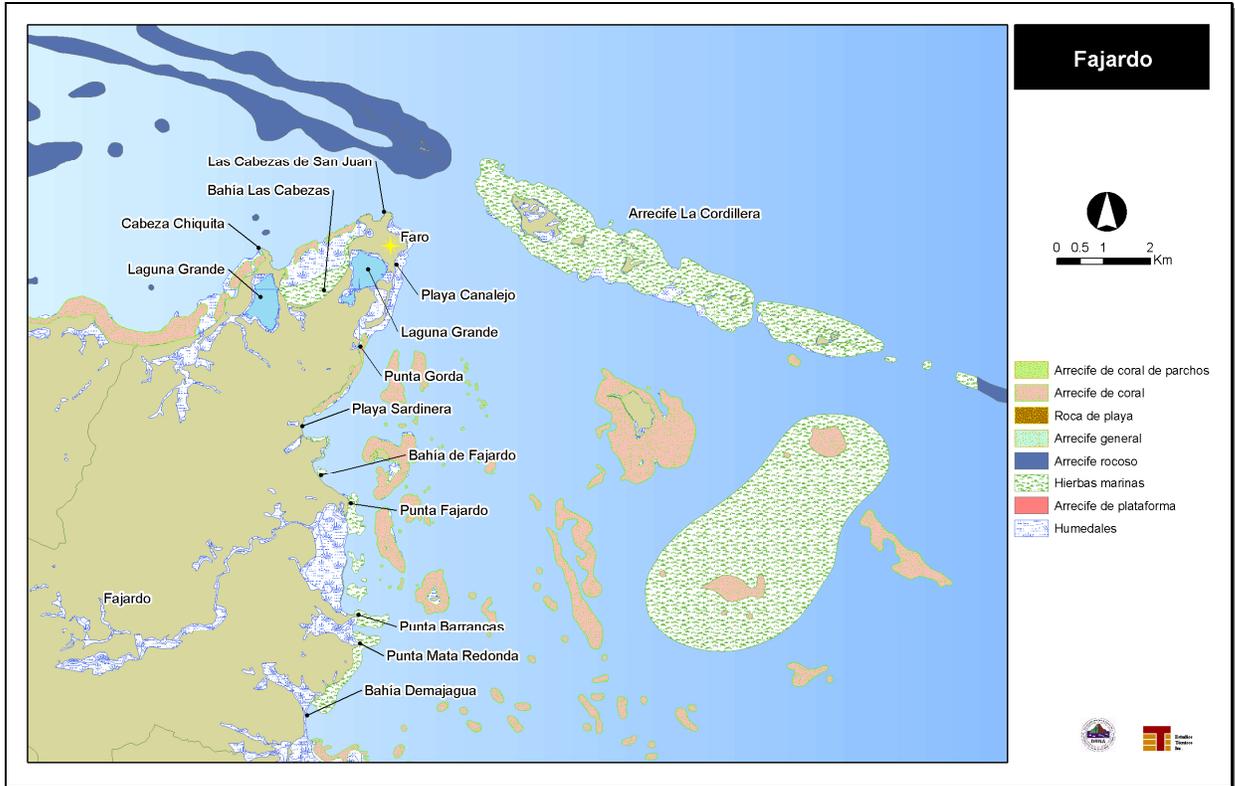
1.1 Fajardo

Fajardo es un municipio costero ubicado en el Nordeste de Puerto Rico, con una extensión territorial de 19,705 cuerdas. Según el Censo de 2000, su población es de 40,712 habitantes. Colinda por el Norte y Este con el Océano Atlántico, por el Sur con el municipio de Ceiba y al Oeste con Luquillo.

La costa del municipio de Fajardo se caracteriza por sus múltiples recursos naturales: bahías, manglares, bosques costeros, playas arenosas y lagunas con bioluminiscencia. Además, sus aguas cuentan con arrecifes de coral y praderas de hierbas marinas.

En el litoral de Fajardo se encuentran cerca de siete playas entre rocosas y arenosas.

Entre las más frecuentadas se encuentran Las Croabas y Seven Seas. Esta última es un balneario de la Compañía de Parques Nacionales que cuenta con áreas para acampar y ostenta el distintivo internacional conocido como Bandera Azul, que reconoce la seguridad de las playas, la excelencia en la calidad de sus aguas y la presencia de infraestructura necesaria para los bañistas.



Dentro de los límites territoriales de Fajardo se encuentran tres áreas costeras naturales que se están oficialmente protegidas: la Reserva Natural Cabezas de San Juan, el Bosque Estatal de Ceiba y la Reserva Natural Corredor Ecológico del Nordeste, de la cual forma parte la Reserva Natural de la Finca Seven Seas. A continuación se presenta una descripción general de estas áreas protegidas.

- La Reserva Natural Cabezas de San Juan¹ comprende un área de 448 cuerdas que incluye la porción marina hasta una extensión de 9 millas náuticas. La misma es

¹ Designada como Reserva Natural en el año 1986 por la Junta de Planificación, según recomendado en el Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico.

administrada por el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. Ésta es un área de suma importancia ecológica, ya que alberga prácticamente todas las comunidades costeras existentes en Puerto Rico, entre las que se encuentran: praderas de hierbas marinas, manglares, lagunas, matorrales, arboleda siempre verde, cocotales, playas arenosas y rocosas. Entre sus recursos más significativos se encuentra la Laguna Grande, que es una de las pocas lagunas en Puerto Rico que posee bioluminiscencia causada por el microorganismo *Pyrodinium bahamense*. En la Reserva se llevan a cabo actividades asociadas a la recreación y el turismo, entre las que se encuentran: paseos en kayak, caminatas por las veredas peatonales, buceo, pesca artesanal y la educación e investigación.

- La Unidad Santa Rita del Bosque Estatal de Ceiba se encuentra en el barrio Quebrada Vueltas de Fajardo. Éste es un bosque costero que cubre un área de 363 cuerdas entre los municipios de Fajardo, Ceiba y Naguabo. Este bosque seco subtropical posee manglares, playas arenosas, salitrales, praderas de hierbas marinas y arrecifes. El mismo es utilizado para la recreación pasiva y cuenta con una plataforma de pesca.
- El Corredor Ecológico del Noreste² (CEN), comprende un área de 3,239 cuerdas entre los municipios de Luquillo y Fajardo. El área es importante por su valor natural, escénico y ecoturístico. El CEN cuenta con bosques costeros y humedales, incluyendo arrecifes de coral, pantano de *Pterocarpus* y una laguna bioluminiscente, entre otros recursos ecológicamente sensitivos.

El CEN se compone de las fincas San Miguel 1 y 2, Las Paulinas, El Convento Norte y Sur, Dos Mares (anidada entre El Convento Norte y El Convento Sur) y Seven Seas, más unos terrenos entre esta última y la Avenida El Conquistador (cerca de la entrada al Hotel El Conquistador), denominados "Finca Lopategui". Además, incluye la Finca Seven Seas, que fue designada como Reserva Natural

² Mediante la Orden Ejecutiva OE-2007-37, se ordena a la Junta de Planificación el establecimiento de la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Nordeste y se ordena al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales la preparación de un plan para que adquiera los terrenos, así como un plan de uso de terrenos.

mediante la Ley Núm. 228 de 1999, “Ley de la Reserva Natural de la Finca Seven Seas”. Sin embargo, esta última se mantiene bajo la administración la Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico, al igual que el balneario público del mismo nombre.

Actualmente, siguiendo las disposiciones de la Orden Ejecutiva OE-2007-37, las divisiones de Patrimonio Natural y de Planificación de Recursos Terrestres- bajo la Secretaría Auxiliar de Planificación Integral del DRNA- están trabajando con los planes para la adquisición y el manejo (respectivamente) de las fincas que componen el CEN.

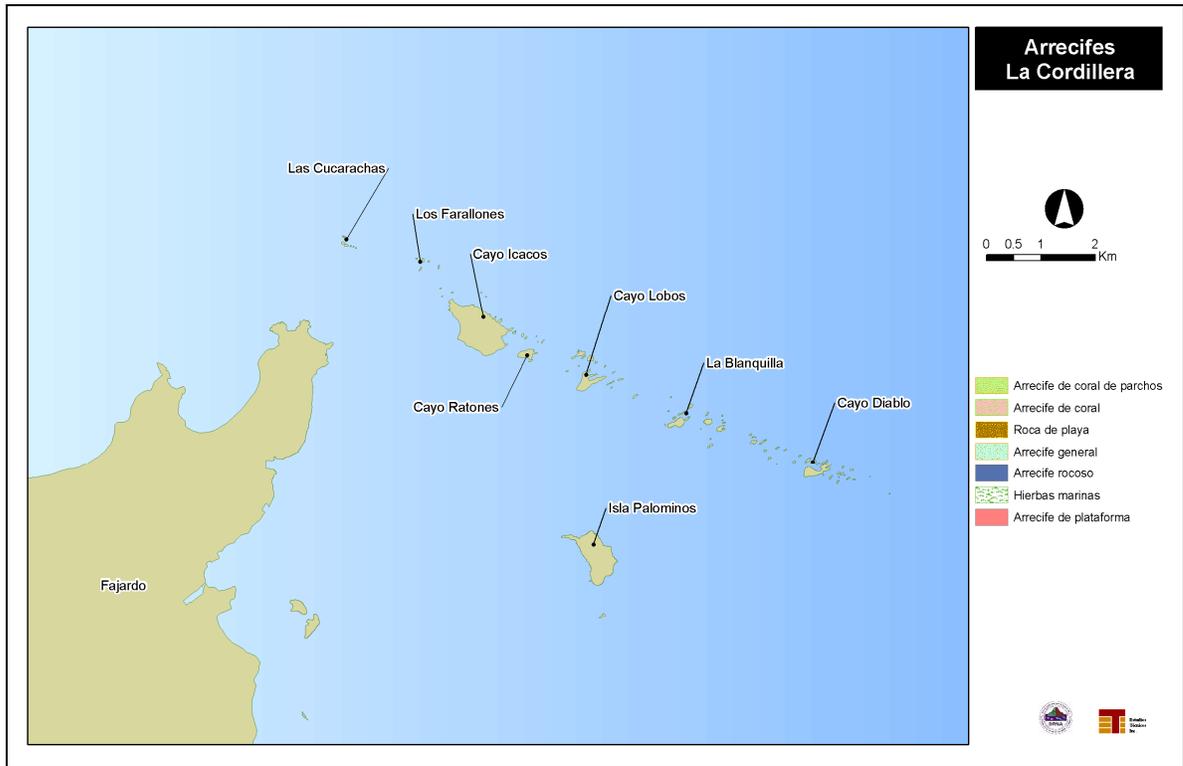
Por otra parte, Fajardo es el punto de conexión principal entre la Isla Grande y las islas de Vieques y Culebra. En éste se encuentran las instalaciones de la Autoridad para el Transporte Marítimo que mueve pasajeros a Vieques y Culebra, y un aeropuerto regional que también viaja a estas islas.

Fajardo cuenta con una ubicación estratégica, ya que se encuentra relativamente cerca del Área Metropolitana de San Juan. Dicho factor, junto a sus condiciones naturales ha atraído una intensa actividad turística y recreativa, y el desarrollo de instalaciones y estructuras para estos propósitos.

En Fajardo se encuentran instalaciones marinas privadas, incluyendo la más grande del Caribe- Marina Puerto del Rey- y otras marinas reconocidas entre las que se encuentran: Puerto Chico, Sea Lovers Marina, Isleta Marina y Villa Marina Yatch Harbor. Además, cuenta con el hotel El Conquistador, que posee una marina y que tiene instalaciones en la isla de Palominos, que es parte de Arrecifes La Cordillera.

1.2 Arrecifes La Cordillera

Arrecifes La Cordillera se encuentra a una distancia de 1.5 millas náuticas al nordeste de Fajardo. Ésta es una cordillera submarina de poca profundidad, con una longitud aproximada de 29 km.



El área se compone de una serie de islas, cayos y arrecifes que ocupan 224 cuerdas. En el año 1980, la mayor parte del área fue designada como Reserva Natural e incluye las siguientes formaciones: Los Farallones, Cayo Icacos, Cayo Ratonés, Cayo Diablo y la Barquilla, Cayo Cucaracha, Arrecifes Hermanos, Arrecifes Barriles, los cayos Las Cucharas, Icacos, Ratonés, Blanquilla y Diablo. Existen otros tres cayos que, aunque están ubicados físicamente dentro del área que comprende la Reserva, no forman parte de la misma por ser de propiedad privada. Estos son: Cayo Lobos y las islas de Palominos y Palominitos.³

³ A través del informe, se hace referencia al área como La Cordillera, cuando se habla de todos los islotes y cayos. Mientras que el área específica de la Reserva Natural se presenta con las siglas de RNALC.

La Reserva posee los arrecifes mejor desarrollados en la costa Nordeste de Puerto Rico (DRNA, 2001). La misma cuenta con grandes extensiones de hierbas de tortuga (praderas de *Thalassia*) que sirven de alimento a especies marinas, y como lugar de apareamiento, desove y criadero para especies de valor comercial, como las langostas, los camarones y los moluscos. Otras funciones importantes de las praderas de hierbas marinas es que sirven como trampas de sedimento y amortiguadores del impacto de las olas.

Todas estas islas son ampliamente utilizadas para propósitos turísticos y recreativos y son accesibles solamente por botes privados que usualmente parten de las costas de Fajardo.

1.3 Vieques

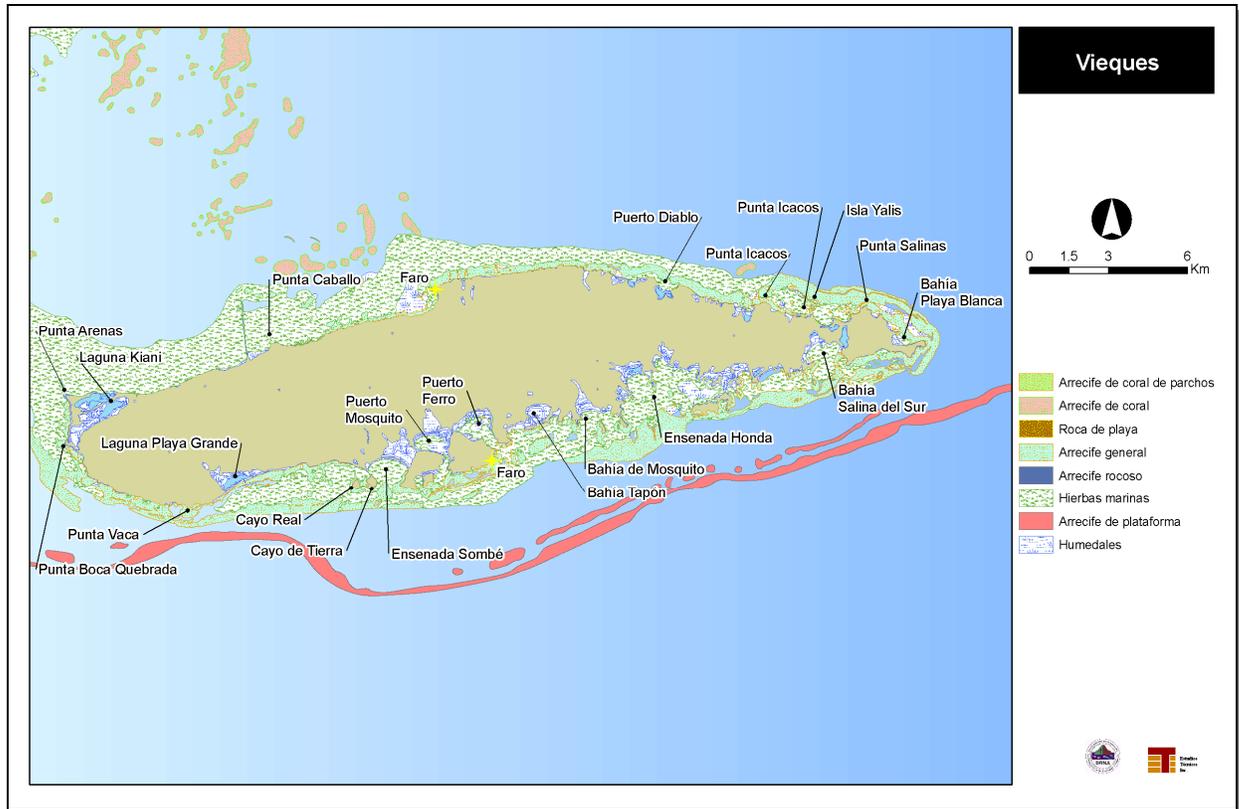
Vieques es una isla oceánica ubicada aproximadamente a 10 km. al este de la Isla Grande. Su extensión territorial es de aproximadamente 33,588 cuerdas y cuenta con 9,106 habitantes. Esta Isla, está bordeada en su extremo Noroeste por el Pasaje y la Sonda de Vieques y en su extremo Surdeste por el Mar Caribe.

En las costas Sur y Oeste de Vieques se observan extensas áreas de humedales y bahías protegidas que actúan como barrera protectora contra los procesos de erosión, particularmente durante eventos de tormentas y mareas altas. En estas áreas las aguas son claras y proveen condiciones favorables para la vida marina, en particular para los corales y los hierbazales.

Al oeste de Vieques, se encuentra el área conocida como Punta Arenas que es extensamente utilizada para propósitos recreativos, particularmente por nautas que zarpan desde las costas de Humacao y Fajardo.

En las aguas costeras de esta Isla se han identificado 350 especies de peces, de las cuales 102 son peces de arrecife. (Estudios Técnicos, Inc, 2004). En Vieques existen aproximadamente 15 especies marinas y terrestres que se encuentran en alto riesgo de ser extintas, entre las que se encuentran: el carey, el tinglar, el pelícano pardo y la chiriría. Según el DRNA (2001), en Vieques se pueden observar algunos de los

arrecifes menos perturbados y más saludables de Puerto Rico, a pesar de las intensas intervenciones antropogénicas.



En Vieques se encuentran dos áreas naturales protegidas: la Reserva Natural Bahía Bioluminiscente y el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Vieques.

- La Reserva Natural Bahía Bioluminiscente de Vieques comprende unas 1,119 cuerdas al sur de la Isla, junto con una extensión marina.⁴ En ésta se encuentran Puerto Mosquito y Bahía Tapón, ambas bordeadas por manglares y en cuyas aguas se observa el fenómeno de bioluminiscencia.
- El Refugio Nacional de Vida Silvestre consiste de dos predios de terreno: Unidad Este y Unidad Oeste. El mismo es manejado por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. (USFWS, por sus siglas en inglés).

La Unidad Este del Refugio es conocida como el Polígono de Tiro, que fue clausurado en el año 2001. La misma ocupa 18,2978 cuerdas de terreno. En esta porción del Refugio existen bolsillos de playas de arenas blancas comúnmente utilizadas por los bañistas, entre las que se encuentran playa Caracas (*Red Beach*) y playa La Chiva (*Blue Beach*). Actualmente, el acceso público a la mayor parte de este Refugio se encuentra restringido, debido al peligro de municiones sin detonar y al proceso de limpieza que se está efectuando en el área.

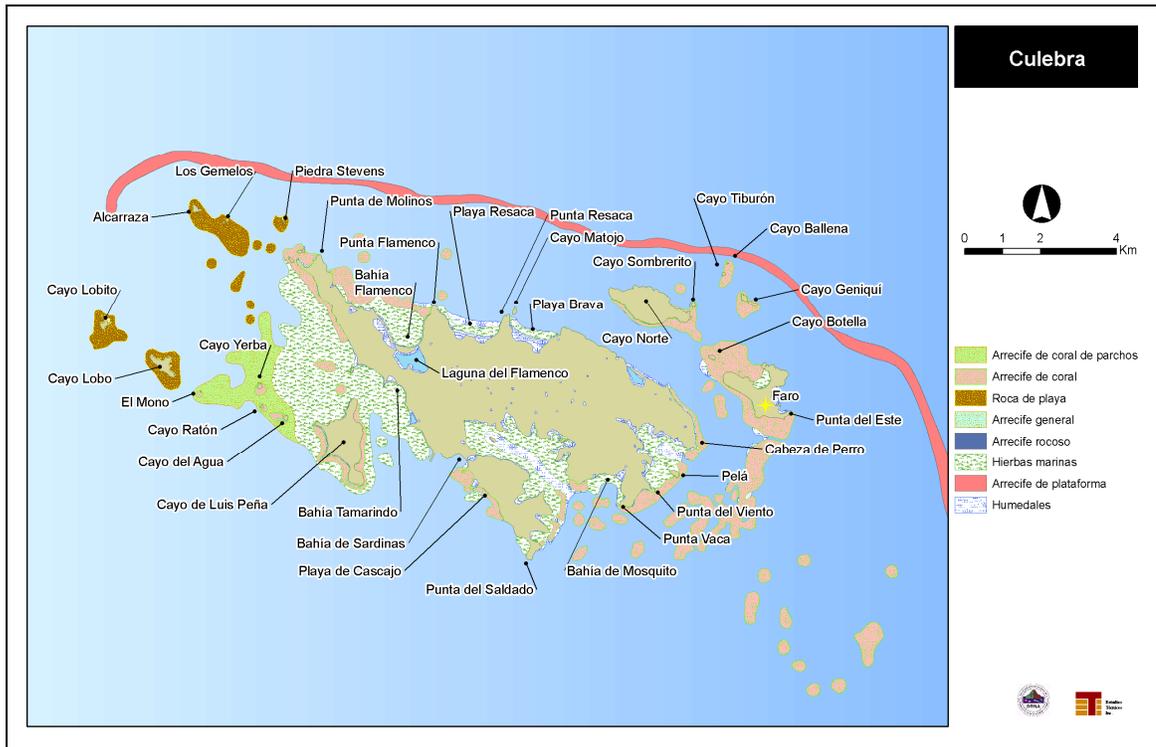
La porción Oeste consiste de aproximadamente 8,346 cuerdas que fueron utilizadas por la Marina de Guerra de EE.UU. desde el año 1943 hasta el 2001, como área de almacenaje, manejo y disposición de municiones, entre otros usos militares. De éstas, unas 2,850 cuerdas de terreno fueron transferidas al Departamento del Interior; 814 cuerdas al Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, y los terrenos restantes- aproximadamente 4,427 cuerdas- se transfirieron al Municipio de Vieques. En este Refugio se han identificado extensas praderas de hierbas marinas al noroeste del Muelle Mosquito. Además, las áreas conocidas como Playa Grande, Punta Arenas (*Green Beach*) y la Laguna Kiani proveen diversas oportunidades para la recreación.

1.4 Culebra

Culebra es un archipiélago compuesto por múltiples islas y cayos que suman 8,041 cuerdas de terreno. El mismo se ubica 27 km. al este de la Isla Grande. Su población se concentra en la isla principal y se reportaron 1,900 habitantes para el Censo de 2000. Sus otras islas y cayos menores, que no se encuentran poblados, son: Cayo Norte, Cayo Ballena, Cayos Geniqui, Culebrita, Arrecife Culebrita, Cayo de Luis Peña, Las Hermanas, El Mono, Cayo Lobo, Cayo Lobito, Cayo Botijuela, Alcarraza, Los Gemelos y Piedra Steven.

⁴ Designada por la Junta de Planificación en el año 1989, en virtud del Programa de Manejo de la Zona Costanera.

Las costas de Culebra poseen múltiples bahías, lagunas y variedad de humedales costeros que brindan protección al litoral durante eventos climatológicos; proveen áreas de anidaje para las aves nativas y migratorias; y mantienen la calidad de las aguas costeras. La Isla presenta extensas áreas cubiertas por manglares que se concentran en Ensenada Honda, Laguna Flamenco, las playas de Flamenco, Puerto del Manglar, Resaca, Brava y Larga.



Las aguas y terrenos sumergidos de Culebra sostienen un desarrollo extenso de comunidades de arrecifes de coral de diversos tipos bajo condiciones saludables. Se ha estimado que cerca del 80 por ciento de sus costas están protegidas por arrecifes de coral. La Isla cuenta con comunidades coralinas que sirven de hábitado a invertebrados, algas, a cientos de especies de peces y tortugas marinas. Igualmente, los terrenos sumergidos de la Isla, contienen extensas áreas de praderas submarinas, principalmente en Ensenada Honda (Hernández et al. 2003b).

En Culebra hay dos áreas naturales protegidas: La Reserva Natural Canal Luis Peña y el Refugio Nacional de Vida Silvestre.

- La Reserva Natural Canal Luis Peña (RNCLP) se extiende 1,219 cuerdas, desde Península Flamenco y punta Melones, hasta el islote Luis Peña.⁵ La misma incluye una amplia diversidad de hábitáculos entre los que se encuentran las praderas de hierbas marinas, praderas de algas macrofíticas y comunidades asociadas a ambientes rocosos. En la Reserva se han identificado 83 especies de corales (Puerto Rico Coral Reef Initiative, 1999-2004). Otras especies documentadas fueron peces (260 especies); moluscos (192 especies) y cnidarios (124 especies); artrópodos (54 especies); esponjas (48 especies); y equinodermos (27 especies) (Hernández et al. (2003c). En la RNCLP, los hierbazales marinos cubren aproximadamente una tercera parte del área superficial del fondo marino. (Hernández, 2004).

La Reserva es una "zona de veda pesquera permanente" (*no-take zone*). Sin embargo, continúa el problema de la pesca ilegal dentro de sus límites. Otro asunto que se ha documentado en la Reserva es el aumento en la cobertura de algas, que se debe principalmente a las cianobacterias que colonizan los espacios abiertos del arrecife (Hernández, 2004). Se considera que esto es producto del aumento en nutrientes que arrastran las escorrentías a las aguas de la Reserva y que son resultado de las actividades antropogénicas en el uso del territorio.

- Otra área protegida en Culebra es el Refugio Nacional de Vida Silvestre. El mismo fue designado en el año 1909 y es manejado por el USFWS. Este refugio se compone de 23 cayos e islitas y cuatro extensiones de terreno en la isla principal, que suman 1,524 cuerdas. Las lagunas existentes en el Refugio sirven como área de anidaje a miles de aves migratorias.

Culebra, además, posee 10 playas arenosas: Playa Larga, Tamarindo, Dátiles, Carenero, Tampico, Playa Tortuga, Las Vacas, Melones, Punta Soldado y Flamenco. Esta última cuenta con áreas para acampar.

⁵ Su designación como Reserva Natural se hizo en el año 1999.

II. METODOLOGÍA

El estudio de valoración económica de los arrecifes de coral y ambientes asociados se organizó en cuatro fases, según descritas en esta sección. El mismo tuvo una duración de nueve meses, de abril hasta diciembre de 2007.⁶



Fase I

La Fase I consistió esencialmente de tres tareas asociadas al análisis de fuentes de información secundaria:

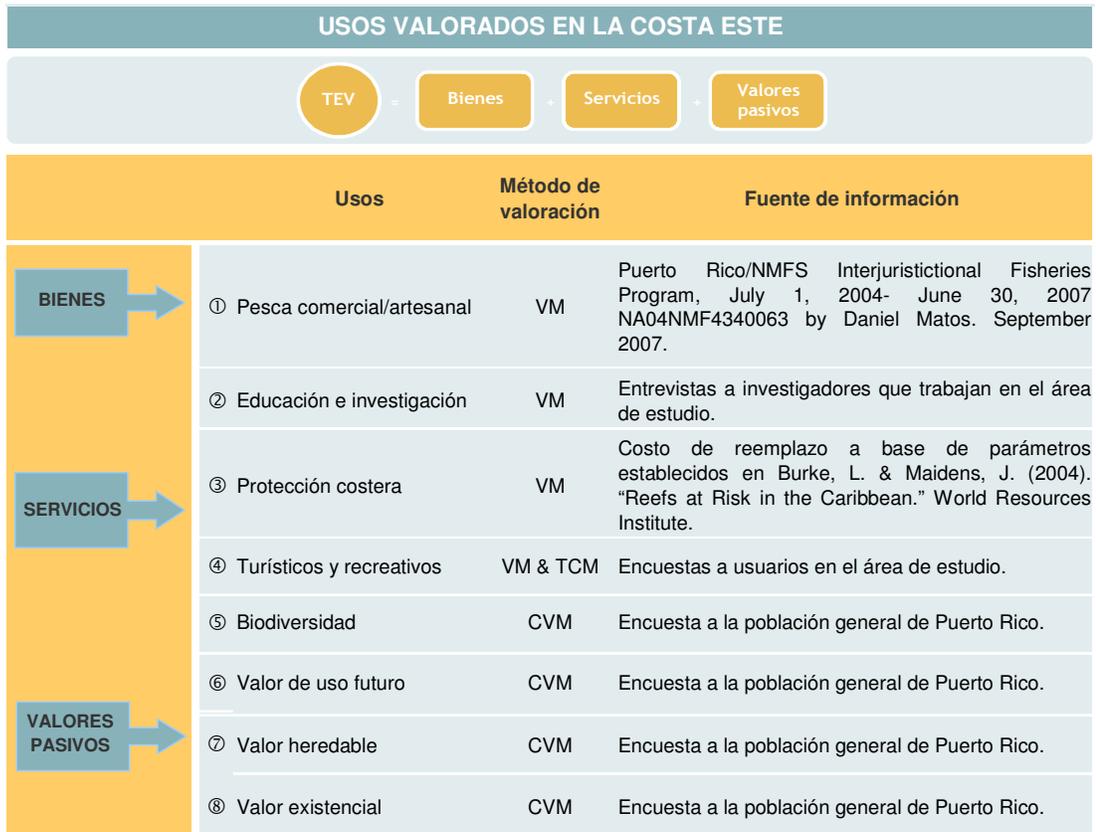
Tarea 1. Descripción del área de estudio- Esta tarea consistió en la identificación y análisis de fuentes de información secundaria (investigaciones y documentos de agencias federales y estatales). La misma incluyó la revisión de los planes de manejo (o borradores) de las áreas naturales protegidas dentro del área de estudio y de otras investigaciones que se han llevado a cabo en ésta. El ejercicio permitió identificar, preliminarmente, los usos, usuarios y las amenazas a las que está sujeto el recurso, lo cual se validó mediante entrevistas al personal del DRNA y en las reuniones con el Comité de Trabajo del proyecto.

Tarea 2. Análisis del marco legal y de planificación- Se analizaron las leyes, reglamentos, planes y programas que rigen o están propuestos para el área. Esta

⁶ En esta sección se presenta la metodología utilizada para llevar a cabo el estudio. Los métodos de valoración utilizados para cada uso del recurso, así como la muestra y el proceso para su ejecución, se detallan en el Capítulo 5 de este informe.

tarea se llevó a cabo con el propósito de conocer esencialmente los usos permitidos y las restricciones impuestas al área y sus recursos.

Tarea 3. Selección de las técnicas de valoración apropiadas- Una vez determinados los usos- que incluyen los bienes, servicios y los valores pasivos del recurso- se identificaron aquéllos para los cuales se podían obtener precios a base de las transacciones de mercado, y otros valores cuya obtención requirió la ejecución de encuestas y entrevistas. Los usos, los métodos de valoración sugeridos y las fuentes de información para obtener los valores se presentan en le diagrama siguiente.



* El valor cultural fue identificado como uno de los usos del recurso en el Este del País. Sin embargo, el mismo no fue considerado debido a que los resultados de las entrevistas no arrojaron datos significativos que permitieran incluir este uso en la estimación del valor económico total del recurso.

La pesca comercial, la investigación y educación, y la protección costera, fueron valoradas utilizando las transacciones de mercado (VM).

En el caso de la **pesca**, se utilizaron los datos de captura y precio por libra, provistos por el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA y el Índice de Precios al Consumidor que publica el Departamento del Trabajo y Recursos Humanos.

El valor de las actividades de **investigación y educación** se obtuvo mediante entrevistas por disponibilidad a los investigadores que han trabajado en el área durante los cinco años previos a este estudio (2002-2007). Al momento de efectuar la entrevista, la mayoría de los entrevistados eran profesores universitarios o trabajaban para dependencias que subvencionan muchas de las investigaciones que se llevan a cabo, como es el caso de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés). El nombre y la información de contacto fueron obtenidos por referido de otros investigadores y por el personal del DRNA. Los investigadores entrevistados fueron:

- Dr. Edwin Hernández , Grupo de Investigación en Arrecifes de Coral
- Dr. Ernesto Otero, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dr. Jorge García Saíz, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dra. Lisamarie Carrubba, NOAA, National Marine Fisheries Service, Boquerón, Cabo Rojo
- Dr. Manuel Valdez Pizzini, Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral
- Dr. Miguel Sastre, Universidad de Puerto Rico, Humacao
- Samuel Suleiman, Sociedad Ambiente Marino

Por su parte, el valor de la **protección costera** se estimó utilizando el método de costo de reemplazo. En esta estimación se utilizó como referencia un estudio de Burke & Maidens (2004) preparado para el *World Resources Institute* (WRI).

Para obtener el valor asociado a las actividades de **turismo y recreación**, se estimaron los gastos directos del consumidor -que es un valor del mercado- así como el excedente del consumidor, estimado a base del Método de Costo de Viaje (TCM, por sus siglas en inglés). Los datos para ambas estimaciones se obtuvieron mediante la Encuesta de Costo de Viaje. A través de esta encuesta se auscultó cuánto los usuarios estuvieron dispuestos a pagar por el disfrute del área. La misma recogió los gastos incurridos por los usuarios para cada actividad, incluyendo: alojamiento, alimentos, transporte, entre otros. La encuesta fue suministrada a las personas que realizan actividades recreativas marítimas, subacuáticas y de pesca recreativa en el Área Este de Puerto Rico (incluyendo Vieques y Culebra).

Finalmente, para estimar los **valores pasivos** se utilizó el Método de Valoración Contingente (CVM, por sus siglas en inglés). Este método requirió una encuesta por teléfono a la población general para obtener información sobre su disposición a pagar por conservar el recurso ante diversos escenarios. Con este método se estimó el valor de la biodiversidad, que es el valor intrínseco del recurso; el valor potencial, que es el valor que pudiese tener el recurso para diversos usos; el valor heredable, que es el valor del recurso para las generaciones futuras; y el valor existencial, que es el valor que las personas le dan al recurso sólo por saber que existe.

Otro valor identificado para los arrecifes de coral y ambientes asociados en el área de estudio fue el cultural. El método utilizado para llevar a cabo la estimación de este uso fue a base del valor del recurso como materia prima para la confección de artesanías. Con el propósito de obtener datos sobre esta actividad económica, se diseñó una entrevista dirigida a los artesanos del área de estudio. Para identificar a los artesanos se examinó el Registro de Artesanos de la Compañía de Fomento Industrial y se seleccionaron aquéllos que trabajan con caracoles y otros materiales marinos en los municipios de Fajardo, Vieques, Culebra y Ceiba.

El instrumento de investigación preparado incluyó preguntas sobre el área donde éstos recogen la materia prima, los gastos e ingresos, entre otros (Véase Anejo 1). La encuesta se llevó a cabo por teléfono, utilizando la información de contacto que aparece en el Registro.

Fase II

La Fase II incluyó el diseño, la planificación y la ejecución del trabajo de campo. Las tareas realizadas en esta fase consistieron en el diseño de los instrumentos de investigación, de la logística del trabajo de campo, así como el entrenamiento a los encuestadores.

Tarea 4. Diseño de los instrumentos de investigación. Los instrumentos de investigación diseñados fueron los siguientes: Encuesta de Costo de Viaje, Encuesta de Método de Valor Contingente, Entrevista a investigadores, y Entrevista a artesanos. (Véase Anejo 1).

Tarea 5. Ejecución de encuestas y entrevistas

Previo a llevar a cabo las encuestas, tanto los encuestadores como los supervisores de campo fueron adiestrados por el personal de Estudios Técnicos, en colaboración con el DRNA. El adiestramiento tuvo lugar el viernes 20 de julio de 2007 en la oficina de Estudios Técnicos e incluyó lo siguiente:

- discusión de un módulo preparado por el equipo consultor, en el que se presentaron el propósito y los objetivos del proyecto, la definición operacional de conceptos medulares del estudio, entre otros aspectos (Véase Anejo 2);
- una conferencia llevada a cabo por personal del DRNA, de manera que los encuestadores conocieran más sobre el recurso;
- una presentación del vídeo educativo “Explorando los Ecosistemas Marinos de Puerto Rico”, preparado por el NOAA Coral Reef Conservation Program;
- la presentación y discusión de los instrumentos de investigación;
- aspectos de logística relacionados al trabajo de campo;
- ejercicio de simulación con los sistemas asistidos por computadora, y
- una sesión de preguntas.

En el Capítulo 5 se presenta la información asociada a la ejecución de cada encuesta y la muestra.

Fases III

La Fase III, consistió en el cómputo del valor económico total para cada uno de los usos en los cuales se pudieron obtener valores monetarios. La metodología utilizada para calcular el valor de cada uso de presenta en detalle en el Capítulo 5.

Fase IV

Por último, la Fase IV, que comprende el proceso de divulgación y presentación a las agencias, se presenta en el Plan de Divulgación incluido en el Anejo 5.

III. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ARRECIFES DE CORAL Y RECURSOS ASOCIADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Los arrecifes de coral son los ecosistemas más productivos del ambiente marino. Se estima que en Puerto Rico los arrecifes de coral cubren un área aproximada de 16,176 cuerdas (Díaz & Dragoni, 2000). En el País, estos recursos se encuentran en mayor abundancia en las costas Este, Sur y Suroeste.

Los arrecifes de coral mantienen una relación de interdependencia con otros ecosistemas marinos y costeros, entre los que se encuentran las hierbas marinas y los manglares. Éstos proveen una gama de **funciones, bienes y servicios** derivados, directa e indirectamente, de los recursos naturales asociados en la zona marina y costera donde se encuentran.

Constanza et al. (1997), señala que las **funciones** corresponden a las propiedades biológicas o sistémicas del hábitat o los procesos del ecosistema. Por otra parte, los **bienes y servicios** representan los beneficios, directos e indirectos, que derivan los seres humanos de la existencia de un ecosistema (Ceasar, 2000).

En esta sección se describen los bienes y servicios que se derivan de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el área de estudio. Algunos de los usos principales que fueron identificados están asociados a la recreación y el turismo. Otros usos importantes son la investigación, la pesca y la función del recurso para la protección costera.

Por otra parte, algunos usos identificados, pero que no pudieron ser valorados fueron la utilización de los recursos como materia prima para la industria de la construcción, para usos artesanales y para la pesca ornamental. En esta sección se discuten todos los bienes y servicios que proveen estos recursos en el área de estudio, aún cuando las limitaciones en información no hayan permitido su inclusión en el cómputo del valor económico total.

3.1 BIENES

3.1.1 Pesca comercial

Puerto Rico se encuentra ubicado en una zona de pesca tropical que se caracteriza más por la diversidad de especies que por la cantidad que se pueda capturar de una especie comercial en particular. Esto lleva a que la pesca sea considerada más una pesca artesanal que comercial.

En el País, la pesca comercial está regulada por la Ley Núm. 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada, conocida como la Ley de Pesquerías de Puerto Rico y el Reglamento 6768, Reglamento de Pesca de Puerto Rico. Este reglamento requiere que toda persona que pesque con propósitos comerciales en aguas jurisdiccionales de Puerto Rico, tenga una licencia expedida por el Secretario del DRNA.

Según el Censo de Pesca Marina de 2002, en los municipios de la costa Este operan 254 pescadores, de los que 224 tienen licencia para pesca comercial (Matos-Caraballo, 2005).⁷

Pescadores reportados en el Área Este de Puerto Rico en el año 2002					
Municipio	A tiempo completo	A tiempo parcial	Total	Licencia	Asociado
Fajardo	20	30	50	47	52
Ceiba	3	12	15	15	12
Naguabo	13	17	30	30	28
Humacao	29	21	50	43	46
Yabucoa	10	3	13	11	10
Maunabo	7	4	10	7	4
Culebra	4	20	24	16	12
Vieques	20	41	61	56	17
Costa Este	106	148	253	225	181
%	25.1%	20.0%	21.8%	23.6%	23.8%
Puerto Rico	423	740	1,163	955	762

Fuente: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004). Job 3. Comprehensive Census of the Marine Fishery of Puerto Rico, 2002.

⁷ Hay cinco tipos de licencia de pesca comercial: (1) pescador comercial a tiempo completo; (2) pescador comercial no residente; (3) pescador comercial a tiempo parcial (4) pescador comercial principiante; y (5) dueños de bote de alquiler (“Charter Boat” y “Headboat”).

En el Este del País, el 95% de los pescadores captura peces de arrecife, incluyendo caracoles y langostas- versus el 87% en Puerto Rico. En el año 2006, en la costa Este, la pesca comercial produjo 194,174 libras, con un valor de \$566,311.

En esta costa hay registradas 199 embarcaciones de las que 191 son de motor. Entre las artes de pesca comúnmente utilizadas se encuentran las redes (atarrayas y redes de ahorque), los cordeles de pesca de diferentes tipos y las trampas de peces. Además, se registraron unos 98 pescadores que practican el buceo, de los que 65 pescan con tanque y 33 practican el buceo libre.

En el Censo de 2007, el pez más importante, en términos del porcentaje del total de libras desembarcadas, fue la colirrubia (*Ocyurus chysurus*), que es una especie de arrecife. Entre los crustáceos, el más importante fue el carrucho (*Strombus gigas*), que habita las praderas de hierbas marinas en su etapa juvenil y en su etapa adulta se mueve a los fondos arenosos del arrecife.

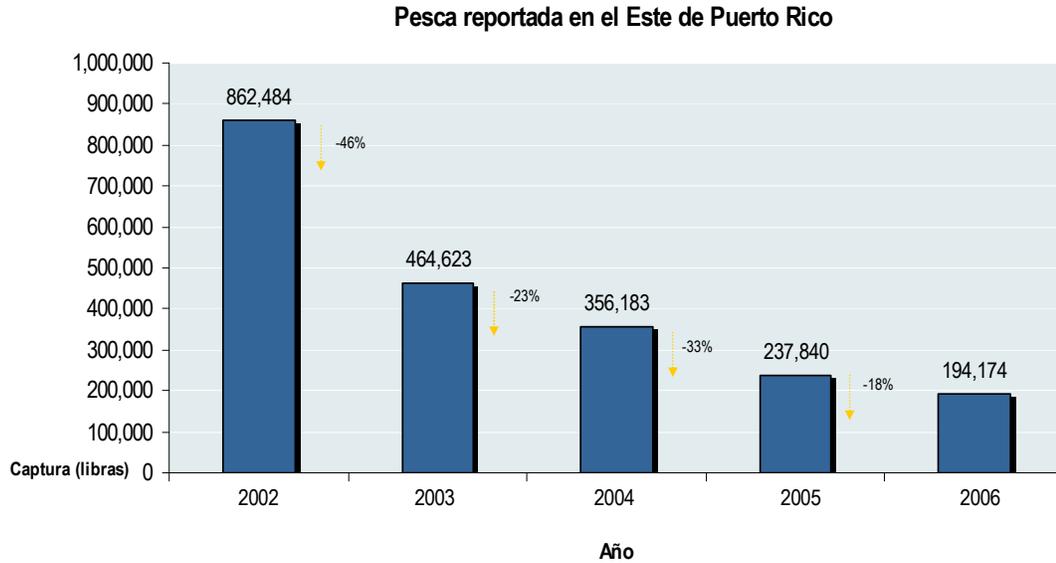
Sin embargo, se ha registrado que la pesquería de arrecifes de coral ha mermado drásticamente durante las últimas décadas y muestra los signos típicos de la sobrepesca. (Lilyestrom, 2007). Estos signos son:

- la reducción del 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.

Las estadísticas pesqueras recopiladas por el DRNA evidencian la merma en la captura reportada en el Este del País, tendencia que se observa en todo Puerto Rico. En el año 2006, en los municipios del Este se reportó el 15% del total de pesca reportada para Puerto Rico.⁸ Históricamente, Fajardo ha sido el municipio que ha

⁸ En el Oeste se reportó el 55%, en el Sur el 25.9% y en el Norte se reportó la cantidad menor, de 4.6%.

reportado la pesca más abundante. Mientras que, los municipios de Culebra y Vieques reportó la reducción más significativa en la captura.



Fuente: Laboratorio de Investigaciones Pesqueras. (2005 & 2007). Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

Existen varios factores que explican la merma en la captura reportada. Según Matos (2007), la aprobación del Reglamento de Pesca generó la percepción entre los pescadores de que el mismo tendría el efecto de eliminar la pesca comercial. Esto llevó a que algunos pescadores no reportaran al DRNA información sobre la captura.

Otros factores señalados por Matos fueron el aumento en la gasolina en la primavera de 2005- ya que aproximadamente el 90% de los pescadores utilizan este tipo de combustible en sus embarcaciones- y la implantación del impuesto sobre ventas y usos, en octubre de 2006. Este último evento ocasionó que algunos pescadores se retiraran y que otros no tramitaran su licencia, convirtiéndose en pescadores ilegales.

Es importante señalar que en el área de estudio existe un área donde la pesca está prohibida. La misma corresponde al área marina de la RNCLP en Culebra. Además, en el área existe otra área protegida, la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera (RNALC). Sin embargo, sus aguas no han sido designadas como zona de no extracción.

En la RNCLP, aunque la pesca está prohibida, la pesca excesiva y la sobreexplotación de especies arrecifales- con fines comerciales o recreativos- está considerado como un problema, según el borrador del Plan de Manejo. El Plan señala que pescadores provenientes de la isla de Vieques visitan el área de Culebra en sus incursiones pesqueras, llegando a pescar incluso dentro de la Reserva. Según los residentes de Culebra consultados durante la elaboración de dicho Plan, uno de los principales problemas que enfrenta la RNCLP es la escasez de vigilancia dentro de su perímetro, lo que contribuye a la presión de pesca sobre las especies allí encontradas.

El Plan señala que en la RNCLP se ha estado llevando a cabo la pesca con equipo de buceo y arpón, lo que supone una práctica perjudicial (además de ilícita) debido a su alta efectividad. Esto se debe a que en un período corto de tiempo un pescador experimentado puede disminuir sustancialmente la población de peces, evitando que éstos se reproduzcan.

El problema que supone la pesca dentro de la RNCLP se ha documentado en varias investigaciones. Por ejemplo, una investigación publicada en el año 2002, en la que se evaluó, entre otros asuntos, la situación de las tres especies de carrucho dentro de la RNCLP, advierte sobre las señales de su sobreexplotación. En el mismo se observó una frecuencia de casi 100% de conchas de tamaños pequeños de caracoles que fueron pescados antes de haber alcanzado su madurez sexual, observado en muchos concheros en las playas (Hernández et al., 2002).

Respecto a la RNALC, según su borrador de Plan de Manejo, no existen datos que permitan evaluar la pesca comercial en sus aguas. No obstante dicho documento indica que en las aguas dentro de sus límites se observan boyas que son utilizadas para identificar la ubicación de nasas para la pesca comercial, particularmente en las aguas cerca de Icacos y de Palominos. El Plan también señala que las violaciones a la Ley de Pesca son uno de los factores principales que llevan a que ocurran con cierta frecuencia las intervenciones de los Vigilantes del DRNA con pescadores en los límites de la Reserva.

Un estudio llevado a cabo por CSA (2005), identifica las áreas dentro de la RNALC donde se lleva a cabo la pesca comercial intensa, al igual que la pesca recreativa. Dicho estudio reflejó que dicha actividad ocurre con mayor frecuencia en las aguas al norte del Cayo Icacos.

3.1.2 Materiales para la industria de la construcción

Los arrecifes de coral protegen las playas de la erosión y permiten la deposición de arena en el litoral. En Puerto Rico, la arena de playa ha sido extensamente utilizada como material de agregado para la industria de la construcción, lo que generó un problema en los abastos.

Actualmente, esta actividad está reglamentada por el “Reglamento para regir la extracción, excavación, remoción y dragado de los componentes de la corteza terrestre” (Núm. 6916). Dicho reglamento establece que:

“el Secretario del DRNA, no podrá expedir permisos para extraer materiales de la corteza terrestre cuando el lugar donde se propone la actividad sea un área de pesca, un área recreativa, un balneario, un arrecife, una reserva natural o refugio de vida silvestre, área de dunas, o si el lugar donde se propone la actividad se ubica en los alrededores de las áreas mencionadas y tiene el potencial de afectar las actividades de pesca y recreación o la integridad de los sistemas naturales.”

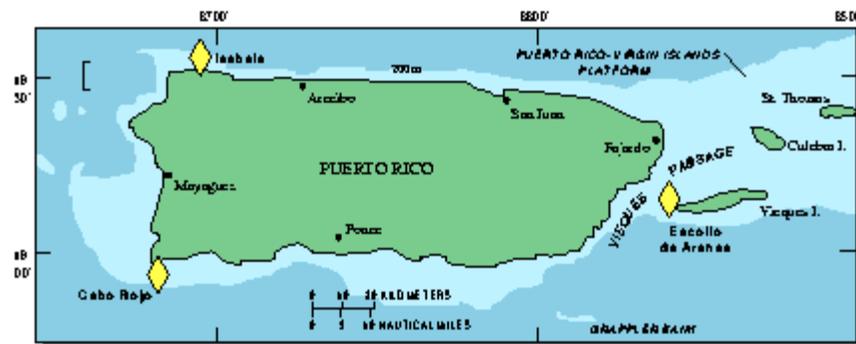
En el Este de Puerto Rico, la actividad formal de extracción de arena no es significativa. Información provista por la División de Corteza Terrestre del DRNA, señala que en el Este de Puerto Rico sólo existen dos permisos comerciales otorgados para la extracción de arena. Los mismos se ubican en el Municipio de Vieques: (1) Quebrada La Mina entre el Balneario y Esperanza, y (2) Cantera Vieja de la Marina por el Rompeolas (en este caso en particular, los permisos son para roca molida).

En el resto de los municipios de la costa Este sólo existen permisos de extracción de arena de río. Sin embargo, el señor Julio Toro- Director de la División de Corteza

Terrestre del DRNA- advirtió sobre varios asuntos asociados al uso del recurso en el área de estudio:

- en Vieques la extracción de arena ilegal ocurre con frecuencia, especialmente para uso local;
- en Culebra no existen permisos de extracción de arena, pero el robo de arena por residentes locales es frecuente; y
- en Fajardo no existen permisos otorgados porque se sirven de las canteras existentes en Juncos y San Lorenzo.

No obstante, para propósitos de este estudio, es importante considerar que en los terrenos sumergidos al Este de Puerto Rico se ha identificado el depósito de arena submarina más grande del País. Una investigación llevada a cabo por el Servicio Geológico de EE.UU. en la plataforma insular identificó tres depósitos submarinos de arena y grava de importancia económica (Rodríguez, 1996). El mayor de éstos, conocido como Escollo de Arenas, se encuentra al oeste de la Isla de Vieques. Se estima que el mismo contiene 90 millones de metros cúbicos de arena y grava, y se extiende seis kilómetros al noroeste de Punta Arenas. Su ancho varía entre cien a mil metros. La ilustración del Servicio Geológico de EE.UU.- presentada a continuación- identifica los tres depósitos descubiertos en la plataforma insular.



Fuente: Rodríguez, R. (1996). Sand and Gravel Resources of Puerto Rico. USGS.

La evidencia geológica sugiere que este escollo es un “sumidero” para la arena. Su composición es de materiales de terreno emergido que han sido arrastrados por la

erosión y también de remanentes de organismos marinos, como fragmentos de corales y algas. Esto podría sugerir que la extracción de esta arena podría tener un impacto poco significativo en las playas debido a que las mismas son alimentadas de forma natural por la arena proveniente de la erosión. Sin embargo, otra evidencia geológica sugiere que Punta Arenas (al oeste de Vieques) se encuentra en erosión continua (Rodríguez, 1996).

El informe “Puerto Rico y el Mar” (1999), señala que el DRNA llevó a cabo un análisis para evaluar el impacto ambiental de extraer arena de los tres depósitos identificados. Dicho análisis encontró que la opción óptima, en términos ambientales, era la extracción en Escollo de Arenas. Sin embargo, el informe señala que esto supone una solución temporera a la situación crítica en los abastos de arena para la construcción.

3.1.3 Uso cultural/artesanal

El valor cultural se refiere al valor del coral y los recursos asociados, para realizar actividades de carácter tradicional. Esto incluye la elaboración de artesanías y piezas de joyería a partir del coral, lo que agrega valor a la actividad turística.

La extracción del coral vivo para hacer artesanías y joyería está prohibida, pero existen concesiones para extraer coral muerto para propósitos ornamentales. Esto está reglamentado por la Ley Núm. 147 del año 1999, “Ley para la Protección, Conservación y Manejo de los Arrecifes de Coral en Puerto Rico”. Dicha ley establece lo siguiente:

“se podrá utilizar coral muerto por aquellos artesanos que estén registrados legalmente en el Registrado de Artesanos de la Compañía de Fomento Económico, que previo a la actividad de recoger la materia prima de las orillas de las playas públicas, soliciten, acepten y reciban el asesoramiento del personal capacitado del Departamento, en cuanto al tipo y clases de coral muerto que pueden ser tomados, trabajados y vendidos como piezas de artesanía. También se autoriza a

la venta de los productos artesanales de coral muerto hechos en sus propios talleres siempre y cuando cumplan con lo dispuesto anteriormente.”

A tales efectos, se examinó el Directorio de Artesanos para identificar los artesanos que trabajan con materiales derivados de los recursos estudiados. El mismo provee información de contacto e indica cuál es el tipo de trabajo realizado por éstos, lo que da una idea del material utilizado.

En el Registro se identificaron 19 artesanos que trabajan con caracoles y materiales marinos, a quienes se intentó contactar con la información telefónica obtenida del mismo. Para esto se preparó una encuesta con el propósito de conocer los costos asociados y la importancia de este recurso para la actividad cultural, entre otra información.

Sin embargo, la información de contacto del Registro no está actualizada, lo que constituyó una limitación a la valoración de este uso. Sólo hubo respuesta de tres artesanos, de los que uno ya no trabaja con esos materiales debido a que prácticamente no le generaba ganancias. Otro de los encuestados trabaja con cristales de mar que recoge en la playa. Mientras que sólo uno trabaja con caracoles e indicó que su ingreso por concepto de estas artesanías es de \$100 y su ganancia es de \$80 anual. Por lo tanto, la muestra y los resultados no fueron significativos para ser incluidos en el valor económico total.

3.1.4 Pesca ornamental

La pesca ornamental incluye la captura y exportación de peces e invertebrados para la venta a tiendas de mascotas y aficionados de acuarios. En el Este del País, no existen personas con licencia para practicar este tipo de pesca, aunque estudios indican que sí ocurre de manera ilícita. Esto no se pudo corroborar durante el trabajo de campo.

De acuerdo al estudio “A Description of the Export Fishery for Marine Ornamental Fish and Invertebrates in Puerto Rico” de Mote Environmental Services, Inc. (2002), una característica de este tipo de pesca en Puerto Rico es que es de una escala

pequeña- en términos económicos- y tiene un número pequeño de participantes lícitos, si se compara con la población y el tamaño de los habitáculos.

Para este estudio se identificaron los pescadores con licencia para la pesca ornamental, mediante información provista por el DRNA en la “Lista de permisos de mercadeo de peces de acuario”, hasta la fecha del 5 de octubre de 2007. En la misma se encontró que sólo hay dos personas con permisos activos para la pesca ornamental en Puerto Rico. Estos permisos corresponden a pescadores ornamentales que operan en el área de Rincón.

El estudio de pesca ornamental antes mencionado, señala que ciertos colectores de peces ornamentales indican que algunos pescadores de redes incidentalmente capturan peces ornamentales y los comercializan. Además, se menciona que estos recolectores ocasionalmente se observan cerca de la isla de Culebra y se presume que se venden localmente.

Además, el estudio señala que la práctica de esta pesca se centra al Oeste de la Isla. Entre las razones por las cuales esto no ocurre con frecuencia en el Este del País se encuentran las siguientes:

- la actividad se originó entre los que practican el deporte del *surfing* en el área de Rincón, e
- históricamente, la actividad se ha llevado a cabo en una sección de la costa entre Arecibo en el Norte y la Parguera en el Sur.

Por lo tanto, para propósitos de este estudio, no se pudieron identificar pescadores- con o sin licencia- que practicaran la pesca ornamental en el área Este del País.

3.2 SERVICIOS

La presencia de arrecifes de coral y recursos asociados en el Este de Puerto Rico, junto con otros rasgos topográficos, como las bahías y las playas arenosas, crean las

condiciones propicias para el desarrollo de múltiples actividades que se discuten a continuación. Éstas son:

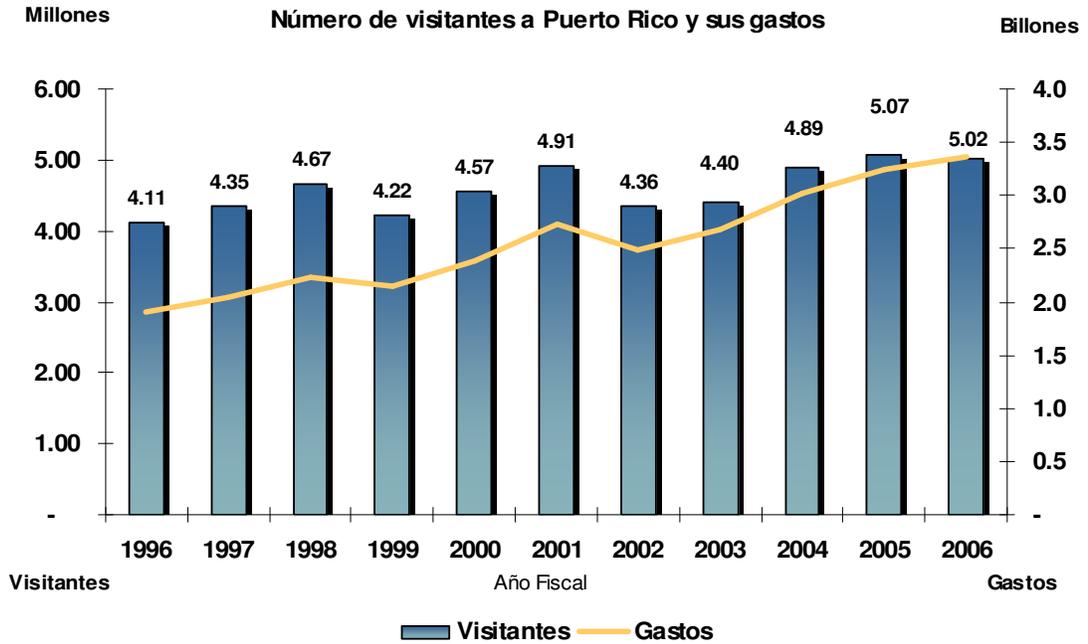
- actividades turísticas;
- pesca deportiva/recreativa;
- recreación: disfrute de playas, snorkeling, buceo, paseos en kayak, paseos en lancha, *charters*, actividades múltiples usando una embarcación;
- educación e investigación; y
- protección costera.

3.3.1 Turismo y recreación

El área Este del País tiene una gran demanda por la actividad turística y la recreación asociada a los recursos costeros y marinos. Además de los atractivos naturales y escénicos, existen varios factores que atraen a la población local y extranjera, entre las que se destaca su cercanía al Área Metropolitana de San Juan (AMSJ).

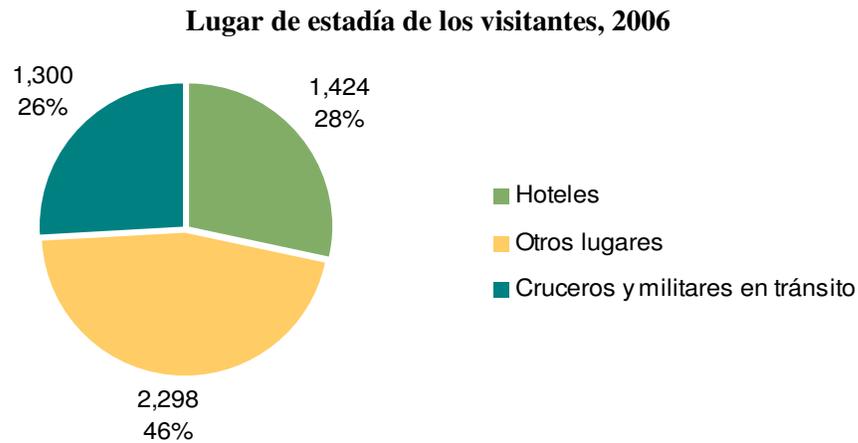
La actividad turística en el Este del País es evidente por la abundancia de hoteles, marinas, proveedores de servicios, entre otros. Más aún, hay un sinnúmero de hospederías y proveedores de servicios (ej. excursiones de buceo y *charters*) que se ubican en los municipios de San Juan y Carolina, y transportan sus huéspedes y clientes al área costera del Este. Como se menciona previamente, esto se debe a la cercanía de la zona al AMSJ, donde se encuentra el aeropuerto principal del País y diversas instalaciones hoteleras.

La actividad turística del área de estudio se beneficia de la actividad turística en Puerto Rico. Aunque no se puede precisar su impacto, datos de la Compañía de Turismo indican que Puerto Rico fue visitado en el año 2006 por más de 5 millones de personas que gastaron más de \$3,000 millones. La gráfica a continuación ilustra el nivel de gastos y el número de visitantes al año durante el periodo. Es evidente que Puerto Rico está ante una industria estable y de crecimiento moderado.



Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 1996-2005.

En el año fiscal 2006, de los 5 millones de visitantes a la Isla, el 28% se hospedó en hoteles, 45% en otros lugares y 26% eran visitantes en tránsito, incluyendo turistas de cruceros y personal militar. Se podría deducir que el 45% que se hospeda en otros lugares lo hace con familiares, amigos o en otros lugares que no son hospederías. Sin embargo, éstos constituyen un componente importante de la industria turística de Puerto Rico y del área de estudio.



Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 2006.

Aunque no se puede precisar el número total de los visitantes al área de estudio, una proporción significativa de éstos disfruta de sus recursos turísticos, incluyendo aquéllos asociados a los corales. Por ejemplo, por el lado de la actividad hotelera exclusivamente, el área cuenta con más de 86 hospederías con 3,291 habitaciones, lo que representa más del 20% de las habitaciones de hotel en la Isla.⁹

Hospederías en el área Este								
Municipio	Cantidad de hospederías		Hospederías endosadas		Hospederías no endosadas		Habitaciones	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Ceiba	1	1.2%	1	3.8%	0	0.0%	9	0.3%
Culebra	35	40.7%	2	7.7%	33	55.0%	381	11.6%
Fajardo	6	7.0%	4	15.4%	2	3.3%	1,081	32.8%
Humacao	3	3.5%	2	7.7%	1	1.7%	227	6.9%
Luquillo	2	2.3%	1	3.8%	1	1.7%	15	0.5%
Naguabo	1	1.2%	1	3.8%	0	0.0%	10	0.3%
Patillas	3	3.5%	3	11.5%	0	0.0%	61	1.9%
Río Grande	3	3.5%	3	11.5%	0	0.0%	981	29.8%
Vieques	28	32.6%	7	26.9%	21	35.0%	394	12.0%
Yabucoa	2	2.3%	2	7.7%	0	0.0%	50	1.5%
Maunabo	2	2.3%	0	0.0%	2	3.3%	82	2.5%
Total del Área de Mercado	86	23.9%	26	16.5%	60	29.7%	3291	21.1%
Puerto Rico	360	100.0%	158	100.0%	202	100.0%	15,570	100.0%

Fuente: Compañía de Turismo, 2006.

Además, en vista de su cercanía y fácil acceso desde San Juan, los recursos turísticos del área de estudio también sirven al mercado hotelero que se encuentra en otros municipios del AMSJ. En el año 2006, este mercado ofreció 6,310 habitaciones, de un total de 13,577 habitaciones de hotel en Puerto Rico. Más importante aún, San Juan representó más del 50% de los registros totales de la Isla, de los cuales el 84% eran registros de no-residentes.

Registro en los hoteles del Área Metropolitana de San Juan (miles)	
Origen	Año fiscal 2006
Locales	198
No-locales	1,010
Total	1,208

Fuente: Compañía de Turismo, 2006.

⁹ Datos de la CTPR a diciembre de 2006.

Por otro lado, el mercado de San Juan reflejó más actividad y dinamismo. La tasa de ocupación en la zona fue de 78.5%, en comparación con una tasa de 59.1% en los hoteles ubicados fuera del AMSJ.

Tasas de ocupación				
Año fiscal	Total	Hoteles Área Metro	Hoteles fuera del Área Metro	Paradores
2006	67.9%	78.5%	59.1%	41.3%

Fuente: Compañía de Turismo de Puerto Rico 1996-2006.

En términos de la aportación a la economía de la actividad turística en el área Este, se estima que la industria de hospedaría exclusivamente- gran parte de la cual está ubicada frente o muy cerca a la costa- generó cerca de 4,000 empleos directos y \$84 millones en nómina.¹⁰ Además, en función del empleo directo se estima que el sector generó un total de 7,680 empleos directos, indirectos e inducidos.¹¹ Este estimado no incluye los empleos relacionados al gasto turístico de los visitantes fuera de sus hospederías y en actividades recreacionales de todo tipo.

Por otra parte, además de los gastos en hospedaje y el empleo generado, en el área de estudio se ha desarrollado toda una industria de soporte que ofrece una diversidad de actividades recreativas asociadas a los recursos marinos en el Este del País. Esto incluye los proveedores de servicios turísticos y recreativos como operadores de tours, alquiler de equipo de buceo y kayaks, entre otros. Nótese que muchos de estos establecimientos, aunque físicamente no se encuentran dentro del área de estudio, proveen servicios en ésta.

¹⁰ Estimado en función de 1.20 empleos por habitación y con la información sobre la Industria de Hospedería en el Censo Económico de 2002 para 27 hospederías en la Región de Fajardo, que pagaron un salario promedio de \$18,537 anuales y emplearon total de 2,819 personas. La nómina que genera la industria se estimó multiplicando el salario promedio en la Región de Fajardo en 2002 por el estimado de 4,000 empleos en las hospederías del área de estudio, y se incrementó 3% anual para expresarlo en dólares de 2007.

¹¹ La industria de servicios, segmento industrial al cual pertenece la industria de hospedaría, genera un promedio de 1.7269 empleos directos, indirectos e inducidos por cada empleo directo, según los Multiplicadores Interindustriales de Puerto Rico publicados por Junta de Planificación.

Proveedor de Servicio	Oficina Central	SERVICIOS										DESTINO DE SERVICIO						
		Buceo	Pesca	Kayak	Snorkeling	Deportes acuáticos	Paseos a caballo	Excursiones	Paseo en bote	Acampar	Fajardo	Río Grande	Naguabo	Celba	Luquillo	Humacao	Culebra	Vieques
Culebra Divers	Culebra															X		1
Culebra Dive Shop	Culebra															X		
Capt. Osva Fishing & Snorkeling Charters	Fajardo									X	X				X	X	X	5
Catamaran Spread Eagle	Fajardo									X								1
East Island Excursions	Fajardo									X						X	X	3
Erin Go Bragh Sailing & Snorkeling Charters	Fajardo									X						X	X	3
Island Kayaking Adventure	Fajardo									X								1
Puerto Rico Angling	Fajardo									X	X					X		3
Salty Dreams	Fajardo									X								1
Travelers Catamarán	Fajardo									X								1
Tropical Fishing Charters	Fajardo									X								
Yokahú Kayak Trips	Fajardo									X								1
La Casa del Mar PADI Dive Center	Fajardo									X								
Sea Ventures Dive Centers	Fajardo									X								
Karollette Charters	Humacao														X			
Rancho Buena Vista	Humacao														X			1
Maragata Charters	Humacao														X			
Palmas Dive Center	Humacao														X			
Adven Tours	Luquillo									X	X	X	X	X		X	X	7
Hacienda Carabalí	Luquillo													X				1
Sunset Snuba	Luquillo									X				X				2
Enchanted Island Eco Tours	Río Grande									X	X		X	X				4
Kayaking Puerto Rico	Río Grande									X	X							2
San Juan Waterfun	Río Grande										X							1
AAA Island Tours	San Juan									X				X		X		3
Acampa Nature Venture	San Juan										X							1
Backstage Partners Destination Mgt.	San Juan									X	X			X		X	X	5
Caribbean Outfitters	San Juan															X	X	2
Caribbean School of Aquatics	San Juan									X						X	X	3
Caribe Aquatic Adventures	San Juan									X								1
Castillo Tours & Travel Services	San Juan									X	X			X				3
Castillo Tours & Watersports	San Juan									X				X				2
Duarte Tours	San Juan										X							1
Encantos Tours (EcoTours)	San Juan									X	X	X		X	X	X	X	7
Hillbilly Tours	San Juan									X	X			X				3
Ocean Sports	San Juan									X					X	X	X	4
Rico Suntours	San Juan									X	X			X				3
Scuba Dogs	San Juan									X					X	X	X	4
Sunshine Tours	San Juan									X	X			X				3
Tour Co-op of Puerto Rico	San Juan									X	X							2
United Tour Guides of Puerto Rico	San Juan										X							1
Aqua Frenzy Kayaks	Vieques																X	1
Island Adventure / Biobay	Vieques																X	1
Travesías Isleñas Yaureibo	Vieques																X	1

Source: <http://www.charternet.com/diveboat/puertorico.html> y www.travelandsports.com

Mediante las encuestas a la población general y a los usuarios, se identificaron las actividades practicadas con mayor frecuencia en el área de estudio. Algunas de las actividades efectuadas con mayor frecuencia fueron: tomar el sol o bañarse en la playa, y viajar o navegar en bote.

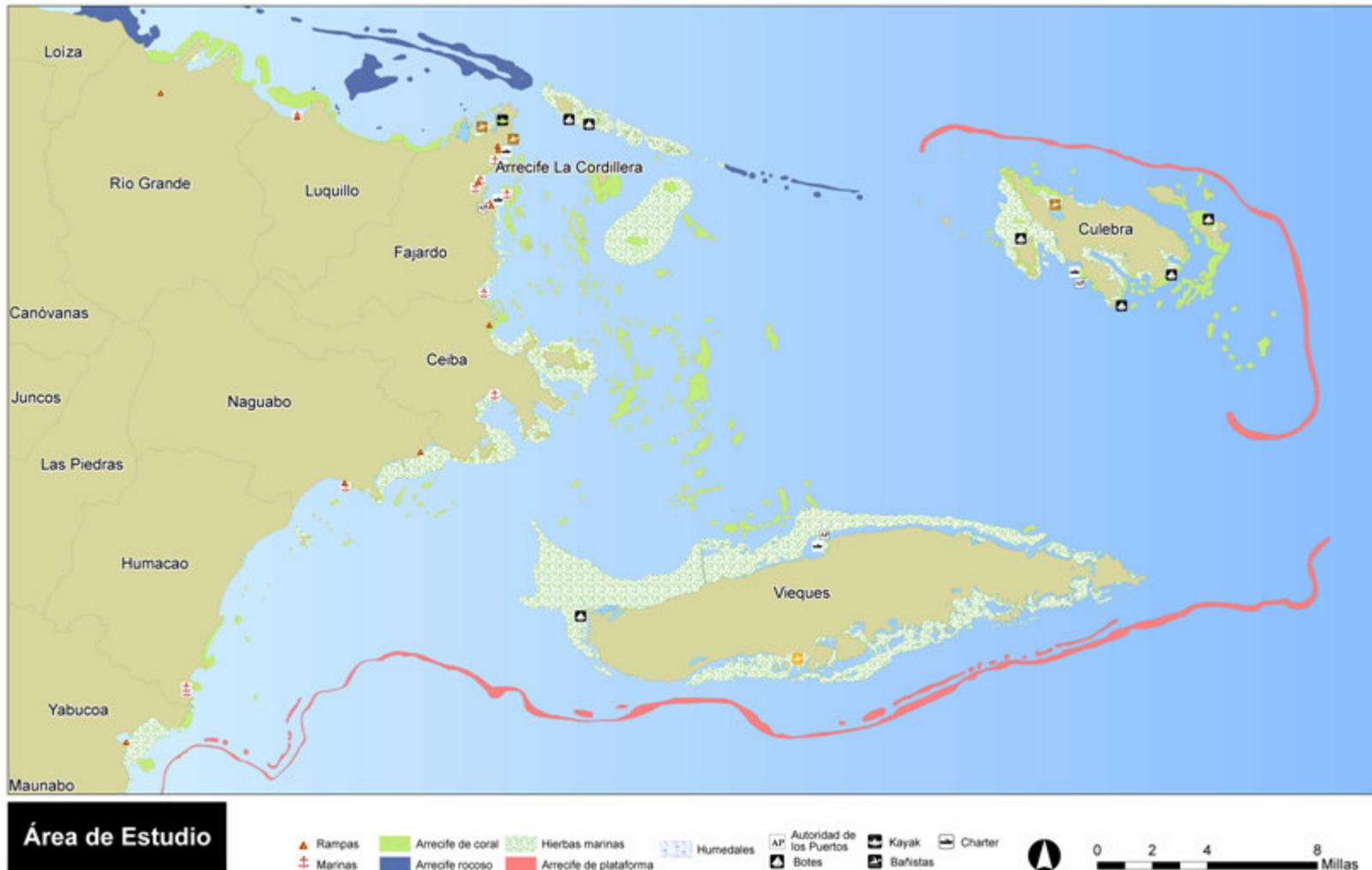
En Fajardo -además de las actividades antes mencionadas- se reportaron otras actividades entre las que se encuentran: acampar, hacer ejercicio, paseos en carro y *jet ski*, visitar la Reserva Cabezas de San Juan, hacer barbacoas y excursionar.

En Arrecifes La Cordillera, las actividades practicadas con mayor frecuencia fueron los viajes o la navegación en botes, seguidas por tomar el sol o bañarse en la playa. Es importante señalar que acampar figuró entre las actividades señaladas por los encuestados en esta área, aunque en los cayos e islotes que comprenden la RNALC, esta actividad está prohibida.

En Vieques, entre las actividades comúnmente practicadas se encontraron bañarse en la playa o tomar el sol y viajar o navegar en botes. Mientras que las personas que indicaron haber visitado Culebra, practicaron esencialmente las mismas actividades que en las otras áreas señaladas, pero además, mencionaron ejercitarse en la playa.

En el Capítulo 5 se presenta el valor en términos de los gastos directos en los que incurren los visitantes a estas áreas, que fueron estimados en función de los datos obtenidos de la encuesta de Costo de Viaje. Los resultados asociados a estos gastos se discuten en el Capítulo 5.

En el siguiente mapa están representados los lugares más frecuentados para practicar las actividades asociadas a la recreación en el área de estudio. Además, otras actividades significativas para el área de estudio, como las actividades náuticas y la pesca deportiva/recreativa se discuten a continuación.



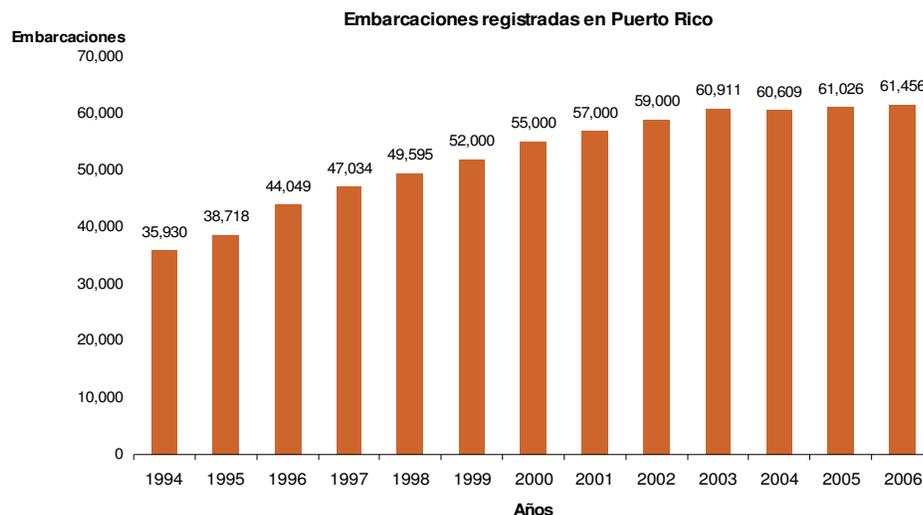
(a) Actividad náutica

En el Este del País, la actividad náutica asociada a la recreación es intensa e incluso el área concentra la mayor cantidad de marinas en Puerto Rico, incluyendo la marina más grande del Caribe, Puerto del Rey en Fajardo.

Marinas identificadas en el Este de Puerto Rico - 2007			
Nombre de la marina	Municipio	Cantidad de muelles	Número de empleados a tiempo completo y parcial
Isleta Marina	Fajardo	306	20
Marina del Conquistador	Fajardo	21	4
Marina Puerto del Rey	Fajardo	750	105
Marina Puerto Chico	Fajardo	280	26
Sea Lovers Marina	Fajardo	150	7
Villa Marina Yacht Harbour	Fajardo	250	37
Karollette Charter	Humacao	33	N/A
Marina de Palmas	Humacao	17	N/A
Palmas Shipyard Marine	Humacao	--	
Marina Harborside	Humacao	170	N/A
Total de empleados		1,977	199

Fuente: Datos compilados por Estudios Técnicos, Inc.

Según los datos del Comisionado de Navegación del DRNA, al año 2006 en Puerto Rico había 61,456 embarcaciones registradas. Esta cantidad incluye las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial, pero además, los botes privados utilizados para la recreación y los que proveen excursiones, conocidos como “charters”.



Fuente: Comisionado de Navegación. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

La intensa actividad náutica en La Cordillera fue documentada en el informe de CSA (2005), que indica que los islotes de Palominos y Palominito son visitados por personas en botes privados y a través de los centros de buceo o de los pescadores locales. Este informe hace referencia al Atlas Costero de Puerto Rico (Cerame Vivas, 1988), donde se indica que durante un fin de semana feriado, como el cuatro y el 25 de julio, Cayo Icacos tiene más botes que algunas de las marinas del área.

Igualmente, la intensa actividad náutica en esta área fue documentada en el Plan de Manejo de la RNALC. El mismo menciona que durante el fin de semana del 24 de julio de 2005, en el área estaban ancladas cerca de 300 embarcaciones, de entre 20 y 60 pies de eslora, en el horario de 9:00 a.m. a 2:00 p.m. Además, en los islotes, cayos y aguas circundantes de esta Reserva se pudieron identificar cerca de 800 personas que visitaron el área para nadar, hacer *snorkeling*, tomar el sol y recrearse en la playa.

(b) Pesca deportiva o recreativa

La pesca deportiva es una industria de millones de dólares en Puerto Rico, en la cual participa la industria de ventas al detal, incluyendo tiendas de venta de botes y otros efectos de navegación y pesca. Datos del *National Marine Fishery Service* indican que en el año 2005, en Puerto Rico se registraron 140,673 pescadores recreativos, de los que el 76% son residentes.

Pescadores recreativos en Puerto Rico					
Año	Residentes	%	No residentes	%	Total
2000	197,942	79%	51,927	21%	249,869
2001	193,371	87%	28,757	13%	222,128
2002	196,820	83%	41,175	17%	237,995
2003	185,004	84%	34,906	16%	219,910
2004	140,977	84%	25,868	16%	166,845
2005	106,641	76%	34,032	24%	140,673

Fuente: "Personal communication from the National Marine Fisheries Service, Fisheries Statistics Division."

Según el estudio realizado por CSA (2005) la pesca recreativa es una actividad que se realiza dentro o muy cerca de los límites de la RNALC. Sin embargo, al igual que con la pesca comercial, no hay datos específicos que permitan apreciar cuán intensa es esta actividad en el área. Cabe mencionar que dicho estudio señala que Arrecifes La Cordillera es el centro de atracción de aproximadamente 10,000 embarcaciones recreativas.

La pesca deportiva tiene una plusvalía que excede el valor de la pesca misma y que no está contemplada por las transacciones de mercado. Por ejemplo, los costos incurridos en un viaje de pesca pueden ser superiores al valor de la pesca en sí. Por tanto, se deduce que existe un valor adicional derivado del placer obtenido del acto de la pesca que no es recogido por el valor de la pesca alcanzada. Para obtener más información sobre esta actividad en la costa Este y el comportamiento de los usuarios, se encuestaron personas que practican la pesca deportiva en varias marinas del municipio de Fajardo, como parte de la encuesta de Costo de Viaje.

La mayoría de estas personas indicaron ser dueños de sus botes (59.03%). El arte de pesca utilizado en la mayoría de las ocasiones fue de silga o *trolley*, seguido por la pesca de fondo. En promedio, cuando el entrevistado sale a practicar la pesca deportiva lo hace en compañía de tres personas.

Los encuestados manifestaron que, durante los doce meses previos a la encuesta, habían practicado esta actividad entre 4.5 y 5.5 días dentro del área de estudio. La mediana de gastos por cada viaje al practicar la pesca deportiva, fluctúa entre \$62.50 en Fajardo y Vieques, a \$90 y \$100 en Arrecifes La Cordillera y Culebra, respectivamente.

Respecto al costo que llevaría a las personas a no volver a practicar la actividad de pesca recreativa en algún lugar dentro del área de estudio por considerarlo excesivo, se encontró que la mediana fluctúa entre \$127.50 y \$150. El valor máximo que

reportaron los encuestados para no volver a practicar la pesca recreativa correspondió a Fajardo, y fue de \$1,000.¹²

3.3.2 Protección costera

Los arrecifes de coral y ambientes asociados proveen una gama de servicios relacionados a la estabilización de las costas, así como la protección de la vida y propiedad ubicada en éstas. Las estructuras coralinas, las hierbas marinas y los manglares, proveen protección contra el embate de las olas en las orillas e influyen en el depósito de arenas en las playas. A manera de ejemplo, las aguas tranquilas y los depósitos de arena de la playa de Luquillo se perderían si los arrecifes protectores desaparecieran (Beller *et al.*, 1999).

La geomorfología y la topografía son algunos de los factores que determinan la vulnerabilidad a la que está expuesta la costa. Por ejemplo, las costas arenosas carentes de barreras protectoras, son más susceptibles a ser erodadas que las costas rocosas.

Las costas de Puerto Rico, en particular del Este-Sudoeste, están expuestas a los impactos causados por eventos climatológicos. La acción del viento y el oleaje que acompaña estos eventos, a menudo causan erosión en las playas. Sin embargo, en el área de estudio los arrecifes de coral, los hierbazales y los manglares, proveen una barrera protectora que amortigua estos impactos.

A base de cálculos realizados utilizando el mapa de hábitáculos benthicos de la NOAA para Puerto Rico e Islas Vírgenes, se estima que en el área de estudio existen 27,816 hectáreas de arrecifes de coral y ecosistemas asociados que sirven como barrera protectora del litoral. Se calcula que de éstas, 12,624 hectáreas son de

¹² Con el propósito de conocer el gasto incurrido por las personas en torneos de pesca, se llevó a cabo una encuesta a los participantes del Torneo Internacional de Pesca Aguja Azul, celebrado del domingo 19 al miércoles 22 de agosto de 2007 en el Club Náutico de San Juan. Éste es el torneo de pesca más importante celebrado en el País y sus resultados permiten tener una idea del gasto de los usuarios en este tipo de actividad. No obstante, este torneo no se celebra dentro del área de estudio, por lo que sus resultados no pueden ser incluidos dentro del cómputo del valor económico total del recurso. Los resultados de esta encuesta forman parte del Tercer Informe, con fecha del 1 de noviembre de 2007.

arrecifes de coral, 13,261 hectáreas son de hierbas marinas, y 1,931 hectáreas son de manglares.¹³

Existen diversos métodos para estimar el valor que proveen estos recursos en términos de la protección del litoral. Uno comúnmente utilizado es el “costo de reemplazo” (*replacement cost*), que utiliza el costo de construir defensas equivalentes a las que proveen los arrecifes y los recursos asociados. Este tipo de costo se utiliza cuando es difícil cuantificar los impactos económicos de no existir la protección. Los estudios consultados utilizan diversos parámetros de costos de reemplazo (por ejemplo, *replacement cost per square mile*) para estimar el valor del servicio del recurso en la protección costera.

Para propósitos de este estudio, se utilizó como referencia un ejercicio de valoración llevado a cabo por Burke & Maidens (2004) para el *World Resources Institute* (WRI). Dicho estudio evalúa la situación de los arrecifes de coral en el Caribe, incluyendo Puerto Rico, los factores que constituyen una amenaza para éstos, y las implicaciones económicas de su degradación.

Para propósitos de este estudio de valoración, se consideró la función de estos recursos para la protección del litoral Este del País, incluyendo Vieques y Culebra. Este análisis consideró el grado de desarrollo en la costa, el costo de reemplazar sus recursos y la longitud de la línea de costa que es protegida por los corales. Los resultados de este análisis se presentan en la Sección 5.7.

¹³ Esto no incluye la totalidad del fondo marino de Puerto Rico. El estudio de caracterización de habitáculos bénticos consideró sólo una cuarta parte de la plataforma insular de Puerto Rico, medido desde la línea de la costa hasta el borde de la plataforma. Los mapas fueron producidos mediante interpretación visual de características bénticas utilizando fotografías aéreas ortorectificadas y Sistemas de Información Geográfica. La precisión de los mapas se estimó en 93.6%. Las áreas no inventariadas incluyen una porción extensa entre las islas de Vieques y Culebra, que se extiende hacia el Este, a lo largo de la plataforma hasta el límite territorial de las Islas Vírgenes de EE.UU., debido a que la profundidad en el área- por ser mayor de 20 metros- no permitió detectar la composición del fondo marino a través de fotos aéreas.

3.3.3 Servicios educativos y de investigación que provee el ecosistema

Los arrecifes de coral y recursos asociados en el Este de Puerto Rico sirven como un laboratorio natural para llevar a cabo investigaciones con diversos fines. Para propósitos de este estudio, se identificaron siete investigadores que han trabajado en el área durante los pasados cinco años. Dichos investigadores fueron entrevistados con el objetivo de conocer información asociada a los gastos y el propósito su investigación, entre otros asuntos.

Estas personas indicaron que en la mayoría de los casos el propósito de sus investigaciones era principalmente el desarrollo de medidas de manejo y de conocimiento académico. Otras investigaciones están asociadas al estudio de dinoflagelados, el monitoreo y creación de materiales educativos, entre otros temas. El tiempo que estos investigadores han estado trabajando en el área fluctuó desde un mínimo de un año, hasta un máximo de 15 años. Mientras, el tiempo de duración de sus proyectos varía desde nueve meses hasta cinco años. El presupuesto mínimo para estos proyectos fue de \$8,000, hasta un máximo de medio millón de dólares, aproximadamente.

El año previo a la encuesta, el gasto de los investigadores fluctuó desde \$2,000 hasta \$47,000. El gasto promedio fue de aproximadamente \$27,000. La mayoría de las investigaciones son financiadas por la NOAA y por el DRNA. De los siete investigadores, cinco tenían contemplado llevar a cabo investigaciones en el área de estudio durante el año subsiguiente a la entrevista (año 2008).

A los investigadores se les preguntó sobre la cantidad de personas que empleaban en las investigaciones, tanto remuneradas como voluntarias. Éstos indicaron que además del investigador, participan de las investigaciones de forma remunerada un promedio de cuatro personas. No obstante, destacaron que en muchas de las investigaciones colaboran personas de manera voluntaria.

Otro aspecto auscultado mediante la encuesta fue su percepción sobre la importancia de la zona Este como área de estudio. Entre los aspectos identificados por los investigadores se encuentran:

- la presencia de arrecifes bien desarrollados;
- la diversidad de usos, que permite medir el cambio en el estado del área, en proporción a la intensidad y tipo de usos;
- la oportunidad que provee el estudiar los arrecifes para mantener la pesca y el turismo;
- la ubicación, que les permite alcanzar un nivel alto de desarrollo, ya que son aguas “limpias”, debido a que en ellas no desembocan ríos de gran caudal;
- la diversidad ecológica;
- la oportunidad de utilizar el área para referencia para otros estudios que se hacen en la Isla, debido a que es una región poco desarrollada; y
- la posibilidad de hacer diversas investigaciones en el área, ya que la misma ha sido poco estudiada en comparación al área de La Paraguera.

IV. CONDICIONES FUTURAS DE LOS ARRECIFES DE CORAL

La degradación en la estructura y función de los ecosistemas coralinos resultan no sólo en la pérdida del valor intrínseco del sistema ecológico, sino en una pérdida significativa de los bienes y servicios que éstos proveen a la sociedad.

En Puerto Rico, los arrecifes de coral han experimentado un deterioro acelerado. Un informe sobre la situación de los arrecifes de coral en el Mundo, los clasifica entre los más críticos del Caribe, debido al desarrollo urbano e industrial desmedido en las costas de Puerto Rico durante los pasados 40 años (Causey et. al. 2002).

Una evaluación cuantitativa de las comunidades sesiles-bénticas en cerca de 79 arrecifes alrededor de la Isla entre los años 1985 y 2003, arrojó que los arrecifes con una cobertura de corales vivos menor del 10% fueron todos del Este del País, incluyendo la isla de Vieques (García, et al. 2005). Únicamente, los arrecifes al norte de Vieques mostraron cobertura de corales vivos mayor de 35%, al igual que los de Cayo Diablo e Isla Palominito, que se encuentran dentro de La Cordillera.

Los arrecifes de coral están sujetos a diferentes factores que afectan su biodiversidad, así como su función. Algunos de estos factores- descritos en esta sección- son naturales, mientras otros son causados por las actividades del ser humano. Ambas causas- naturales y antropogénicas- son descritas en esta sección, con el propósito de alertar sobre los motivos que pueden llevar a la reducción en el valor del ecosistema, como consecuencia de la pérdida de sus bienes, servicios y funciones.

4.1 Factores naturales

Entre las amenazas naturales que impactan a los arrecifes de coral se encuentran las tormentas y huracanes, el blanqueamiento de los corales, las enfermedades (como la enfermedad de la banda blanca, la banda negra y la plaga blanca) y la mortandad masiva de los erizos de mar (*Diadema antillarum*), lo que propicia el sobrecrecimiento de algas.

Las tormentas y huracanes son factores naturales que han causado la mortandad masiva de arrecifes de coral, particularmente por el fuerte oleaje asociado a estos eventos y por los aportes sedimentarios y de nutrientes que ocurren si el evento está acompañado de precipitación abundante. Por ejemplo, durante el paso del huracán Hugo (en 1989) se reportó una destrucción masiva del coral cuerno de arce en la costa Noroeste de Vieques (García et al. 2005).

Por otra parte, las enfermedades de los corales se consideran un proceso natural causado por bacterias, hongos y cianobacterias. Sin embargo, algunos científicos creen que las actividades humanas como la contaminación y las transformaciones en el uso del territorio (construcción y prácticas agrícolas insostenibles) han promovido y propiciado la propagación de enfermedades. Por ejemplo, en los corales del área de estudio, particularmente en Culebra, poblaciones de arrecifes de coral (específicamente en *Montastreae*) han sido afectadas por la plaga blanca desde el año 2002, y en abril de 2004 se experimentó otro brote de esta enfermedad (Hernández, citado en García, et al. 2005). En los corales *A. cervicornis* se documentó una forma virulenta de la enfermedad de la banda blanca en el año 2003, que afectó el 45% de todas las colonias en siete arrecifes (AGRRA, 2003, citado en García, et al. 2005). Recientemente, esta enfermedad ha sido reportada en los arrecifes alrededor de Culebra (Hernández, citado en García, et al. 2005).

Existe la preocupación de que estas causas naturales que afectan los arrecifes de coral han sido y continuarán siendo exacerbadas por el calentamiento global. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas, ha advertido sobre el impacto potencial

del calentamiento global sobre los arrecifes de coral. Este fenómeno trae consigo el aumento en los niveles del mar, el incremento en las temperaturas superficiales de las aguas, así como el aumento en la frecuencia y severidad de fenómenos atmosféricos como tormentas y huracanes, entre otros.

La posición mayoritaria de la comunidad científica mundial ha sido que el cambio climático está asociado al aumento en las emisiones de gases de invernadero. Entre los gases de invernadero se encuentra el CO₂, que tiene el efecto de acidificar el mar impidiendo que los corales calcifiquen sus esqueletos. El blanqueamiento de los corales es otro efecto que se asocia con el aumento en las temperaturas del mar, por lo que se prevé que los episodios de blanqueamiento aumenten en frecuencia y severidad.¹⁴ Aunque los corales se pueden recuperar del blanqueamiento, la frecuencia y la severidad con la que se expongan a este fenómeno aumentan su mortandad.

4.2 Factores antropogénicos

Algunos de los factores que amenazan los arrecifes de coral están relacionados con el uso y las prácticas de manejo del territorio, mientras que otras son el resultado del contacto directo con el recurso. Los efectos de las actividades humanas sobre los arrecifes de coral dependen esencialmente de dos factores: la distancia entre el arrecife y la costa, y la salud general del ecosistema arrecifal.

Entre los factores antropogénicos más significativos que afectan los arrecifes de coral en Puerto Rico se encuentran el manejo inadecuado del territorio, que causa la degradación de la calidad del agua; la sedimentación y la eutrofización; la sobrepesca; la pérdida de hábitáculos esenciales; la recolección de peces e invertebrados de arrecife para el comercio de acuarios; las actividades recreativas sin controles; y las prácticas militares (Hernández et al. 2002).

¹⁴ El aumento en las temperaturas del mar genera tensión sobre los pólipos del coral, causando su blanqueamiento, que ocurre por la expulsión de un alga simbiótica que vive en sus tejidos, pero sin la cual el coral no puede sostenerse.

4.2.1 Sobrepesca

La pesca arrecifal en Puerto Rico muestra los síntomas clásicos de la sobrepesca: reducción en la captura por unidad de esfuerzo, reducción en el total desembarcos, fallas en el reclutamiento y pesca de organismos más pequeños (García, et al. 2005).

Hernández, et al. (2002) ha documentado la sobrepesca en el área de la RNCLP, particularmente para el carrucho. Esto es significativo, considerando que la pesca está prohibida en el área.

La sobrepesca, además, tiene otros impactos sobre la salud de los arrecifes de coral ya que aumenta el crecimiento de algas sobre los corales. Esto se debe a que la sobrepesca de peces herbívoros puede resultar en una reducción en el consumo de algas. Esto, a su vez, puede resultar en competencia excesiva de algas con los corales por espacio.

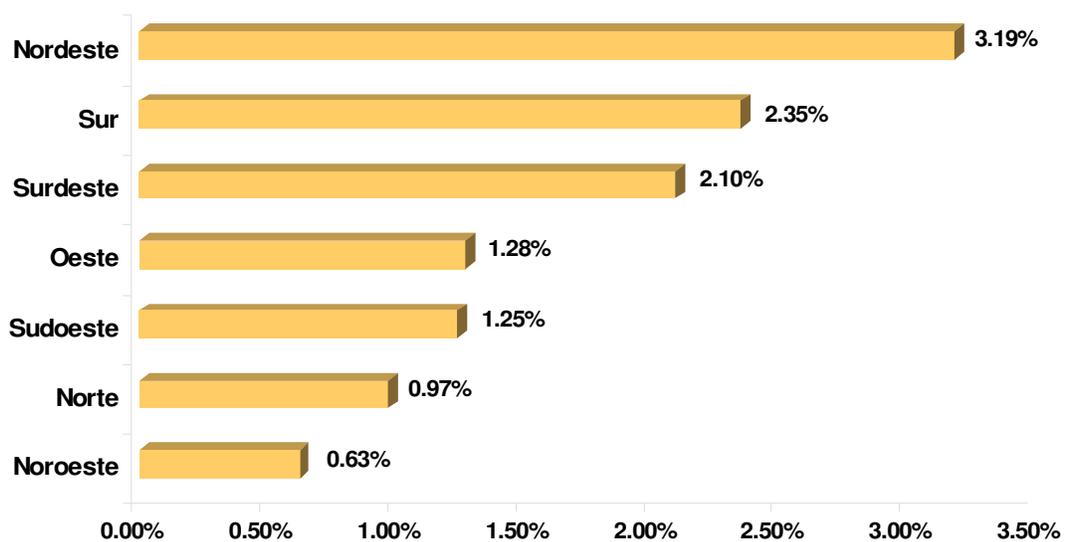
Datos del Censo de Pesca de 2004, indican que la percepción de muchos de los pescadores (49%) de la costa Este sobre la situación pesquera en el área, es que la misma está en peor estado si se compara con años anteriores. Mientras, el 42% de los pescadores considera que el estado de la pesca se ha mantenido igual. Según estos pescadores, algunas de las razones que afectan la pesca en el área Este son: la destrucción del hábitat (38%), la contaminación (22%) y la sobrepesca (15%).

4.2.2 Desarrollo costero

El potencial turístico y la demanda continua de viviendas privadas han generado grandes presiones para la construcción de complejos turísticos y estructuras residenciales en el litoral. La alta densidad poblacional, la concentración de actividades económicas y el crecimiento sistemático del AMSJ, continúan generando la mayor demanda por las tierras llanas de la zona Este del País (DRNA & NOAA, 2004). En el Nordeste de Puerto Rico, es evidente la demanda para construir estructuras comerciales, residenciales y turísticas en el litoral. Esto ha tenido el efecto de aumentar la utilización recreativa de los recursos marinos, particularmente en Fajardo, Culebra y Vieques.

Un análisis del uso del territorio llevado a cabo para las regiones que comprenden la zona costanera del País, evidenció la razón a la que ha estado creciendo la huella urbana en el área de estudio. Durante el periodo de 1977 a 1999, la huella urbana de la Región Nordeste tuvo la razón de crecimiento anual promedio más alta (3.19%) entre todas las regiones de la zona costanera.¹⁵

Tasa de crecimiento anual de la huella urbana en las regiones de la zona costanera de Puerto Rico

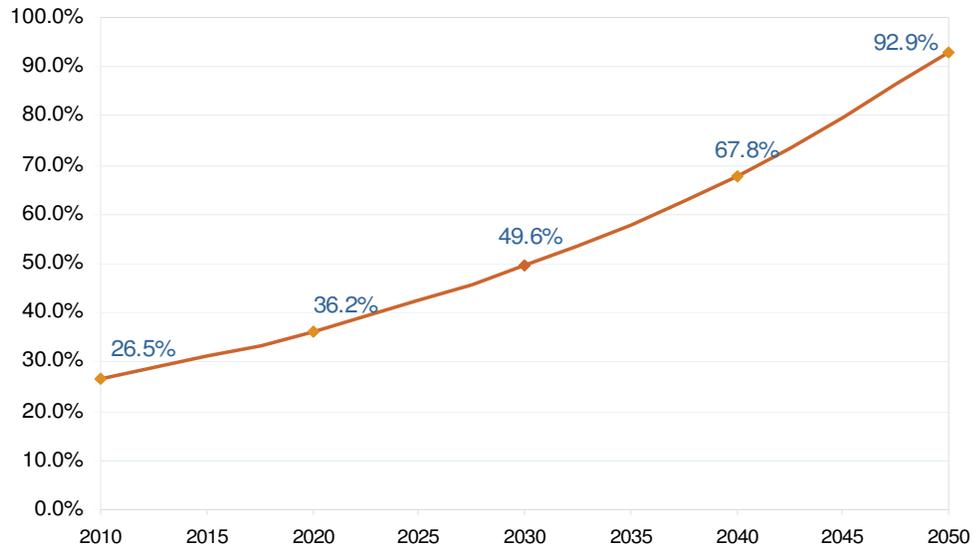


Fuente: DRNA & NOAA. (2004, borrador). Programa de Manejo para la Zona Costanera de Puerto Rico.

En poco más de dos décadas la huella urbana de esta Región se duplicó y, de continuar este ritmo de crecimiento, se espera que para la década de 2050 se haya urbanizado casi la totalidad del territorio.

¹⁵ El Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico delimita la costa Nordeste desde Boca de Cangrejos en Carolina hasta el Río Demajagua en Ceiba.

Cambio en el uso del territorio en la zona costanera del Nordeste de Puerto Rico



Fuente: DRNA & NOAA. (2004, borrador). Programa de Manejo para la Zona Costanera de Puerto Rico.

La impermeabilización del terreno y las prácticas de construcción sin las medidas de control de erosión adecuadas, tienen el potencial de impactar adversamente la salud de los arrecifes de coral y ambientes asociados. Estas prácticas causan la sedimentación de los cuerpos de agua y aumentan las escorrentías, que a menudo aportan contaminantes a las aguas costeras. A manera de ejemplo, Culebra- cuyo atractivo principal son sus recursos marinos- ha sido impactada por la construcción de estructuras a lo largo del litoral, lo que ha causado el deterioro de las aguas costeras y de otros sistemas naturales.

De igual manera, la remoción de humedales marinos y costeros para el dragado, y las modificaciones costeras para fines de desarrollo y de navegación, han causado la degradación de los recursos marinos. Esto ha tenido un impacto detrimental sobre el turismo y la recreación, ya que por ejemplo, la remoción de hierbazales altera la estructura del fondo, dando paso a uno arenoso y lodoso carente de vida marina. Por otro lado, aumenta la cantidad de sólidos suspendidos, lo que genera turbidez en el agua e impide el paso de la luz necesaria para que el coral y las hierbas marinas completen su proceso fotosintético.

Un informe preparado por Hernández (2002), señala que la cobertura de arrecifes de coral se ha reducido en la RNCLP- aún luego de su designación- como resultado la degradación de la calidad del agua. En Culebra la erosión descontrolada es uno de los principales problemas de origen humano (CIEL, 2007). En esta Isla se observa una densidad alta de caminos sin pavimentar y sin métodos para el control de la erosión y de escorrentías. Esto ha aumentado el volumen de aguas de escorrentías y el aporte severo de aguas turbias, sedimentos y nutrientes, que llegan directamente a los hierbazales marinos y arrecifes de coral, acelerando su degradación mediante eutrofización.

4.2.3 Prácticas turísticas y recreativas sin controles

Una de las preocupaciones principales relacionadas a la salud de los arrecifes de coral en Puerto Rico es el desconocimiento que se tiene sobre la capacidad de acarreo para las actividades recreativas relacionadas al turismo. Cuando se trata de la actividad turística, las preocupaciones relacionadas a la salud de los arrecifes de coral incluyen: la sobrepesca, el anclaje sobre los arrecifes y las hierbas marinas, la ruptura de los corales causadas por el descuido de los visitantes, y la contaminación de las aguas generada por el depósito de basura, el combustible de las embarcaciones y de otras sustancias.

Por ejemplo, en Arrecifes La Cordillera se ha evidenciado el anclaje sobre las hierbas marinas. Además, las anclas, junto con las cadenas que éstas llevan conectadas, ocasionan daños a corales por trituración, desprendimiento, rompimiento, laceraciones y depósitos de sedimento, creando una alteración de la integridad del arrecife y dando paso a que entren infecciones al sistema causándoles la muerte (CSA, 2005).

En el caso de la RNCLP, el borrador de su Plan de Manejo señala que algunos usuarios se anclan directamente sobre los arrecifes de coral y no utilizan las boyas de anclaje. Mientras que en dicha área, al igual que en La Cordillera, el uso excesivo

de “jet-skies” ocasiona resuspensión de sedimento, aumentando la turbidez en el agua.

Otro impacto de las actividades recreativas y turísticas en las aguas costeras de Culebra han sido los pequeños derrames de combustible que provienen de las embarcaciones que anclan, especialmente en Ensenada Honda.

4.2.4 Prácticas militares

El impacto de las prácticas militares se observa principalmente en los recursos de Vieques y Culebra. En el caso de Vieques, el bombardeo asociado al entrenamiento militar ha causado la destrucción severa de los arrecifes de coral, incluyendo la actividad pesquera. Un informe sobre el estado de los arrecifes de coral en Puerto Rico, preparado por el DRNA (2000), indicó que la mayoría de los arrecifes de coral ubicados en la mitad Este de la isla de Vieques, aún continúan sufriendo por los impactos de las actividades de entrenamiento militar. Sin embargo, durante las últimas dos décadas, no ha habido record de monitoreo que sean confiables en esta porción de la Isla. Mientras que en Culebra también existe un problema de contaminación significativo por la artillería sin detonar que permanece en el fondo marino.

V. VALORACIÓN ECONÓMICA Y ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo se estiman ocho valores relacionados con los arrecifes de corales y los ambientes asociados del Este de Puerto Rico. Algunos de los valores tienen relación a usos de mercados reales o hipotéticos, mientras que para otros valores, los pasivos, no median transacciones del mercado.

A continuación, se describen los métodos utilizados para cada una de las estimaciones, y se presentan los resultados del valor de estos recursos naturales al año 2007.



5.1 Estimación de los valores de uso

Para estimar el valor de la pesca artesanal, la educación e investigación, la protección costera que provee el recurso y el valor del turismo y la recreación, se utilizaron los valores del mercado. El valor de mercado es el precio al que los compradores y vendedores intercambian productos en un mercado abierto. Sin embargo, para cada uno de los usos fue necesario aplicar métodos diferentes en el recogido de información, así como en la estimación del valor. Cada uno de los usos con sus métodos se describe a continuación.

5.1.1 Pesca artesanal

Para determinar el valor de la pesca artesanal se utilizó información sobre la captura de peces y mariscos, reportada en el Este del País y su precio por libra. Esta información fue obtenida de los siguientes informes producidos por el Laboratorio de Investigaciones Pesqueras del DRNA:

- Matos, D. (2005). “Overview of Puerto Rico’s Small Scale Fisheries Statistics 2002-2004. Puerto Rico DNER Fisheries Research Laboratory.
- Matos, D. (2007). Puerto Rico/NMFS Interjurisdictional Fisheries Program, July 1, 2004- June 30, 2007 NA04NMF4340063. September 2007.

En el año 2006, la pesca en Puerto Rico fue de 1,338,924 libras, con un valor comercial de \$3,773,527. Mientras que en el Este, fue de 194,174 libras con un valor de \$566,311. En Puerto Rico, la captura de especies decreció en un 59.1% durante el periodo de 2002-2006. Durante el mismo período, la pesca en la zona Este de Puerto Rico se redujo en un 77.5%. (Véase la tabla siguiente).

Pesca reportada para los municipios de la Región Este de Puerto Rico durante el periodo de 2001-2006										
Municipios	2002		2003		2004		2005		2006	
	Libras	Precio por libra*								
Costa Este	862,484	2.06	464,623	2.07	356,183	2.16	237,840	2.19	194,174	2.34
Fajardo	148,734	1.81	124,849	1.87	92,087	2.06	77,691	2.12	54,425	2.38
Ceiba	67,367	1.99	51,836	1.94	43,386	1.94	25,086	1.90	15,930	1.92
Naguabo	119,255	2.20	83,516	2.04	66,529	2.52	44,422	2.49	18,756	2.53
Humacao	84,357	2.51	91,798	2.40	57,314	2.39	35,290	2.42	41,300	2.52
Yabucoa	48,592	1.74	28,502	1.68	7,995	1.23	18,756	1.84	20,682	1.76
Maunabo	13,776	1.65	6,754	1.82	5,116	2.72	3,925	2.27	3,788	2.91
Culebra	22,602	2.45	15,800	2.52	6,833	2.78	425	2.55	1,437	3.77
Vieques	357,801	1.86	61,568	1.78	76,923	1.88	32,245	1.86	37,856	2.29
Puerto Rico	3,272,812	1.93	2,388,761	1.84	1,864,680	2.05	1,569,035	2.10	1,338,924	2.45

Fuente: Datos para los años 2002 y 2003 provienen del informe: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2005). Overview of Puerto Rico's small scale fisheries statistics 2002-2004.

Datos de 2004-2006: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2007) "Puerto Rico/NMFS Interjurisdictional Fisheries Program, July 1, 2004- June 30, 2007 NA04NMF4340063" by Daniel Matos. September 2007.

* Precio por libra

En los municipios del Este, la contracción en captura de especies fue especialmente significativa en Culebra, Vieques y Naguabo (93.6%, 84.3% y 84.3%, respectivamente). Concomitante con la reducción en la captura, se observó un incremento en los precios promedios dentro de la Región, (26.1% durante el

período) reflejando la escasez relativa generada por la contracción en los volúmenes de pesca.

Para el período de enero-junio de 2007, se reportaron 611,346 libras de pesca¹⁶ para Puerto Rico (Matos, 2007). Si se mantiene esta tendencia, se estima que para todo el año 2007, la captura total será de 1,222,692 libras. Mientras que para el área Este del País la captura se estima en 157,138 libras.

En este caso, el precio ajustado por el Índice de Precios al Consumidor (IPC) de alimentos, que es de 10.8%, implica un precio estimado de \$2.59 por libra capturada. Esto supone que el valor de pesca en el área Este de Puerto Rico para el año 2007 es de \$407,415.

5.1.2 Valor para la educación e investigación

Para estimar el valor que tienen los arrecifes de coral y ambientes asociados para la investigación y la educación, se recabó información sobre los gastos en investigaciones realizadas en el área de estudio.

En la tabla siguiente se muestra el lugar de estudio de cada uno de los investigadores.

¿En cuál de los siguientes lugares de la costa Este de Puerto Rico usted ha llevado a cabo investigaciones?				
	Fajardo	Vieques	Culebra	Arrecifes La Cordillera
Investigador 1	•	•	•	
Investigador 2	•	•		•
Investigador 3	•	•		•
Investigador 4	•		•	•
Investigador 5	•			
Investigador 6		•	•	•
Investigador 7	•	•	•	•

¹⁶ Dato preliminar para 2007.

Estas investigaciones están siendo patrocinadas por entes públicos y privados. Las mismas tienen fines diversos, tales como el establecimiento de propiedad intelectual, el desarrollo del conocimiento académico, y la evaluación de la salud de los arrecifes.

De todos los investigadores, sólo uno de ellos manifestó que no continuaría investigando en el 2008 en el área de estudio. Los demás manifestaron su intención de continuar investigando en el área.

Por los montos presupuestados y gastados en el 2007, y los presupuestos para el año 2008, se puede asumir que en los próximos años el monto comprometido para la investigación permanecerá en los niveles observados en el 2007.

Investigaciones en el ecosistema			
Investigadores	Gastado 2006	Presupuesto Actual 2007	Presupuesto 2008
Investigador 1	\$40,000	75,000	0
Investigador 2	30,000	30,000	30,000
Investigador 3	0	90,000	0
Investigador 4	35,000	120,000	250,000
Investigador 5	2,000	8,200	4,000
Investigador 6	10,000	10,000	500,000
Investigador 7	47,000	595,558	200,653
Total	\$164,000	\$928,758	\$984,653

Estos niveles de gastos en proyectos de investigación implican un flujo futuro y perpetuo de dinero hacia el área de estudio. El gasto en investigación genera un valor anual del recurso como medio de investigación de \$928,758.¹⁷

¹⁷ El valor presente de los gastos anuales en investigación se estiman usando el modelo de Gordon. La tasa de descuento utilizada es el rendimiento de los bonos del Tesoro a 30 años de 4.658% por ser esta la tasa de más largo plazo disponible. En este caso, el valor presente sería de $\$ 928,758.00/0.04658 = \$19,938,986.69$.

5.1.3 Valor de la protección

El valor que se deriva de la función protectora de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este del País, se estimó utilizando como referencia un estudio de Burke & Maidens (2004), “*Reefs at Risk in the Caribbean*”, preparado para el *World Resources Institute* (WRI). Dicho estudio examinó la situación de los arrecifes de coral en el Caribe¹⁸ e incluyó una evaluación de las implicaciones económicas de su degradación. Según el *WRI*, el valor del recurso para la protección costera depende de la magnitud del desarrollo en la costa, la densidad poblacional, y las actividades turísticas que ocurren en el área.

Para propósitos de este estudio, se establecieron rangos de valores basados en el costo de reemplazo del recurso, que luego fueron aplicados en función del grado de desarrollo que hay en la costa. El estimado del valor del recurso para la protección costera consideró los siguientes factores:

- (1) la extensión de la línea de costa que es protegida por los arrecifes de coral¹⁹;
- (2) el valor de los servicios de la protección costera provisto por estos arrecifes, basado en el costo de reemplazo de los mismos²⁰; y
- (3) las pérdidas potenciales que pudieran surgir tras la degradación del recurso.

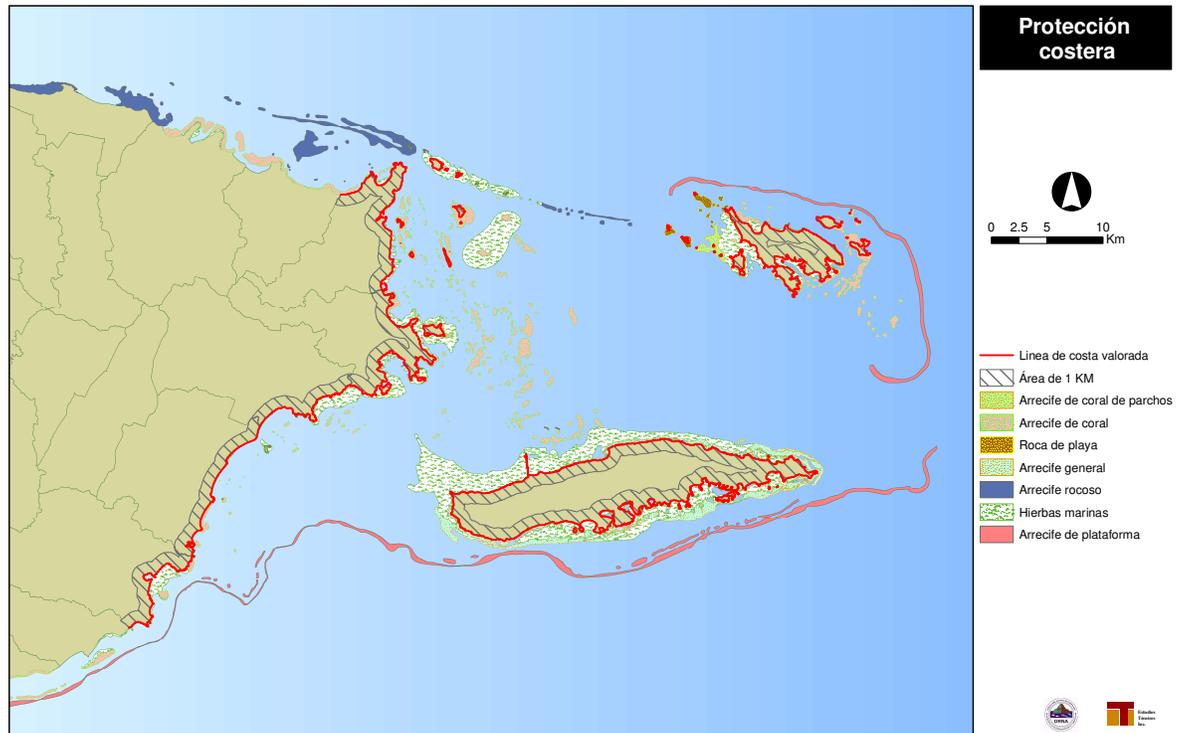
En la estimación del valor de la protección costera de los arrecifes de coral y ambientes asociados del Este de Puerto Rico, se llevaron a cabo los siguientes pasos que están basados en la metodología del estudio del *WRI*.

¹⁸ Este estudio considera el valor de la protección de los arrecifes de coral que se encuentran a una distancia de dos kilómetros de las costas de las Bahamas, las Antillas Mayores, Florida, Bermuda, el Caribe Oriental, Sur, Sudoeste y Oeste, y el Golfo de México.

¹⁹ El valor se estima en función de la línea de costa protegida por arrecifes de coral en estado saludable.

²⁰ Para estimar el valor de la protección costera, el *WRI* utilizó estimados que varían entre \$50,000 a \$800,000, como mínimo, por reemplazar cada kilómetro de costa protegida con arrecifes de coral utilizando métodos artificiales.

Paso 1: Se trazó la línea de la costa protegida por los recursos valorados. Se preparó un mapa de la costa Este de Puerto Rico, incluyendo las islas y cayos, digitalizado a una escala de 1:5,000. Se utilizó como base las imágenes aéreas del 2004. A partir de este mapa, se trazó la línea de costa que se presume es protegida por los arrecifes de coral en el Este de Puerto Rico. El área considerada fue el litoral entre Fajardo y Yabucoa, las islas de Vieques y Culebra, y los islotes de Arrecifes La Cordillera.²¹ La capa de información utilizada para identificar los recursos protectores fue la de “Benthic Habitats of Puerto Rico and U.S. Virgen Islands”, preparada por la NOAA utilizando imágenes aéreas de 1999.



Paso 2: Se calculó la densidad poblacional en la costa protegida. Primero, se identificó la población, que habita dentro de un kilómetro tierra adentro a partir de la línea de la costa, utilizando la información del Censo de 2000. Este kilómetro de

²¹ Cabe señalar que el área de estudio es Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra. Sin embargo, para propósitos del valor de la función protectora de los arrecifes de coral y ambientes asociados, se consideró toda la costa Este, ya que se presume que la función protectora del recurso se extiende a través de este litoral.

costa es parte de la zona costanera de Puerto Rico.^{22,23} Luego, se computó la densidad poblacional dentro de la zona.

Densidad de la población costera			
	Población	Área de la zona costanera (km ²)	Densidad (habitantes/km ²)
Culebra	1,781	29.2	61
Vieques	5,107	75.4	68
Fajardo	9,978	21.1	473
Ceiba	3,409	22.8	150
Naguabo	2,804	11.0	255
Humacao	7,992	15.5	516
Yabucoa	3,126	12.3	254

Paso 3: Se clasificaron los niveles de desarrollo costero en función de la densidad poblacional. Las densidades del área de estudio fueron utilizadas para identificar el nivel de desarrollo costero en el Este del País. El mismo fue categorizado utilizando los parámetros establecidos en el estudio del *WRI*, donde se establecen las tres clasificaciones que se presentan a continuación:

- Áreas de bajo desarrollo: se definen como áreas con una densidad poblacional menor a 100 personas por kilómetro de costa dentro de un radio de 5 kilómetros. Para estas zonas, el valor de protección anual está comprendido en un rango de \$2,000 a \$20,000 por kilómetro de costa.
- Áreas de desarrollo medio: son aquellas con una densidad de población menor a 600 personas dentro de un radio de 5 kilómetros. Para estas zonas el valor de protección anual se estima entre \$30,000 y \$60,000 por kilómetro lineal de costa.

²² La zona costanera se define como la franja de terreno costero mil metros lineales (un kilómetro lineal) tierra adentro medidos a partir de la línea de costa, así como distancias adicionales necesarias para incluir sistemas naturales clave de la costa e incluye, además, las aguas territoriales de Puerto Rico y los terrenos sumergidos hasta 10.35 millas terrestres. La zona costanera incluye las islas de Vieques y Culebra en su totalidad y las demás islas, cayos e islotes. Sin embargo, para propósitos de este estudio se consideró el área de un kilómetro tierra adentro a partir de la línea de la costa para Vieques y Culebra.

²³ El estudio del *WRI* utiliza la densidad poblacional en una franja de cinco (5) kilómetros tierra adentro a partir de la línea de la costa.

- Áreas de desarrollo alto: se definen como aquéllas que poseen una densidad de población superior a las 600 personas en una radio de 5 kilómetros. Para estas zonas el valor de protección anual se estima entre \$100,000 y \$1,000,000 por kilómetro de costa.

Para propósitos de este estudio, se utilizaron los promedios de valor de protección anual dentro de cada nivel de desarrollo antes mencionado. Los mismos se presentan en la tabla siguiente.

Valor para los servicios de protección costera asociados a los arrecifes de coral	
Densidad	Valor promedio (\$/km de costa)
Baja	\$11,000
Mediana	\$45,000
Alta	\$550,000

Utilizando la densidad poblacional calculada previamente, se establecieron las categorías de densidades de desarrollo en la costa. Es importante señalar que, aún cuando en Arrecifes La Cordillera no existe población residente, sus islotes se benefician de la protección de los recursos valorados. Se podría mencionar, por ejemplo, la protección que brindan estos recursos a las playas arenosas de Icacos y Palominitos, dos islotes que son utilizados intensamente para las actividades turísticas. En este caso, el área se consideró como una de densidad baja. Las categorías de densidad establecidas para el Este de Puerto Rico, tomando como base los parámetros del *WRI*, se presentan en la tabla siguiente.

Categorización de la línea de costa		
Área	Densidad (habitantes/km ²)	Categoría
Culebra	61	Baja
Vieques	68	Baja
Fajardo	473	Mediana
Ceiba	150	Mediana
Naguabo	255	Mediana
Humacao	516	Mediana
Yabucoa	254	Mediana
Arrecifes La Cordillera ¹	0.00	Baja

¹ En esta área no existe población residente.

Paso 4: Estimación del valor promedio por kilómetro de costa protegida. Se multiplicó el factor de valor promedio por kilómetro de costa por cada kilómetro de línea de costa de los municipios y de Arrecifes La Cordillera, para obtener el valor de protección del recurso por longitud de costa protegida. Los resultados se presentan a continuación.

Valor de los servicios de protección costera de los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este				
Área	km línea de costa	Categoría	Valor promedio (\$/km de costa)	Valor de los servicios de protección del recurso
Culebra	89.58	Baja	\$11,000	\$985,406
Vieques	134.49	Baja	\$11,000	\$1,479,431
Fajardo	50.45	Mediana	\$45,000	\$2,270,031
Ceiba	49.55	Mediana	\$45,000	\$2,229,936
Naguabo	14.69	Mediana	\$45,000	\$660,846
Humacao	19.37	Mediana	\$45,000	\$871,518
Yabucoa	16.82	Mediana	\$45,000	\$757,089
Arrecifes La Cordillera ¹	65.00	Baja	\$11,000	\$715,000
Valor total				\$9,969,258

¹ En esta área no existe población residente.

Fuente: Burke & Maidens (2004). *Reefs at Risk in the Caribbean*. World Resources Institute.

En resumen, el valor estimado de la protección costera provisto por los arrecifes de coral y ambientes asociados en el Este de Puerto Rico para el año 2007 fue de **\$9,969,258**.

5.1.4 Valor turístico y recreativo

El valor de los arrecifes de coral y ambientes asociados para el turismo y la recreación se midió en función de siete actividades, a saber:

- disfrute de las playas,
- buceo
- snorkeling,
- paseos en kayak,

- paseos en lanchas,
- pesca deportiva, y
- actividades múltiples²⁴.

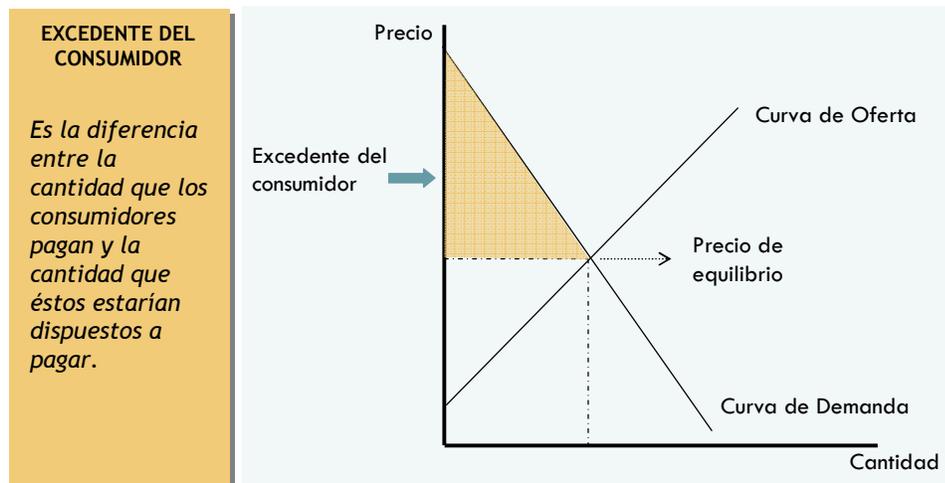
El valor de estas actividades fue estimado mediante: (1) el cómputo de su aportación a la economía del área Este del País, que fue obtenido mediante el valor del mercado de los bienes y servicios que demandaron los usuarios del área de estudio, y (2) el valor que se deriva del disfrute de estos recursos por la sociedad, obtenido mediante el Método de Costo de Viaje (TCM).

En este caso, el **valor de mercado** se refiere a los gastos incurridos por los usuarios- como consumidores- cuando demandan diversos bienes y servicios para poder disfrutar de los recursos ambientales. La demanda de bienes y servicios efectuada por los usuarios se refiere al gasto que éstos realizaron en hospederías, transportación, entre otros.

En cambio, el **TCM** se utilizó para determinar el valor de los recursos naturales que no pueden ser estimados a base de medidas del mercado. Mediante el TCM, se construye una ecuación de demanda que permite conocer cuánto están dispuestos a pagar los usuarios por cada unidad del bien o servicio. Para construir la ecuación, fue necesario obtener la siguiente información del visitante: lugar de origen, tiempo estadía en el área, costos de la visita, y ciertas variables socioeconómicas, como su nivel de ingreso.

Con la ecuación de demanda, entonces, se puede obtener el excedente del consumidor, que es el exceso de los que los consumidores están dispuestos a pagar sobre el precio de mercado.

²⁴ Esta definición operacional se estableció para propósitos de esta encuesta y se refiere a las personas que tienen un bote o alquilan uno, y que practican varias actividades en un solo viaje. Esta clasificación se creó para las personas que además de navegar en su bote -una vez zarpan- practican diversas actividades como la pesca, se bañan en el mar y practican actividades subacuáticas, entre otras. De esta forma, se evita que su inclusión en alguna de las otras actividades pudiera conllevar a distorsionar los resultados o producir un doble conteo.



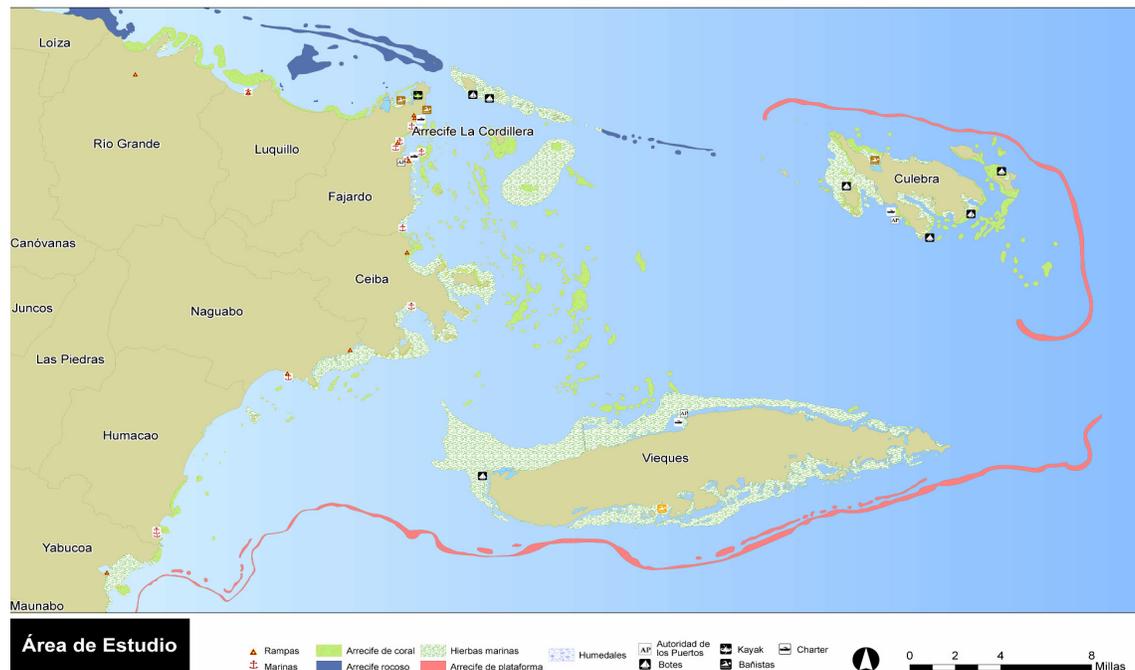
La encuesta

Para obtener los datos sobre los gastos de los visitantes para calcular el valor de mercado y el TCM, se llevó a cabo la encuesta de Costo de Viaje. Esta encuesta fue necesaria, debido a que el área de estudio no presenta ningún tipo de tarifas, excepto en pocos casos como por ejemplo el cobro de estacionamiento en los balnearios. En las demás áreas, el acceso es libre y están permitidas prácticamente todas las actividades, excepto en las áreas naturales protegidas, donde existen ciertas restricciones de manejo.

La encuesta se llevó a cabo en áreas de acceso a los recursos naturales, por ejemplo playas y marinas. Los resultados de la encuesta generaron información y datos de los costos incurridos por los usuarios en cada actividad en la zona de estudio, y los días de permanencia en cada sitio durante los doce meses previos a la encuesta.

La encuesta, también, recogió información del lugar de origen del visitante y otros datos socioeconómicos (edad, sexo, estado civil, ocupación, grado de instrucción, nivel de ingreso). Estos datos fueron utilizados para agregar las demandas de todos los usuarios.

El trabajo de campo se llevó a cabo durante el periodo del sábado 21 de julio de 2007, hasta el domingo 7 de octubre de 2007. Las encuestas se efectuaron en los siguientes lugares²⁵:



Fajardo

- Marina Puerto Real
- Marina Puerto del Rey
- Marina Puerto Chico
- Villa Marina
- Reserva Natural Cabezas de San Juan
- Marina Sun Bay

²⁵ Para obtener información sobre los puntos de encuesta, se efectuó una reunión con el Oficial de Manejo de la RNCLP y RNALC, quien tiene conocimiento sobre las actividades y los lugares frecuentados. Esta reunión permitió: (1) discutir y validar, con un funcionario conocedor del área, los usos y usuarios que se habían identificado previamente; (2) identificar los lugares que son frecuentados por los turistas y locales para llevar a cabo diversos usos recreativos. (3) conocer los horarios que son convenientes para llevar a cabo las encuestas, considerando los diversos patrones de usos. (Véase Segundo Informe de Progreso con fecha del 13 de junio de 2007).

- Playa Las Croabas (muelle)
- Playa Seven Seas
- Laguna Grande
- Terminal de lanchas de la Autoridad de Puertos (se encuestó en los alrededores de las instalaciones portuarias)
- Aeropuerto de Fajardo

Humacao

- Marina de Palmas del Mar (de la cual zarpan embarcaciones hacia el oeste de Vieques).

Vieques

- Terminal de lanchas de la Autoridad para el Transporte Marítimo en Isabel Segunda (se encuestó en los alrededores de las instalaciones portuarias)
- Balneario Sun Bay
- Puerto Mosquito
- Aeropuerto (se encuestó en los alrededores de la instalación portuaria)

Culebra

- Terminal de lanchas de la Autoridad para el Transporte Marítimo (se encuestó en los alrededores de las instalaciones portuarias)
- Balneario Flamenco

Muestra

El tipo de muestreo que se utilizó fue probabilístico estratificado por lugar de visita. La selección de los encuestados en estos lugares se realizó mediante un escogido aleatorio sistemático, en el cual se encuestó a una de cada cinco personas que se encontraban en los lugares antes señalados. El tamaño de la muestra fue de 700 entrevistas. El error de muestreo máximo, para una encuesta de este tamaño y tipo es de ± 3.7 . La recopilación de los datos de las entrevistas en el campo, se realizó

utilizando un sistema asistido por computadora (*Computer Assisted Personal Interviewing*).

La encuesta se inició con tres preguntas filtro cuyo propósito fue identificar los usuarios, y excluir de la muestra a quienes no eran usuarios de los recursos del área de estudio. Estas preguntas, además, buscaban identificar:

1. lugar específico del área de estudio donde se practican las actividades, y
2. cuáles eran esas actividades.

Luego, se llevaron a cabo una serie de preguntas sobre los costos de viaje por cada actividad. Para cada actividad se preparó una tarjeta en la que se desglosaban los posibles gastos asociados a la misma. Cada uno de los encuestadores tenía un *set* de estas tarjetas, las cuales fueron mostradas a los encuestados para cada pregunta, de manera que se facilitara la obtención de respuestas (Véase Anejo 3).

Estimación de la cantidad de usuarios por tipo de actividad

Como parte de la investigación, no se pudieron identificar datos oficiales sobre la cantidad de usuarios por tipo de actividad, datos que eran necesarios para la estimación del gasto por visitante y el excedente del consumidor para el área de estudio. Por lo tanto, se realizó una encuesta a la población general, para la cual se seleccionó una submuestra de 350 personas del total de entrevistados para la encuesta del Método de Valoración Contingente.

En la misma se les preguntó qué actividades practicaban en el Este del País y el lugar donde lo hacían. El marco muestral estuvo constituido por las personas que residen en hogares de Puerto Rico con teléfono residencial activo al momento de realizar la encuesta y por las personas de 18 años o más que residen en estos hogares. La información sobre el número de personas adultas en Puerto Rico fue obtenida del Censo de Población 2000. En este caso, el tipo de muestreo utilizado fue probabilístico estratificado. El criterio de estratificación fue geográfico, de acuerdo a las regiones en las que el DRNA divide a Puerto Rico (7 regiones), y el

reparto o asignación de las unidades muestrales para cada región se realizó proporcionalmente a la población de cada una de las regiones o estratos. Dentro de cada estrato, se aplicó un criterio demográfico de sub-estratificación, según el cual las unidades de muestreo se distribuyeron de acuerdo al género y edad de la población del mismo. El error de muestreo máximo para cada uno de los usos identificados para esta encuesta fue de $\pm 5.24\%$. Por ejemplo, para el caso concreto de las personas que han practicado alguna actividad asociada a los arrecifes de coral en el Este de Puerto Rico durante los doce meses previos a la encuesta, el error de muestro fue de ± 3.97 .

Esta encuesta fue de tipo CATI (*Computer Assisted Telephone Interviewing*) y para la selección de los números de teléfono a llamar en cada estrato (región) se recurrió a un muestreo aleatorio basado en una “Random Digit Dialing”, según el cual, los números de teléfono a los cuales se realizaron las llamadas se obtuvieron de forma aleatoria a partir del procedimiento basado en el método Mitofsky-Waksberg.

Resultados

Valor de Mercado

En esta sección se presentan los estimados sobre la aportación directa a la economía de los bienes y servicios demandados por los usuarios de los recursos en el área de estudio. Para estos estimados se utilizaron los resultados de la Encuesta de costo de viaje, sobre las actividades efectuadas por los entrevistados, el número de veces que realizaron dicha actividad en un año y todos los costos asociados al viaje para practicar la actividad.

En función de los resultados de la encuesta, se estimó el gasto promedio por persona por año para aquéllos que realizaron la actividad por lo menos una vez al año. Los mismos reflejan que una persona promedio gastó \$3,438 en viajes en lancha donde participó en múltiples actividades; \$2,707 al año para navegar; \$1,898 en pesca

deportiva; \$863 en viajes a la playa; \$713 en viajes de “snorkeling”; y \$346 en viajes de kayak.²⁶ Estos estimados se presentan en la tabla siguiente.

Gasto anual promedio por persona por actividad	
Actividad	Gasto anual promedio
Actividades múltiples	\$3,438
Navegación	\$2,707
Pesca deportiva	\$1,898
Buceo	\$1,648
Playa	\$863
<i>Snorkeling</i>	\$713
<i>Kayak</i>	\$346

Fuente: Encuesta de Costo de Viaje. Para más información refiérase al Tercer Informe de Progreso, con fecha del 1 de diciembre de 2007.

Para estimar el gasto total asociado con estas actividades se multiplicó el gasto promedio por actividad por el número de usuarios que visitaron el área Este de Puerto Rico, según se presenta en la próxima tabla. Según estos estimados, los 545,973 usuarios de los arrecifes y recursos asociados del área de estudio, gastaron cerca de \$750 millones en hospedaría, transportación, bebidas y alimentos, “charters”, entre otros bienes y servicios.

Gastos total del consumidor asociado al uso del recurso			
Actividad	Usuarios de los recursos del área de estudio	Gasto promedio anual por actividad	Gasto total estimado
Disfrute de playas	394,269	\$863	\$340,330,737
Actividades náuticas ⁽¹⁾	138,796	\$2,890	\$401,181,619
Paseos en <i>kayaks</i>	10,782	\$346	\$3,727,942
<i>Snorkeling</i> y buceo	2,126	\$1,180	\$2,508,946
Total	545,973		\$747,749,244

⁽¹⁾ Incluye pesca deportiva, paseos en lancha y actividades múltiples desde una lancha y el gasto promedio relacionado a estas actividades.

²⁶ Estos gastos no incluyen el costo de los equipos o embarcaciones, a menos que los mismos hayan sido arrendados como es caso de los “charters” de pesca y excursiones en kayak, de buceo o de snorkeling, entre otros. El gasto promedio fue estimado en función del número de veces en un año que el entrevistado realizó la actividad y el gasto promedio por actividad o viaje. La multiplicación de estos dos componentes resultó en el gasto anual promedio de una persona que realizó por lo menos una vez al año una o más de las actividades encuestadas.

Método de Costo de Viaje

Para estimar el TCM, los usuarios se agruparon de acuerdo a la zona en que residían, esto es, de acuerdo a la distancia que deben recorrer hasta el sitio. A base de esto, se estableció la regresión de días de visita con los costos de la visita, el nivel de ingreso y otras variables socioeconómicas con la cual se estimó la ecuación de demanda por el recurso. Ésta fue utilizada, luego, para estimar el excedente del consumidor.

Como cuestión general, algunos de los estudios en los que se utilizó el TCM reportaron un alto número de visitantes extranjeros²⁷, mientras que en otros, los datos recaudados fueron exclusivamente de visitantes locales, porque las áreas no se consideraban un polo turístico.²⁸

En este estudio, los usuarios fueron casi en su totalidad residentes de Puerto Rico (97%) y el resto (3%) eran visitantes de EE.UU., Europa y América del Sur. Esta alta incidencia de turistas locales se debe en gran medida a que la encuesta se llevó a cabo durante la temporada alta de turismo interno (julio a septiembre). En ese sentido, la encuesta no detectó suficientes visitantes extranjeros como para que sus respuestas fuesen significativas en el cómputo de valoración.

Por otra parte, debido a que la mayoría de los encuestados eran residentes de Puerto Rico, los costos de traslado y estadía reportados de acuerdo con su origen, (municipio o región) no muestran diferencias significativas.²⁹ Esto se justifica porque el tiempo de trasladarse de un extremo a otro de la Isla es relativamente corto. Además, el costo incurrido por los extranjeros entrevistados para la utilización de los recursos valorados, no fue significativamente diferente de los locales.

²⁷ Véase Cesar, H., Van Beukering, P., Pintz, S. and Dierking, J. "Economic Valuation of the Coral Reefs of Hawaii: Final Report". CEEC-NOAA, Dec. 2002.

²⁸ Véase Pham Khanh Nam and Tran Vo Hung Son. "Recreational Value of the Coral Surrounding the Hon Mun Islands in Vietnam: A travel Cost and Contingent Valuation Study". World Fish Center. Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Pp. 84-103.

Luego, los datos recabados en la encuesta fueron agrupados en cuatro usos específicos (buceo y *snorkeling*, disfrute de playas, paseos en *kayak*, y pesca deportiva/ paseos en bote/actividades múltiples desde un bote).³⁰ También se logró auscultar las preferencias de los usuarios por las cuatro zonas en que se dividió el área mediante el número de visitas a las mismas.³¹

Para estimar la demanda por usos se utilizó el método generalizado de mínimos cuadrados (GLS), el cual permite obtener estimadores robustos con datos que exhiban heteroscedasticidad.³² Las ecuaciones de demanda estimadas son de la forma:

$$\text{Días_estadía} = C * (\text{Costos_Día})^a (\text{Nivel_Ingresos})^b \quad (3)$$

donde, “días_estadía” representa lo que normalmente está asociado a la cantidad demandada, ‘costos_días’ representa el precio asociado a cada cantidad demandada y “nivel_ingresos” es una variable auxiliar utilizada para estimar la demanda.

Cabe señalar que esta forma funcional fue la que mejor representó, en promedio, la distribución de datos generados por la encuesta. El objetivo del ejercicio es estimar los parámetros “C”, “a” y “b” para cada curva de demanda. Para llevar a cabo el ejercicio fue necesario utilizar la representación logarítmica de la demanda:³³

$$\log(\text{Días_Estadía}_i) = c + a * \log(\text{costos}_i) + b * \log(\text{Nivel_Ingresos}_i) \quad (4)$$

Donde, $\log(C) = c$.

²⁹ Se realizaron regresiones a base de la región de origen de los usuarios y no fue significativa la variable, no es distinta de cero.

³⁰ De los siete usos que se propuso encuestar no se obtuvo suficiente información para obtener ecuaciones de demanda por separado, por lo que se agruparon en 4 grupos bien definidos.

³¹ Se obtuvo suficiente información para establecer ecuaciones de demanda de cada zona y se presentan estas en el Anejo 3.

³² Heteroscedasticidad en los datos recogidos ocurre, por definición, cuando se detecta que los mismos han sido generados por variables aleatorias que no son todas iguales. Normalmente, esto implica diferencias en las desviaciones estándares.

³³ La metodología estadística utilizada-Mínimos Cuadrados Generalizados-requiere que la relación estimada sea lineal, como en (2).

Este ejercicio de estimación se repitió 4 veces, una vez para cada uso. Finalmente, los parámetros estimados fueron utilizados para evaluar el excedente del consumidor para cada uso. Este fue estimado mediante:

$$CS = \int_{\bar{x}}^{\infty \text{ ingreso max}} \int_0^{\text{días _ estadía}} (dYdC) \tag{5}$$

donde “dC” es el diferencial de costos_días, y “dY” es el diferencial del nivel de ingreso.³⁴

Resultados del TCM

Las demandas estimadas por uso en cada caso fueron las siguientes:

Disfrute de Playas:	$Ln(Días) = 2.7530$	-	$0.64378 * Ln(Costo _ Día)$	+	$0.308831 * Ln(Ingreso)$
	0.052322		0.012682		0.029738
	52.62		-50.76		10.39
Uso de Botes:	$Ln(Días) = 2.823791$	-	$0.65519 * Ln(Costo _ Día)$	+	$0.519003 * Ln(Ingreso)$
	0.113693		0.014654		0.058021
	24.84		-44.71		8.95
Paseos en Kayak:	$Ln(Días) = 2.262965$	-	$0.55859 * Ln(Costo _ Día)$	+	$0.267706 * Ln(Ingreso)$
	0.164593		0.045394		0.074863
	13.75		-12.31		3.58
Buceo y Snorkeling:	$Ln(Días) = 2.515228$	-	$0.62953 * Ln(Costo _ Día)$	+	$0.434074 * Ln(Ingreso)$
	0.113968		0.021933		0.049667
	22.07		-28.7		8.74

Donde el valor inmediatamente debajo del coeficiente estimado es el error estándar y el siguiente es el estadístico-t. Utilizando los coeficientes estimados anteriormente, se procedió a estimar el excedente del consumidor para cada caso. Para esto, se utilizó información generada directamente por la muestra.

³⁴ El límite superior de la integral con respecto al ingreso, fue definido como el ingreso medio de los usuarios encuestados más dos desviaciones estándar.

Información de los usuarios				
	Personas	Estadía Promedio	Costo/Día Promedio	Ingreso Promedio
Disfrute de Playas	609	9.24	\$ 47.90	\$ 26,850.00
Actividades en Botes ⁽¹⁾	260	21.40	\$ 69.87	\$ 6,354.47
		15.30	\$ 61.23	\$ 43,970.00
Paseos en Kayaks	117	31.52	\$ 0.31	\$ 13,057.00
		4.96	\$ 77.56	\$ 28,235.00
Snorkeling y Buceo	158	13.61	\$ 113.06	\$ 5,925.75
		6.64	\$ 57.90	\$ 36,900.00
		12.58	\$ 86.14	\$ 11,627.67

Fuente: Encuesta ETI

(1) Incluye: pesca deportiva, paseos en lancha y actividades múltiples desde una lancha

Los Valores superiores son el promedio de la muestra y el inferior la Desviación estándar

Los estimados del excedente del consumidor para la muestra se basaron en la aplicación de la fórmula (5) a las demandas estimadas, utilizando la información de la tabla presentada previamente. La tabla siguiente, a su vez, presenta los estimados del excedente del consumidor, tanto para la muestra total como por persona en la muestra.³⁵ Estos valores son los que se usarán para expandir al total de usuarios en Puerto Rico.

Excedente por usos de la muestra			
	Personas	Excedente del Consumidor Muestra	Excedente del Consumidor por Persona
Disfrute de Playas	609	\$4,595	\$7.54
Botes ⁽¹⁾	260	\$353,255	\$1,358.67
Paseos en Kayaks	117	\$2,537	\$21.68
Snorkeling y Buceo	158	\$17,831	\$112.86

(1) Incluye: Pesca Deportiva, Paseos en lancha y actividades múltiples desde una lancha

Los excedentes del consumidor estimados fueron extrapolados al universo de usuarios. El total de usuarios para cada una de las actividades se obtuvo de los resultados de la encuesta a la población general- de la que se obtuvo una submuestra- a quienes se les preguntó sobre la incidencia y las actividades que practicaban en el área de estudio.³⁶ Esto se hizo de la siguiente manera:

³⁵ Las ecuaciones de demanda estimadas se basan en información de gastos por visitas. Así, el excedente del consumidor estimado para cada uso está asociado al número de visitas recogido en la muestra. El excedente del consumidor por persona representa el excedente promedio asociado a cada usuario.

³⁶ Véase sección de "Estimación de la cantidad de usuarios por tipo de actividad, página 61.

1. El universo de usuarios de los recursos naturales bajo estudio se definió como todas las personas mayores de 18 años y que, según lo expresado en la segunda encuesta, hayan llevado a cabo actividades en la zona durante los últimos 12 meses. Ésto resultó ser el 17.4% de la población mayor de 18 años residentes en Puerto Rico o, alternativamente, 506,187 personas.
2. Se estimó la probabilidad condicional-utilizando el *Teorema de Bayes*-de que una persona haya decidido llevar a cabo cualesquiera de las cuatro categorías de actividades en el área bajo estudio. Dicha probabilidad (o frecuencia) fue de 77.89%, 27.42%, 2.13%, y 0.42% para el disfrute de playas, actividades en bote, paseos en *kayaks* y buceo/*snorkeling*, respectivamente.
3. El número de usuarios fue, de esta manera, estimado como la frecuencia de usuarios de la muestra (paso 2) multiplicada por 506,187 (número total de la población mayor de 18 años que realizó alguna de las cuatro actividades en el área bajo estudio durante los últimos 12 meses). El número estimado de usuarios para cada actividad fue de:
 - disfrute de playas- 394,269
 - actividades en bote- 138,796
 - paseos en *kayaks*- 10,786
 - buceo/*snorkeling*-2,126
4. Finalmente, como el excedente del consumidor fue estimado para cada usuario de la muestra, para elevarlo al universo se estimó el excedente por persona multiplicado por el número de personas correspondiente. Los resultados se presentan en la tabla siguiente.

Excedente de consumidor por usos			
	Excedente del consumidor por persona	Usuarios área Este de Puerto Rico ⁽³⁾	Excedente del consumidor total usuarios
Disfrute de playas	\$8	394,269	\$2,974,542
Actividades náuticas ⁽¹⁾	\$1,359	138,796	\$188,578,916
Paseos en kayaks	\$22	10,782	\$233,776
Actividades subacuáticas ⁽²⁾	\$113	2,126	\$239,932
Total			\$192,027,166

⁽¹⁾ Incluye: Pesca deportiva, paseos en embarcaciones y actividades múltiples utilizando una embarcación. ⁽²⁾ Incluye snorkeling y buceo. ⁽³⁾ No se podría sumar esta columna porque los usuarios podrían haber practicado más de una actividad en el área de estudio los doce meses previos a la encuesta.

Finalmente, al agregar los resultados de las estimaciones del aporte de la actividad económica y del valor que se deriva del disfrute del recurso, obtenido mediante el TCM, se obtuvo que el valor total del recurso, asociado a las actividades de recreación y turismo en el Este del País es de \$939,776,410.

Valor total de las actividades turísticas y recreativas			
Actividad	Valor del Mercado	TCM	Gasto total estimado
Disfrute de playas	\$340,330,737	\$2,974,542	\$343,305,279
Actividades náuticas	\$401,181,619	\$188,578,916	\$589,760,535
Paseos en <i>kayaks</i>	\$3,727,942	\$233,776	\$3,961,718
<i>Snorkeling</i> y buceo	\$2,508,946	\$239,932	\$2,748,878
Total	\$747,749,244	\$192,027,166	\$939,776,410

5.2 Estimación de los valores pasivos

Para estimar los valores pasivos se utilizó el Método de Valor Contingente. El mismo requiere la realización de encuestas a una muestra representativa de la población, mediante la cual se ausculta sobre la disposición a pagar de las personas por cada uno de los valores pasivos.

Los valores pasivos, junto con sus definiciones, se muestran en el diagrama siguiente.

Valores pasivos	
	Definición operacional
Valor existencial	El valor que usted le da a los arrecifes de coral y los recursos asociados aunque nunca los haya usado o visitado. Una persona puede valorarlos sólo porque sabe que existen y que proveen unos beneficios.
Valor futuro	El valor que usted le da al arrecife de coral y los recursos asociados porque en el futuro estos recursos pueden servir para diferentes propósitos, incluyendo la cura de enfermedades.
Valor heredable	El valor que tiene conservar estos recursos para que lo puedan disfrutar las próximas generaciones.
Valor biodiversidad	El valor de todas las cosas vivas que existen y que son protegidas por los arrecifes de coral y los recursos asociados y que incluye diferentes especies de peces y plantas y sus funciones.

La encuesta

La disposición a pagar de los encuestados se investigó mediante un cuestionario que incluyó información provista a los encuestados y preguntas que minimizaran la posibilidad de sesgos ya identificados en este tipo de encuesta (Arrow et al. 1993)³⁷. Además de las preguntas sobre los valores pasivos, se obtuvo el mismo tipo de información socioeconómica de los encuestados, la cual fue utilizada para

³⁷ El reporte hace énfasis en los sesgos en las encuestas de CVM y como se pueden evitar usando preguntas tipo referéndum cerradas y utilizar preguntas abiertas para eliminar las opiniones.

identificar valores extremos (opiniones)³⁸. Es importante mencionar que el diseño del cuestionario recogió muchas de las recomendaciones sugeridas para cuestionarios de Valoración Contingente en otros estudios.³⁹

La estructura del cuestionario fue la misma para cada uno de los usos. Así, antes de proceder a hacer cada pregunta, se proveyó una breve historia del recurso, con el fin de informar al encuestado de qué se trataba la encuesta y una explicación de cada uno de los valores pasivos. Como es sabido, las encuestas realizadas para el Método de Valor Contingente tienen el problema de que algunas respuestas podrían reflejar opiniones-asociadas a valores extremos-en vez de disponibilidad para pagar⁴⁰. Por esta razón, la literatura recomienda utilizar preguntas abiertas para identificar estas respuestas.

En los cuestionarios piloto se probaron dos esquemas de preguntas. En el primero se hicieron preguntas con múltiples respuestas (*Polichotomous Choice*)⁴¹ y preguntas abiertas para separar las respuestas “cero” de las opiniones y los valores extremos. Posteriormente, se probó un segundo cuestionario compuesto de dos preguntas cerradas tipo referéndum donde se le explicó al encuestado el valor que se desea medir y se le pregunta si está dispuesto o no a pagar un monto de su ingreso anual.

³⁸ Es importante diferenciar las opiniones de la disponibilidad a pagar para evitar sesgos en la valoración, que se pueden producir en este tipo de encuestas y como evitarlos, principalmente por los encuestados que utilizan la encuesta para dar una opinión con valores cero o valores irrealmente altos, ver “Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation”

³⁹ Véase: Bunce, L.L. and Gustavson K. R. *Coral Reef Valuation: A Rapid Socioeconomic Assessment Of Fishing, Watersports, and Hotel Operations in the Montego Bay Marine Park, Jamaica and An Analysis Of Reef Management Implications*. World Bank Research Committee Project #RPO 681-05. April 1998.

Cesar, H.S.J. and Chong, K.Ch. *Economic Valuation and Socioeconomics of Coral Reefs: Methodological Issues and Three Case Studies*. World-Fish Center, Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Contr. No. 1721

Chong C.K., Ahmed, M. & Balasubramanian, H. *Economic Valuation of Coral Reefs at the Caribbean: Literature Review and Estimation Using Meta-Analysis*. International Tropical Marine Ecosystem Management Symposium 2. Manila, Philipines 2003.

Whitehead, J.C., Blomquist, G.C., Ready, R.C. and Huang J.Ch. *Construct Validity of Dichotomous and Polychotomous Choice: Contingent Valuation Questions*. July 1996 (Revised February 1997).

⁴⁰ Las personas pueden darle valor al recurso pero opinan que otra persona debe pagar (sesgo estratégico).

⁴¹ *Polichotomous Choice*: son preguntas cerradas que tienen varias respuestas pre-seleccionadas para que el encuestado seleccione una como su respuesta. En *Dichotomous Choice* la pregunta cerrada sólo tiene dos respuestas: Sí o No, estas preguntas se conocen también como preguntas tipo referéndum.

(Arrow, et al. 1993). En este proceso, al encuestado se le recordaba nuevamente lo que se está preguntando, y se procedió a realizar la segunda pregunta, la cual estaba condicionada por su respuesta a la primera.

En el caso de los encuestados que respondieron “Sí” a las dos preguntas, se les hizo una sola pregunta abierta en la que indicaban cuánto estarían dispuestos a pagar de su ingreso anual. Las opiniones en este caso se identifican, ya sea porque el valor propuesto es demasiado alto para el nivel de ingresos de la persona, o porque es muy alto para el resto de la muestra.⁴² En este caso, se considera que el encuestado está expresando una opinión sobre la importancia del recurso.⁴³ En la siguiente ilustración se muestra el esquema de preguntas utilizado.



Las respuestas “cero” fueron separadas entre aquéllos que consideran que el área no tiene ningún valor (un cero verdadero) de aquéllos que consideran que el área sí

⁴² La respuesta excede dos desviaciones estándar por encima de la media de la muestra.

⁴³ Las respuestas extremas fueron de \$1,000, \$2,000 y \$3,000 y provienen de personas que reportan un ingreso anual por debajo de los \$10,000, lo que permite suponer que la persona está expresando una opinión a través de la encuesta. Adicionalmente, estas respuestas se ubican más de dos desviaciones estándar por encima de la media de la muestra.

tiene valor, pero que no están dispuestos a pagar.⁴⁴ Estas últimas respuestas fueron eliminadas por considerarlas opiniones.

Esta técnica antes descrita, que incluye el método de preguntas sucesivas acompañado de preguntas abiertas para las observaciones extremas, permite revelar con precisión la disponibilidad a pagar. La misma reduce aún más los sesgos que se pueden producir en las encuestas de CVM, en comparación a la ejecución de una sola pregunta.⁴⁵

Por otro lado, también se controló el efecto “anclaje”. Éste se produce cuando el valor presentado en la primera pregunta influye la respuesta del encuestado al presentarse un nuevo valor en la segunda pregunta. Para evitarlo, se le pidió al encuestado que reevaluara su disposición a pagar, replanteándole la importancia del recurso y lo que representa el valor buscado.

Para evitar el posible sesgo que se generaría con los datos utilizados directamente, se procedió a estimar los promedios regionalmente, extrapolarlos a la región y luego agregar (ver más abajo).

Muestra

La encuesta a la población general se realizó con una muestra estratificada por regiones y con un número suficiente de encuestas como para eliminar las opiniones, que son frecuentes en este tipo de encuestas.

⁴⁴ Al encuestado que responde no a las dos preguntas se le pregunta cuánto estaría dispuesto a pagar de su ingreso. Si su respuesta es “cero” se le pregunta si considera que el arrecife no tiene ningún valor o si alguien más debe pagar por él. En este último caso, se le pregunta quién debería hacerse cargo y se le dan varias opciones, ej. Gobierno, empresas o usuarios, etc.

⁴⁵ Los sesgos en las encuestas se pueden dar por que las personas utilizan la encuesta para dar una opinión, ya sea que piensan que alguien más debe pagar por proteger el recurso o expresan un valor irrealmente alto.

Encuesta Valores Pasivos	
Región	Número de Encuestas
Aguadilla	43
Arecibo	71
Guayama	36
Humacao	399
Mayagüez	51
Ponce	72
San Juan	227
Total	899

Fuente: Encuesta ETI

El ámbito geográfico de la encuesta llevada a cabo como parte del Método de Valor Contingente, cubrió todo Puerto Rico, incluyendo Vieques y Culebra. Para la distribución de la muestra se utilizaron las regiones del DRNA, las cuales se muestran en el mapa siguiente.



El tamaño de la muestra fue de 899 encuestas, con un error de muestreo máximo de $\pm 3.3\%$. Las encuestas fueron distribuidas de la manera siguiente: 500 fueron distribuidas proporcionalmente en seis regiones, excepto en la región de Humacao, que es donde se encuentra el área de estudio. Para esta región la muestra fue de 400 encuestas. Este tamaño de la sub-muestra para la región Este se diseñó de manera que fuese lo suficientemente grande como para poder obtener resultados de forma

independiente, con un error máximo de muestreo inferior al 5% (en este caso sería de $\pm 4.4\%$).

La encuesta se llevó a cabo a las personas de 18 años o más que residen en hogares en Puerto Rico con teléfono residencial activo. La información sobre el número de personas adultas en Puerto Rico se obtuvo del Censo de Población de 2000. Mientras que la selección de los números de teléfono a llamar en cada región se obtuvo mediante una selección aleatoria conocida como “Random Digit Dialing”, según el cual, los números de teléfono a los cuales se realizaron las llamadas se obtuvieron de forma aleatoria a partir del procedimiento basado en el método Mitofsky-Waksberg.

Para evitar el posible sesgo que pudiese suponer el que la región de Humacao estuviese sobre-representada en la muestra, se aplicó un factor de ponderación, según el cual a cada región se le asignó un peso de acuerdo al número de personas de 18 años o más que residen en la misma. La información fue recopilada por el equipo de encuestadores de Estudios Técnicos, Inc. utilizando un sistema asistido por computadora (*Computer Assisted Telephone Interviewing*).

Una de las recomendaciones que surgió de la prueba piloto fue que se preparase una guía con definiciones y ejemplos de lo que son los valores pasivos.⁴⁶ En respuesta, se preparó como material complementario un “libreto” o guía que fue utilizado por los encuestadores al momento de efectuar la encuesta (Véase Anejo 4).

Resultados

Los datos obtenidos de las respuestas al cuestionario se agruparon en cuatro grupos de acuerdo a las respuestas:

1. **Los que contestaron “sí” a las dos preguntas.** Este grupo contestó con una cantidad específica que estarían dispuestos a ceder de su ingreso. Los valores

⁴⁶ Véase Segundo Informe, con fecha del 13 de junio de 2007, para más información sobre la Prueba Piloto.

extremos (opiniones) se removieron utilizando los datos de ingresos de los encuestados y la desviación estándar de la muestra.⁴⁷

2. **Los encuestados que contestaron “no” a las dos preguntas.** Respondieron con una cantidad de su ingreso anual o cero. Si la respuesta es cero, entonces se usan las respuestas a la pregunta abierta para separar las opiniones de los ceros verdaderos.
3. **Los encuestados que respondieron “sí” a la primera pregunta y “no” a la segunda.** Se considera que su disponibilidad a pagar se encuentra entre el valor inicial y el valor alto de la segunda pregunta.
4. **Los encuestados que respondieron “no” a la primera pregunta y “sí” a la segunda pregunta.** Se considera que su disponibilidad a pagar está revelada y se encuentra entre el primer valor y el valor más bajo de la segunda pregunta.

Para los grupos intermedios se tomó el valor medio entre los dos valores como el promedio del grupo. De esta forma se estimó un valor anual para cada una de las observaciones que reflejaron valores reales (no opiniones). Luego, se estimó el promedio simple de la valoración de los encuestados según la región de residencia. De esta forma, para cada una de las siete regiones en las que se dividió a Puerto Rico se estimaron promedios simples mediante:

$$\bar{X}_{\text{región } j} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (1)$$

para $j = 1, 2, \dots, 7$. Cada uno de los siete promedios fue extrapolado al universo correspondiente a cada región multiplicando el promedio por el número de personas en la región:

⁴⁷ Se utiliza como medida de exclusión dos desviaciones estándar sobre la media.

$$V_{\text{región } j} = \bar{X}_{\text{región } j} * \text{No. Personas}_{\text{región } j} \quad (2)$$

para $j: 1, 2, \dots, 7$. Finalmente, el valor agregado de Puerto Rico para cada tipo de valor es la suma de los valores regionales:

$$V_{\text{PR}} = \sum_{1 \leq j \leq 7} V_{\text{región } j}$$

En la tabla siguiente se presentan los promedios por regiones con los datos del promedio simple, número de encuestados después de eliminar las opiniones y la desviación estándar de cada región.⁴⁸

Valor del Ecosistema							
Valor Existencial				Valor Futuro			
Región donde vive	Promedio	N	Desviación estándar	Región donde vive	Promedio	N	Desviación estándar
Aguadilla	104.55	47	94.33	Aguadilla	69.41	48	99.75
Arecibo	88.53	87	69.75	Arecibo	57.49	84	37.82
Guayama	107.88	49	72.59	Guayama	70.57	52	68.02
Humacao	113.70	112	76.60	Humacao	77.68	114	86.86
Mayagüez	94.86	55	83.62	Mayagüez	47.79	58	31.47
Ponce	110.24	77	96.37	Ponce	65.10	79	51.36
San Juan	106.58	283	77.10	San Juan	67.17	279	68.39
Total	104.93	709	79.97	Total	66.31	714	67.87
Valor Heredable				Valor Bio-Diversidad			
Región donde vive	Promedio	N	Desviación estándar	Región donde vive	Promedio	N	Desviación estándar
Aguadilla	79.74	51	94.62	Aguadilla	80.33	50	123.66
Arecibo	60.13	84	40.18	Arecibo	55.20	85	37.47
Guayama	70.00	50	50.13	Guayama	68.09	50	76.89
Humacao	77.44	113	73.01	Humacao	71.58	114	79.17
Mayagüez	59.59	57	43.61	Mayagüez	50.49	57	34.23
Ponce	70.78	77	53.71	Ponce	65.57	80	49.23
San Juan	75.94	274	68.36	San Juan	66.47	279	68.78
Total	72.29	706	64.56	Total	65.65	715	69.75

La diferencia entre el total encuestado (899) y el total reportado son las opiniones que se encontraron en cada valor pasivo. En la tabla siguiente se presenta la población de 18 años o más por regiones en el año 2006.

⁴⁸ La dispersión observada en la muestra es debido a la dispersión en los ingresos de los encuestados.

Población de Puerto Rico		
Región	Municipios	Población 18 años o más
Aguadilla	7	210,771
Arecibo	11	328,196
Guayama	7	172,446
Humacao	16	462,186
Mayagüez	10	251,740
Ponce	11	353,672
San Juan	16	1,130,106
Total	78	2,909,117

Fuente: Estimado oficial de la población de Puerto Rico de 18 años o más para el 2006, de acuerdo a la Oficina del Censo de E.E.U.U.

Utilizando la ecuación (2) y los valores de población por región se expanden los valores para obtener los valores pasivos por regiones.

Valor del Ecosistema					
Región donde vive	Valor Existencial	Valor Futuro	Valor Heredable	Valor Bio-Diversidad	Total Valores Pasivos
Aguadilla	\$22,035,768	\$14,628,825	\$16,805,888	\$16,931,937	\$70,402,417
Arecibo	\$29,053,983	\$18,868,286	\$19,733,530	\$18,115,247	\$85,771,047
Guayama	\$18,603,265	\$12,169,761	\$12,071,220	\$11,741,544	\$54,585,790
Humacao	\$52,551,437	\$35,901,742	\$35,791,625	\$33,083,245	\$157,328,049
Mayagüez	\$23,880,336	\$12,030,522	\$15,002,343	\$12,709,468	\$63,622,670
Ponce	\$38,987,137	\$23,022,687	\$25,034,430	\$23,188,872	\$110,233,125
San Juan	\$120,443,918	\$75,913,642	\$85,819,376	\$75,115,198	\$357,292,133
Total	\$305,555,844	\$192,535,465	\$210,258,412	\$190,885,510	\$899,235,231

Finalmente los valores pasivos totales se presentan en la tabla a continuación. En ésta se observa que la población concede un valor mayor a la existencia del ecosistema, mientras que los otros tres valores tienen un valor muy similar.

Ecosistema	
Valores pasivos	
Valor existencial	\$305,555,844
Valor futuro	\$192,535,465
Valor heredable	\$210,258,412
Valor biodiversidad	\$190,885,562
Total valores pasivos	\$899,235,283

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los arrecifes de coral y ambientes asociados del Este de Puerto Rico: Fajardo, Arrecifes La Cordillera, Vieques y Culebra, aportan significativamente a la economía del País, en particular, en las áreas del turismo y la recreación. De acuerdo con las estimaciones realizadas, se obtuvo un valor de **\$1,852,568,080** para los recursos naturales bajo estudio. Del ejercicio de valoración, además, se desprenden los siguientes hallazgos:

- Los valores turísticos y recreativos constituyen el 51% del valor económico total.
- Los valores pasivos representan el 49% del valor total del área bajo estudio.
- Dentro de éstos, el valor existencial fue el más alto, constituyendo el 16.5% del total.
- El combinado de los valores de uso representa el 52% del valor total.
- Las actividades náuticas constituyen el 32% del valor económico total de los recursos valorados.

VALOR ECONÓMICO TOTAL AL AÑO 2007		
Valores estimados		Valor anual
Bienes	Valor pesca artesanal	\$407,415
Servicios	Valor turístico y recreativo	\$942,027,166
	Valor de protección	\$9,969,258
	Valor de educación e investigación	\$928,758
Valores pasivos	Valor existencial	\$305,555,937
	Valor futuro	\$192,535,517
	Valor heredable	\$210,258,467
	Valor biodiversidad	\$190,885,562
VALOR ECONÓMICO TOTAL		\$1,852,568,080

Es importante señalar que el total obtenido, es un mínimo de lo que puede valer el recurso a futuro, ya que éste puede incrementar su valor en la medida que aparezcan

nuevos usos, que se descubran nuevos medicamentos o aplicaciones medicinales, o que cambie la demanda para los usos identificados, entre otros factores.

De igual manera, a través de las tareas llevadas a cabo como parte de esta investigación, particularmente de la revisión de literatura y del trabajo de campo, se identificaron los siguientes asuntos:

- los recursos valorados en el Este del País se encuentran en deterioro continuo, principalmente por las prácticas inadecuadas en el uso del territorio, que tienen el efecto de aumentar la erosión y la sedimentación, así como por las actividades turísticas y recreativas carentes de controles adecuados;
- se desconoce con certeza la extensión de cada uno de los recursos valorados, su condición y la razón a la cual se están perdiendo o deteriorando;
- la información sobre investigaciones e investigadores de los recursos se encuentra dispersa, lo que dificulta saber con certeza cuáles investigaciones se han hecho y qué información existe sobre los recursos;
- aún hay desconocimiento en la población general sobre qué son los arrecifes de coral, su importancia y la interconexión con los demás recursos marinos y costeros;
- existe desconocimiento en la población sobre lo que constituyen prácticas turísticas y recreativas perjudiciales para los recursos; y
- existe un amplio marco legal y reglamentario para la protección de estos recursos, sin embargo la implantación de los mismos no ha sido adecuada.

Basado en estos hallazgos se identificaron una serie de recomendaciones que se representan en dos temas principales: **Recomendaciones de Manejo** y **Recomendaciones de Financiamiento**.

RECOMENDACIONES DE MANEJO

Evaluar la posibilidad de establecer zonas de veda a la pesca en el área de estudio y establecer una campaña educativa a tales propósitos.

Como se señala en la sección de “Pesca comercial”, las pesquerías en arrecifes de coral han mermado drásticamente durante las décadas pasadas. Aún cuando la reducción en la cantidad reportada en los desembarcos pueda deberse a diversos factores externos al ecosistema, se han documentado signos típicos de sobre-pesca, como la reducción en biomasa y en la captura por unidad de esfuerzo.

Ante este panorama, el establecimiento de zonas de veda permanente a la pesca supone una solución que ha demostrado ser efectiva en otros países e, incluso, en Puerto Rico se han documentado algunos resultados. Las zonas de veda a la pesca pueden ser utilizadas como parte de una serie de medidas para conservar la biodiversidad marina al proteger el recurso de prácticas pesqueras insostenibles.

Las áreas marinas protegidas con prohibiciones a la pesca pueden influir en el rendimiento económico de la actividad pesquera a través de su efecto en el total de capturas, el precio del pescado y los costos de la pesca (Ansuategi, et al. 2006). La veda permite que los peces, moluscos y crustáceos se desarrollen y, una vez en su etapa adulta, emigren a las áreas donde la pesca está permitida. Por lo tanto, los pescadores se benefician ya que la captura y el tamaño de la especies aumentan y, además, aumenta la producción de huevos y larvas.

Esta medida, además, representa un mecanismo para que los pescadores sean parte del manejo de los recursos, como ha ocurrido en la Reserva Natural Canal Luís Peña (RNCLP). En este lugar, la propia Asociación de Pescadores fue uno de los promotores de su protección y de la implantación de la veda a la pesca, con el objetivo de facilitar la recuperación de las comunidades de peces. El cumplimiento de esta medida ha quedado evidenciado en estudios sobre las comunidades de peces,

en los que se ha observado un aumento significativo en factores como la riqueza de especies, la abundancia y la biomasa total de peces, entre otros.⁴⁹

En virtud de la Ley Número 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada, conocida como la “Ley de Pesquerías de Puerto Rico”, el Secretario del DRNA está facultado para establecer vedas de pesca. Estas prohibiciones son decretadas si el Secretario entiende que existe información científica que respalde tal determinación para la protección de la salud pública o para la restauración de una pesquería. Sin embargo, se recomienda que esta medida debiera estar acompañada de una campaña de orientación sobre los beneficios que se obtienen para la pesca y para la conservación de la vida marina en general.

Estudio de caracterización y zonificación del área

Se recomienda que se lleve a cabo un estudio de evaluación, delimitación y análisis de los usos en los habitáculos marinos del área, similar al que se realizó para la Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera por CSA en el año 2005. Dicho estudio incluyó la preparación de mapas en los que fueron identificados los habitáculos béticos del área, sus usos y condición actual. Un estudio similar para las demás áreas, particularmente las que son utilizadas intensamente, permitirá establecer estrategias de manejo adecuadas y certeras para conservar y mantener la integridad de sus recursos.

La zonificación deberá incorporar la demarcación con boyas de las áreas, incluyendo los canales de navegación, las zonas protegidas, las zonas de veda y boyas de amarre, de manera que se informe a los visitantes y que las zonas que presenten daños puedan ser aisladas y preservadas mientras se restaura el ecosistema.

⁴⁹ Véase Hernández-Delgado, E.A. 2004. Análisis del estado de los recursos y de la situación ambiental de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, PR. Informe Técnico sometido a la Autoridad de Conservación y Desarrollo de Culebra, Culebra, PR. 2 de agosto de 2004. 133 pp.

Programas de investigación que incluyan el monitoreo permanente de la extensión y condición de estos recursos y su restauración

Se recomienda establecer un programa continuo de monitoreo de los arrecifes de coral y recursos asociados en el área de estudio. En el proceso de este ejercicio de valoración, se encontró que existe poca información sobre el monitoreo de estos recursos, particularmente sobre la razón de pérdida o recuperación de los mismos. El monitoreo y la restauración de los mismos permitirá la conservación a futuro del ecosistema valorado. Esto es particularmente importante, considerando que el valor futuro y el valor heredable constituyen el 37% del valor total del ecosistema.

Esto, además, requiere de un gran esfuerzo por parte del DRNA, que puede lograrse mediante la combinación de programas educativos y proyectos de investigación sobre la restauración del coral. Es importante que el DRNA se convierta en un promotor de proyectos de investigación y de educación en el área, ya que estos incrementan el conocimiento del público y de la importancia del ecosistema.

Crear un banco de datos con las investigaciones que se han realizado en el área

Durante este estudio se identificó la necesidad de centralizar la información sobre las investigaciones e investigadores que trabajan con estos recursos en el área de estudio, ya que la misma se encuentra dispersa. De esta manera, se asegura que las investigaciones subsiguientes puedan incluir la mejor información científica disponible.

Se recomienda crear un catálogo con las referencias de los estudios e investigadores. El mismo puede estar accesible a través de la página del *Programa de Conservación y Manejo de Arrecifes de Coral*⁵⁰ y/o a través de la página del *Caribbean Coral Reef Institute*.⁵¹

⁵⁰<http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/costasreservasrefugios/coral/programa-de-conservacion-y-manejo-de-arrecifes-de-coral>

⁵¹ [<http://ccri.uprm.edu/>]

Determinar el límite de cambio aceptable de las áreas de mayor sensibilidad

Se ha identificado la necesidad de determinar el límite de cambio aceptable, principalmente para las reservas naturales que se encuentran en el área de estudio. El límite de cambio aceptable utiliza estándares para definir cuánto impacto puede aceptar un área sin que sus recursos naturales se vean comprometidos. Este ejercicio debe considerar el rendimiento sustentable de los recursos de la zona, de manera que se asegure que las actividades no tendrán un impacto detrimental sobre los recursos.

Diversos estudios examinados -incluyendo esta investigación- han evidenciado el uso intensivo al que está sujeta el área de estudio, lo que hace necesario determinar cuántos usuarios pueden llegar al área sin comprometer su salud. Actualmente, la zona es utilizada sin controles o parámetros de manejo establecidos para su disfrute, lo que ha estado deteriorando el ecosistema.

El ejercicio de identificar el límite de cambio aceptable deberá estar acompañado de medidas de mitigación para proteger los recursos, de manera que puedan ser implantados si ocurriese que los límites establecidos fuesen excedidos.

Promover prácticas turísticas sostenibles entre lo usuarios mediante un programa de educación

Se recomienda un programa continuo de información para los visitantes al área de estudio. Durante la ejecución del trabajo de campo para este estudio, se encontró que en la población aún existe desconocimiento de lo que constituyen prácticas recreativas y turísticas dañinas. Por lo tanto, se recomienda que la información educativa incluya normas especiales de conducta que reduzcan al mínimo el daño al ecosistema. Estas normas podrán ser provistas a los visitantes antes de visitar el área, en sus hospederías, en los puertos, marinas, playas, así como en negocios y comercios en la zona.

Vigilancia y supervisión del ecosistema

La vigilancia y el mantenimiento de la zona, requieren de un número suficiente de vigilantes preparados en materias ecológicas, de manera que éstos puedan implantar las directrices del DRNA. Actividades como la pesca ilegal y el anclaje sobre elementos sensitivos como las hierbas marinas, deterioran el recurso paulatinamente y, por consiguiente, el activo que tiene Puerto Rico para la actividad turística y la economía.

El manejo de estos recursos requerirá, además, dotar a los vigilantes y manejadores con equipos que permitan movilizar al personal y realizar la vigilancia adecuada, para que las normas puedan ser implementadas efectivamente.

Aumentar significativamente las multas para violaciones a las leyes ambientales

Este es uno de los mecanismos más probados y efectivos en la política pública en general. El gran desafío, sin embargo, reside en hacer cumplir los reglamentos (vigilancia, multa y cobro). El cumplimiento del mismo está, en gran parte, condicionado por la disponibilidad de fondos para la vigilancia y coordinación con otras agencias públicas para establecer un mecanismo efectivo para el cobro de la multa.

Aumentar las penalidades es importante por su efectividad disuasiva. Como se mencionó previamente, en Puerto Rico existe un amplio marco legal y reglamentario para proteger los arrecifes de coral y los recursos asociados. A pesar de esto, las prácticas documentadas y el deterioro de los recursos sugieren que su implantación no ha sido efectiva. A la luz de la importancia que tienen estos recursos para los puertorriqueños, se recomienda evaluar las penalidades, de manera que sean lo suficientemente altas como para causar daño económico severo a los infractores y sirvan como disuasivo para cambiar el comportamiento de quienes, aún conociendo, dañan estos ecosistemas.

RECOMENDACIONES DE FINANCIAMIENTO

La administración de los recursos asociados a los corales del Este de Puerto Rico y en especial la implantación de las leyes y reglamentos requiere, inevitablemente, la existencia de algún mecanismo recurrente de financiamiento. Es decir, es necesario establecer un mecanismo que permita financiar la administración y preservación del ecosistema que no dependa de los recursos con los que cuenta en la actualidad el DRNA. Más aún, dicho mecanismo puede establecerse de manera que el mismo se transforme en un instrumento que provea transparencia a la administración y preservación del recurso. A continuación se presentan dos recomendaciones que proveen mecanismos para financiar la administración de las áreas naturales protegidas dentro del área de estudio.

Implementar un impuesto ambiental para financiar un pequeño fondo para el mantenimiento de los recursos naturales del Este de Puerto Rico.

La alternativa más simple y auto-financiable, es grabar el uso de los recursos naturales en cuestión. De implementarse, el impuesto debería ser proporcional al excedente del consumidor por persona. Es decir, el impuesto a grabarse para el financiamiento de la administración y preservación de los recursos naturales, en teoría, se grabaría sobre el excedente del consumidor y el consumidor lo pagaría al momento de obtener permisos o acceder a los recursos, entre otras posibilidades. Para determinar el mecanismo formal de cómo y cuándo se efectuaría el pago es necesario llevar a cabo un examen detallado.

Por ejemplo, **y a estricto modo ilustrativo**, si el DRNA determinase que necesita \$15 millones anualmente para financiar la protección de los recursos del área, podría utilizar el excedente del consumidor para determinar un gravamen de la siguiente manera:

(1) Utilizar el promedio de los excedentes del consumidor, \$375 a base de los cuatro usos (\$47 dólares sin el uso de botes), y grabar, por ejemplo, el 8% del promedio del

excedente del consumidor generando así \$30.2 por persona para todos los usos (\$3.80 por persona excluyendo el uso de botes).

(2) Como las personas mayores de 18 años en Puerto Rico, en el 2006, fueron 2,909,117, de los cuales se estimó que 506,186 eran usuarios, entonces, en teoría, el gravamen del 8% del promedio del excedente del consumidor podría generar lo siguiente:

Recaudos estimados a base del gravamen del 8% sobre el promedio del excedente del consumidor de los usos en el área de estudio		
	Promedio del excedente del consumidor	
	Con uso de botes	Sin uso de botes
Usuarios solamente	\$15,193,184	\$1,917,839
Todos los mayores de 18 años	\$87,317,147	\$11,022,062

(3) De esto se desprende que, en teoría, el 8% del promedio del excedente del consumidor, pagado únicamente por los usuarios de los recursos bajo estudio, bastaría para financiar el fondo para la preservación de los corales. Por otro lado, como proporción del consumo total de Puerto Rico (\$49,579.4 millones en 2006)⁵² las cantidades expuestas anteriormente son mínimas. Esto representaría el gravamen necesario al consumo general para generar los recursos necesarios:

Impuesto al consumo general para generar los recaudos necesarios para financiar el fondo para la conservación del área bajo estudio		
	Promedio del excedente del consumidor	
	Con uso de botes	Sin uso de botes
Usuarios solamente	0.03%	0.00%
Todos los mayores de 18 años	0.18%	0.02%

En la práctica, el costo de implementar un gravamen al consumo de los usos en el área de estudio podría ser alto. Por esta razón, sería más fácil y más directo

⁵² Informe Económico al Gobernador, 2006.

implementar un impuesto al consumo general del 0.03%, lo cual debería general alrededor de \$15.2 millones, que, bajo los supuestos de este ejercicio, sería suficiente para financiar el fondo. En la práctica, la implementación de un impuesto de este tipo requeriría, primero, saber exactamente cuánto es el monto anual necesario para financiar el fondo y, luego, determinar el gravamen exacto.

Incorporar a los turistas y usuarios en la protección y manejo del área

La mayoría de los usuarios del área de estudio practican actividades recreativas y turísticas. Por lo tanto, es recomendable buscar maneras para incorporar estos usuarios en el manejo y protección de las áreas marinas protegidas.

Por ejemplo, en Bonaire, se buscó el apoyo del turismo para el financiamiento del manejo de un parque marino, mediante la implantación de un cargo de admisión para bucear en el mismo.⁵³ En este lugar, los buzos pagan un cargo de admisión en la tienda de buceo, dinero que es transferido al parque para cubrir los salarios, las actividades de investigación y monitoreo, educación a la comunidad, mantenimiento de las boyas de anclaje, equipo y vigilancia. Este parque es una de las muy pocas áreas marinas protegidas en el mundo que son completamente autosuficientes en su financiamiento, debido al aporte del turismo.

Además, se aprovecha la oportunidad para incorporar un componente educativo, ya que los buzos reciben orientación especial y educación sobre los códigos de conducta esperados en el parque antes de ir al agua. Dicha orientación ha sido bien recibida por los turistas, por entender que forma parte del programa de protección mediante el cargo que han pagado.

⁵³ Estudio de caso tomado del Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano. “El Parque Marino de Bonaire, Antillas Holandesas”. Según K. De Meyer, en *Tourism Focus* Núm. 9, 1997.

BIBLIOGRAFÍA

- Ansuategi, A. & Escapa, M. (2006). "Las áreas marinas protegidas como instrumento de política ambiental". Cuaderno Económico de Información Comercial Española. N.º 71: Recuperado de la red cibernética: [<http://www.revistasice.com/RevistasICE/CICE/>].
- Arrow, K., et al. (1993). "Report of the NOAA Panel on Contingency Valuation". Federal Register 58 1993. pp 4601-4614.
- Beller, W., Casellas, M.A., Cerame Vivas, M.J., Duffy, L., Elkoury, J., Ferrer, M.A., Gelabert, P.A., González Liboy, J.A., Hernández Ávila, M., Maldonado, N., Matos, C.A., Mignucci, A., Pantojas García, E., Rigau, J.A., Tacher Roffe, M. y Zalacaín, F. (1999). Puerto Rico y el Mar-1999: Programa de acción para asuntos marinos. Informe al Gobernador. San Juan, Puerto Rico.
- Burke, L. & Maidens, J. (2004). "Reefs at Risk in the Caribbean." World Resources Institute. Washington, DC. Recuperado de: [http://pdf.wri.org/reefs_caribbean_full.pdf].
- Causey, B., Delaney, J., Díaz, E., Dodge, D., García, J. et. al. (2002). Status of Coral Reefs in the US Caribbean and Gulf of Mexico: Florida, Texas, Puerto Rico, U.S. Virgin Islands and Navassa.
- Cesar, H. et al. (nd). "Economic Valuation and Socioeconomics of Coral Reefs: Methodological Issues and Three Case Studies" WorldFish Center, Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Contr. No. 1721
- Cesar, H. (2000). "Coral Reefs: Their Functions, Threats and Economic Value." Collected Essays on the Economics of Coral Reefs. CORDIO, Department for Biology and Environmental Sciences, Kalmar University, Sweden, 2000. pp 14-39.
- Cesar, H. (2002). "Economic Valuation of Coral Reefs of Hawaii." Final Report. CEEC.
- Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral (2007). Plan de Manejo de la Reserva Natural Canal de Luis Peña. Borrador, marzo 2007.
- Chong Jo, "Protective Values of Mangroves and Coral Ecosystems: A Review of Methods and Evidence". IUCN, The World Conservation Unit. Jan 7 2005.
- Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico. Directorio de Artesanos.
- Compañía de Turismo de Puerto Rico. (2006). Selected Statistics of the Tourism Activity in Puerto Rico.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., & Sutton, P. (1997). "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital". Nature, 387: 253-260.
- CSA Group. (2005). Evaluación, delimitación y análisis de los usos en las habitáculos marinos dentro de la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2001). Guía práctica de leyes, reglamentos y órdenes administrativas relacionadas con los corales y ambientes asociados.

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2005). Plan de Manejo para la Reserva Natural Arrecifes La Cordillera. Borrador.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2007, 5 de octubre). “Lista de permisos de mercadeo de peces de acuario”.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales & Administración Nacional Orceánica y Atmosférica (2004, borrador). Programa de Manejo para la Zona Costanera de Puerto Rico.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004). Reglamento para regir la extracción, excavación, remoción y dragado de los componentes de la corteza terrestre. Reglamento 6916.
- Díaz, E. y Dragoni, A. (2000). Cálculos no oficiales basados en datos del Borrador del Inventario Nacional de Humedales y cómputos propios de áreas naturales protegidas. (PMZC, T 1.2).
- Edwards, A., Gomez, E. (2007). “Reef Restoration, Concepts & Guidelines: Making sensible management choices in the face of uncertainty.” [www.geocoral.org].
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (2007). “Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para Ordenar a la Junta de Planificación de Puerto Rico a Establecer la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste y Ordenar al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales Adquirir los Terrenos en ella Comprendidos, y para Otros Fines y Propósitos Relacionados.” San Juan, PR: Boletín Administrativo Núm. OE-2007-37.
- Estudios Técnicos, Inc. (2004). Plan Maestro para el Desarrollo Sustentable de Vieques y Culebra. Primer Informe: Análisis de Situación.
- Fonseca, M. et al. (1996). “Guidelines for the Conservation and Restoration of Seagrasses in the United States and Adjacent Waters”. NOAA’s Costal Ocean Program, Decision Analysis Series No. 12.
- García, J., Appeldoorn, R., Bruckner, A., Caldwell, C., Christensen, J., Lilyestrom, C., Monaco, M., Sabater, J., Williams, E. & Diaz, E. (2004). Status of the Coral Reef Ecosystems of the Territory of Puerto Rico.
- García, J., Appeldoorn, R., Bruckner, A., Caldwell, C., Christensen, J., Lilyestrom, C., Monaco, M., Sabater, J., Williams, E. & Diaz, E. (2005). “The State of Coral Reef Ecosystems of the Commonwealth of Puerto Rico”. pp. 91-124. 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.
- Hernández, E. (2002). Long-term Coral Reef Ecological Change Monitoring Program of the Luis Peña Channel Marine Fishery Reserve, Culebra Island, Puerto Rico: I. Status of the coral reef epibenthic communities (1997-2002).
- Hernández, E. et al. (2002). Status of the shallow-water sea grass communities and conch populations within the Luis Peña Channel Marine Fishery Reserve, Culebra Island Puerto Rico. Tech Report Submitted to the Caribbean Fishery management Council NOAA. San Juan P.R. 54pp. +App.

- Hernández, E. (2003a). Coral Reef Ecological Change Long-Term Monitoring Program of the Luis Peña Channel No-Take Natural Reserve, Culebra Island, Puerto Rico: I. Status of the coral reef ephibenthic communities (1997-2003).
- Hernández, E., Lucking M.A. & González, R.L. (2003b). Ecological impacts of private pier structure and operation on seagrass communities in Fulladosa Cove Culebra, Puerto Rico.
- Hernández, E. & Rosado, B. (2003c). Suplemento Técnico al Plan de Manejo para la Reserva Natural Canal Luis Peña, Culebra, Puerto Rico.
- Hernández-Delgado, E.A. 2004. Análisis del estado de los recursos y de la situación ambiental de la Reserva Natural del Canal Luis Peña, Culebra, P.R. Informe Técnico sometido a la Autoridad de Conservación y Desarrollo de Culebra, Culebra, PR. 2 de agosto de 2004. 133 pp.
- Kendall, M.S., M.E. Monaco, K.R. Buja, J.D. Christensen, C.R. Kruer, & M. Finkbeiner, R.A. Warner. (2001). Methods Used to Map the Benthic Habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. [<http://bioge.noa.gov/projects/mapping/caribbean/startup.htm>].
- LeGore Environmental Associates, Inc. (2006). "Puerto Rico Marine Ornamental Fishery Evaluation. Phase II: Wild Population Assessments."
- Lyliestrom, C. (2007). "Estadísticas de Pesca en Puerto Rico." Programa de Manejo de la Zona Costanera: Los primeros 25 años. p.30-31.
- Matos, C., Díaz E. & García J. (2000). "Puerto Rico's Coral Reefs- Status and Trends Report-2000" A report to the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA ed.). San Juan, Puerto Rico: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Matos, D. et al. (2002). "Comprehensive Census of the Marine Comercial Fishery of Puerto Rico 2002. PRDNER, Fishery Research Laboratory.
- Matos, D. (2005). "Overview of Puerto Rico's Small Scale Fisheries Statistics 2002-2004. Puerto Rico DNER Fisheries Research Laboratory.
- Matos, D. (2007). Puerto Rico/NMFS Interjurisdictional Fisheries Program, July 1, 2004- June 30, 2007 NA04NMF4340063. September 2007.
- Mote Environmental Services, Inc. (2002). "A Description of the Export Fishery for Marine Ornamental Fish and Invertebrates in Puerto Rico".
- National Marine Fisheries Service, Fisheries Statistics Division. (2006). Recreational Fishery Catch and Effort Statistics. Retrieved online from: [<http://www.st.nmfs.noaa.gov/st1/recreational/queries/index.html>].
- Pham Khanh Nam and Tran Vo Hung Son. "Recreational Value of the Coral Surrounding the Hon Mun Islands in Vietnam: A travel Cost and Contingent Valuation Study". WorldFish Center. Economic Valuation and Policy Priorities for Sustainable Management of Coral Reefs. Pg 84-103
- Programa de Educación en Recursos Acuáticos. Boletín Oficial del Programa de Educación en Recursos Acuáticos (PERA). Edición Nov.-Feb. Vol. IX Número II.

Programa de Arrecifes de Coral. (2007). Las praderas de hierbas marinas en la Reserva Natural de los Arrecifes de la Cordillera, Fajardo. (Folleto educativo).

Puerto Rico Coral Reef Initiative 1999-2004.

Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano. (2003). "Principios de Manejo para las áreas marinas protegidas". Manual.

Reef Ball Foundation: Recuperado en línea: [<http://www.reefball.org/>].

Rodríguez, R. (1996). Sand and Gravel Resources of Puerto Rico. USGS Fact Sheet. Recuperado de: [<http://marine.usgs.gov/fact-sheets/prgravel/>].

United States Census Bureau. Census 2000.

United States Fish and Wildlife Service. (2006). Borrador del Plan Abarcador de Conservación y Declaración de Impacto Ambiental para el Refugio Nacional de Vida Silvestre de Vieques.

Vicente, V. "Litoral Ecological Stability and Economic Development". Science-Ciencia. Vol. 16. Num. 2 pp 279-280.

PERSONAS Y GRUPOS CONSULTADOS

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

- Dr. Craig Lilyestrom, Director, División de Recursos Marinos
- Ernesto L. Díaz Velázquez, Administrador
- Héctor Horta, Oficial de Manejo, Reserva Natural Arrecifes La Cordillera y Canal Luis Peña
- Daniel Matos, Laboratorio de Investigaciones Pesqueras
- Sr. Julio Toro, Director de la División de Corteza Terrestre del DRNA
- Aileen T. Velázco Domínguez, Programa de Arrecifes de Coral

Otros catedráticos, consultores e investigadores consultados

- Dra. Graciela Moliner, *Caribbean Fishery Management Council*
- Dr. Vance Vicente, Consultor, Vicente & Asociados
- Dra. Árida Ortiz, Consultora, Consultores Educativos Ambientales
- Dr. Oscar Díaz, pasado Oficial de Manejo del Refugio de Vida Silvestre de Vieques
- Dr. Antonio L. Ortiz, Catedrático Asociado, UPR-Aguadilla, Presidente de Reefscaping, Inc.
- Dra. Ilsa Sanders, Universidad de Puerto Rico, Aguadilla
- Dr. Edwin Hernández, Grupo de Investigación en Arrecifes de Coral
- Dr. Ernesto Otero, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez

- Dr. Jorge García Saíz, Departamento de Ciencias Marinas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez
- Dra. Lisamarie Carrubba, NOAA, National Marine Fisheries Service, Boquerón, Cabo Rojo
- Dr. Manuel Valdez Pizzini, Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral
- Dr. Miguel Sastre, Universidad de Puerto Rico, Humacao
- Samuel Suleiman, Sociedad Ambiente Marino

ANEJOS

ANEJO 1. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

ANEJO 2. MÓDULO PARA EL ADIESTRAMIENTO DE
LOS ENCUESTADORES

ANEJO 3. FICHAS PARA LA ENCUESTA DEL
MÉTODO DE COSTO DE VIAJE

ANEJO 4. GUÍA PARA LA ENCUESTA DE LOS
VALORES PASIVOS

ANEJO 5. PLAN DE DIVULGACIÓN DEL ESTUDIO