

CONDICIÓN ACTUAL

IMPORTANCIA Y DATOS GENERALES SOBRE EL RECURSO, PARÁMETROS E INDICADORES UTILIZADOS Y CRITERIOS PARA ESTABLECERLOS

Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional. Las funciones de un ecosistema son las siguientes:

- ♦ **Función de regulación:** Es la capacidad natural y semi-natural de los ecosistemas para regular el proceso ecológico y el sistema de soporte de vida, proveyendo y manteniendo un medio ambiente sano, y atmósfera, agua y suelo limpios.
- ♦ **Función de sostén:** Es la capacidad natural y semi-natural de los ecosistemas para proporcionar espacio y sustrato a las actividades humanas.
- ♦ **Función de producción:** Esta función se relaciona con los recursos suministrados por la naturaleza, tanto materias primas para usos industriales como alimento o recursos energéticos.
- ♦ **Función de formación:** Esta función está relacionada con la capacidad que los ecosistemas naturales tienen para contribuir a mantener la salud mental y emocional, proveyendo oportunidades recreacionales, actividad deportiva o de relajación, entre otras.

La importancia de los ecosistemas hace necesario un manejo estratégico integrado del suelo, agua y recursos vivos, promoviendo así la conservación y uso sostenible de forma equitativa. La aplicación de metodologías científicas apropiadas, enfocadas en el ámbito de organización biológica, comprende la estructura esencial, procesos, funciones e interacciones entre los organismos y su ambiente, reconociendo a los humanos, con su diversidad cultural, como componente integral de muchos ecosistemas.

CONDICIÓN ACTUAL DE LOS ECOSISTEMAS

El desarrollo económico de Puerto Rico en gran medida ha dependido de la industria de construcción, lo que ha resultado en la pérdida de hábitat necesario

para la supervivencia de muchas especies de la vida silvestre y, como consecuencia, una amenaza sobre la biodiversidad del País. Debido al crecimiento de la población humana y a la modificación de nuestros hábitos, las condiciones de vida para todas las plantas y los animales (incluidos nosotros mismos) se han alterado drásticamente. La flora y la fauna representan los componentes vivos o *bióticos* de la naturaleza, los cuales, unidos a los componentes no vivos o *abióticos*, como el suelo, el agua, el aire, etc., conforman el medio natural. Entre la flora y la fauna existe una dependencia muy estrecha, basada en leyes naturales que rigen la estructura y funciones de las asociaciones de seres vivos. Por esta razón, se debe estudiar las relaciones y las leyes que determinan este equilibrio, y convertirnos en su máximo protector, ya que, en sentido general, todo lo que sufre el medio natural repercute, de uno u otro modo, sobre nosotros mismos.

Este desarrollo, a veces poco planificado, obliga al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a tomar acciones necesarias para la conservación de los recursos naturales con miras a lograr su conservación y recuperación.

Recursos Forestales:

Los bosques son un recurso único, ya que restauran y mantienen el balance ecológico del ambiente. Son un conjunto de recursos naturales, suelo, agua, vegetación y vida silvestre, que forman un sistema natural de gran valor ecológico, económico y estético. Los bosques conservan el suelo, agua, flora y fauna, proveen servicios ambientales, recursos madereros, productos no madereros y proveen oportunidad para recreación, relajamiento, inspiración y empleo. El DRNA es la agencia responsable de aplicar una política pública de conservación y uso sustentable de los recursos forestales de Puerto Rico en terrenos públicos y privados. Esta función la lleva a cabo el Negociado de Servicio Forestal, componente programático y operacional del DRNA, encargado de implantar los estatutos de materia forestal.

En el Capítulo 3 se menciona que los terrenos forestales se dividen entre bosques públicos y bosques privados. Para el 2003 existen 20 bosques públicos designados y 79 bosques están designados como Bosques Auxiliares.

A continuación se presenta la importancia y condición de los diferentes tipos de bosques de acuerdo con su clasificación y las presiones, ya sean naturales o inducidas por el hombre, a la que se enfrentan:

1. Bosque Seco Subtropical:

Es la zona más seca, con una precipitación que va de 600 a 1000 mm anuales. La altura de este bosque es limitada por la condición climática y su composición incluye desde cactus hasta vegetación siempre verde. Esta zona de vida tiene una alta diversidad de aves. La diversidad y cantidad de la avifauna también están asociadas a una alta diversidad de insectos. El

Bosque Estatal de Guánica ha sido identificado por Ewel y Whitmore como posiblemente el mejor ejemplo de la composición de vegetación natural de un bosque seco subtropical en todo el mundo y la mayor parte de este sistema se encuentra bajo el sistema de bosques estatales administrados por el DRNA. El Bosque Estatal de Guánica está localizado en la costa suroeste de Puerto Rico, a poca distancia del pueblo de Guánica, entre los pueblos de Guayanilla, Peñuelas, Ponce y Yauco (en los municipios de Peñuelas y Ponce se encuentran solamente algunos islotes). Está localizado en la zona más seca y árida de la Isla. Es un bosque xerofítico (seco), con una precipitación anual de 30 pulgadas (762 mm). Esta zona es la más seca y de mayor radiación solar en Puerto Rico. Se han registrado temperaturas muy altas que fluctúan entre 80°F en las áreas de sombra y 100°F en áreas más expuestas.



Fotografía 1: La topografía de esta área natural puede ser caracterizada como ondulante, observándose que la parte oeste es más llana que la parte este. También se puede encontrar diferencia en el nivel del terreno, que va desde acantilados de gran altura a terrenos empinados y rocosos como los que bordean la Bahía de Guánica. Esta separa en dos segmentos las 9,878 cuerdas que constituyen este ecosistema. (Fuente: DRNA)

Entre las presiones a que se enfrenta este recurso, por su condición natural de bosque seco, es la susceptibilidad a incendios, ya que los incendios pueden ocurrir en terrenos públicos o privados o extenderse entre éstos. Los cortes de vegetación y disturbios en esta zona son una gran presión debido a que la vegetación se encuentra usualmente bajo tensión por las condiciones climáticas, lo que dificulta el crecimiento y las estrategias de reforestación en esta zona. Por ser terrenos costeros, existe especulación y presiones de construcción sobre muchas áreas privadas. Un ejemplo de esto es que por la falta de agua en esta zona, la construcción de viviendas o estructuras que utilicen agua de los acuíferos subterráneos afectarían la disponibilidad de la misma en el suelo.

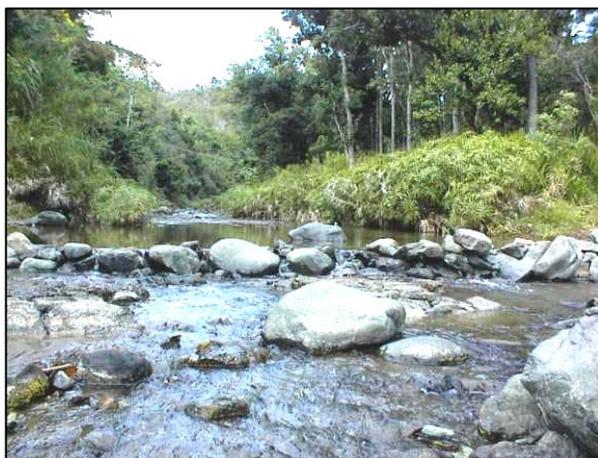
2. Bosque Húmedo Subtropical:

Esta es la zona de vida con más área sobre toda la Isla. La precipitación promedio de la zona está entre 1,000 ó 1,100 mm hasta 2,000 ó 2,200 mm. La diferencia de suelos que predomina en la Isla establece una diferencia en la capacidad de retención de agua en diferentes área de Puerto Rico que están bajo esta clasificación. La mayoría de las áreas bajo esta zona de

vida sufrió deforestación o fueron degradadas por el intenso uso agrícola debido a que los suelos tienen una buena capacidad para esos fines. Con la excepción de los suelos ricos en serpentina o derivados de caliza, la mayoría de los restantes suelos en esta zona de vida cuentan con una cubierta no forestal o un bosque secundario, si están en terrenos privados. Todos los bosques públicos de la zona de la caliza del norte tienen terrenos bajo esta zona de vida, lo cual los hace remanentes importantes de la vegetación típica, así como importantes centros de biodiversidad para la Isla. La zona de mogotes, que se encuentra en la caliza del norte, tiene un gradiente de humedad del tope a su base debido a la percolación del material del suelo, su geología y su orientación, con relación al paso del sol, que contribuye a una alta diversidad vegetativa en esta zona. Los bosques urbanos, una pequeña porción del Bosque Estatal de Maricao y el de Susúa caen bajo esta zona de vida. Estos bosques también cuentan con importantes recursos de biodiversidad debido a su composición de suelos donde se encuentra la serpentina. Los suelos de estos bosques sirven de albergue a muchas especies endémicas, pero no son buenos para la agricultura o el manejo silvícola maderero. En las costas de Puerto Rico, muchos sistemas de manglares están bajo esta zona de vida y crecen más grandes que los que se encuentran en la zona seca.



Fotografía 2: El Bosque Estatal de Río Abajo está localizado en los municipios de Utuado y Arecibo, entre el Río Tanamá y el Lago Dos Bocas, en la región caliza del norte de la Isla. En el Bosque se pueden observar mogotes y sumideros, que son formaciones características de la región del karso en la Isla. El 89% del bosque está incluido en la zona de vida bosque húmedo subtropical, mientras que sólo el 10% pertenece a la zona de vida bosque muy húmedo subtropical. Su extensión territorial comprende aproximadamente 5,780 cuerdas. (Fuente: DRNA)



único entre los demás Bosques Estatales. En la foto se observa el Río Loco.

Fotografía 3: El Bosque Estatal de Susúa consiste de 3,341 cuerdas y está localizado entre los municipios de Sabana Grande y Yauco, en la falda de la Cordillera Central, al suroeste de la Isla. El Bosque se encuentra en la zona de vida de bosque húmedo subtropical. Dentro de sus límites nacen cuatro ríos y sus tributarios: Río Coco, Río Cañas, Río Loco y Quebrada Grande. Este Bosque está localizado en una zona de transición climática entre los bosques secos y los húmedos, transición que se hace evidente al bajar el sol, lo que lo hace

Esta zona de vida es la más impactada por usos y su composición vegetal fuera de las áreas protegidas está dominada por bosques secundarios. En la región de la caliza del norte existe mucha presión por el uso de la corteza terrestre, lo cual puede afectar el sistema de bosques que aún existe en estas áreas. Los bosques públicos pasan a ser un parcho rodeado de un ambiente diferente con la eliminación de los mogotes o con disturbios como carreteras que fragmentan este ecosistema, afectando el balance hídrico y su función con los acuíferos de la región norte de la Isla. Además, las áreas aledañas a los manglares, y con un nivel freático alto, cuentan con pantanos o humedales, muchos de ellos afectados por usos agrícolas o por las construcciones en que rellenan estas áreas.

3. Bosque Muy Húmedo Subtropical:

Esta zona de vida ocupa muchas de las áreas de mayor elevación en la Isla. Es una zona de mucha precipitación, con un promedio de 2000 a 4000 mm por año. En esta zona se reducen los déficit de humedad en el suelo, lo que crea mayores problemas de escorrentía y la susceptibilidad a erosión por la combinación de clima, suelos y topografía. Existen remanentes de bosque maduro de esta zona de vida en bosques como Carite, Guilarte, Toro Negro, Río Abajo y Maricao. Muchas áreas de esta zona de vida fueron cortadas selectivamente para sacar especies de maderas preciosas, degradando la composición de especies de algunas áreas. Muchas áreas bajo esta zona de vida fueron usadas o están siendo usadas para cultivo de café. El uso combinado de café con o sin sombra crea un mosaico en el paisaje y en la composición forestal de esta zona de vida. Bosques como Guilarte y el Bosque del Pueblo cuentan con remanentes de áreas agrícolas donde se encuentran remanentes de especies de cultivo, plantaciones establecidas como estrategia de recuperación de cubierta forestal y bosques nativos que se intercalan en el paisaje. Los usos de pastoreo es otro parcho que domina en mucho terreno privado y que, dependiendo del dueño, puede estar en uso o bajo estado de sucesión con bosque secundario.



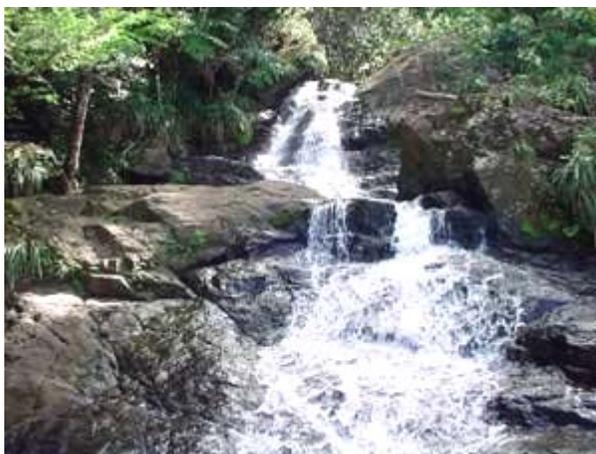
Fotografía 4: El Bosque Estatal de Toro Negro está localizado en la región central de Puerto Rico. Los terrenos están subdivididos en siete segmentos localizados en los municipios de Orocovis, Jayuya, Ponce, Juana Díaz y Ciales. Este Bosque comprende unas 6,945 cuerdas y está clasificado en dos zonas de vida: el bosque muy húmedo subtropical (31%) y el bosque muy húmedo montaña bajo (69%). La topografía es accidentada, con muchos farallones escarpados y cascadas

altas. En el bosque se encuentran nueve ríos: Río Indalecia, Río Guayo, Río Inabón, Río Blanco, Río Anón y Río Prieto, que discurren hacia el sur; y Río Saliente, Río Toro Negro y Río Matrullas, que discurren hacia el norte.

Esta zona de vida es esencial para la contribución del manejo de agua y escorrentía en Puerto Rico. Se debe evaluar los usos congruentes basándose en el suelo, topografía y proximidad a ríos y quebradas para reducir la sedimentación de los cuerpos de agua a la vez que se mantiene el potencial de producción de agua que esta zona ofrece para Puerto Rico. Los usos de pastoreo en esta zona deben reducirse, ya que son áreas difíciles de manejar por su topografía y clima. El cultivo agrícola que promueva la remoción total de la cubierta forestal en esta zona atenta con las funciones naturales de esta área. Debido a la topografía y a la precipitación, se necesita aportar muchos productos que sustenten la agricultura sin cubierta forestal en esta zona. El aporte de productos químicos crea un problema con la escorrentía de áreas agrícolas sin la aplicación de las mejores prácticas de manejo.

4. Bosque Lluvioso Subtropical:

Esta área ocupa poco terreno y sólo ocurre dentro de los límites del Bosque Nacional del Caribe, manejado por el Servicio Forestal Federal. Los suelos de esta zona permanecen totalmente saturados durante el año. El grado de saturación es un factor que afecta la respiración al nivel de las raíces, lo que influye en el crecimiento de la vegetación en esta zona. El cien por cien de esta área está protegida y su uso está relacionado con la investigación y recreación de forma controlada.



Fotografía 5: El Bosque Lluvioso del Yunque está localizado en la Sierra de Luquillo, aproximadamente 25 millas al noreste de San Juan. Cubre 28,000 acres de terreno y es la área más húmeda en la Isla, recibiendo un promedio de 120 pulgadas de lluvia anual. Aunque este bosque es uno de los más pequeños en el Sistema Forestal Nacional, es una de las áreas de más diversidad biológica que la agencia maneja. (Fuente: USDA Forest Service)

Debido a la relación de esta área con la lluvia, la misma puede ser afectada por aspectos climáticos de nivel mundial.

5. Bosque Montano Bajo Muy Húmedo:

Esta zona de vida ocupa la mayoría de los picos de montañas sobre los 1000 metros de elevación. Su área puede extenderse hasta una elevación de casi 700 metros sobre el nivel del mar. La vegetación de esta zona está relacionada al bosque tipo palo colorado (*Cyrilla racemiflora*) y cuenta con suficiente humedad en el suelo durante todo el año. En esta zona se

reportan menos especies que en la zona de vida muy húmeda. Además del bosque tipo palo colorado, se encuentran asociaciones de bosque nublado o enano, donde se destacan las áreas reconocida dentro del Bosque Nacional del Caribe, pero que existen en menor escala en las partes más altas de los bosques públicos que tienen terrenos bajo esta clasificación. Los bosques públicos de Carite, Maricao, Guilarte y Toro Negro tienen parte de sus terrenos en esta zona de vida. La mayor extensión de terreno de esta zona de vida se encuentra dentro de los límites del Bosque Nacional del Caribe del Servicio Forestal Federal.

Los terrenos forestales dentro de esta zona de vida son muy frágiles para uso maderero o agrícola. Además, los usos de terrenos no compatibles para esta zona de vida y los suelos que la componen presentan un alto riesgo de deslizamientos. Entre los usos no compatibles se pueden encontrar algunos usos de pastoreo en terrenos privados, así como cultivos sin cubierta forestal.

6. Bosque Montano Bajo Lluvioso:

Esta es la zona de vida con menor cantidad de terreno en Puerto Rico. La vegetación en esta zona de vida es muy similar a la del Bosque Montano Bajo Muy Húmedo. Todos los terrenos están protegidos dentro de los límites del Bosque Nacional del Caribe del Servicio Forestal Federal.

Al igual que el Bosque Lluvioso Tropical, debido a la relación de esta área con la lluvia, la misma puede ser afectada por aspectos climáticos globales.

Recursos Pesqueros:

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, a través de su Negociado de Pesquerías y Vida Silvestre, es la agencia responsable del manejo de los recursos de pesca. El Plan Estratégico desarrollado por el DRNA está dirigido hacia los siguientes recursos:

1. Pesquerías de Agua Dulce:

El crecimiento poblacional y el rápido desarrollo económico de Puerto Rico han hecho necesario represar algunos ríos para generar energía, proveer agua potable y para el control de inundaciones. La construcción de represas no sólo ha creado un gran número de sistemas de embalses, sino que también ha propiciado la introducción de especies de peces para la pesca recreativa, tales como: la lobina y el tucunaré. Cerca de 23 embalses, cuyos tamaños fluctúan entre 6 y 405 hectáreas, actualmente proveen buenas oportunidades para la pesca recreativa y el número de pescadores ha aumentado dramáticamente en los últimos años. No existe un estimado actualizado de la participación total en la pesca recreativa de agua dulce en Puerto Rico, sin embargo, se desarrollan torneos de pesca casi todos los fines de semana a través de todo el año.

2. Pesquerías Marinas:

Desde el 2000, el DRNA ha venido recopilando datos sobre la pesca recreativa marina, a nivel isla, en las modalidades de pesca de orilla, pesca en botes privados y en botes fletados (*charter*). Dichos datos incluyen la participación (número de pescadores recreativos), captura (tanto en números de peces como en peso) y esfuerzo (números de viajes y su duración). Además, se recopilan datos sobre la pesca en torneos de pesca marina. Los datos recopilados hasta el presente demuestran que la actividad de pesca recreativa en Puerto Rico es realizada por cerca de 200,000 aficionados a esa actividad y aproximadamente 42,000 no-residentes que viajan a la Isla.

TABLA 42: PORCENTAJE PARTICIPACIÓN POR AÑO						
MESES	RESIDENTES	PSE	No-RESIDENTES	PSE	TOTAL	PSE
ene./ feb.	77,955	20.0	23,894	64.1	101,849	21.4
mar. / abr.	103,883	12.5	4,075	47.2	107,958	12.2
may. / jun.	92,148	14.9	3,172	62.1	95,320	14.6
jul. / ago.	74,487	27.1	5,839	41.2	80,326	25.3
sep. / oct.	72,023	26.5	4,612	59.6	76,635	25.2
nov. / dic.	56,936	19.9	350	100.1	57,286	19.8
Total	196,820	9.1	41,175	38.0	237,995	10.0

Tabla: Participación de pescadores recreativos residentes en Puerto Rico (costeros) versus no-residentes, durante el 2002. PSE (Proportional Standard Error) expresa el error estándar como porcentaje del estimado. La mayor actividad de pesca se observa en los meses de marzo – abril, entre los residentes, y en enero – febrero entre los no-residentes. El total de pescadores se ajusta para tomar en cuenta los que pescaron más de una vez en el año.

Recursos de Vida Silvestre:

El desarrollo económico de Puerto Rico, en gran medida, ha dependido de la industria de construcción, lo que ha resultado en la pérdida de hábitat necesario para la supervivencia de muchas especies de la vida silvestre y, como consecuencia, una amenaza sobre la biodiversidad del País. Este desarrollo, a veces poco planificado, obliga al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a tomar acciones necesarias para la conservación de los recursos naturales con miras a lograr su conservación y recuperación.

El Negociado de Pesca y Vida Silvestre del DRNA, a través de la División de Vida Silvestre, tiene el mandato de manejar el recurso de vida silvestre, el cual también incluye a las especies de caza, exóticas y las especies amenazadas o en peligro de extinción. Esta División tiene como meta promover el uso sostenible de los recursos de vida silvestre, manteniendo su biodiversidad, utilizando estrategias de investigación y manejo, tanto de sus componentes (flora y fauna) como de sus hábitáculos. Esta responsabilidad se logra, en gran medida, identificando el status del recurso y poniendo énfasis en aquellas especies que por su estado de vulnerabilidad necesitan mayor esfuerzo para su recuperación, el asesoramiento científico, la expedición de permisos especiales

para investigación científica, importación, posesión y exportación de especies exóticas, el manejo de los recursos de caza, y educación a cazadores y a la ciudadanía en general. Para esto existen leyes y reglamentos aplicables a la misión de este Negociado.

1. Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción:

El DRNA, utilizando como herramienta de trabajo la Nueva Ley de Vida Silvestre y el reglamento que a estos fines se aprobó, revisó la lista de especies que necesitan protección especial por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico y la misma es parte integral del Reglamento. Es necesario mencionar que la lista de especies vulnerables o en peligro de extinción no se había revisado desde el 1985. Para esta revisión se adoptaron como guías las categorías y criterios recomendados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN por sus siglas en inglés (International Union for the Conservation of Nature). Estos criterios se basan en factores biológicos, relacionados con el riesgo de extinción e incluyen: la tasa de disminución, tamaño de la población, área de distribución geográfica y grado de fragmentación de la población. En la nueva lista se incluye, por primera vez, especies de invertebrados y peces, además de las plantas y los vertebrados. La nueva lista la componen 131 especies y se subdivide en las siguientes categorías: Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable en Menor Riesgo o Datos Insuficientes.

TABLA 43: LISTA DE ESPECIES DE CONSIDERACIÓN ESPECIAL							
	MAMÍFEROS	AVES	REPTILES	ANFIBIOS	PECES	INVERTEBRADOS	PLANTAS
En peligro crítico		7	3	4	2	1	30
En peligro	1	5	6	4	1		
Vulnerables	3	6	3	4	1	1	3
Menor riesgo	1		1			8	
Deficiencia de datos	3	8	5	1		8	

Las especies listadas deberán tener prioridad y tendrán que tomarse en consideración al momento de aprobar actividades y proyectos que las puedan afectar negativamente. El DRNA deberá desarrollar planes de recuperación para las especies listadas y realizar los estudios necesarios para identificar las medidas de manejo necesarias para su recuperación. Además, deberá identificar los hábitáculos que deberán protegerse para su supervivencia.

Las especies en peligro de extinción se manejan activamente, tales como la cotorra de Puerto Rico (*Amazona vittata vittata*), la mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*) y la paloma Sabanera (*Columba inornata wetmorei*), las cuales han mostrado una tendencia positiva en la curva de crecimiento poblacional. En el caso de la cotorra de Puerto Rico, el Aviario José Luis Vivaldi de Río Abajo, ha logrado producir un promedio de 14 cotorras por año durante los últimos 5 años.



Fotografía 6: Cotorra



Mariquita



Paloma Sabanera

2. Especies de caza:

a. Colúmbidos:

Las especies de colúmbidos, cuya caza se permite, mantienen una gran estabilidad poblacional. Entre éstas están la paloma rubia o turca (*Columba squamosa*), tórtola cardosantera (*Zenaida aurita*), tórtola aliblanca (*Zenaida asiática*) y tórtola rabilarga o rabiache (*Zenaida macroura*). Estas especies, con excepción de la rabilarga, son abundantes y la porción de la población que se remueve a través de la caza se estima en menos de uno por ciento. Recientemente, la tórtola rabilarga aparentó tener una población reducida y localizada; quizás como efecto de la pérdida de terrenos agrícolas en el sur de la Isla, área donde se registra la especie, por lo que para la temporada de caza del 2003 se redujo la cantidad de animales de esta especie que podían cazarse. La División de Vida Silvestre conduce estudios para determinar el estado de esta especie.

La tórtola aliblanca, especie típicamente migratoria, por el contrario, ha mostrado un aumento acelerado en su población y distribución, considerándose muy abundante.

b. Cabros y Cerdos en Isla de Mona:

La caza de cabros y cerdos en la Reserva Natural de Isla de Mona continúa siendo utilizada como una herramienta para el control poblacional de estas especies. La porción que se remueve mediante la caza se ha mantenido estable por los últimos quince años. Actualmente,

se realizan estudios científicos sobre el impacto de estas especies en la Isla de Mona, sus ecosistemas y demás especies.

3. Especies de no caza:

La fauna de Puerto Rico, con excepción de las especies listadas como vulnerables y en peligro de extinción y aquella bajo consideración especial en el Reglamento, aparentan mantener poblaciones estables. No obstante, la pérdida de hábitat sigue considerándose la razón principal que afecta estas poblaciones. Para muchas especies, se estima necesario realizar estudios científicos para determinar su actual estatus.

Recursos Costeros

Según información del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, el análisis de las estadísticas preliminares de protección de hábitat mediante áreas naturales protegidas designadas formalmente por agencias federales o estatales, o protegidas por el Fideicomiso de Conservación, arroja los siguientes resultados:

TABLA 44: ESTADÍSTICAS PRELIMINARES DE PROTECCIÓN DE HÁBITAT			
CATEGORÍA DE MANEJO	ÁREA (M ²)	ÁREA (CUERDAS)	PORCENTAJE DE PROTECCIÓN (%)
Bosques Estatales	245,831,622	62,552.58	2.75
Bosque Nacional	123,594,800	31,449.06	1.38
Reserva Naturales	118,486,254	30,149.17	1.33
Áreas del Fideicomiso de Conservación de PR	9,708,696	2,470.41	0.11
Refugio de Vida Silvestre (Federal)	8,051,093	2,408.62	0.09
Refugio de Vida Silvestre (Estatal)	2,353,755	598.92	0.03
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	4,067,187	1,034.91	0.05
Refugios (lagos)	3,662,715	931.99	0.04
Totales ANP	515,756,122	131,865.66	5.78

Fuente: Ernesto Díaz y Alexis Dragoni (1999). Cálculos no oficiales basados en datos del Borrador del Inventario Nacional de Humedales y cómputos propios de áreas naturales protegidas. (PMZC, Tarea 1.2)

En términos generales, se ha computado que la relación de protección de la totalidad del territorio de la isla grande de Puerto Rico, Mona, Culebra, Vieques y demás cayos e islotes es 5.78%.

1. Humedales:

Según información ofrecida por el DRNA, la relación aproximada de protección de humedales, a través de designaciones formales de Áreas Naturales Protegidas (ANP), tales como Bosque Estatal, Reserva Natural,

Refugios de Vida Silvestre (Federal y Estatal) y de Reserva Nacional de Investigación Estuarina, se computó a través de la superposición del nivel de información de las ANP y del Inventario Nacional de Humedales para Puerto Rico. Este Inventario se reclasificó en tres categorías: Marino, Estuarino y Palustre (que representan la mayoría de los humedales en PR), con el objeto de simplificar la difusión del análisis.

TABLA 45: RELACIÓN DE PROTECCIÓN POR TIPO DE HUMEDAL			
TIPO DE HUMEDAL	ÁREA TOTAL DE HUMEDALES	ÁREA DE HUMEDALES PROTEGIDOS	PORCENTAJE PROTEGIDO
Marino	233,514,443.82 m ²	25,859,389.51 m ²	11.07%
Estuarino (Intermareal)	322,862,969.61 m ²	75,478,905.04 m ²	23.38%
Palustre	321,869,061.30 m ²	13,145,132.46 m ²	4.08%

Fuente: Ernesto Díaz y Alexis Dragoni (1999). Cálculos no oficiales basados en datos del Borrador del Inventario Nacional de Humedales y cómputos propios de áreas naturales protegidas. (PMZC, Tarea 1.2)

Al presente, se monitorean las actividades de mitigación de humedales. Se analiza la efectividad de diferentes métodos de mitigación, así como los enfoques utilizados en proyectos de mejoramiento y restauración de humedales. La principal fuente de información son los proyectos aprobados por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.

2. Arrecifes de Coral:

En el ámbito marino, el DRNA ha realizado esfuerzos intensivos para determinar la situación actual de los arrecifes de coral, los cuales, por definición, son también humedales. Se han realizado caracterizaciones y monitoreos para contribuir a su protección y manejo a través de la Iniciativa de Arrecifes de Coral de Puerto Rico, con apoyo de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés).

Cálculos realizados a base de la información del Inventario Nacional de Humedales, a los efectos de determinar la relación entre áreas marinas protegidas y protección de arrecifes, revelan que el área total de arrecifes de coral contabilizado a través del GIS es 10,563.12 cuerdas, de las cuales 4,555.75 cuerdas han sido protegidas mediante designaciones de componentes marinos de reservas naturales. Según cálculos de Díaz y Dragoni (2000) esto representa un 43.13% de protección de los arrecifes identificados.

Con la excepción de Isla de Mona, NOAA produjo unos mapas sobre el ecosistema de arrecifes de coral y hábitáculos asociados a los mismos (incluye, por ejemplo, arena, manglares, algas y fondo rocoso). El trabajo se limitó a una profundidad de aproximadamente 20 pies. Esta iniciativa delineó un área total de ecosistema de arrecifes de coral de 5,009.6 km². Los arrecifes de coral y el hábitat de fondo rocoso colonizado constituyen

756.2 km² del área total, que equivale a un 15.1%; el hábitat de yerbas marinas cubre 624.8 km² (12.5%), áreas dominadas por macroalgas cubren 96.7 km² (1.9%) y el manglar de borde posee 72.6 km² (1.4%).⁴

El archipiélago de Puerto Rico está casi completamente rodeado de arrecifes. Los arrecifes rocosos de sustrato duro sumergido se encuentran en las costas noroeste y oeste de Puerto Rico con relieve moderado a alto y una alta cubierta de algas de césped ("turf") y crecimiento de coral de parcho ("patchy"). Los arrecifes planos de eolianitas están mayormente en la costa norte con una cobertura significativa de alga de césped, esponjas y corales aislados incrustados. Los arrecifes de borde se encuentran, principalmente, en las costas este, sur y oeste de Puerto Rico, Culebra y Vieques. Los arrecifes de borde al norte se caracterizan por comunidades llanas (1-3 metros) de laguna arrecifal ("back-reef") y están dominados por el coral de dedo y colonias dispersas de diferentes especies.⁵

Los arrecifes del borde de la plataforma insular o veril ("shelf-edge") son los ecosistemas de arrecifes de coral más desarrollados, pero menos estudiados. Una formación extensa se encuentra en la costa sur, de Guayanilla a Cabo Rojo. Un desarrollo óptimo arrecifal puede encontrarse a veinte metros en el veril en dicha área. Algunos de los arrecifes de veril más desarrollados se encuentran mar afuera al oeste y suroeste de Desecheo y Mona.

Los arrecifes de parcho son pequeños sistemas sumergidos de arrecife rodeados por sedimentos suaves. Se conoce poco de ellos por su tamaño pequeño y, por eso, se excluyen de las cartas náuticas. No obstante, estos arrecifes de parcho pueden ser significativos debido a su alta abundancia en algunos lugares, tales como La Parguera, Arrecifes de La Cordillera, Isla de Mona, Rincón, Aguadilla y las bahías de Guayanilla y Mayagüez.

La cobertura de coral generalmente aumenta a mayor distancia de la costa con coberturas vivas que fluctúan aproximadamente de 10-50% en el veril.⁶ Allí los corales de estrella dominan de 3 a 15 metros, con colonias hasta 5 metros de altura y el coral vivo se extiende hasta al menos 40 metros.⁷

Se han reportado 93 especies de corales en Puerto Rico, incluyendo 43 escleractinas ("scleractinian"), 42 octocorales, 4 "*antipatharians*" y 4 hidrocorales.⁸

⁴ Kendall et al. 2001.

⁵ Matos, García y Díaz, *Status of the Coral Reefs of Puerto Rico*, 2000.

⁶ Morelock et al. 2001.

⁷ Bruckner, Andy 1999; Morelock, Jack, comunicación verbal.

⁸ Bruckner, comunicación verbal.

Evaluación del Estuario de la Bahía de San Juan:

El Estuario de la Bahía de San Juan es uno de los estuarios más particulares de Puerto Rico. Este Estuario está compuesto de los afluentes de varios ríos y quebradas, varias lagunas de diferentes tamaños y está, prácticamente, encerrado dentro de uno de los puertos más activos del Hemisferio Occidental. Lo especial del Estuario de la Bahía de San Juan se le atribuye, en parte, a su localización, siendo una de las áreas de Puerto Rico más densamente poblada, urbanizada, comercializada e industrializada. Aún bajo estas condiciones, el Estuario de la Bahía de San Juan mantiene hábitat que sostienen sobre 160 especies de aves, 19 especies de anfibios, aproximadamente 300 especies de plantas de humedales y 87 especies de peces, incluyendo especies de importancia para la pesca deportiva. Entre las especies que encuentran refugio en el Estuario de la Bahía de San Juan hay varias especies en peligro de extinción, especies amenazadas y varias especies raras de reptiles, aves, mamíferos y plantas.

Este estuario incluye aguas con dos clasificaciones de usos, según establecidos bajo el Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de la Junta de Calidad Ambiental. Estas dos clasificaciones son:

- ♦ Aguas SB: Son aguas costaneras y estuarinas destinadas para uso de recreación de contacto primario y secundario y para propagación y preservación de especies deseables. Estas aguas incluyen la Bahía de San Juan, el Caño Martín Peña y las lagunas San José, Torrecilla y Piñones.
- ♦ Aguas SD: Son aguas superficiales destinadas para uso como abasto crudo de agua potable, preservación y propagación de especies deseables y para recreación de contacto primario y secundario.

El Plan Abarcador de Conservación y Manejo (CCMP) desarrollado para el Sistema Estuarino de la Bahía de San Juan, aprobado por la Agencia Federal para la Protección Ambiental en octubre de 2000, ha identificado varias metas principales a ser logradas para la conservación y manejo de este recurso único en Puerto Rico. Entre las metas principales del CCMP están:

- ♦ Documentar las tendencias de calidad de agua y sedimento para desarrollar e implantar las medidas de manejo apropiadas.
- ♦ Identificar las causas de problemas ambientales e impactos principales al sistema estuarino.
- ♦ Evaluar la efectividad de las varias acciones que se implanten bajo el CCMP para determinar los cambios necesarios para atender los problemas más eficientemente.

- ♦ Designación de la Junta de Calidad Ambiental y el Servicio Geológico Federal como las agencias líderes responsables de implementar un programa de monitoría a largo plazo para calidad de agua y sedimento.

Los objetivos del programa de monitoría a largo plazo son:

- Recabar datos de calidad de agua y sedimento en estaciones específicas para un número selecto de parámetros químicos, físicos, biológicos y bacteriológicos.
- Proveer los datos necesarios para determinar tendencias de las condiciones anuales y de cómo éstas son afectadas por los cambios en infraestructura y la implantación de mejores prácticas de manejo (BMP), implantadas para mejorar las condiciones de calidad de agua y sedimento en el estuario.

En los Apéndices del 32 al 45: Resultados de Calidad de Agua, al final del Capítulo, se presentan los resultados de data obtenida durante el 2002 y el 2003 como resultado del programa de monitoría a largo plazo implantado por el Servicio Geológico Federal y la Junta de Calidad Ambiental.

Otros Estuarios:

La Junta de Calidad Ambiental informa, mediante la siguiente tabla, la evaluación de calidad de agua realizada para los estuarios de Puerto Rico. La evaluación corresponde a las desembocaduras de ríos debido a la falta de datos de calidad de agua para sistemas estuarinos, excepto el Sistema Estuarino de la Bahía de San Juan, el cual fue discutido anteriormente.

TABLA 46: EVALUACIÓN DE ESTUARIOS MONITOREADOS CON FUENTES Y CAUSAS						
UNIDAD DE EVAL.	CUENCA	NOMBRE DE UNIDAD DE EVAL.	TAMAÑO (ACRES)	CATEGORÍA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN	CAUSAS DE CONTAMINACIÓN
PREE0163-00	Río Guayanés	Río Guayanés	23.29	5	Sistemas de inyección subterránea	Coliformes fecales, arsénico, cadmio, nivel bajo de oxígeno disuelto

Al final del Capítulo encontrará el Apéndice 46: Evaluación de Estuarios no Monitoreados con Fuentes de Contaminación, donde se presentan estos resultados.

PROYECTOS Y PROGRAMAS ACTUALES DESARROLLADOS PARA EL MANEJO, RESTAURACIÓN Y PROTECCIÓN DEL RECURSO

Recursos Forestales:

El Gobierno de Puerto Rico, por medio del Servicio Forestal de Puerto Rico, aplica una política pública de conservación y uso sustentable de los recursos forestales de Puerto Rico en terrenos públicos y privados. La política pública se aplica a través de cuatro áreas de trabajo, según el Servicio Forestal, es definido por la Ley 133 del 1 de julio de 1975, según enmendada y conocida como Ley de Bosques de Puerto Rico. Las cuatro áreas de trabajo son:

- ♦ Manejo y conservación de áreas designadas o proclamadas como bosques públicos.
- ♦ Desarrollo de corredores biológicos que integren sistemas de conservación de importancia para los ecosistemas forestales que integran la Isla de Puerto Rico.
- ♦ Implementación de una estrategia organizada y efectiva que facilite la conservación y el manejo de terrenos forestales privados.
- ♦ Integrar la participación comunitaria y de organizaciones no gubernamentales en la conservación y manejo de los recursos forestales de Puerto Rico.

Las cuatro áreas de trabajo se aplican al nivel de paisaje, tomando como base áreas de carácter urbano, rural o en transición entre éstas. La administración de las áreas de trabajo se integra en sistemas y programas de apoyo que incluyen la recreación pasiva, protección de cuencas, educación, planes de manejo e incentivos de conservación en terrenos privados y otros. Las áreas de trabajo se acoplan y relacionan para lograr mayor efectividad y facilitar las funciones integrales del Servicio Forestal de Puerto Rico.

Las estrategias de conservación aplicadas por medio de los programas de intervención urbana o rural dependen de los recursos disponibles por regiones. Los trabajos de reforestación se nutren desde el vivero central del Departamento, ubicado en el Bosque de Cambalache, el cual supe a viveros regionales para la distribución de árboles nativos, endémicos e incluso en peligro de extinción, por pueblos. Los casos evaluados bajo la reglamentación vigente relacionada al corte, poda y reforestación se trabajan, no sólo para proyectos de desarrollo, sino también para casos no asociados a proyectos. En esta estrategia se fomenta la reforestación como medida de compensación por el corte de árboles.

Existen otras estrategias desarrolladas para clasificación de ecosistemas que incluyen la integración de la geología a la capa de información para las zonas de vida, integrando la clasificación de zonas geoclimáticas.

Recursos de Vida Silvestre:

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales está conduciendo un estudio, GAP Análisis, con el cual se pretenden identificar áreas de importancia para la vida silvestre y con necesidad de conservación. Esta información será la base para el Atlas de la Biodiversidad de Puerto Rico.

En armonía con la tendencia de uso y disfrute de los recursos naturales mediante una política de desarrollo sustentable, la Nueva Ley de Vida Silvestre recalca sobre la importancia de que las leyes aseguren el balance entre el desarrollo poblacional, económico y comercial y la perpetuidad de los recursos de vida silvestre, evitando la modificación inadecuada del hábitat natural, hábitat natural crítico, y el hábitat natural crítico esencial de especies vulnerables o en peligro de extinción. Es fundamental en esta Nueva Ley la declaración de la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico sobre la protección de la vida silvestre y, en particular, del hábitat natural de dichas especies.

Usando este marco de ley, el DRNA protege los recursos de vida silvestre de forma activa entrelazando la investigación científica, el manejo de los recursos naturales, y la protección de éstos y sus hábitáculos. Actualmente se están identificando aquellas áreas críticas y con necesidad de conservación. Con este conocimiento se podrá establecer las estrategias de manejo necesarias, tales como adquisición de terrenos y protección de los mismos. Estos esfuerzos van unidos, además, a lograr un mayor conocimiento en la ciudadanía sobre la necesidad de conservar nuestros recursos naturales. Para ello, se han comenzado varias iniciativas de cooperación mediante acuerdos entre dueños de terrenos y el DRNA, donde los primeros reciben incentivos a cambio de destinar parte de sus terrenos a la conservación.

Recursos Costeros:

1. Humedales:

Recientemente, se ha incorporado el componente de calidad de aguas en los estuarios que se apoyará en actividades rutinarias o especiales de monitoría desarrolladas por la EPA y la Junta de Calidad Ambiental.

El 5 de agosto de 2003 la Junta de Planificación adoptó el Plan de Manejo del Área de Planificación Especial de los Manglares de Puerto Rico, sometido por el DRNA. Este Plan tiene entre sus objetivos establecer la política pública sobre el uso de los terrenos en los manglares. Intenta armonizar la preservación y conservación de los mismos con las actividades económicas y sociales del País.

2. Arrecifes de Coral:

Los proyectos actuales que realiza el Departamento de Recursos Naturales son los siguientes:

- ♦ Caracterización y Monitoreo de Arrecifes de Coral de Puerto Rico. Se realiza en estaciones localizadas en nueve Reservas Naturales. Incluye el análisis de los efectos de un área de veda de pesca ("no take zone") en la recuperación del sistema de la Reserva Natural Canal Luis Peña y el monitoreo de habitáculos a través de la creación de mapas béticos usando el "side scan sonar". Se caracterizaron los arrecifes de coral y las yerbas marinas en Vieques, excepto los recursos dentro de las áreas anteriormente restringidas por la Marina. Próximamente se comenzará a caracterizar el área arrecifal de Tres Palmas en Rincón, Desecheo y se monitorearán los arrecifes cercanos a Mayagüez.
- ♦ Investigaciones: Se comenzará un estudio refinado para correlacionar la salud del arrecife con las propiedades bio-ópticas del agua, otro para identificar áreas de alto valor ecológico, especialmente en términos de pesquerías que puedan ser designadas como áreas de veda pesquera y un estudio abarcador sobre las enfermedades de los corales. Además, se realizará la segunda fase de un estudio sobre la actividad de colección de organismos ornamentales y su impacto en los ecosistemas costeros.

TENDENCIAS ACTUALES Y PREDECIBLES EN LA CALIDAD, MANEJO Y UTILIZACIÓN DEL RECURSO

Recursos Forestales:

El Departamento de Recursos Naturales ha identificado amenazas y problemas que, de continuar las tendencias de desarrollo, pudieran afectar este recurso y su disponibilidad en el futuro.

1. Amenazas y Problemas en los Bosques Públicos:

- ♦ La utilización de terrenos adyacentes a los bosques que son vitales para su integridad como sistema forestal.
- ♦ Falta de planes de manejo. Los planes deben establecer una visión de conservación integrada a largo plazo que no sea afectada por inconsecuencias creadas con los cambios políticos de Puerto Rico.
- ♦ Falta de fondos recurrentes que permitan un plan de trabajo consecuente con estrategias de conservación.

- ♦ Problemas en la delimitación clara de colindancias con la debida rotulación de los límites de las áreas naturales protegidas.

2. Amenazas y Problemas en los Bosques Privados:

- ♦ Fortalecimiento de los programas de incentivos y estrategias estructuradas para dar prioridades a zonas más sensitivas.
- ♦ Los usos no compatibles con las condiciones físicas y biológicas de los terrenos privados.
- ♦ Falta de coordinación interagencial entre agencias que establecen programas que compiten por la inclusión de dueños de terrenos en programas de usos de terrenos no compatibles con la sustentabilidad de las áreas.
- ♦ Zonificación inconsistente o falta de zonificación. Categorizar terrenos por práctica, por ejemplo: uso forestal, agrícola con cubierta forestal o sistemas agroforestales y terrenos de alto valor agrícola.
- ♦ La falta de conocimiento de dueños de terrenos produce impactos sobre las áreas naturales protegidas por disturbios, como los fuegos o el corte furtivo de vegetación.

Recursos Pesqueros:

Al hablar de las pesquerías marinas hay que comenzar mencionando que la isla de Puerto Rico se encuentra localizada sobre una plataforma insular relativamente estrecha. Las aguas que la rodean son generalmente poco productivas, típico de los sistemas tropicales. Es por esta razón que la pesquería tradicional de Puerto Rico ha sido una de poco volumen en sus desembarcos. Nuestras pesquerías son muy sensitivas a la sobre pesca, principalmente por la alta diversidad de especies, baja densidad de las poblaciones de esas especies y razones biológicas, tales como: el tamaño en que alcanzan la madurez sexual, el crecimiento lento de algunas especies y la ocurrencia de agregaciones para desove.

Los datos recopilados por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales demuestran que los recursos marinos de Puerto Rico han sufrido un deterioro significativo durante las últimas décadas. Los manglares, arrecifes de coral, poblaciones de peces costeros y pelágicos, diversas comunidades bentónicas y praderas de yerbas marinas son las comunidades principales del sistema marino. El crecimiento poblacional y desarrollo costero ha aumentado la presión sobre estos recursos hasta el punto que actualmente se encuentran en peligro de agotarse. El objetivo principal para detener este deterioro es el manejo integrado de los ecosistemas, la reglamentación y en el cumplimiento de las leyes.

Los recursos pesqueros en Puerto Rico han estado expuestos a diferentes tensiones causados por la actividad humana. Entre éstos, se encuentran la pérdida irreparable de hábitats costeros, deterioro en la calidad de las aguas por la contaminación y la pesca desmedida. Cabe señalar que los primeros dos factores reducen considerablemente la capacidad productiva del ecosistema marino en general, haciendo al recurso pesquero más susceptible a los efectos de sobre pesca. Los recursos pesqueros de Puerto Rico muestran los signos clásicos de sobre pesca, entre los cuales se encuentra una reducción marcada en los desembarcos, una disminución en la captura por unidad de esfuerzo, un cambio significativo a una captura de peces de menor tamaño, cambio en la composición de especies desembarcadas, la desaparición de las especies de mayor importancia y un cambio en las artes de pesca tradicionales.

La destrucción y la degradación de los hábitats están limitando la recuperación y el mantenimiento de las poblaciones de peces. En el caso de los arrecifes de coral, el desarrollo urbano e industrial acelerado que han experimentado las costas de la Isla ha causado un daño significativo a este recurso, lo cual ha tenido impacto en las poblaciones de peces que habitan en el mismo. Otros daños adicionales son causados por los huracanes, enfermedades, descargas sanitarias, escorrentías pluviales y sedimentos.

Asimismo, la pesca recreativa marina ejerce una presión considerable sobre las poblaciones pesqueras en Puerto Rico. En el 2002, más de 230,000 pescadores recreativos marinos pescaron aproximadamente 1,418,433 peces, con un peso total de más de 2,450,000 libras. Sumando esta captura a la pesca comercial, la cual para el 2001 totalizó 3,360,000 libras, se ve con claridad la presión total a la que está sometido el recurso pesquero.

Los peces de arrecife constituyen la pesquería más importante a través de la región del Caribe, incluyendo a Puerto Rico. De alrededor de 350 especies de peces de aguas someras, unas 180 especies son desembarcadas y utilizadas comercialmente. En Puerto Rico, existen alrededor de 64 especies que componen el grueso de las capturas. Estas especies son capturadas por aproximadamente 3,450 pescadores comerciales. Las artes principalmente usadas por éstos son las nasas, línea y anzuelo, redes, chinchorros y fisgas.

En el caso de las pesquerías de agua dulce, muchas de las áreas que son utilizadas frecuentemente para este tipo de pesca, no poseen instalaciones adecuadas o no tienen acceso público. Los ecosistemas lóticos no han sido evaluados sistemáticamente hasta la fecha. Estos sistemas han sido afectados por la contaminación, la sedimentación, la construcción de diques y represas, la pesca ilegal y la canalización, entre otros. Igualmente, la introducción de especies exóticas de fauna y flora los ha afectado. Para poder tener un escenario más completo al presente, es necesario realizar una evaluación de la condición actual de estos importantes ecosistemas.

Los recursos pesqueros de agua dulce y su hábitat se han visto afectados por las intervenciones humanas. Recientemente, han ocurrido varios casos de

establecimiento de poblaciones de especies de acuario en los ríos y embalses de Puerto Rico. Los organismos de acuario pueden alterar el equilibrio ecológico, competir con especies nativas, modificar el hábitado, ejercer un impacto negativo sobre la pesca, e introducir enfermedades y parásitos nuevos. Una vez que una especie exótica se establezca en aguas naturales, su erradicación es prácticamente imposible y su impacto en el ecosistema es irreversible. No todas las especies exóticas causan daño al ecosistema, pero cada introducción de una especie nueva debe ser cuidadosamente estudiada.

Quizás, la mayor amenaza para la vida acuática de agua dulce sean las especies exóticas que se introducen sin control ni planificación. Muchas de éstas provienen de la industria de peces ornamentales y de la actividad de acuicultura. Actualmente, existen cangrejos australianos, plecos, peces oscar, cíclidos de Centroamérica y otros invertebrados exóticos y plantas acuáticas exóticas que interfieren, de una manera u otra, con el ecosistema de agua dulce y con el disfrute de la pesca recreativa.

Recursos de Vida Silvestre:

El DRNA, en su análisis de las tendencias que han ido experimentando el recurso de vida silvestre, ha identificado los siguientes problemas que, de no tomar acción sobre los mismos, amenazan su sustentabilidad.

1. Pérdida de Terrenos Naturales:

La pérdida de terrenos agrícolas, fuente de alimentación importante para los colúmbidos, es alarmante, principalmente en los terrenos del sur de la Isla, desde Guayama hasta Ponce. La mayoría de estos terrenos se han perdido por la construcción de urbanizaciones. Esta tendencia podría cambiar el escenario positivo que tenemos para estas especies. La pérdida de humedales, ya sea por secado intencional o por degradación, se considera la principal causa para la merma de los patos nativos, todos considerados vulnerables o en peligro de extinción.

La autorización de proyectos de construcción ha afectado grandemente los recursos de vida silvestre y sus hábitados, considerando que, actualmente, aproximadamente un 5.8% de los terrenos en Puerto Rico están protegidos.

2. Especies Exóticas:

La proliferación de especies exóticas es alarmante. Ejemplo de esto lo son:

- ♦ Las especies granívoras que están causando gran pérdida en los cultivos del sur y suroeste de Puerto Rico.
- ♦ La población de monos Rhesus y Patas en el suroeste, que tanto daño causan a la agricultura, amenazan con extenderse a otras áreas aún no colonizadas. De continuar el ritmo observado, estas especies podrían

invadir la zona montañosa, donde, por su topografía, haría muy difícil su control y los daños a la agricultura y al medio ambiente serían desastrosos.

- ♦ La iguana verde, (Iguana iguana), también conocida como gallina de palo, ha aumentado su población a números alarmantes, amenazando la flora y fauna nativa, así como la tranquilidad de muchas familias.

Recursos Costeros:

Según ha establecido el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, el aumento de la demanda de uso sobre los terrenos y aguas costeras, debido al incremento en la población y el desarrollo económico, incluyendo requerimientos para la industria, el comercio, desarrollo residencial, recreación, navegación y disposición de desperdicios que afectan los recursos pesqueros, ha producido la pérdida de recursos marinos, vida silvestre, áreas costaneras, y espacios disponibles para uso público, además de aumentar la erosión.

Entre los problemas a los que su solución se considera apremiante, de manera que se conserve y se maneje óptimamente el recurso costero, se puede mencionar:

- ♦ Acceso inadecuado a las costas.
- ♦ Deterioro de áreas urbanas costeras.
- ♦ Desarrollo costero desordenado.
- ♦ Degradación de la calidad de las aguas y de los recursos costeros.

En las áreas costeras, las fuentes dispersas de contaminación provienen de varias categorías principales de actividades:

- ♦ **Urbanas** - ciudades, carreteras y áreas residenciales, el desarrollo y la construcción de áreas urbanas y de carreteras, expresos y puentes.
- ♦ **Agrícolas** – cultivos (incluyendo plantas ornamentales), ganadería y las granjas de aves, cerdos, conejos y otros.
- ♦ **Marinas** – áreas para el resguardo y servicio a embarcaciones.
- ♦ **Hidromodificaciones** – protección y restauración de la(s) orilla(s) del(de los) río(s) y la(s) quebrada(s), a través de la canalización o construcciones de represas.
- ♦ **Minería** – extracción de arena, grava y minerales comerciales.

Entre los contaminantes principales que resultan de estas actividades se encuentran sedimentos (partículas de suelo), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y productos químicos (plaguicidas, petróleo, sales y metales).

Las fuentes dispersas asociadas a los usos de terrenos que más contaminación llevan a los estuarios y aguas costeras parecen ser las escorrentías urbanas de desarrollos existentes o nuevos, la agricultura y los sistemas de disposición de aguas usadas sobre el terreno. Otras fuentes dispersas de contaminación que también afectan la calidad de las aguas costeras se relacionan con la pérdida y la degradación de humedales y áreas ribereñas.

1. Humedales:

En Puerto Rico, los humedales más adversamente impactados han sido los costeros, especialmente los manglares. El Dr. Ariel Lugo estimó, en el artículo Bajo asedio el manglar, publicado el 29 de julio de 2001 en El Nuevo Día por C. Méndez, que los manglares existentes componen menos del 20% de los que existían en una época pasada. Por otro lado, hallazgos del Sr. José Javier Pérez Otero, indican que el humedal más impactado en el periodo evaluado fue el ribertino, con un 60%. La región norte de Puerto Rico fue la más impactada. Los proyectos urbanos y la construcción de carreteras fueron las causas de más impacto en los humedales entre octubre de 1999 y junio de 2002. El sector privado fue el que más impactos provocó en los humedales naturales (41.09 acres) versus el sector público que impactó 32.525 acres. Además, el 79% de los proyectistas no rindió informes de validación de las mitigaciones.

En mayo de 2003, el Sr. José Javier Pérez Otero presentó su tesis titulada Mitigación de Humedales en PR bajo el *Joint Permit Application*, la Sección 404 del *Clean Water Act* y la Meta de Cero Pérdida Neta. En la misma, el investigador halló que la meta aparenta estar cumpliéndose "en términos de acre, pues por cada acre de humedal impactado entre octubre de 1999 y junio de 2002, se propuso mitigar con 1.01 acres de humedal". Sin embargo, "en términos de funciones, la meta de cero pérdida neta no se está cumpliendo pues al momento no existe un mecanismo para la valoración ecológica de los humedales que permita requerir mitigaciones que compensen por esos valores y funciones ecológicas que se pierden cuando se impacta un humedal natural". Al eliminar las estrategias de mitigación de adquisición, preservación o mejoramiento, ya que las mismas se refieren a humedales existentes, el Sr. Pérez encontró que "por cada acre de humedal impactado, se propuso mitigar con la creación de 0.79 acres de humedal mostrando que, desde ese punto de vista, Puerto Rico no está cumpliendo la meta de cero pérdida de humedales en términos de acre".

2. Arrecifes de Coral:

En cuanto a los arrecifes de coral, los que bordean la costa están amenazados y en muchos lugares degradados o muertos, principalmente

por su proximidad al desarrollo costero. Muchos expertos en arrecifes de coral han asociado la alta sedimentación, turbidez y descargas de nutrientes en estos ecosistemas con su degradación. Corales muertos o en vías de morir han sido identificados en las afueras de Mayagüez, Guayanilla y Ponce, especialmente en áreas impactadas por dragados, descargas de aguas usadas, descargas industriales, tráfico de embarcaciones y descargas de río. La deforestación y remoción de la corteza terrestre en las colinas que rodean La Parguera ha contribuido a aumentar la escorrentía de sedimento, especialmente durante periodos lluviosos. Además, las aguas residuales locales son descargadas a un canal de mangle. Los arrecifes pueden estar afectándose también por descargas de aguas usadas de fuentes aguas arriba, como de Guayanilla, Guánica y Ponce.

Los arrecifes cercanos a la costa oeste están sujetos a una alta turbidez, influjo de sedimento de tres ríos, nutrientes y aguas usadas de actividades agrícolas, el emisario de Mayagüez y las empacadoras de atún. En la Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos (JBNERR), los arrecifes de borde que rodean los cayos con ambientes de arrecifes de cresta han sido severamente impactados por la sedimentación asociada a la erosión costera y los transportes de Guayama y Salinas.

Los arrecifes alejados de Puerto Rico cerca de Desecheo, Vieques y La Parguera, tienen la mayor abundancia y cobertura de coral vivo. Sin embargo, estos arrecifes también han sido degradados por impactos humanos y naturales. Estudios recientes indican que los arrecifes en las aguas costeras de Desecheo son probablemente los mejores desarrollados y más saludables en Puerto Rico, con cerca de 70% de cobertura de coral y una alta claridad de agua⁹.

En los últimos veinticinco años, las poblaciones de coral cuerno de ciervo y de alce han declinado en la mayoría de sus asentamientos. Las causas son: daño por huracanes, enfermedad de banda blanca y moluscos que se alimentan del coral¹⁰. Grandes porciones de coral de cuerno de alce en la costa este que estaban saludables en el 1979 ahora se han diezmando posiblemente a consecuencia de la enfermedad de banda blanca¹¹.

Los factores humanos que están afectando adversamente los arrecifes de coral se pueden resumir como: fuentes de contaminación tierra adentro (como desarrollos urbanos costeros que incluyen la remoción de la corteza terrestre sin poner en práctica las medidas eficaces de control de erosión y escorrentías sobrecargadas de sedimentos, las actividades agrícolas con aplicación excesiva de pesticidas o nutrientes y actividades industriales), pesca excesiva, turismo o usos recreativos intensos, prácticas destructivas de pesca, derrames de petróleo a pequeña y gran escala, encallamientos de

⁹ Armstrong et al. 2001.

¹⁰ Goenaga 1991, Bruckner et al. 1997, Williams et al. 2000.

¹¹ Goenaga y Boulon 1992.

embarcaciones (incluyendo barcasas de petróleo), eutroficación, contaminación termal, otro tipo de contaminación costera, extracción y comercio internacional con organismos ornamentales, desperdicios marinos, descargas de embarcaciones, destrucción de habitáculos, y actividades militares (en el pasado).

Los tensores naturales que afectan nuestros arrecifes son: huracanes, enfermedades y el calentamiento global. Actualmente, las enfermedades y el blanqueamiento de corales están ocasionando daños severos, extensos y agudos en un periodo alarmantemente rápido. Esta información se ha estado documentando en detalle en la Reserva Natural Canal Luis Peña en Culebra, única área natural protegida en Estados Unidos, manejada por el gobierno estatal y con una veda permanente de pesca. La tasa de mortandad por esta causa en Culebra es la mayor documentada en toda la Región del Caribe, según el Dr. Edwin Hernández, coordinador del proyecto de monitoreo de arrecifes de coral en dicha Reserva.

METAS, ESTRATEGIAS Y PROYECCIONES PARA EL 2004

Recursos Forestales:

La historia de usos de terrenos, el crecimiento poblacional, los cambios sociales y económicos requieren la integración de enfoques donde los recursos naturales y el sistema social sean considerados bajo un marco de ecosistema humano reconociendo sus componentes para lograr mayor efectividad en la conservación de los sistemas forestales de Puerto Rico. Usando este concepto como base, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales evalúa modelos del ecosistema humano para trabajar con los componentes y factores de cambios que permitirán mejorar la efectividad de la labor del Negociado de Servicio Forestal.

Luego de considerar la importancia, condición actual y presiones que amenazan la integridad de los bosques en Puerto Rico por zona de vida, el DRNA ha identificado las siguientes necesidades para evitar el futuro deterioro de este recurso.

1. Bosque Seco Subtropical:

En el caso de los bosques públicos es necesario reducir fragmentación entre los componentes de cada bosque en esta zona de vida. Es necesaria la expansión por compra de terreno o en estrategias de corredores biológico. Educar a los dueños de terrenos privados sobre el peligro de incendios y el impacto de éstos sobre esta zona.

Apoyar los bosques públicos en esta zona para mejorar su capacidad de respuesta a incendios en áreas aledañas a los terrenos protegidos o dentro de los propios bosques públicos.

Organizar el uso recreativo en esta zona de forma tal que se evite la pérdida de vegetación y se aproveche el espacio sin reducir la cobertura vegetal existente.

2. Bosque Húmedo Subtropical:

Mucha de la cubierta vegetal recuperada en Puerto Rico por el cambio de una base agrícola a una industrial ha ocurrido en esta zona de vida. La mayoría de esta recuperación ha ocurrido en terrenos privados. Los cambios en las actividades económicas de la isla pueden reducir la deforestación aún cuando exista un aumento poblacional. Es necesario analizar esta zona de vida para considerar mantener y mejorar la cubierta forestal de terrenos privados por medio de programas de incentivos o propuestas de conservación que pueden incluir compra de terrenos.

En las áreas donde la relación con clima, suelos y geología reduce la posibilidad de usos, se debe incentivar los usos congruentes con la conservación.

El bosque secundario ofrece una oportunidad de recuperación y una protección a los suelos de esta zona de vida que debe ser reconocido. Un bosque dominado por especies exóticas está en un proceso de sucesión que puede ser manejado a una composición de especies con diferentes alternativas de uso. Se debe cambiar la imagen de los bosques secundarios considerados como áreas dominadas por especies indeseables a zonas de auto recuperación donde especies oportunistas comienzan un proceso natural de sucesión y recuperación de las características naturales de esta zona. La regeneración y sucesión natural es el proceso más barato y eficiente de reforestación.

Es necesario evaluar la regulación y zonificación en los terrenos que componen esta zona de vida. El establecimiento de áreas de amortiguamiento alrededor de los bosques públicos en esta zona de vida debe considerarse como una prioridad. De igual forma, terrenos con alto potencial agrícola que tienen una importante contribución hídrica en esta zona de vida deben protegerse con estrategias de zonificación o designaciones especiales.

3. Bosque Muy Húmedo Subtropical:

El manejo de cuencas hidrográficas, guiado por un enfoque de manejo de ecosistemas o regiones, es necesario para los bosques públicos en esta zona de vida.

El desarrollo de corredores biológicos como estrategia de conservación debe promoverse en esta zona de vida y debe unir terrenos privados con bosques públicos en esfuerzos de conservación apoyados por incentivos y compra de terrenos.

4. Bosque Lluvioso Subtropical:

Mantener los niveles de protección existentes y apoyar los esfuerzos de investigación que sirvan de barómetro sobre cambios climáticos globales.

5. Bosque Montano Bajo Muy Húmedo:

Buscar estrategias para proteger los remanentes de terrenos de esta zona de vida que no estén dentro de alguna categoría de protección. Se debe estudiar la posibilidad de comprar o proteger, por medio de incentivos, a dueños de terrenos privados.

Dirigir estrategias de manejo a terrenos privados clasificados bajo esta zona de vida para promover los usos compatibles por sus características físicas y biológicas.

6. Bosque Montano Bajo Lluvioso:

Mantener los niveles de protección existentes y apoyar los esfuerzos de investigación que sirvan de barómetro sobre cambios climáticos globales.

Comunicar a sus residentes y al público en general el valor e importancia de esta zona de vida por medio de estrategias educativas.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) ha establecido las siguientes cuatro estrategias para la consideración de la protección de los recursos forestales y los ecosistemas que los integran:

- ♦ Propuesta #1: Reforestación en Terrenos Privados con Prioridad sobre el Recurso Agua en un Enfoque de Prioridades de Zonas Sensitivas por Cuencas:

Esta estrategia requiere un enfoque de análisis de cuenca para identificar prioridades y necesidades de reforestación para ser más efectivo en la reducción de sedimentación y en la conservación de recursos ribereños.

Análisis recomendado para terrenos forestales en terrenos privados:

Caracterización de cuencas con fines de identificar áreas donde se puedan establecer prioridades para recomendar estrategias de conservación y manejo con prioridad en la sustentabilidad del sistema hidrológico. Con la intención de constituir un sistema de manejo de ecosistemas usando las cuencas hidrográficas para definir límites de análisis, se recomienda utilizar

el concepto de sistemas complejos. Ahl y Allen (1996) definen sistemas complejos como sistemas que requieren la identificación de detalles que estén conectados o asociados para llegar a un resultado mayor.

Definición de subcuencas:

Considerando los sistemas de jerarquías que integran una cuenca principal que va desde un punto alto hasta el mar, se pueden observar componentes de la cuenca que pueden subdividirse de la misma forma que se clasifican los arroyos. Se recomienda trabajar con subcuencas para facilitar integrar unos límites de aplicación de análisis y manejo en diferentes escalas. La identificación de las subcuencas se puede extender con la identificación posterior de terrenos adicionales que puedan estar asociados al área de interés en el análisis.

Las divisiones por subcuencas están disponibles en formato digital en el Servicio Geológico Federal (USGS) para toda la Isla. Todo terreno a incluirse en el análisis debe ser integrado al nivel de subcuenca para ser consistente en el análisis y establecer niveles de prioridad. Es necesario tener cuidado con la comparación de niveles de información, ya que incluye diferentes parámetros bajo consideración en el manejo del área. Por ejemplo, en áreas protegidas donde la designación esté asociada a la protección del recurso agua, se debe integrar los embalses asociados al análisis de ecosistemas. Si, por otro lado, la designación tiene como fin proteger un sistema anegado, se tiene que integrar todo el aporte hídrico en un análisis de manejo de ecosistema para ser eficiente en las aplicaciones. Por lo tanto, no existe una receta específica de límites de consideración para un área protegida para un análisis de manejo de ecosistemas. Los problemas de definir escalas pueden ser uno de los primeros inconvenientes que un manejador debe considerar y sustentar al establecer los límites considerados en su análisis.

El concepto recomendado utiliza las subcuencas para definir límites y, al aplicar el mismo, se debe tener claro que no se debe considerar límites hídricos sino límites topográficos que limiten el aporte hídrico a un área particular. Un problema identificado en este concepto es que en sistemas naturales donde el aporte hídrico está compuesto por un componente subterráneo (zona caliza), se puede tener problemas en la demarcación de límites de subcuencas. En estos casos se deben considerar factores adicionales que ayuden a definir un área de análisis. Finalmente, en esta zona con problemas de delimitación, el análisis podría ser llevado al nivel de la cuenca principal. Este proceso de análisis puede ser aplicado para ofrecer ideas de dirección de manejo y conservación de cuencas hidrográficas en Puerto Rico. El proceso recomendado incluye:

- Análisis y caracterización de la cuenca:

En este enfoque se requiere una descripción de algunos componentes biofísicos que son espacialmente diversos e interdependientes y se relacionan a la sustentabilidad de las propiedades naturales de la cuenca. Este análisis identificará áreas críticas que deben tener y mantener usos apropiados para evitar la reducción de las propiedades naturales de la cuenca. Este concepto de usos congruentes o apropiados, apoyado por las características biofísicas de un área, es utilizado por C. Steinitz (1968) en su libro "Meaning and Congruence of Urban Form and Activity", "Journal of the Institute of Planners", Vol. 34 (4) 233-247. En su trabajo, Steinitz conectó el ambiente como una medida del conocimiento de las formas que lo componen y las actividades que se efectúan en éstas. De igual forma, el enfoque utilizado se ajusta al método ecológico de planificación recomendado por McHarg (1969), donde se trata de entender la cuenca como un proceso enlazado donde se busca designar usos apropiados al terreno. Para facilitar e integrar diferentes fuentes de información se establecen parámetros de diferenciación por subcuenca que consideran los siguientes componentes físicos: pendiente, el grupo hidrológico del suelo y una zona o franja de mayor interacción que bordea los ríos, quebradas o arroyos de la zona evaluada. Estos componentes se seleccionan tomando en cuenta que se busca dirigir las estrategias de reforestación en cuencas hidrográficas. Las estrategias deben mejorar la eficiencia en las aplicaciones de manejo de forma tal que se reduzca la sedimentación y se propicie la calidad de agua en los embalses que sean parte de la cuenca. A continuación se presentan cómo se consideraron los parámetros recomendados para el Plan de Acción para el Manejo y Conservación de Cuencas Hidrográficas por el Comité Integrado por personal de la Administración Auxiliar de Recursos Vivos.

Pendientes: Se identifican niveles por ángulo de la pendiente. En este caso se identifica y se categoriza la pendiente del área en por ciento en cuatro clases.

1. 0 – 15%
2. 15% - 30%
3. 30% - 45%
4. 45% - 60%

Suelos: Se procede a considerar el grupo hidrológico de los suelos del área. Este parámetro agrupa los suelos de acuerdo con sus características que tengan para generar escorrentía. La consideración principal es la capacidad del suelo sin vegetación para permitir infiltración. Este parámetro no considera pendientes y la cubierta vegetal. En el grupo A se encuentran suelos con una tasa alta de infiltración y poco potencial de escorrentía al estar mojados. Estos

suelos usualmente son profundos, arenosos o ricos en grava. En el grupo D se encuentran suelos con una tasa de infiltración baja y, por lo tanto, un alto potencial de escorrentía. Estos suelos pueden tener un horizonte de arcilla cerca de la superficie, pueden tener un nivel freático alto o son poco profundos con un material parental impermeable.

Zonas Sensitivas: Se identifican niveles de proximidad a cuerpos de agua, ríos, quebradas permanentes o intermitentes. Para esto se trabaja con una franja de 100 metros a cada lado de los cuerpos de agua para identificar de forma más específica lugares donde se debe verificar el uso de terreno para que éstos guarden concordancia con las condiciones biofísicas de la zona.

La tabla que se incluye a continuación documenta trabajos de identificación de zonas críticas, corredores ribereños y estrategias de manejo.

TABLA 47: REFERENCIAS DE TRABAJOS EN ZONAS RIBEREÑAS CON ZONAS DE PROTECCIÓN	
TRABAJOS	RECOMENDACIÓN
<i>Practical Methodology for Landscape Analysis and Zoning</i> by Tom Bradley and Herb Hammond. 1993	Protección de corredores, según órdenes de ríos. Ríos o arroyos de 4 ^{to} orden recomiendan 100m a cada lado.
<i>The Scientific Basis for Silvicultural and Management Decisions in the National Forest System.</i> USDA Forest Service. Gen. Tech. Report WO-55 Technical Compiler Russell M. Burns	Recomienda zonas de amortiguamiento con vegetación de 30 m a cada lado de ríos y arroyos.
<i>Landscape Planning Environmental Applications</i> by William M. Marsh	Recomienda zonas de amortiguamiento mayores de 30m para calidad de agua.
<i>Watershed Ecosystem Analysis as a Basis for Multiple - Use Management of Eastern Forests</i> by James W. Hornsbeck and Wayne T. Swank	Recomiendan una franja de hasta 30m a cada lado de los cuerpos de agua por que esa cantidad debe aumentar en terrenos con pendientes mayores.
<i>NRCS Standard and Specifications for Riparian Forest Buffers.</i> Manual de Conservación de Recursos Naturales – Enfoque	Recomiendan tres zonas desde el cuerpo de agua: Zona 1, 15 pies; Zona 2, 20 pies; y Zona 3, 20 pies; para un total de 55 pies

**TABLA 47: REFERENCIAS DE TRABAJOS EN ZONAS RIBEREÑAS
CON ZONAS DE PROTECCIÓN**

TRABAJOS	RECOMENDACIÓN
Ambiental de la Agricultura - NRCS.	mínimo (16.76m).
<i>How to Design a Riparian Buffer for Agricultural Land</i> by Mike Dosskey USDA Forest Service	Para reducir sedimentos, mejorar hábitat acuático, ampliar la vida silvestre y retener nutrientes solubles debe tener 100 pies (30m).

- Un análisis de usos de terrenos:

El componente biológico y social sobre la cuenca es determinante para establecer su manejo y conservación. Se examina la información de las capas de información creadas como parte del análisis de pendientes, suelos y zonas sensitivas con los datos disponibles sobre uso de terreno en la cuenca. Los datos digitales disponibles para esta fase del análisis son de 1977. Para comparar esta información con datos más recientes se pueden utilizar los Cuadrángulos Digitalizados Orto-correctados de 1995 y la imagen de satélite pancromática de 1995. Una alternativa en el desarrollo y enfoque del plan es buscar información más reciente sobre coberturas vegetal en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical para verificar detalles al nivel de subcuencas o al nivel de toda la cuenca.

El análisis de actividades actuales en las áreas críticas debe ayudar a cotejar los tipos y cantidades de usos con relación a las áreas críticas de la cuenca. Por ejemplo, lugares donde las fotos presenten una cobertura forestal estable dentro de un área crítica deben ser mantenida de esta forma. Para mantener la cobertura forestal se pueden trabajar con incentivos, programas municipales y otras tácticas que se pueden desglosar como parte de la estrategia. Por otro lado, si los usos demuestran actividades no congruentes (extracción de terreno, actividades agrícolas sin prácticas de conservación, actividades industriales, etc.), el enfoque debe considerar cómo aminorar o eliminar los usos no congruentes en el área o recomendar las prácticas necesarias para reducir los impactos en los cuerpos de agua cercanos. La evaluación de usos de terrenos actuales dentro de áreas críticas puede dar una idea de agencias y áreas de trabajo que serán necesarias para implementar el plan. Por último, el llevar este análisis al nivel de subcuencas puede ayudar a implementar prioridades de trabajo con relación a la educación, siembra y monitoría de las estrategias de reforestación. A mayor densidad de usos incompatibles, mayor debe ser la intensidad de acción por parte de la agencia. Además, una subcuenca con mayor densidad de área crítica debe ser monitoreada

con mayor intensidad para optimizar la efectividad de las estrategias de reforestación que se apliquen.

Análisis por subcuencas: En esta parte del análisis se consideran los cambios relacionados con la ubicación y dinámica temporal y espacial de los sistemas económicos, demográficos y sociales con relación a las áreas críticas o sensitivas en el área de estudio. Los factores como densidad poblacional y otros factores demográficos sobre las capas de información creadas durante el análisis ofrecen alternativas sobre dónde dirigir las estrategias de educación y reforestación. Los cambios en periodos dentro de este tipo de análisis pueden orientarse sobre áreas de mayor prioridad para establecer la iniciativa de siembra o protección en las áreas sensitivas o críticas.

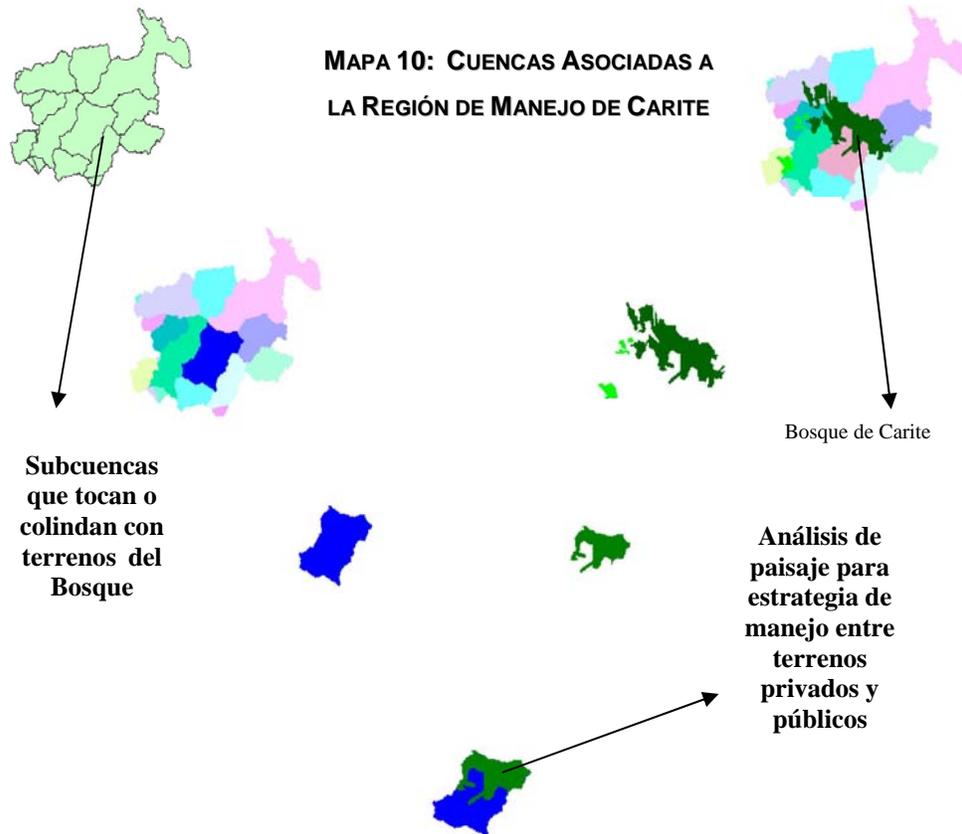
DIAGRAMA 2: ESTRUCTURA DE ANÁLISIS RECOMENDADO PARA EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS



♦ **Propuesta #2: Análisis Recomendado para el Manejo de Regiones de Conservación por Bosques Públicos:**

Este análisis requiere un enfoque de áreas de conservación integrando las cuencas para identificar regiones de conservación a fin de mejorar las estrategias de manejo de bosques. La intención es mejorar la efectividad en un enfoque de manejo regional o ecosistemas. En este enfoque el bosque o área natural protegida es considerado el centro de una región que integra las subcuencas que tocan o son parte del bosque público considerado. De esta forma, se delimita una región de manejo que integra acciones directas en áreas dentro del bosque público y otras estrategias en áreas urbanas, rurales o de transición entre éstas que están dentro de la región delimitada. Esta estrategia integra esfuerzos sobre terrenos públicos y privados en una región que aportará a los servicios ambientales que produce el bosque y actuará de zona de amortiguamiento a los terrenos bajo la administración del

Servicio Forestal de Puerto Rico. En el diagrama a continuación se presenta el concepto.



♦ **Propuesta #3: Estrategia de Manejo Adaptativo Basado en Monitoría de Biodiversidad de los Bosques Públicos:**

Esta estrategia incluye un proceso de monitoría que sirva para medir aplicación de manejo en los bosques públicos con el concepto de manejo adaptativo. Este concepto es un proceso sistemático y cíclico para mejorar prácticas de manejo de lecciones aprendidas de los programas operacionales. La monitoría permite tener un marco de referencia sobre la efectividad o falta de efectividad de prácticas o actividades de manejo. Cada paso del manejo adaptativo se fortalece en los pasos anteriores tomados como parte de la estrategia y permite evaluación constante de los programas, las metas y los objetivos de manejo. Los pasos a considerar son: 1) establecer objetivos de manejo y proceso de monitoría; 2) comenzar la evaluación y monitoría; 3) evaluar las prácticas y programas; y 4) tomar decisión sobre la adaptabilidad de los programas y prácticas para considerar su permanencia o ajuste.

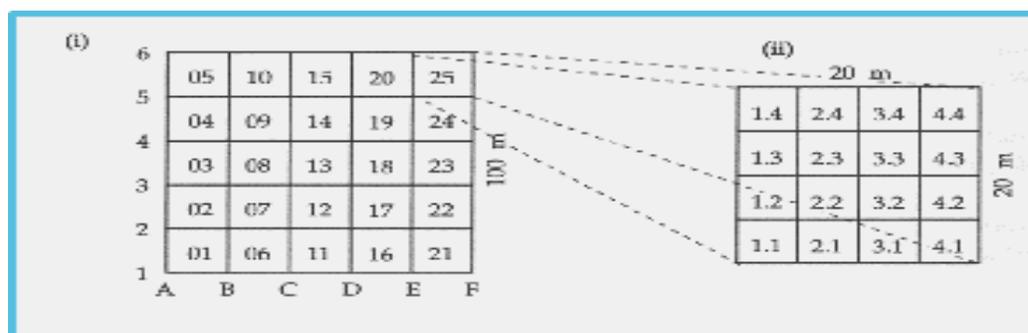
Los bosques públicos son centros de conservación donde la representación de la biodiversidad debe protegerse y mejorarse bajo prácticas de manejo efectivas. Usando este parámetro, se recomienda el uso de la biodiversidad como dirección de manejo y una estrategia de monitoría de biodiversidad utilizando parcelas de monitoría de biodiversidad con procedimientos reconocidos internacionalmente que permitan la comparación entre áreas y con áreas de otras zonas tropicales. Se recomienda el protocolo establecido por el Programa de Monitoría de Biodiversidad del Smithsonian Institution. El protocolo de este programa integra parcelas de una hectárea debidamente organizadas en subparcelas de 20 m x 20 m. La información a continuación presenta el modelo considerado.

- Plan de Establecimiento y Monitoreo de Parcelas Permanentes en Puerto Rico:

Este trabajo tiene como propósito el crear una serie de parcelas permanentes y georeferenciadas de una hectárea en áreas naturales protegidas en Puerto Rico. Las parcelas serán áreas de estudio y monitoreo permanente que incluirán una serie de zonas que representan los ecosistemas más representativos de Puerto Rico. Estas parcelas serán una herramienta de documentación de biodiversidad y dinámica de cada ecosistema considerado en el Plan. La selección de áreas de trabajo tendrá como base las localidades de las áreas naturales protegidas existente en la Isla que estén bajo la administración y manejo del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. El análisis de selección de áreas considerará características ecológicas, físicas e históricas para lograr una representación que permita someter recomendaciones con potencial de manejo que se adapten a las necesidades de conservación de cada área consideradas dentro de un sistema de áreas naturales protegidas.

Los objetivos de este Plan tienen como prioridad la consideración e implementación de la metodología diseñada por el *Smithsonian Institute/Man and the Biosphere Biological Diversity Program (SI/MAB)* y el Programa de Diversidad Biológica en Latino América para el establecimiento y mantenimiento de parcelas de inventario permanentes en bosques tropicales. Dallmeier (1992) indica que las parcelas trabajadas por SI/MAB incluyen una zona que integra 25 hectáreas, dividida en 25 parcelas de una (1) hectárea. La parcela de una (1) hectárea es subdividida en 25 cuadrículas con un tamaño de 20 m X 20 m, que son marcadas permanentemente. El proceso y método utilizado para las parcelas de una (1) hectárea serán utilizados en este Plan y, dependiendo del área, se considerará la alternativa de agrandar el área de estudio para, de ser posible, establecer parcelas de 25 hectáreas como parte de un plan de trabajo a largo plazo.

TABLA 48: METODOLOGÍA SI/MAB



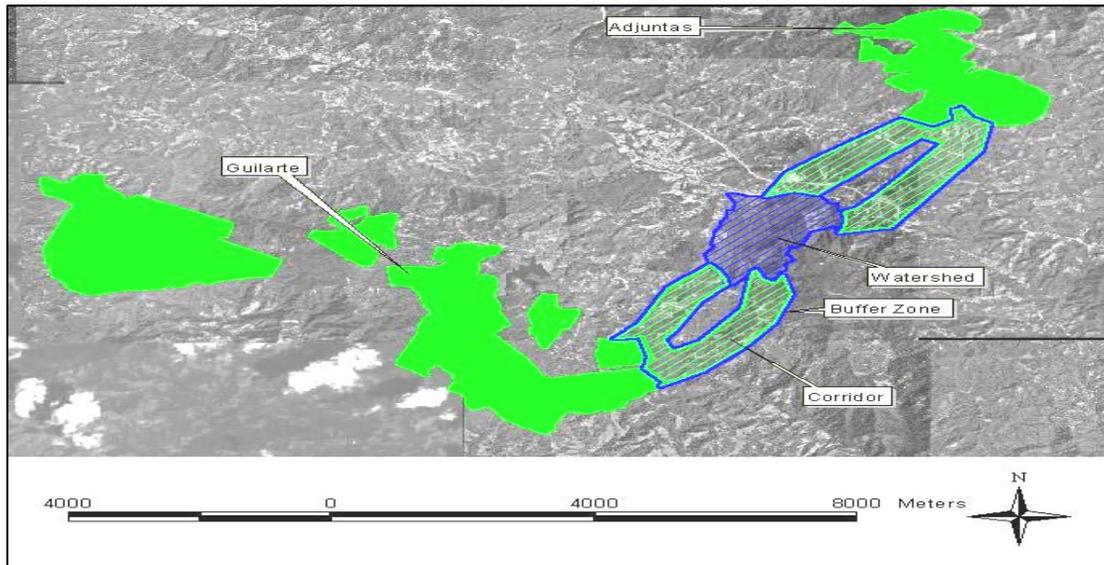
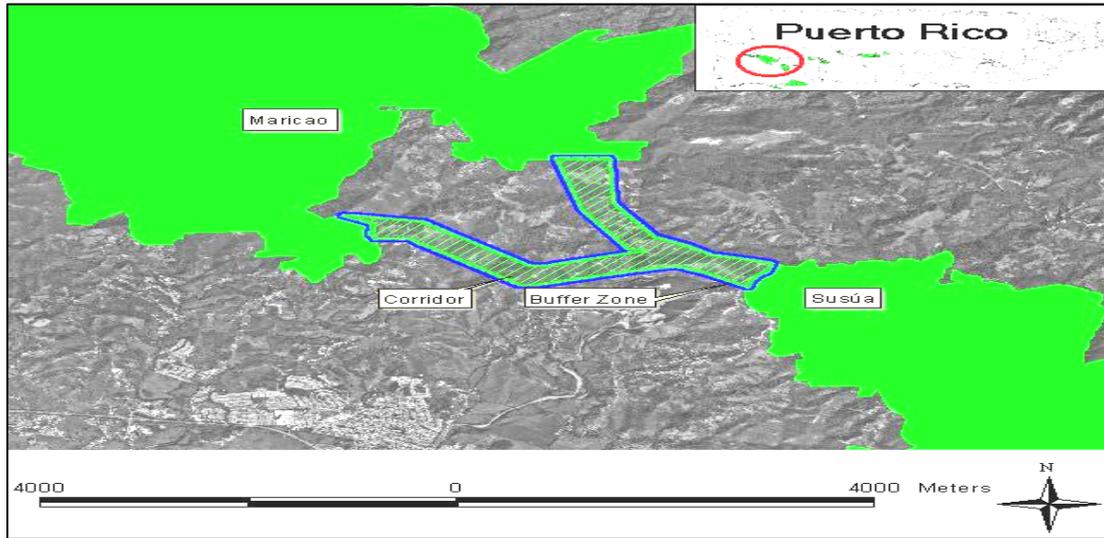
- (i) Parcela de una hectárea dividida en cuadrícula de 25 subparcelas 20 m x 20 m.
(ii) Parcela de 20 m x 20 m dividida en cuadrícula de 16 subparcelas de 5 m x 5 m.
(Dallmeier et al 1992.)

♦ **Propuesta #4: Estrategia de Corredores Biológicos:**

Otro concepto donde se contempla la integración de terrenos forestales públicos y privados es la estrategia de corredores biológicos. En este concepto se trabaja la conexión entre áreas protegidas evaluando el uso y comunicación de elementos biológicos que se pueden beneficiar del desplazamiento entre áreas protegidas. El concepto está considerado para los bosques de Maricao, Susúa y Guánica en un corredor y entre los bosques de Guilarte, Bosque del Pueblo y Toro Negro en un corredor de la parte montañosa. El concepto es una estrategia propuesta para considerar su ampliación a otras áreas protegidas. Es necesario fortalecer las estrategias en terrenos forestales privados que incentiven la conservación de los terrenos dentro del corredor sin la necesidad de llegar a su adquisición. El Corredor Guilarte, Bosque del Pueblo y Toro Negro ha sido incluido en el Plan de Conservación de Áreas Sensitivas de Adjuntas y Municipios Adyacentes que actualmente está siendo elaborado por la Junta de Planificación. Este se explica en el Capítulo 3 como parte de los Proyectos Actuales Desarrollados para el Manejo, Restauración y Protección del Recurso Suelo.

A continuación se presentan unas imágenes de los dos corredores recomendados para los bosques considerados inicialmente en esta estrategia.

MAPAS 11: CORREDORES BIOLÓGICOS ENTRE BOSQUES PÚBLICOS



- Enmiendas consideradas y propuestas a los reglamentos bajo el Negociado de Servicio Forestal.
- Considerar ampliar la capacitación del personal para facilitar la aplicación de las estrategias consideradas.
- Integrar la participación comunitaria en los conceptos considerados para facilitar el manejo y conservación de los recursos forestales.
- Mejorar las estrategias de educación y comunicación para destacar la importancia de nuestros recursos forestales y los ecosistemas que los integran.

- Las estructuras y facilidades del Negociado de Servicio Forestal necesitan mejorarse para integrar nuevas tecnologías y mejorar la dinámica de trabajo del personal que lo integra.
- Los programas del Negociado de Servicio Forestal necesitan nutrirse de experiencias de otros países, en especial de áreas tropicales e islas con dinámicas similares a las nuestras.

Recursos Pesqueros:

1. Estrategias Dirigidas a las Pesquerías de Agua Dulce:

Dentro de las estrategias desarrolladas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, a través de su Negociado de Pesquerías y Vida Silvestre, está la de continuar aumentando las oportunidades para la pesca recreativa en agua dulce a través de la siembra de peces, el monitoreo del uso de estos recursos, el manejo y el desarrollo de instalaciones recreativas, entre otras cosas, mientras protege y maneja estos hábitáculos. La meta propuesta es aumentar la cantidad y la calidad de los recursos de pesca recreativa en agua dulce, así como las instalaciones recreativas asociadas a este recurso en todo Puerto Rico. Entre las estrategias propuestas se encuentran:

- ◆ Aumentar las actividades de manejo y monitoreo de áreas de pesca para mejorar las poblaciones de peces existentes.
- ◆ Aumentar, basado en su demanda, el número de áreas para la pesca recreativa, así como las instalaciones para el acceso público en esas áreas.
- ◆ Desarrollar un plan para determinar las facilidades a construirse en los próximos diez años, evaluar y corregir el manejo y las operaciones de las instalaciones existentes.
- ◆ Desarrollar más instalaciones públicas para el acceso de botes y para la pesca.

2. Estrategias Dirigidas a las Pesquerías Marinas:

La meta propuesta por el DRNA es aumentar la calidad y la cantidad de los recursos pesqueros comerciales y recreativos, así como de las facilidades que se ofrecen para el beneficio de todo Puerto Rico. Entre las estrategias propuestas se encuentran:

- ◆ Identificar los usos y los usuarios del recurso.
- ◆ Promover el uso del recurso en forma sustentable y ordenada.

- ♦ Restaurar y mantener poblaciones de peces adultos a niveles que aseguren el desove y reclutamiento.
- ♦ Evitar la captura o cosecha de individuos de alto valor comercial que posean tamaños menores al óptimo de reproducción.
- ♦ Revertir la tendencia declinante en el recurso pesquero, proveyendo beneficios al pescador al mejorar la captura por unidad de esfuerzo.
- ♦ Obtener la información estadística necesaria para el manejo y el monitoreo.
- ♦ Proveer a los agentes del orden público unas herramientas claras para velar por el cumplimiento de la reglamentación, acción que redundará en beneficios directos al recurso.
- ♦ Establecer claramente las categorías de tipo de pescador de modo que se faciliten los mecanismos administrativos para proveer las ayudas, beneficio e incentivos que se identifiquen.
- ♦ Mejorar los accesos públicos y el éxito para la pesca recreativa marina mediante la construcción de: más y mejores rampas para botes, muelles para la pesca, marinas públicas, dispositivos para atraer peces, y arrecifes artificiales.
- ♦ Establecer un programa de cooperación interagencial para mejorar la protección de los hábitáculos marinos.
- ♦ Llevar a cabo acciones y programas para identificar y ejecutar las medidas de restauración y mitigación necesarias.

Recursos de Vida Silvestre:

En armonía con la tendencia de uso y disfrute de los recursos naturales mediante una política de desarrollo sustentable, la Nueva Ley de Vida Silvestre, *supra*, recalca sobre la importancia de que las leyes aseguren el balance entre el desarrollo poblacional, económico y comercial y la perpetuidad de los recursos de vida silvestre, evitando la modificación inadecuada del hábitat natural, hábitat natural crítico, y el hábitat natural crítico esencial de especies vulnerables o en peligro de extinción. Es fundamental en esta Nueva Ley la declaración de la política pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico sobre la protección de la vida silvestre y, en particular, del hábitat natural de dichas especies.

Usando este marco de ley, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales protege los recursos de vida silvestre de forma activa entrelazando la investigación científica, el manejo de los recursos naturales, y la protección de éstos y sus hábitáculos.

Entre las estrategias que el DRNA ha estado implantando y que pretende desarrollar para asegurar la conservación de la biodiversidad asegurando que las mismas puedan ser disfrutadas por ésta y las futuras generaciones, se encuentran las siguientes:

- ♦ Identificar las áreas críticas con necesidad de conservación. Información que permitirá implementar las estrategias de manejo necesarias para asegurar su protección, tales como adquisición de terrenos y educación. La primera liberación de cotorras en el carso se planifica para el 2005.
- ♦ Continuar con los trabajos de reproducción en cautiverio de la cotorra de Puerto Rico con miras a producir suficientes individuos como para establecer una segunda población silvestre en el área cárstica del norte.
- ♦ Continuar con el monitoreo de las poblaciones de la Paloma Sabanera y la Mariquita de Puerto Rico.
- ♦ Desarrollar estrategias encaminadas a controlar, de manera efectiva, las poblaciones de monos ferales en el suroeste de Puerto Rico. Estas estrategias deben permitir la captura y exportación o destrucción de los individuos.
- ♦ Determinar, mediante estudios científicos, el impacto de las especies exóticas en el medio ambiente y la agricultura para desarrollar estrategias que permitan minimizar los impactos negativos manteniendo bajo control sus poblaciones.
- ♦ Identificar áreas naturales en manos privadas para propiciar la firma de acuerdos cooperativos entre dueños y el DRNA, encaminados a proteger y conservar los mismos y la biodiversidad presente en ellos.
- ♦ Adquisición de terrenos que son primordiales para la conservación de aquellas especies más amenazadas y para mantener la integridad y diversidad biológica de la Isla.

Recursos Costeros:

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales propone las siguientes estrategias, dirigidas a la protección y conservación de los recursos costeros:

- ♦ Adquisición de terrenos para ofrecer más garantías de protección de los recursos de alto valor ecológico.
 - En el futuro cercano, se espera adquirir 108 acres de manglares y lagunas en la parte posterior del Centro de Visitantes de JOBANERR, terrenos de la Autoridad de Tierras en las cercanías del muelle en Aguirre y cayos privados en el estuario de Jobos.

- ♦ Es necesario adquirir terrenos privados que forman parte o colindan con las Reservas Naturales u otras áreas protegidas para asegurar su integridad. Este es el caso, por ejemplo, de la Reserva Natural Laguna Tortuguero y la Reserva Natural de Humacao.
- ♦ Asignación de fondos estatales adecuados y recurrentes para la administración y manejo de las reservas u otras áreas naturales protegidas.
- ♦ Fortalecer la vigilancia y patrullaje de las áreas protegidas, haciendo velar por el cumplimiento de las leyes y reglamentos ambientales.
- ♦ Mejorar la coordinación intra e interagencial en asuntos relacionados a los recursos naturales.
- ♦ Establecer campañas de educación masiva en los medios de comunicación sobre los recursos naturales.
- ♦ Realizar análisis holísticos del estado de los recursos naturales y traducirlos a medidas de manejo y campañas educativas.
- ♦ Contratar los recursos humanos necesarios en el DRNA para ejecutar sus responsabilidades a cabalidad.
- ♦ Actualizar los planes de manejo existentes y desarrollar aquellos que aún no se poseen en las áreas naturales protegidas bajo la administración del DRNA.
- ♦ Evaluar proyectos de desarrollo utilizando toda la información disponible, realizando visitas de campo, investigando la presión de uso en el área y tomando en consideración los impactos acumulativos y secundarios de las actividades propuestas.
- ♦ Monitorear los proyectos de desarrollo durante su fase de construcción para garantizar que cumplan con las condiciones de los permisos otorgados.
- ♦ Exigir a solicitantes de permisos ambientales a que sometan las coordenadas de todo el perímetro de la finca a impactarse, así como de la mitigación, de esta llevarse a cabo. Al presente, los proyectistas proveen las coordenadas del centro de la finca.
- ♦ Requerir el pago de fianzas a proyectistas que propongan mitigaciones, como mecanismo de control para que las mismas se completen.

Además de estas medidas, el DRNA presenta las siguientes estrategias propuestas por área protegida:

- ♦ Reserva Natural Laguna Tortuguero:
 - Adquisición de la titularidad de los terrenos públicos y privados que comprenden esta Reserva para garantizar un manejo efectivo.
 - Mensurar los límites de la Reserva.
 - Aumentar la zona de amortiguamiento de la Reserva e incluir las áreas aledañas a la zona de amortiguamiento en las actividades de manejo.
 - Construcción y mantenimiento de la infraestructura necesaria para llevar a cabo los trabajos administrativos, científicos, educativos y recreativos que se realizan en la Reserva.

- ♦ Reserva Natural Bahía Bioluminiscente de Vieques:
 - Promover proyecto de restauración para las zonas aledañas a la Playa Media Luna y la zona al norte de la Bahía Bioluminiscente.
 - Llevar a cabo los trámites necesarios para que se designe esta Reserva como Hito Natural Nacional por el Servicio Nacional de Parques de Estados Unidos.
 - Aprobar el Plan de Manejo Revisado de la Reserva.
 - Realizar mensura de la Reserva.
 - Construcción y mantenimiento de la infraestructura necesaria para llevar a cabo los trabajos administrativos, científicos, educativos y recreativos que se realizan en la Reserva.

- ♦ Reserva Natural Isla de Mona:
 - Construcción del Centro de Visitantes y Laboratorio Científico.
 - Realizar investigaciones científicas a través del personal del DRNA y universidades (locales e internacionales) relacionadas a especies en peligro de extinción y amenazadas, así como en el campo de la espeleología.
 - Reforestar e instalar un vivero de árboles endémicos en la Reserva.
 - Desarrollar veredas interpretativas.
 - Promover la instalación de baños de composta en las áreas recreativas para eliminar los pozos sépticos y hacer un uso más efectivo del agua, factor limitante en la Reserva.

-
- Continuación de rotulación de las áreas recreativas, camino principal y veredas interpretativas, para ofrecerle mayor seguridad y orientación a los visitantes.
 - ♦ Reserva Natural Pantano, Bosque de *Pterocarpus*, Lagunas Mandri y Santa Teresa de Humacao:
 - Proveer oportunidades en la temporada de cacería de aves acuáticas en las nuevas unidades de manejo “moist soil units”.
 - Adquirir la Finca Ramos Cabán (4 cuerdas), localizada al lado de la Laguna Palmas.
 - Elaborar un Plan de Manejo para la Reserva.
 - Desarrollo de nuevas facilidades administrativas: oficina; almacén; centro de visitantes; reconstrucción de puentes; y arreglos de caminos, como parte de la inversión de la Compañía de Turismo para fomentar el ecoturismo en esta reserva.
 - ♦ Reserva Natural Isla Caja de Muertos:
 - Revisión y desarrollo de un nuevo Plan de Manejo.
 - Desarrollar un plan de reintroducción de flora en peligro de extinción y especies nativas de la Reserva.
 - Restaurar las estructuras históricas, como el Faro.
 - Restaurar la vereda submarina.
 - Rehabilitar el Museo.
 - Continuar con la rotulación de la reserva: especialmente el camino principal, veredas y lugares más frecuentados por los visitantes.
 - Adquirir un vehículo anfibia.
 - ♦ Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera:
 - Proyecto de instalación y mantenimiento de boyas de anclaje destinado a la protección de los corales.
 - Promover la aprobación de la Orden Administrativa para regular el uso y disfrute de los cayos e islotes de la Reserva.
 - Implementar un programa de control de luces en la costa para proyectos de desarrollo turístico en áreas de conservación de tortugas marinas.
-

-
- Adquisición de los cayos Icacos y Ratones, cuya titularidad ostenta PRIDCO.
 - Cumplir con la propuesta de la NOAA para la zonificación por uso de los terrenos sumergidos o arrecifes de coral de La Cordillera.
 - Identificar áreas y colocar boyas donde se establezca la prohibición de la pesca y el anclaje de botes, con el fin de proteger los arrecifes de coral y permitir el desarrollo y aumento de las poblaciones de peces y otra vida marina.
- ♦ Reserva Natural Caño Tiburones y Cueva del Indio:
 - Proyecto de restauración a través de campañas de limpieza, cierre de accesos ilegales y siembra de flora típica de la reserva y control de los niveles de agua.
 - Proyecto educativo para estudiantes, comunidades adyacentes y usuarios, sobre el valor ecológico del área y la importancia de su conservación y protección.
 - Rotulación de la reserva con fines de orientación.
 - Construcción de un centro de visitantes y de facilidades recreativas.
- ♦ Refugio de Vida Silvestre del Embalse Guajataca:
 - Inventario de fauna y flora para la actualización del Plan de Manejo.
 - Implementar proyecto de propagación para la palma manaca, especie amenazada.
 - Implementar Plan de Vigilancia para el Embalse.
- ♦ Refugio de Vida Silvestre del Embalse Lucchetti:
 - Desarrollar proyectos donde la comunidad se involucre en las actividades de conservación y protección del área natural.
 - Establecer política pública para regular las prácticas en los terrenos aledaños al Embalse para controlar su rápida sedimentación y extender el largo de vida del sistema.
 - Establecer una vereda interpretativa y llevar a cabo su rotulación.
 - Adquirir terrenos aledaños de gran importancia para asegurar la integridad del Embalse.
-

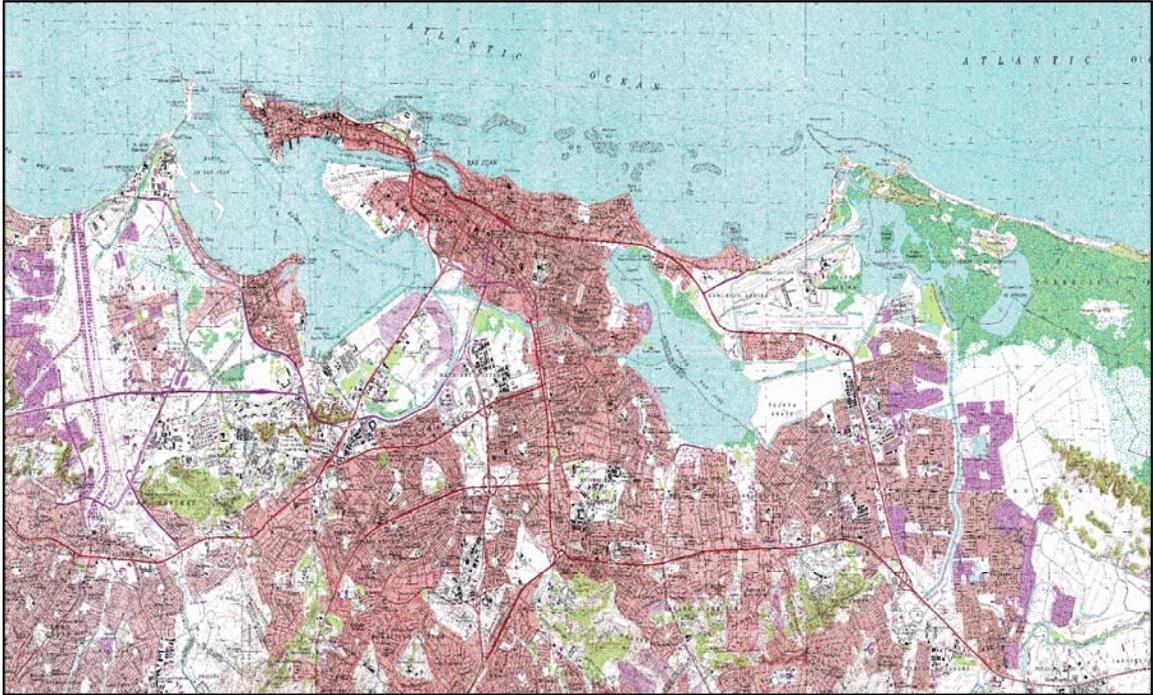
- Establecer un proyecto educativo interactivo.
- ♦ Reserva Natural La Parguera:
 - Proyecto de siembra para restauración de hábitat.
 - Programa de educación para fomentar el interés del público por los recursos naturales existentes en la Reserva, fomentando el turismo de manera ordenada y de forma tal que no se vean afectados los recursos.
 - Realización de inventario de fauna y flora.
 - Colaboración con la Propuesta de arrecifes de coral establecida por personal del National Marine Fisheries Services.
 - Elaborar folletos informativos dirigidos tanto a público adulto, como al infantil.
 - Establecer relaciones directas con la comunidad y grupos interesados en el manejo adecuado de la Reserva.
 - Reconstrucción del paseo tablado del área recreativa Isla Mata La Gata.
 - Reconstrucción y arreglo del estacionamiento, camino y las facilidades recreativas en Playita Rosada, con la colaboración del municipio de Lajas.
- ♦ Refugio de Vida Silvestre de Boquerón:
 - Restaurar el hábitat para beneficio de la pesca recreativa y la vida silvestre.
 - Promover el uso de las instalaciones y recursos para la pesca recreativa.
 - Mantener una cacería de calidad para aves acuáticas, con un equilibrio entre las especies permitidas para cazar y las que se desean proteger.
 - Restaurar los canales este y norte del Refugio, en coordinación con el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.
 - Adquisición de nuevo sistema para bombeo de agua salada a la laguna para el control de propagación de vegetación acuática y control de niveles de agua.

- ♦ Reserva Natural del Canal de Luis Peña de Culebra:
 - Nombramiento de biólogo y trabajadores para el manejo de la reserva y el proyecto de tortugas marinas. Actualmente está siendo atendido por el personal de la Reserva Natural La Cordillera.
 - Dar monitoreos y proveer vigilancia a la Reserva para verificar que se esté cumpliendo con la orden administrativa que prohíbe la pesca y el anclaje de embarcaciones dentro de los límites.
 - Ampliar los límites de la reserva tierra adentro e incluir una zona de amortiguamiento.
 - Conducir investigaciones científicas sobre las condiciones de los arrecifes de coral, además de censos y reclutamientos para el carrucho y la langosta.
 - Construcción de oficina, centro de visitantes y residencia del Oficial de Manejo.
 - Orientar al público en general sobre las actividades permitidas y no permitidas en la Reserva mediante rotulación.

- ♦ Reserva Natural Río Espíritu Santo:
 - Siembra de mangles para restauración de hábitat.
 - Establecimiento de facilidades recreativas y de pesca.
 - Construcción de centro de visitantes, almacén y oficina de manejo.

- ♦ Refugio de Vida Silvestre Embalse La Plata:
 - Proyecto educativo a la comunidad: clínicas de pesca, charlas y torneos de pesca de orilla.
 - Inventario de fauna y flora.
 - Desarrollar y elaborar un plan de manejo.

APÉNDICE 29: MAPA DE LOCALIZACIÓN DE ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUA DEL ESTUARIO DE LA BAHÍA DE SAN JUAN



APÉNDICE 30: FOTOGRAFÍA - MAPA DE NAVEGACIÓN Y DIGITAL DEL ESTUARIO DE LA BAHÍA DE SAN JUAN Y LAS ESTACIONES LOCALIZADAS CON UN SISTEMA DE GPS



**APÉNDICE 31:
FOTOGRAFÍA - SONDA MULTIPARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA**



**APÉNDICE 32: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA
FOTOGRAFÍA - BOCA DEL CAÑO SAN ANTONIO**



Transparencia: 36 – 60”
OD: 5.2 – 6.9 mg/l
pH: 7.6 – 8.0 SU
Cond. Espec: 52,800 – 55,200 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 26.2 – 29.1 °C
Alcalinidad: 120 mg/l
E. Coli: 12 – 170 col/100ml
Colif. fecales: 4 – 203 col/100ml
N (total): 0.2 – 0.3 mg/l
P (total): .02 – 0.11 mg/l
C orgánico (total): 1.3 – 2.1 mg/l
SS: 10.0 – 46.0 mg/l
Turbidez: 1.6 – 9.6 NTU
Clorofila a: 0.3 – 3.4 $\mu\text{g}/\text{l}$
Clorofila b: < 0.1 $\mu\text{d}/\text{l}$

APÉNDICE 33: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA: BAHÍA DE SAN JUAN #3

Transparencia: 36 – 56"
OD: 5.7 – 7.3 mg/l
pH: 7.4 – 8.1 SU
Cond. Espec.: 53,100 – 54,700
 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 26.3 – 29.2 °C
Alcalinidad: 120 mg/l
E. Coli: 5 – 760 col/100ml
Colif. fecles: 3 – 790 col/100ml
N (total): 0.2 – 0.4 mg/l
P (total): .02 – 0.12 mg/l
C orgánico (total): 1.4 – 2.5 mg/l
SS: 10.0 – 32.0 mg/l
Turbidez: 1.7 – 11.0 NTU
Clorofila a: 0.7 – 6.7 $\mu\text{g}/\text{l}$
Clorofila b: < 0.1 $\mu\text{a}/\text{l}$



APÉNDICE 34: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - BAHÍA DE SAN JUAN #6



Transparencia: 24 – 27"
OD: 5.8 – 9.0 mg/l
pH: 6.9 – 8.1 SU
Cond. Espec: 50,400 – 55,400 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$
Temp: 26.7 – 29.7°C
Alcalinidad: 120 mg/l
E. Coli: 4 – 68 col/100ml
Colif. fecales: 2 – 152 col/100ml
N (total): 0.2 – 0.3 mg/l
P (total): .02 – 0.12 mg/l
C orgánico (total): 1.5 – 2.9 mg/l
SS: 10.0 – 48.0 mg/l
Turbidez: 2.0 – 11.0 NTU
Clorofila a: 0.9 – 3.8 $\mu\text{g}/\text{l}$
Clorofila b: < 0.1 $\mu\text{a}/\text{l}$

APÉNDICE 35: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - BOCA DEL RÍO PUERTO NUEVO

Transparencia: 6 – 20"
OD: 0.8 – 5.4 mg/l
pH: 6.6 – 7.6 SU
Cond. Espec: 4,350 – 41,800
 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$
Temp: 26.2 – 28.2°C
Alcalinidad: 140 – 180 mg/l
E. Coli: 60,000 – 620,000 col/100ml
Colif. fecales: 8,600 – 610,000
col/100ml
N (total): 2.0 – 5.1 mg/l
P (total): 0.3 – 0.73 mg/l
C orgánico (total): 4.9 – 14.1 mg/l
SS: 10.0 – 12.0 mg/l
Turbidez: 5.3 – 14.0 NTU



APÉNDICE 36: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - CAÑO MARTÍN PEÑA



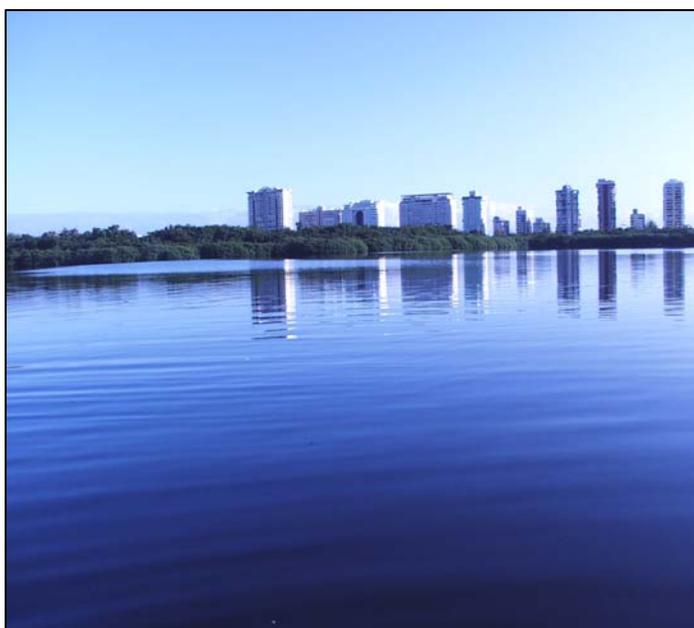
Transparencia: 7 – 20"
OD: 0.3 – 1.4 mg/l
pH: 6.8 – 7.3 SU
Cond. Espec: 18,500 – 41,900 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$
Temp: 25.6 – 29.6°C
Alcalinidad: 150 – 210 mg/l
E. Coli: 35,000 – 620,000 col/100ml
Colif. Fecales: 8,600 – 650,000 col/100ml
N (total): 2.2 – 5.7 mg/l
P (total): 0.51 – 0.73 mg/l
C orgánico (total): 6.6 – 12.8 mg/l
SS: 18.0 – 56.0 mg/l
Turbidez: 7.1 – 53.0 NTU
Clorofila a: 1.1 – 45.6 $\mu\text{g}/\text{l}$
Clorofila b: 0.1 – 1.2 $\mu\text{g}/\text{l}$

APÉNDICE 37: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - SJS 300

Transparencia: 24 – 60"
OD: 4.2 – 5.7 mg/l
pH: 7.4 – 7.8 SU
Cond. Espec: 14,100 – 24,600
 µs/cm²
Temp: 25.7 – 29.6°C
Alcalinidad: 62 – 87 mg/l
E. Coli: 36 – 61,000 col/100ml
Colif. Fecales: 22 – 2,400 col/100ml
N (total): 0.9 – 2.0 mg/l
P (total): 0.14 – 0.35 mg/l
C. Orgánico (total): 5.8 – 10.5 mg/l
SS: 11.0 – 13.0 mg/l
Turbidez: 2.5 – 5.7 NTU
Clorofila a: 1.7 – 14.6 µ g/l
Clorofila b: < 0.1 µg/l



APÉNDICE 38: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - LAGUNA SAN JOSÉ #3



Transparencia: 13 – 23"
OD: 5.8 – 6.7 mg/l
pH: 7.4 – 7.8 SU
Cond. Esp: 12,000 – 20,500 µs/cm²
Temp: 25.6 – 30.2°C
Alcalinidad: 63 – 82 mg/l
E. Coli: 60 – 1,600 col/100ml
Colif. Fecales: 10 – 1,380 col/100ml
N (total): 1.1 – 2.5 mg/l
P (total): 0.14 – 0.29 mg/l
C orgánico (total): 7.5 – 9.0 mg/l
SS: 10.0 – 18.0 mg/l
Turbidez: 3.7 – 10.0 NTU
Clorofila a: 5.2 – 22.6 µ g/l
Clorofila b: 0.1 – 0.4 µ g/l

APÉNDICE 39: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - CANAL SUÁREZ EN LA AUTOPISTA 26

Transparencia: 30 – 35”
OD: 2.4 – 7.5 mg/l
pH: 6.2 – 8.0 SU
Cond. Espec: 15,900 – 29,500
 µs/cm²
Temp: 25.9 – 29.8°C
Alcalinidad: 66 – 85 mg/l
E. Coli: 67 – 6,500 col/100ml
Colif. Fecales: 64 – 3,000 col/100ml
N (total): 0.13 – 0.65 mg/l
P (total): 0.11 – 0.31 mg/l
C. orgánico (total): 3.7 – 7.2 mg/l
SS: 10.0 – 20.0 mg/l
Turbidez: 3.1 – 3.9 NTU
Clorofila a: 3.5 – 6.4 µ g/l
Clorofila b: 0.1 – 0.2 µ g/l



APÉNDICE 40: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - LAGUNA TORRECILLA #1



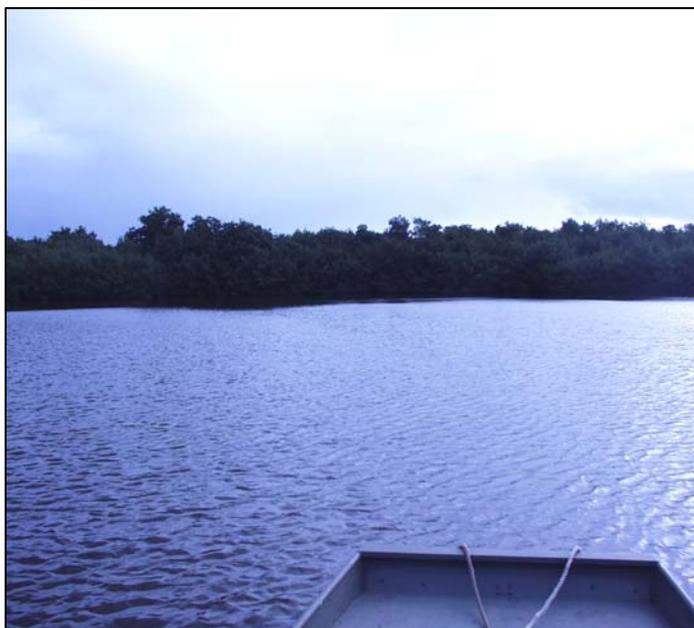
Transparencia: 22 – 61”
OD: 4.9 – 6.7 mg/l
pH: 7.4 – 8.0 SU
Cond. Espec: 46,600 – 55,200 µs/cm²
Temp: 25.9 – 29.5°C
Alcalinidad: 100 – 120 mg/l
E. Coli: 3 – 170 col/100ml
Colif. Fecales: 2 – 250 col/100ml
N (total): 0.2 – 0.5 mg/l
P (total): 0.02 – 0.07 mg/l
C orgánico (total): 0.9 – 5.5 mg/l
SS: 10.0 – 34.0 mg/l
Turbidez: 3.6 – 5.8 NTU
Clorofila a: 0.1 – 4.3 µ g/l
Clorofila b: < 0.1 µ g/l

APÉNDICE 41: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - LAGUNA TORRECILLA #3

Transparencia: 30 – 35"
OD: 2.5 – 7.3 mg/l
pH: 6.6 – 7.9 SU
Cond. Espec: 29,000 – 37,600
 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 26.5 – 29.8°C
Alcalinidad: 85 – 110 mg/l
E. Coli: 610 – 2,200 col/100ml
Colif. Fecales: 150 – 2,700
col/100ml
N (total): 0.3 – 1.1 mg/l
P (total): 0.07 – 0.18 mg/l
C orgánico (total): 4.3 – 6.2 mg/l
SS: 10.0 – 25.0 mg/l
Turbidez: 3.5 – 5.6 NTU
Clorofila a: 2.6 – 10.7 $\mu\text{g}/\text{l}$
Clorofila b: < 0.1 $\mu\text{g}/\text{l}$



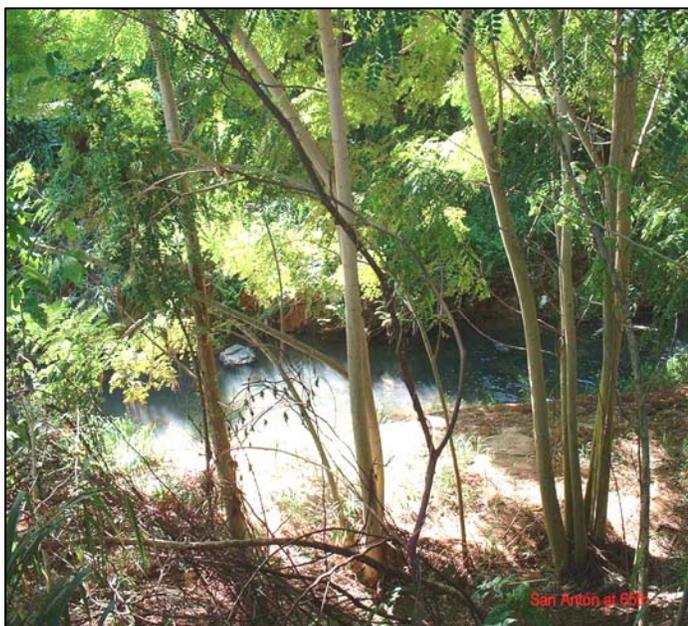
APÉNDICE 42: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - LAGUNA PIÑONES #2



Transparencia: 9 – 18"
OD: 5.6 – 6.8 mg/l
pH: 8.0 – 8.4 SU
Cond. Espec: 41,200 – 49,600 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 25.2 – 29.9°C
Alcalinidad: 120 - 160 mg/l
E Coli: 2 – 42 col/100ml
Colif Fecales: 2 – 20 col/100ml
N (total): 1.0 – 1.8 mg/l
P (total): 0.06 – 0.11 mg/l
C orgánico (total): 7.8 – 18.5 mg/l
SS: 10.0 – 40.0 mg/l
Turbidez: 7.6 – 12.0 NTU
Clorofila a: 3.0 – 26.3 $\mu\text{g}/\text{l}$
Clorofila b: 0.1 – 4.7 $\mu\text{g}/\text{l}$

APÉNDICE 43: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA FOTOGRAFÍA - QUEBRADA SAN ANTÓN

OD: 4.5 – 6.8 mg/l
pH: 7.1 – 7.7 SU
Cond. Espec: 389 – 442 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 23.9 – 27.1°C
Alcalinidad: 120 – 150 mg/l
E. Coli: 3,700 – 60,000 col/100ml
Colif. Fecales: 2,300 – 60,000
 col/100ml
N (total): 0.6 – 0.7 mg/l
P (total): 0.08 – 0.25 mg/l
C orgánico (total): 4.3 – 8.8 mg/l
SS: 10.0 mg/l
Turbidez: 4.9 – 9.9 NTU



APÉNDICE 44: FOTOGRAFÍA - QUEBRADA BLASINA



OD: 1.3 – 2.4 mg/l
pH: 7.1 – 7.8 SU
Cond. Espec: 5,200 – 48,800 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 25.6 – 28.5°C
Alcalinidad: 130 – 160 mg/l
E. Coli: 4,000 – 160,000 col/100ml
Colif. Fecales: 1,900 – 160,000 col/100ml
N (total): 1.0 – 3.5 mg/l
P (total): 0.13 – 0.44 mg/l
C orgánico (total): 5.1 – 9.1 mg/l
SS: 10.0 – 44.0 mg/l
Turbidez: 4.2 – 16.0 NTU

**APÉNDICE 45: RESULTADOS DE CALIDAD DE AGUA
FOTOGRAFÍA - QUEBRADA JUAN MÉNDEZ – REPARTO UNIVERSITARIO**

OD: 2.4 – 8.7 mg/l
pH: 6.8 – 7.3 SU
Cond. Espec.: 335 – 417 $\mu\text{s}/\text{cm}^2$
Temp: 24.2 – 26.9°C
Alcalinidad: 100 – 120 mg/l
E. Coli: 13,000 – 550,000
col/100ml
Colif. Fecales: 910 – 90,000
col/100ml
N (total): 0.2 – 1.2 mg/l
P (total): 0.04 – 0.18 mg/l
C orgánico (total): 1.5 – 3.1 mg/l
SS: 10.0 mg/l
Turbidez: 3.1 – 7.2 NTU



**APÉNDICE 46: EVALUACIÓN DE ESTUARIOS NO MONITOREADOS
CON FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

UNIDAD DE EVALUACIÓN	CUENCA	NOMBRE CUERPO DE AGUA	TAMAÑO (ACRES)	CATEGORÍA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN
PRNE0028_00	Río Guajataca	Río Guajataca	30.72	3	Escorrentía de carreteras y puentes. Extracción de material de la corteza terrestre.
PRNE0033_00	Quebrada Bellaca	Quebrada Bellaca	2.68	1	
PRNE0035_00	Río Camuy	Río Camuy	26.88	3	Fuente precisada industrial menor.
PRNE0038_00	Río Grande de Arecibo	Río Grande de Arecibo	54.2	3	Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PRNE0051_00	Caño Tiburones	Caño Tiburones	187.13	3	Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PRNE0055_00	Río Grande de Manatí	Río Grande de Manatí	164.86	3	Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PRNE0061_00	Río Cibuco	Río Cibuco	189.69	3	Hidromodificaciones.
PREE0064_00	Río La Plata	Río La Plata	528.38	3	Fuentes precisadas municipal mayor. Fallas en sistema de colección. Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0086_00	Río Piedras	Río Piedras	9.6	3	Escorrentía urbana. Vertederos (6300). Hidromodificaciones.
PREE0091_00	Caño Martín Peña	Caño Martín Peña	403.2	3	Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0095a_00	Río Grande de Loíza	Río Grande de Loíza	116.8	3	Escorrentía urbana. Fallas en sistema de colección. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0095b_00	Río Grande de Loíza	Río Grande de Loíza	439.04	3	Escorrentía urbana. Fallas en sistema de colección. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0111_00	Río Herrera	Río Herrera	65.28	3	Vertederos. Sistemas de inyección subterránea.

UNIDAD DE EVALUACIÓN	CUENCA	NOMBRE CUERPO DE AGUA	TAMAÑO (ACRES)	CATEGORÍA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN
PREE0113a_00	Río Espíritu Santo	Río Espíritu Santo	316.8	3	Fuentes precisadas municipal menor. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0113b_00	Río Espíritu Santo	Río Espíritu Santo	51.71	3	Fuentes precisadas municipal menor. Fallas en sistema de colección. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0119_00	Caño Rodríguez	Caño Rodríguez	69.12	1	
PREE0120_00	Río Mameyes	Río Mameyes	107.13	3	Extracción de material de la corteza terrestre. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0125_00	Río Sabana	Río Sabana	18.43	3	Fuentes precisadas municipal menor. Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0128_00	Río Juan Martín	Río Juan Martín	1.79	1	
PREE0131_00	Río Fajardo	Río Fajardo	43.52	3	Escorrentía urbana. Sistemas de Inyección Subterránea
PREE0134_00	Río Demajagua	Río Demajagua	1.79	3	Fallas en sistema de colección. Sistemas de inyección subterránea.
PREE0137_00	Quebrada Aguas Claras	Quebrada Aguas Claras	1.53	3	Hidromodificaciones.
PREE0139_00	Río Daguao	Río Daguao	43	3	Hidromodificaciones.
PREE0142_00	Quebrada Palma	Quebrada Palma	3.2	3	Hidromodificaciones.
PREE0144_00	Quebrada Botijas	Quebrada Botijas	12.28	3	Hidromodificaciones.
PREE0147_00	Río Santiago	Río Santiago	16.12	3	Sistemas de inyección subterránea.
PREE0150_00	Río Blanco	Río Blanco	32.76	1	
PREE0152_00	Río Antón Ruiz	Río Antón Ruiz	82.94	3	Hidromodificaciones.
PREE0159_00	Río Humacao	Río Humacao	79.36	3	Vertederos.
PREE0161_00	Río Candelero	Río Candelero	49.92	1	
PREE0166_00	Caño de Santiago	Caño de Santiago	73.72	3	Fuentes precisadas industrial mayor. Sistemas de inyección subterránea.

UNIDAD DE EVALUACIÓN	CUENCA	NOMBRE CUERPO DE AGUA	TAMAÑO (ACRES)	CATEGORÍA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN
PRSE0175_00	Río Chico	Río Chico	5.12	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0180_00	Río Grande de Patillas	Río Grande de Patillas	8.7	3	Escorrentía urbana. Hidromodificaciones.
PRSE0187_00	Quebrada Salada	Quebrada Salada	3.84	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0189_00	Quebrada Corazón	Quebrada Corazón	3.45	3	Sistemas de inyección subterránea. Agricultura.
PRSE0191_00	Quebrada Branderi	Quebrada Branderi	7.68	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0194_00	Quebrada Melania	Quebrada Melania	7.68	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0198_00	Río Seco	Río Seco	2.3	3	Sistemas de inyección subterránea. Escorrentía urbana.
PRSE0200_00	Quebrada Amoros	Quebrada Amoros	2.68	3	Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0202_00	Quebrada Aguas Verdes	Quebrada Aguas Verdes	2.3	3	Sistemas de inyección subterránea. Hidromodificaciones
PRSE0204_00	Río Niguas de Salinas	Río Niguas de Salinas	7.04	3	Hidromodificaciones. Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0209_00	Río Coamo	Río Coamo	7.29	3	Sistemas de inyección subterránea. Hidromodificaciones.
PRSE0211_00	Río Descalabrado	Río Descalabrado	3.07	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0214_00	Río Jacaguas	Río Jacaguas	7.04	3	Sistemas de inyección subterránea. Escorrentía urbana.
PRSE0222_00	Río Inabón	Río Inabón	2.3	3	Escorrentía urbana. Sistemas de inyección subterránea.
PRSE0226_00	Río Matilde-Pastillo	Río Matilde-Pastillo	27.64	3	Sistemas de inyección subterránea. Escorrentía urbana.
PRSE0229_00	Río Tallaboa	Río Tallaboa	21.5	3	Fuentes precisadas industrial mayor. Escorrentía urbana.
PRSE0231_00	Río Macana	Río Macana	2.3	3	Sistemas de inyección subterránea. Escorrentía urbana.
PRSE0234_00	Río Yauco	Río Yauco	1.92	3	Escorrentía urbana. Hidromodificaciones.
PRSE0241_00	Río Loco	Río Loco	5.37	3	Sistemas de inyección subterránea. Extracción de material de la corteza terrestre. Escorrentía urbana.

UNIDAD DE EVALUACIÓN	CUENCA	NOMBRE CUERPO DE AGUA	TAMAÑO (ACRES)	CATEGORÍA	FUENTES DE CONTAMINACIÓN
PRWE0249_00	Quebrada Boquerón	Quebrada Boquerón	6.14	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRWE0251_00	Quebrada Zumbón	Quebrada Zumbón	1.92	1	
PRWE0253_00	Quebrada González	Quebrada González	5.12	1	
PRWE0255_00	Quebrada Los Pajaritos	Quebrada Los Pajaritos	1.92	1	
PRWE0259_00	Río Guanajibo	Río Guanajibo	36.86	3	Sistemas de inyección subterránea. Extracción de material de la corteza terrestre.
PRWE0264_00	Caño Merle	Caño Merle	101.12	3	Sistemas de inyección subterránea. Escorrentía urbana.
PRWE0267_00	Río Yaguez	Río Yaguez	12.28	3	Sistemas de inyección subterránea. Escorrentía urbana. Fallas en Sistema de Colección
PRWE0271_00	Caño Boquilla	Caño Boquilla	39.68	1	
PRWE0276_00	Río Grande de Añasco	Río Grande de Añasco	152.06	3	Sistemas de inyección subterránea.
PRWE0289_00	Quebrada Grande de Calvache	Quebrada Grande de Calvache	1.28	1	
PRWE0291_00	Quebrada Los Ramos	Quebrada Los Ramos	0.38	3	Sistemas de inyección subterránea. Fallas en sistema de colección.
PRWE0295_00	Río Grande	Río Grande	1.79	1	
PRWE0297_00	Caño de Santi Ponce	Caño de Santi Ponce	2.04	1	
PRWE0299_00	Río Guayabo	Río Guayabo	18.43	3	Fallas en sistema de colección.
PRWE0303_00	Río Culebrinas	Río Culebrinas	86.01	3	Sistemas de inyección subterránea. Hidromodificaciones