

Estado Libre Asociado de Puerto Rico  
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
Junta de Planificación



BORRADOR  
DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ESTRATÉGICA  
PRELIMINAR

**Plan Integral de Usos de Terrenos y Manejo de la  
Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste**



Julio 2008



## HOJA PREÁMBULO

**DIA- Núm:** JCA-\_\_-\_\_\_\_(PR)

**Agencia:** Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y Junta de Planificación

**Título de la acción propuesta:** Adopción del Plan Integral de Usos de Terrenos y Manejo de la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste

**Funcionario responsable:** Javier Vélez Arocho  
Secretario  
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales  
PO Box 366147 San Juan, PR 00936-6147  
787 999-2200

**Acción:** Borrador  
Declaración de Impacto Ambiental – Estratégica Preliminar  
Plan Integral de Usos de Terrenos y Manejo de la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste

**Resumen:** La acción propuesta consiste en la adopción del Plan Integral de Usos de Terrenos y Manejo de la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste. En la primera parte del Plan, se hace un marco descriptivo de la Reserva Natural, analizándose las características existentes en las aproximadas 3,057.63 cuerdas de la reserva; así como el contexto reglamentario vigente relacionado con los usos de los terrenos. Se realiza un diagnóstico general y se enuncia la política pública para el futuro desarrollo de los usos de terrenos y la conservación de los recursos naturales e históricos existentes. Además se identifican las principales acciones que se llevarán a cabo en el futuro inmediato para manejar la reserva. Finalmente, se establece la Reglamentación Especial, donde se promulga la clasificación y la calificación de la Reserva Natural.

**Fecha:** Julio de 2008



## TABLA DE CONTENIDO

### PREÁMBULO

<b>Resumen Ejecutivo .....</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo I. Descripción del Plan Integral de la RNCEN .....</b>	<b>5</b>
A. Base Legal.....	9
B. Objetivos Principales .....	11
C. Resumen del Contenido .....	14
<b>Capítulo II. Descripción del Medioambiente.....</b>	<b>17</b>
A. Descripción Referencial de la RNCEN .....	17
B. Clima.....	19
C. Geografía.....	25
D. Geología .....	27
E. Suelos.....	33
F. Hidrología.....	42
G. Flora y Fauna .....	68
H. Ecosistemas .....	74
I. Recursos Históricos y Arqueológicos .....	115
J. Atributos .....	118
<b>Capítulo III. Características Socioeconómicas .....</b>	<b>135</b>
A. Población .....	136
B. Densidad Poblacional .....	138
C. Tasa de Desempleo .....	138
D. Ingreso Familiar y Familias Bajo el Nivel de Pobreza .....	138
E. Empleos e Ingresos por Sector Industrial .....	140
F. Unidades de Vivienda .....	141
G. Infraestructura .....	143
H. Tendencias de Desarrollo .....	150
<b>Capítulo IV. Propósito y Necesidad de la Acción Propuesta.....</b>	<b>161</b>
A. Propósito de la Acción Propuesta.....	161
B. Necesidad de la Acción Propuesta.....	170
C. Planificación Integral de la RNCEN.....	170
<b>Capítulo V. Descripción y Evaluación de los Posibles Impactos .....</b>	<b>189</b>
A. Impacto Reglamentario.....	189
B. Impacto Físico .....	206
C. Impacto Socioeconómico .....	206
<b>Capítulo VI. Descripción y Evaluación de Alternativas Consideradas .....</b>	<b>209</b>
A. Modelo Actual de Planificación .....	210
B. Adopción del Plan Integral de la RNCEN .....	212
C. No Adopción del Plan Integral de la RNCEN .....	214

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTRATÉGICA

<b>Capítulo VII. Evaluación de la Relación Entre los Usos a Corto Plazo del Medioambiente y la Conservación y el Mejoramiento de la Productividad a Largo Plazo .....</b>	<b>217</b>
<b>Capítulo VIII. Medidas de Prevención y Reducción de los Impactos.....</b>	<b>221</b>
<b>Capítulo IX. Conclusión.....</b>	<b>233</b>
<b>Capítulo X. Recursos, referencias, agencias y entidades consultadas.....</b>	<b>237</b>
A. Personal Técnico .....	237
B. Agencias y Entidades Consultadas .....	237
C. Participación Ciudadana .....	238
D. Referencias Consultadas .....	238

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste	7
Figura 1.2	Aguas territoriales de la zona costanera	8
Figura 2.1	Accesos y Caminos en la RNCEN	18
Figura 2.2	Rosa del Viento	22
Figura 2.3	Relieve Topográfico de la RNCEN	26
Figura 2.4	Mapas Geológicos de la RNCEN	32
Figura 2.5	Mapas de Suelos en la RNCEN	41
Figura 2.6	Mapa Hidrológico de la RNCEN	45
Figura 2.7	Mapa de Barreras Costaneras en la RNCEN	64
Figura 2.8	Mapa de Áreas Inundables en la RNCEN	65
Figura 2.9	Mapa Preliminar de las Áreas Inundables en la RNCEN	66
Figura 2.10	Mapa de Áreas Propensas a Inundaciones por la Marejada Ciclónica	67
Figura 2.11	Ecosistemas en la RNCEN	79
Figura 2.12	Localización de Estructuras de Valor Histórico/Cultural	117
Figura 2.13	Áreas Principales de Usos y Actividades Recreativas Actuales	121
Figura 2.14	Áreas Principales de Pesca en la RNCEN	124
Figura 2.15	Ejemplo de la Distribución Potencial del Múcaro de PR en la RNCEN	130
Figura 2.16	Edad de Bosques en RNCEN	131
Figura 3.1	Contexto Regional y la RNCEN	135
Figura 3.2	Municipios que Componen la Región Este de la JP	136
Figura 3.3	Accesos, Puertos y Aeropuertos en la Región Noreste	143
Figura 3.4	Proyección de Cambio en Suelo Urbano en la Zona Costanera	151
Figura 3.5	Valor de los Permisos de Construcción en la Región Noreste	153
Figura 3.6	Demanda de Vivienda (2008-2012)	154
Figura 3.7	Nueva Región Turística Este-Central de la Compañía de Turismo	155
Figura 3.8	Hoteles y Atractivos de la Región Noreste	157
Figura 4.1	Distritos de Ordenación de la ZIT	175
Figura 4.2	Mapa de Calificación del Plan Integral de la RNCEN	183
Figura 5.1	Área de Zonificación Especial de El Yunque	193
Figura 5.2	Cobertura Urbana en el Área de Zonificación Especial de El Yunque	194
Figura 5.3	Distritos de Ordenación de la ZIT	197
Figura 6.1	Cobertura Urbana en el Área de Zonificación Especial de El Yunque	215

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1	Precipitación Normal Mensual	20
Tabla 2.2	Temperatura Normal Mensual	21
Tabla 2.3	Promedio Anual Aritmético y en 24 Horas para PM10	24
Tabla 2.4	Promedio Anual Aritmético y en 24 Horas para PM2.5	24
Tabla 2.5	Área comprendida por diferentes formaciones geológicas en la RNCEN	31
Tabla 2.6	Área comprendida por los diferentes tipos de suelos en la RNCEN	39
Tabla 2.7	Datos Hidrológicos sobre la Cuenca del Río Sabana	46
Tabla 2.8	Datos Hidrológicos sobre la Cuenca del Río Pitahaya	49
Tabla 2.9	Datos Hidrológicos sobre la Cuenca del Río Juan Martín	52
Tabla 2.10	Datos Físicos sobre la Quebrada Fajardo	54
Tabla 2.11	Datos Físicos sobre la Quebrada Aguas Prietas	56
Tabla 2.12	Datos Físicos sobre la Laguna Aguas Prietas	57
Tabla 2.13	Lista de Grupos Representados en la RNCEN	70
Tabla 2.14	Registro de Actividades de Anidaje de Tinglar en la RNCEN	72
Tabla 2.15	Ecosistemas de la RNCEN	78
Tabla 2.16	Usos y Actividades Recreativas Actuales en la RNCEn	120
Tabla 3.1	Población por Municipio de la Región Este de la JP	137
Tabla 3.2	Mediana de Ingreso Familiar, 2000	139
Tabla 3.3	Familias Bajo el Nivel de Pobreza, 2000	140
Tabla 3.4	Distribución de Tipo de Vivienda por Municipio, Región Este	142
Tabla 3.5	Número de Permisos de Construcción Expedidos por ARPE	151
Tabla 3.6	Valor de Permisos de Construcción Expedidos por ARPE	153
Tabla 3.7	Inventario de Habitaciones en la Región Noreste	156
Tabla 4.1	Calificación del Suelo en la RNCEN	182
Tabla 4.2	Densidad Propuesta en el Distrito DE-CEN	185

## LISTA DE ACRÓNIMOS

AAA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
AEE	Autoridad de Energía Eléctrica
ARPE	Administración de Reglamentos y Permisos
cds	Cuerdas
DRNA	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
EPA	Agencia Federal de Protección Ambiental ( <i>US Environmental Protection Agency</i> )
FCPR	Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico
FEMA	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias ( <i>Federal Emergency Management Agency</i> )
h	Hora
ha	Hectáreas
IITF	Instituto Internacional de Dasonomía Tropical ( <i>International Institute of Tropical Forestry</i> )
IUCN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ( <i>International Union for the Conservation of Nature</i> )
JCA	Junta de Calidad Ambiental
JP	Junta de Planificación
km	Kilómetros
km/h	Kilómetros por hora
km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup> s	Metros cúbicos por segundo
MAB	Programa El Hombre y la Biosfera de la UNESCO
MGD	Millones de galones diarios
mi	Millas
mi <sup>2</sup>	Millas cuadradas
mm	Milímetros
NMFS	Servicio Federal de Pesquerías Marinas ( <i>National Marine Fisheries Service</i> )
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica ( <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> )
snm	Sobre el nivel mar
ppm	Partes por mil
PRIDCO	Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico ( <i>Puerto Rico Industrial Development Company</i> )
RNCEN	Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste
tpd	Toneladas promedio diarias
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USFWS	Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre ( <i>US Fish and Wildlife Service</i> )
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos ( <i>US Geological Service</i> )

# DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL - ESTRATÉGICA

## RESUMEN EJECUTIVO

El gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELAPR) reconoció la importancia de proteger y conservar los terrenos que comprenden el Corredor Ecológico del Noreste (CEN) tomando en consideración la diversidad de ecosistemas y la riqueza biológica que posee. A la luz de este reconocimiento, el Gobernador emitió una Orden Ejecutiva el 4 de octubre de 2007 (Boletín Administrativo Núm. OE-2007-37) ordenando a la Junta de Planificación (JP) a designar la Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste y al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) a adquirir los terrenos en ella comprendidos, declarando así como política pública la conservación del CEN. Esta Orden Ejecutiva, a su vez, establece que en esta Reserva Natural se podrá permitir su desarrollo sostenible mediante actividades basadas en la apreciación o contemplación de sus paisajes y ecosistemas, el turismo de naturaleza y el ecoturismo.

La designación de un área como Reserva Natural constituye un mecanismo de naturaleza administrativa, mediante el cual se identifica, califica, delimita, recomienda y adopta la decisión de proteger dicha área de alto valor natural, para asegurar que los usos y las actividades en esta área y zonas adyacentes (zonas de amortiguamiento) sean compatibles con su propia naturaleza.

Para cumplir con lo establecido en la Orden Ejecutiva, la JP adoptó el 6 de febrero de 2008 la Resolución Núm. PU-02-2008-24(23) para “Crear, Declarar, Designar y Delimitar la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste” (RNCEN). Esta resolución también dispone que el DRNA debe presentar un Plan Integral de Usos de Terrenos y Manejo de la RNCEN ante la JP para que ésta adopte y establezca la clasificación de los usos del suelo en la Reserva, según lo establece la Orden Ejecutiva de octubre de 2007. Esta Resolución de la JP fue aprobada por el Ejecutivo mediante una Orden Ejecutiva del 24 de abril de 2008 (Boletín Administrativo Núm. OE-2008-22).

*Descripción General de la Reserva*

La RNCEN tiene una superficie aproximada de 3,057 cuerdas de terreno (1,202 ha). La RNCEN ubica a lo largo de la zona costanera de los municipios de Luquillo y Fajardo, y al norte de la carretera PR-3. Los terrenos de la RNCEN, en conjunto con las aguas territoriales y sus terrenos sumergidos que también forman parte de la zona costanera, comprenden un área superficial aproximada de 47.70 mi<sup>2</sup> (123.54 km<sup>2</sup>).

La RNCEN está integrada por terrenos públicos y privados, constituidos mayormente por las fincas San Miguel I y II, Las Paulinas, Convento Norte y Sur, Dos Mares, Seven Seas y otras propiedades de tamaño menor en parte de sus límites sudorientales y meridionales. La misma consta de las playas San Miguel, La Selva, Las Paulinas, El Convento y Colorá o Escondida.

*Plan Integral Propuesto y Declaración de Impacto Ambiental Estratégica Preparada*

El marco conceptual del Plan Integral de la RNCEN está fundamentado en los criterios y directrices que establece la Orden Ejecutiva de octubre de 2007. Esta Orden establece que el Plan Integral “deberá contener tanto los elementos que componen un plan de manejo de una reserva natural, según los requerimientos del DRNA, al igual que todos los elementos de un plan de usos de terrenos, según lo establecen las leyes que administra la Junta de Planificación”.

El enfoque metodológico del Plan Integral también se basa en el documento sobre los “Requisitos Mínimos de Formato y Contenido para la Elaboración de Planes de Manejo” del DRNA. El DRNA establece que la designación de una reserva natural implica que la política de uso y los objetivos de manejo aplicables a los terrenos designados como tal son la conservación, la preservación y la restauración de los recursos naturales. Cada uno de estos enfoques de manejo es definido de la siguiente manera:

- **Preservación** – La protección mediante la no intervención o la utilización de los recursos naturales y culturales, únicos o importantes, con el propósito de mantener su condición natural y las características únicas y esenciales, para garantizar su permanencia y perpetuidad.

- **Conservación** – El uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales, sin menoscabo del ambiente, para el disfrute de las generaciones actuales y venideras.
- **Restauración** – El restablecimiento de las características y condiciones de un área perturbada al estado en que se encontraba, o a uno de mayor valor ecológico, mediante manipulación y/o regeneración natural, que culmine en la conservación o preservación.

La metodología también considera que el Plan Integral de la RNCEN deberá contar con una Declaración de Impacto Ambiental Estratégica (DIA-E) aprobada por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) antes de adoptarse formalmente por la JP. Según la Resolución Interpretativa de la JCA del 2 de febrero de 2006 (RI-06-1), la DIA-E es un documento ambiental que “sirve como instrumento para estructurar la preparación de planes, políticas y programas, evaluar las consecuencias ambientales de éstos, y asegurar que los resultados de la evaluación sean tomados en cuenta durante el proceso de toma de decisiones. La DIA-E presenta y discute las decisiones estratégicas de una agencia, departamento o instrumentalidad pública en la fase inicial de planificación y no en la etapa de ejecución de proyectos particulares e individuales”.

La DIA-E para el Plan Integral de la RNCEN presenta una discusión sobre las características bióticas y abióticas tanto de la reserva y su relación con la Región en que ubica. Presenta además el análisis de los posibles impactos reglamentarios, socioeconómicos y ambientales asociados a la clasificación y calificación de los terrenos así como de los usos que podrían estar desarrollándose en la Reserva. También describe las acciones estratégicas que el Plan Integral propone para lograr una efectiva planificación de uso y manejo de la Reserva sin alterar la funcionalidad de los ecosistemas que componen la misma.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, se presenta esta DIA-E para el Plan Integral de la RNCEN dando cumplimiento con la Ley sobre Política Pública Ambiental, Ley Num. 416 del 22 de septiembre de 2004, de la JCA. La DIA-E de planes, políticas y programas es un requisito de acuerdo con el Artículo 4(B) (3) de la

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTRATÉGICA

Ley sobre Política Pública Ambiental, y su contenido está regulado por la Resolución Interpretativa de la JCA RI-06-1 del 2 de febrero de 2006.

La DIA es “estratégica” debido a que no se trata de una acción física que conlleve impactos directos al ambiente, sino una clasificación del suelo y unas políticas públicas que podrían tener un impacto potencial sobre el ambiente. Se analizará el posible impacto ambiental de preparar el Plan Integral de la RNCEN frente a la alternativa de no hacerlo y seguir con el patrón de desarrollo presente. Este documento es más amplio y general que los documentos ambientales que en un futuro se prepararán para proyectos específicos dentro de la RNCEN.

## CAPÍTULO I

### DESCRIPCIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE LA RNCEN

En las últimas cuatro décadas, el interés por el tema ambiental y la protección y conservación de las áreas ecológicamente sensitivas, así como de los recursos naturales, ha ido en crecimiento a nivel internacional. El debate internacional que se inició con la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente Humano de 1972 y luego se expandió con el Informe de Burdttland de 1987, el cual relaciona el medio ambiente con el desarrollo, y la Cumbre de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 son ejemplos de la importancia que ha tomado el tema ambiental en la esfera global.

Tanto el Gobierno del ELAPR como la propia ciudadanía han tomado conciencia sobre aquellas áreas con potencial ecológico que posee Puerto Rico. Es por ello que se han presentado legislaciones e iniciado acciones ejecutivas con el propósito de designar para conservación áreas ecológicamente sensitivas con una alta diversidad de especies y ecosistemas, tales como corredores ecológicos y reservas naturales.

El Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico define el concepto “reserva natural” como las áreas importantes de recursos costeros, sujetas a serios conflictos de uso presentes o potenciales, que deben preservarse en lo que sustancialmente es su condición actual, o donde sea practicable, restaurarlas a su condición natural previa. En el referido Programa, la designación de un área como reserva natural acarrea dos consecuencias importantes. Primero, las áreas así designadas se especifican como merecedoras de prioridad en la asignación de los escasos recursos públicos disponibles para tareas de inventario, planificación, reglamentación, vigilancia y provisión de instalaciones y servicios públicos, de manera consecuente con los usos planeados. Segundo, se orienta la política pública dominante en dichas áreas hacia la preservación, la conservación y la restauración de los recursos costeros, por lo que se excluyen aquellos usos o actividades no compatibles con dicha política pública.

Desde el año 1978, el gobierno del ELAPR ha promovido varias iniciativas con el propósito de conservar y proteger los recursos naturales de la RNCEN. Una de las más significativas en el año 1992, cuando el DRNA solicitó la designación de la mayoría de los terrenos del CEN como una extensión de la Reserva Natural de Las Cabezas de San Juan, bajo el nombre de “Segmento El Convento”. El gobierno del ELAPR, consciente del mandato constitucional de la más eficaz conservación de los recursos naturales, reconoció el valor ecológico del CEN, la importancia de proteger su integridad biológica y la necesidad de proteger los hábitats presentes en esta área mediante su designación oficial como Reserva Natural. Por esta razón, el 4 de octubre de 2007, el Gobernador firmó la “Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para ordenar a la Junta de Planificación de Puerto Rico establecer la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste y ordenar al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales adquirir los terrenos en ella comprendidos, y para otros fines y propósitos relacionados” (Boletín Administrativo Núm.: OE-2007-37), declarando así como política pública la conservación del Corredor, al ordenar su designación como Reserva Natural.

La RNCEN tiene una superficie aproximada de 3,057 cuerdas (cds) de terreno (1,202 ha).<sup>4</sup> La RNCEN se ubica a lo largo de la zona costanera de los municipios de Luquillo y Fajardo, y al norte de la carretera PR-3 (Figura 1.1). Los terrenos de la RNCEN, en conjunto con las aguas territoriales y sus terrenos sumergidos que también forman parte de la zona costanera, comprenden un área superficial aproximada de 47.70 mi<sup>2</sup> (123.54 km<sup>2</sup>) (Figura 1.2).<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Resulta importante resaltar que el total de cuerdas de la superficie terrestre de la RNCEN establecido en el Plan Integral, 3,057 cds, es diferente al indicado en la Orden Ejecutiva del 7 de octubre de 2007 (Boletín Administrativo Núm. OE-2007-37) que declara como política pública la conservación del CEN, la cual establecía que el CEN cubría un área total de 3,240 cds. Esta diferencia se atribuye al uso de tecnología más precisa (*ArcMap 9.2*) para definir los lindes de la Reserva Natural y calcular la cantidad total de cuerdas al momento de desarrollar este Plan Integral.

<sup>5</sup> Según el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico, las aguas territoriales abarcan 9 millas náuticas a partir de la línea de costa.

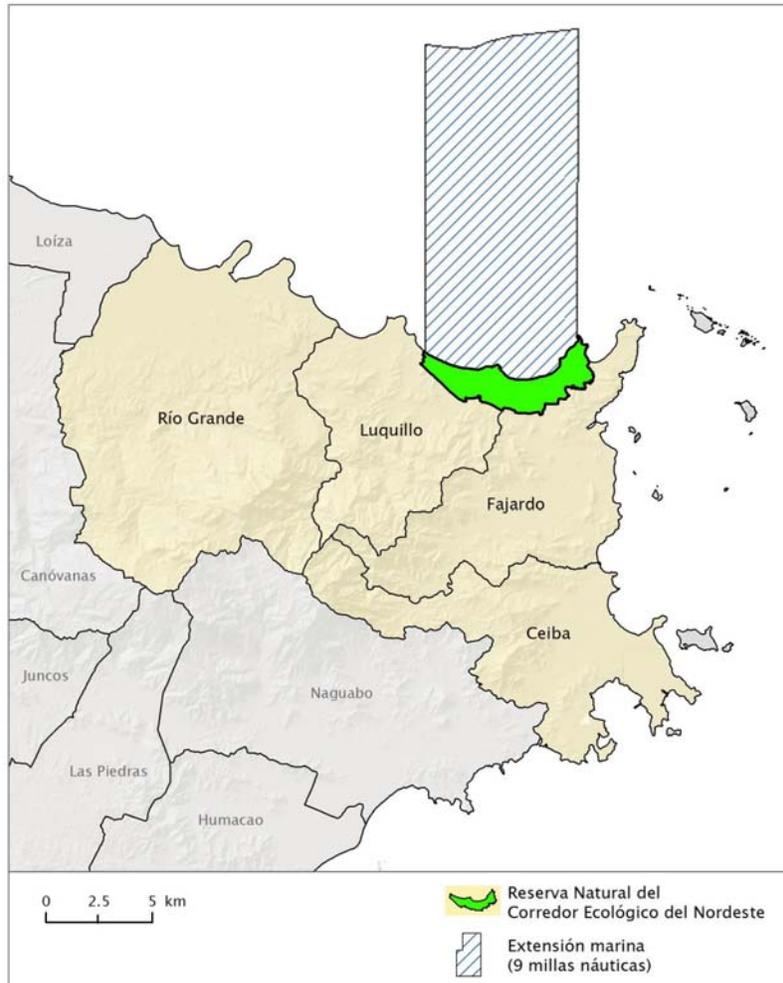
**FIGURA 1.1**  
**RESERVA NATURAL CORREDOR ECOLÓGICO DEL NORESTE**



La RNCEN está integrada por terrenos públicos y privados, constituidos mayormente por las fincas San Miguel I y II, Las Paulinas, Convento Norte y Sur, Dos Mares, *Seven Seas* y otras propiedades de tamaño menor en parte de sus límites sudorientales y meridionales. La misma consta de las playas San Miguel, La Selva, Las Paulinas, El Convento y Colorá o Escondida.

En la RNCEN se encuentran la mayoría de los tipos de humedales costeros clasificados en Puerto Rico, tales como manglares, ciénagas, charcas, pantanos de *Pterocarpus*, además de una laguna bioluminiscente, así como otras asociaciones florísticas típicas del paisaje costero previo al periodo colonial español. Justo al norte de la RNCEN también se pueden observar áreas comprendidas por playas arenosas, playas rocosas, arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas.

**FIGURA 1.2**  
**AGUAS TERRITORIALES DE LA ZONA COSTANERA AL NORTE DE LOS LÍMITES DE LA RNCEN**



La diversidad de ecosistemas presentes en la RNCEN alberga una gran riqueza biológica la cual incluye sobre 50 especies raras, endémicas, vulnerables o en peligro de extinción. Este grupo de especies se consideran elementos críticos, que dependen de la integridad natural de la RNCEN para subsistir. De hecho, las playas de la Reserva son consideradas una de las más importantes para el anidaje del tinglar (*Dermochelys coriacea*) en el Caribe nororiental, al igual que en la jurisdicción de los Estados Unidos. El tinglar es la tortuga marina más grande del mundo y se encuentra designada en peligro de extinción por leyes federales y estatales.

El valor de la RNCEN se extiende más allá de sus límites al considerar su relación con otros ecosistemas costeros como los de la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan y aquellos presentes en las condiciones montañosas correspondientes al Bosque Nacional El Yunque. La conexión que provee la RNCEN entre estas dos áreas permite tener representados en una región relativamente pequeña, las seis zonas de vidas identificadas en Puerto Rico, lo que constituye un fenómeno natural de extrema singularidad.

Para lograr la protección, conservación, restauración, uso y disfrute adecuado de esta área ecológica, se ha preparado un Plan Integral de Manejo y Usos de Terrenos (en adelante Plan Integral), en el cual se identifican las zonas que requieren medidas especiales de manejo, así como determina los usos que pudieran estar desarrollándose en las mismas.

#### A. Base Legal

Tal como requiere el Artículo 4(B) (3) de la Ley sobre Política Pública Ambiental y la Resolución Interpretativa de la JCA RI-06-1 del 2 de febrero de 2006, se somete esta DIA-E Preliminar como requisito para la adopción del Plan Integral de la RNCEN, el cual servirá de guía para la planificación y desarrollo sustentable de dicha Reserva. El uso de los terrenos, la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, y la protección de la calidad del medio ambiente en la RNCEN están regidos por múltiples políticas públicas. Estas son tanto de aplicación general, regional como específica para esta área, sujetas a la jurisdicción del ELAPR, y en menor medida, a la del gobierno federal. Todas estas políticas públicas se detallan en la Sección 1.3 del Plan Integral de la RNCEN. A continuación, se resumen aquellas políticas públicas que tienen mayor injerencia y que por lo tanto, guiaron la formulación de las propuestas sobre el uso y el manejo de los terrenos en la RNCEN:

1. La Constitución de Puerto Rico en su Artículo VI, Sec. 19 establece que: “será política pública del ELA la más eficaz conservación de sus recursos naturales

así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad...”

2. La Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Ley Núm. 23 de 20 de junio de 1972, según enmendada, que por su parte ordena a esta agencia a implantar la fase operacional del mandato constitucional sobre la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales y la política pública ambiental de Puerto Rico.
3. La Ley Orgánica de la Junta de Planificación, Ley Núm. 75 de 24 de junio de 1975, según enmendada. Esta ley, aparte de crear la JP, establece de forma general los criterios que deberá seguir la planificación de los usos del suelo en la Isla. Según dispone, la JP deberá “guiar el desarrollo integral de Puerto Rico de modo coordinado, adecuado, económico, el cual, de acuerdo con las actuales y futuras necesidades sociales y los recursos humanos, ambientales, físicos y económicos, hubiere de fomentar en la mejor forma la salud, la seguridad, el orden, la convivencia, la prosperidad, la defensa, la cultura, la solidez económica y el bienestar general de los actuales y futuros habitantes, y aquella eficiencia, economía y bienestar social en el proceso de desarrollo, en la distribución de población, en el uso de las tierras y otros recursos naturales, y en las mejoras públicas que tiendan a crear condiciones favorables para que la sociedad pueda desarrollarse integralmente”. Además, establece que la JP “podrá hacer determinaciones sobre usos de terrenos dentro de los límites territoriales del ELAPR, con sujeción a las normas y requisitos consignados en esa ley, o en cualquier otra ley aplicable, para tales casos”. También, autoriza a la JP “a preparar y adoptar planes de uso de terreno. Éstos podrán ser, entre otros, regionales o para un sector en particular y podrán estar destinados a la conservación y protección de recursos naturales.”
4. La Ley de Política Pública Ambiental, Ley Núm. 416 de 22 de septiembre de 2004, la cual dispone que es política continua del Gobierno del ELAPR, incluyendo sus municipios, utilizar todos los medios y medidas prácticas con el propósito de alentar y promover el bienestar general y asegurar que los sistemas

naturales estén saludables y tengan la capacidad de sostener la vida en todas sus formas, así como la actividad social y económica, en el marco de una cultura de sustentabilidad, para crear y mantener las condiciones bajo las cuales el hombre y la naturaleza puedan existir en armonía productiva y cumplir con las necesidades sociales y económicas y cualesquiera otras que puedan surgir con las presentes y futuras generaciones de puertorriqueños. En armonía con este enunciado y reconociendo la importancia y relación entre los factores sociales, económicos y ambientales, esta ley establece que el ELAPR procurará lograr su desarrollo sustentable basándose en los siguientes cuatro amplios objetivos: (1) la más efectiva protección del ambiente y los recursos naturales; (2) el uso más prudente y eficiente de los recursos naturales para beneficio de toda la ciudadanía; (3) un progreso social que reconozca las necesidades de todos; y, (4) el logro y mantenimiento de altos y estables niveles de crecimiento económico y empleos.

5. La Orden Ejecutiva OE-2007-37 que declara política pública la conservación del Corredor, al ordenar su designación como Reserva Natural. La Orden Ejecutiva, a su vez, establece que en esta Reserva Natural se podrá permitir su desarrollo sostenible mediante actividades basadas en la apreciación o contemplación de sus paisajes y ecosistemas, el turismo de naturaleza y el ecoturismo.

## B. Objetivos Principales

El objetivo principal del Plan Integral de la RNCEN será asegurar la protección, conservación y restauración de los recursos y sistemas naturales que posee esta Reserva Natural para el disfrute de presentes y futuras generaciones. El Plan Integral racionaliza el uso del suelo y el aprovechamiento de los recursos naturales, paisajísticos y culturales, manteniendo una elevada calidad del espacio y garantizando el funcionamiento de todos los procesos ecológicos que operan en la Reserva.

Como instrumento guía en el proceso de identificar las metas y objetivos de usos de terrenos para la RNCEN se utilizó el documento de Objetivos y Políticas Públicas del

Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico de 1995 (OPPUT) de la Junta de Planificación, específicamente los objetivos y políticas públicas para áreas de recursos naturales, ambientales y culturales, turismo y riesgos naturales tales como:

- Objetivo 1.01 - Desalentar para uso urbano terrenos donde se hayan identificado especies en peligro de extinción, lugares de preservación ambiental e histórica y ecosistemas.
- Objetivo 1.01 - Descartar para usos urbanos aquellos terrenos donde ubiquen recursos naturales de importancia que sean ambientalmente críticos o donde exista una condición de contaminación ambiental que represente un riesgo a la salud, así como el uso de terrenos sumamente escarpados, susceptibles a erosión, a deslizamientos y de alto riesgo a desastres naturales.
- Objetivo 12.01 - Identificar terrenos aptos para el desarrollo turístico sostenible, promoviendo la conservación del medio ambiente.
- Objetivo 12.03 - Planificar el desarrollo de las facilidades turísticas a la par con la provisión de la infraestructura correspondiente.
- Objetivo 12.04 - Fomentar el desarrollo del ecoturismo como complemento al desarrollo turístico tradicional velando porque se provean facilidades de infraestructura necesarias.
- Objetivo 13.02 - Intensificar el uso de campañas de publicidad que promuevan las visitas de turistas a las áreas de gran valor ecológico.
- Objetivo 14.00 - Identificar estrategias y modelos alternos al concepto tradicional de turismo, donde se promueva los atractivos del ambiente natural en la industria turística considerando la capacidad de acarreo de los recursos naturales envueltos.
- Objetivo 29.00 - Preparar e implantar planes y programas de adquisición, restauración y manejo dirigidos a la conservación y sabia utilización de los ecosistemas y recursos naturales, promoviendo la obtención de fondos para la adquisición de terrenos cuando sea necesario.

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTRATÉGICA

- Objetivo 30.03 - Evitar las actividades que puedan causar el deterioro o la destrucción de los sistemas naturales que son críticos para la preservación del medio ambiente, tales como mangles, humedales, bosques, arrecifes, sumideros, dunas y nichos ecológicos (hábitat) de especies en peligro de extinción.
- Objetivo 30.06 - Requerir que se minimicen los impactos del desarrollo en áreas de anidaje a través de manipulación de luminarias y ubicación de las edificaciones.
- Objetivo 33.00 - Estimular la conservación de usos de los terrenos en su estado natural fuera de los ámbitos de expansión urbana o en suelo rústico, reconociendo más los beneficios sociales y económicos de los mismos y promoviendo mecanismos que valoren apropiadamente dichos recursos.

Con las metas y políticas públicas del OPPUT como norte, se establecieron los siguientes objetivos globales a cumplir por el Plan Integral de la RNCEN:

- a. Mantener y restaurar la integridad ecológica y paisajística de la RNCEN de tal modo que permanezca relativamente libre de alteración humana.
- b. Ordenar los usos y actividades recreativas y de uso especial dentro de la RNCEN, armonizándolas y supeditándolas a la conservación de sus valores naturales.
- c. Fomentar la educación ambiental y el conocimiento público de los valores ecológicos y paisajísticos del área.
- d. Compatibilizar el disfrute público del litoral con los objetivos de conservación y restauración de la Reserva Natural.
- e. Favorecer y mantener la conservación del ecosistema de la Laguna Aguas Prietas.
- f. Proteger los ecosistemas y las especies más frágiles de la RNCEN, así como sus procesos.

- g. Proteger el funcionamiento natural del sistema, evitando las alteraciones y los usos que puedan afectarle.
- h. Restablecer las condiciones ambientales que permitan asegurar la dinámica de las comunidades naturales actuales y la reintroducción de las especies de flora y fauna propias de la RNCEN.
- i. Garantizar un manejo integrado de la RNCEN, independientemente de la clasificación y calificación del suelo.

C. Resumen del Contenido

El marco conceptual del Plan Integral de la RNCEN está fundamentado en los siguientes criterios y directrices que establece la Orden Ejecutiva Número OE-2007-37 en su Artículo Decimotercero:

- (a) Identificar y delimitar aquellas áreas que se deberán reservar para su preservación.*
- (b) Identificar y delimitar aquellas áreas degradadas para promover su restauración a un mejor estado natural.*
- (c) Identificar y delimitar aquellas áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo de instalaciones dirigidas a la recreación, según los parámetros del turismo de naturaleza, el turismo sostenible y el ecoturismo, tales como: la ubicación de paseos tablados y veredas interpretativas, torres de observación, áreas para bañistas, áreas de acampar, hospederías, instalaciones administrativas y de mantenimiento, centro de visitantes y caminos, acceso e instalaciones para pescadores, así como cualquier otra instalación necesaria para realizar los fines de la Orden.*
- (d) Cualquier uso propuesto estará supeditado y dará prioridad a la conservación de los recursos naturales. Por lo tanto, se evitarán o reducirán los impactos sobre los recursos naturales del CEN, como consecuencia del desarrollo de instalaciones o actividades propuestas.*
- (e) Atemperar el Plan de Manejo de la Reserva Natural Seven Seas al Plan Integral.*

El Plan Integral de la RNCEN es una herramienta útil para alcanzar los objetivos principales de conservación y desarrollo sostenible deseables para la RNCEN. Este Plan se convierte en la guía para adelantar las acciones estratégicas para alcanzar dichos objetivos y para monitorear su avance y efectividad. El buen conocimiento de la Reserva y de los procesos que en ésta ocurren, así como las relaciones con la comunidad y los ecosistemas circundantes son un requisito básico para preparar un Plan Integral que realmente se ajuste a las necesidades de la misma.

El Plan Integral de la RNCEN se propone como el instrumento de planificación que regirá el manejo y desarrollo de la Reserva. Con este instrumento se contempla regular el uso de los terrenos que componen la Reserva para lograr su uso eficiente y la protección de los mismos.

En el Plan Integral se describen los componentes abióticos y bióticos que posee la Reserva, así como sus problemas, amenazas y limitaciones. A su vez, se establecen las clasificaciones y calificaciones de suelos que determinarán los posibles usos de terrenos a establecerse. Mediante la propuesta adopción del Plan Integral de la RNCEN y su Reglamento Especial de Calificación, se propone enmendar o derogar, según aplique, el Reglamento de Calificación de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 4) del 28 de junio de 2008; el Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional del Caribe (El Yunque) del 31 de marzo de 1983, la Zona de Interés Turístico de los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo, de acuerdo a la Resolución Núm. RP-4-18-93 (ZIT-5) de la JP del 4 de noviembre de 1993 y el Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico del 14 de agosto de 1996, en lo que concierne específicamente a los terrenos de la RNCEN.

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTRATÉGICA

## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL MEDIOAMBIENTE

#### A. Descripción Referencial de la RNCEN

La RNCEN se encuentra ubicada a lo largo de la zona costanera de los barrios Pitahaya y Juan Martín, en el municipio de Luquillo, y en los barrios Quebrada Fajardo y Cabezas, del municipio de Fajardo. Comprende una superficie aproximada de 3,057 cds (1,202 ha), de acuerdo a cálculos hechos como parte de este Plan mediante la interpretación de fotos aéreas (Figura 1.1). Cerca de 2,931 cds (1,152 ha) son terrenos firmes y anegados, y 126 cds (50 ha) corresponden a cuerpos de aguas superficiales. Los terrenos de la RNCEN, en conjunto con las aguas territoriales y sus terrenos sumergidos que también forman parte de la zona costanera, comprenden un área superficial aproximada de 47.70 mi<sup>2</sup> (123.54 km<sup>2</sup>) (Figura 1.2).

La RNCEN colinda al norte con el Océano Atlántico, al oeste con el casco urbano histórico del municipio de Luquillo, los residenciales El Cemí y Yuquiyú, y la Escuela Intermedia Rafael N. Coca. Los límites hacia el sur son con la carretera PR #3 y la comunidad del sector Borrás, también conocida como Juan Martín Afuera. En el municipio de Fajardo, en el sur, colinda nuevamente con la carretera PR #3, con el proyecto residencial Vistas del Convento, el Centro Comercial Eastern Plaza, las urbanizaciones Fajardo Gardens, Vistas del Convento y Monte Brisas, el sector Cascajo y la Avenida El Conquistador. Hacia el este, con el estacionamiento de empleados de El Conquistador Resort & Country Club, las facilidades de la emisora radial WMDD 1480 AM, la carretera PR #987, y las facilidades de estacionamiento y de casas móviles de I Balneario de *Seven Seas*.

La porción terrestre de la RNCEN se encuentra localizada entre las latitudes 18° 20' 50" N y 18° 22' 51" N, y las longitudes 65° 38' 12" O y 65° 42' 49" O. La totalidad de la Reserva Natural, incluyendo su componente marino y terrenos sumergidos, se encuentran entre las latitudes 18° 20' 50" N y 18° 30' 07" N.

**FIGURA 2.1  
ACCESOS Y CAMINOS EN LA RNCEN**



La RNCEN cuenta con aproximadamente diez (10) vías de acceso y numerosos caminos en tierra utilizados principalmente por vecinos y otros usuarios para llegar caminando o en vehículos de motor hasta las playas de la zona (Figura 2.1). No todos estos caminos se encuentran en condiciones adecuadas para su tránsito; algunos dificultan el paso aún para vehículos todo terreno. Cuatro de estos caminos se encuentran en la jurisdicción de Luquillo, de los cuales dos conectan directamente a la carretera PR #3, y los otros dos a la comunidad Borrás. Existen otros tres caminos en tierra localizados en el municipio de Fajardo. El primero tiene sus entradas a través del proyecto residencial Vistas del Convento, el segundo al final de la Calle 11 de Fajardo Gardens, contiguo a la cancha bajo techo de esta urbanización, y el tercero a la Avenida El Conquistador, próximo a la Urbanización Monte Brisas en el Sector Cascajo. No todos estos caminos están interconectados, por lo que es necesario salir del Corredor para poder llegar en vehículo de motor a otras áreas del mismo.

Solamente existe una vía asfaltada que conduce exclusivamente a la casa de playa del gobernador de turno, conocida como El Convento, y que tiene su entrada a través de la Avenida El Conquistador, Sector Cascajo, en Fajardo. En el extremo oriental de la RNCEN existe un camino peatonal en tierra desde el Balneario de *Seven Seas*, el cual es utilizado principalmente por bañistas para llegar hasta las playas El Convento y Playa Colorá/Playa Escondida. Con excepción de este último camino, todos los demás cuentan con un portón para controlar el acceso vehicular a los terrenos y playas del área.

## B. Clima

El clima de Puerto Rico es esencialmente uno de naturaleza marítimo tropical, en donde la temperatura y la precipitación están influenciados en gran medida por el patrón de los vientos alisios y factores orográficos (Daly, C., E. H. Helmer and M. Quiñones, 2003; Colón, J., 1977). Las sequías y los ciclones tropicales son dos fenómenos atmosféricos extraordinarios a los que está expuesta la Isla. Un total de 5 sequías fueron documentadas en el siglo XX (Larsen, M. C., 2000). Desde el año 1508, se han documentado 99 ciclones (huracanes y tormentas tropicales) tras su paso sobre o cerca de la Isla.<sup>6</sup>

### 1. Precipitación

Puerto Rico se caracteriza por una variación significativa respecto a la distribución espacial y temporal de la precipitación pluvial. El patrón geográfico de la lluvia presenta un contraste notable, desde un promedio anual en la Sierra de Luquillo de aproximadamente 118.1 pulgadas (3,000 mm) a menos de 39.4 pulgadas (1,000 mm) en el sur-suroeste de la Isla (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colón, 2006). La precipitación en Puerto Rico también presenta un patrón estacional. El mes de mayo, junto al periodo de tiempo entre los meses de agosto a noviembre, se caracterizan por una precipitación relativamente alta, provocada por el paso de ondas tropicales. El

---

<sup>6</sup> Obtenido el 20 de mayo de 2008, en <http://www.srh.noaa.gov/sju/hrcnhist.html>

periodo entre los meses de enero a marzo es cuando se registra una menor precipitación pluvial, aunque ocasionalmente ocurren eventos de lluvia significativos a causa de la influencia de frentes fríos provenientes del norte (DRNA, 2007; Daly, C., Helmer, E. H., and M. Quiñones, 2003). El clima de la Isla es también afectado por la deforestación y la impermeabilización de las zonas urbanas. Los bosques contribuyen humedad a la atmósfera al transpirar agua en el proceso de fotosíntesis, por lo que la impermeabilización de los terrenos altera los patrones de evaporación, impactando así el clima (DRNA, 2004b).

El Servicio Nacional de Meteorología, adscrito a la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) opera una red de estaciones climatológicas en la Isla. La estación climatológica mas cercana a la RNCEN se encuentra a aproximadamente 2.25 millas (3.6 km) al sureste de sus límites, en el municipio de Fajardo (Estación #3657). La precipitación normal mensual registrada en esta estación varía entre 2.9 y 9.8 pulgadas (7.3 a 25 cm), con un total anual promedio de de 75.8 pulgadas (193 cm) (Owenby, J. R. and D. S. Ezell; 1992).

**TABLA 2.1**  
**PRECIPITACIÓN NORMAL MENSUAL (PULGADAS)**  
**PARA LA ESTACIÓN NÚMERO 3657 EN FAJARDO (1961-1990).**

<b>MESES</b>												
<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Sept.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Total</b>
3.91	2.88	4.10	5.08	9.21	5.92	5.64	7.77	7.09	9.83	8.65	5.68	75.76

La precipitación promedio anual en el Corredor, tomando como referencia los datos de la estación meteorológica de Fajardo, y otras cercanas hacia el sur y oeste, se estima que varía entre 103 pulgadas (2616 mm) en su extremo occidental, en el área de la finca San Miguel I, disminuyendo hacia el este a menos de 90 pulgadas (2286 mm) sobre la finca Convento Norte y *Seven Seas* (DRNA, 2004b). Cabe destacar que la precipitación en estas dos fincas, particularmente en el área de Cabeza Chiquita, es relativamente escasa. Datos climatológicos registrados a corto plazo, en un periodo de dos años (1993-1995) en el vecino Faro de la Reserva Natural Las Cabezas de San

Juan, reflejaron una precipitación anual promedio de 37 pulgadas (940 mm) (Weaver, P. L. and J. L. Coll Rivera, 1998). Existen datos de años anteriores (1958-1962) donde la precipitación anual promedio fue de 27.6 pulgadas (701 mm) (Briscoe, C. B., 1966).

## 2. Temperatura

Las temperaturas en Puerto Rico exhiben poca variación estacional dada la proximidad de la Isla al ecuador. Los meses más calientes son julio y agosto, con una temperatura promedio de alrededor de 82°F (27.7°C), mientras que el mes más frío es enero, cuando una temperatura promedio de 76°F (24.4°C). La temperatura promedio anual es de aproximadamente 79°F (26°C). En términos generales, las temperaturas son más altas en las regiones de baja elevación, mientras que en el interior montañoso son más bajas. Los valores promedios oscilan entre los 58.2°F (14.6°C) en las zonas del interior, hasta unos 87°F (30°C) en las zonas de los llanos costeros del sur y oeste (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colón, 2006).

La temperatura promedio registrada en la estación meteorológica de Fajardo es de aproximadamente 79.2°F (26.2°C). Al igual que para toda la Isla, los meses más calientes son los meses de julio y agosto, con una temperatura normal de 81.9°F (27.9°C) y 81.8°F (27.7°C) respectivamente, mientras que el mes de enero es también el más frío, con una temperatura de 75.9°F (24.4°C) (Owenby, J. R. and D. S. Ezell; 1992).

**TABLA 2.2**  
**TEMPERATURA (°F) NORMAL MENSUAL**  
**PARA LA ESTACIÓN #3657 EN FAJARDO (1961-1990)**

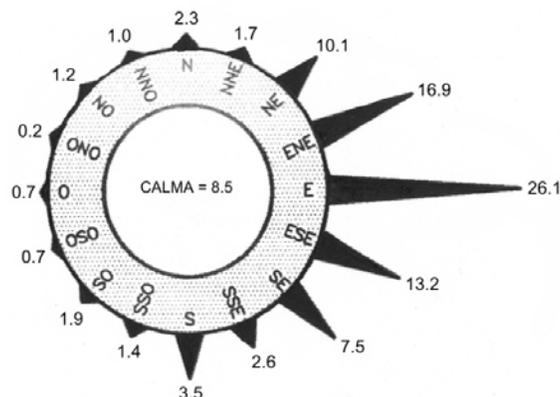
MESES												
Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom.
75.9	76.0	76.9	78.2	79.6	81.5	81.9	81.8	81.5	80.7	79.1	77.0	79.2

### 3. Viento

Los vientos alisios, originados por el sistema de alta presión localizado en el Atlántico Norte cerca a las Islas Azores, soplan del este a través del territorio isleño durante todo el año. En los sectores montañosos de Puerto Rico, el movimiento de los vientos alisios se modifica, pues los vientos pueden acelerarse sobre los picos, canalizarse a través de los desfiladeros o desviarse alrededor de los terrenos elevados. En la costa, la influencia de la topografía sobre el movimiento de los vientos alisios es leve. Los vientos prevalecientes son predominantemente del este-noreste a través de todo el año, con una velocidad máxima típica de 9.7 mph (15.6 km/h) (Estudios Científicos y Técnicos, 2004). Es importante reconocer, sin embargo, el efecto de la brisa marina y la brisa terrestre en la dirección del viento debido a la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas de la tierra y el océano. Típicamente, durante las horas del día, el viento sopla generalmente desde el mar hacia tierra adentro, y luego durante la noche, la dirección del viento se invierte desde tierra hacia el mar (CSA Group, Inc., 2001).

La estación para medir la dirección e intensidad del viento más cercana a la RNCEN utilizada como referencia en la región, se encuentra a aproximadamente 6.2 millas (10 km) al sureste de sus límites, en los predios de la antigua Base Naval Roosevelt Roads en el municipio de Ceiba. De acuerdo a los datos obtenidos, la dirección prevaleciente del viento es del este.

**FIGURA 2.2**  
**ROSA DEL VIENTO – DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD Y DIRECCIÓN**  
**DEL VIENTO EN POR CIENTOS, EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE LA**  
**ANTIGUA BASE ROOSEVELT ROADS EN CEIBA**  
 (Fuente: CSA Group, Inc., 2001)



#### 4. Calidad del Aire

La calidad del aire en Puerto Rico es determinada por la velocidad y dirección prevaleciente de los vientos alisios y, la intensidad y frecuencia de varios fenómenos naturales, principalmente aquellos asociados al particulado producido por nubes de polvo del desierto del Sahara que llegan hasta la región del Caribe, así como por cenizas de origen volcánico, tales como las del Volcán Soufriere en la isla de Montserrat, localizada en las Antillas Menores. Sin embargo, la calidad del aire de la Isla es afectada de forma más persistente por las emisiones relacionadas a diversas actividades de origen humano (Junta de Calidad Ambiental [JCA], 2007).

La JCA, a través de una red de estaciones de monitoreo, ha estado evaluando la calidad de aire en Puerto Rico desde el año 1974. El monóxido de carbono (CO), el bióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>), la materia particulada (PM<sub>10</sub>), y la materia particulada fina (PM<sub>2.5</sub>) son los contaminantes considerados bajo los criterios pertenecientes a los Estándares Nacionales de Calidad del Aire Ambiental (NAAQS, por sus siglas en inglés) establecidos por la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y que son medidos por dicha red. La estación de monitoreo fija más cercana a la RNCEN se encuentra ubicada a aproximadamente 1.5 millas (2.4 km) al este-noreste de su extremo oriental, en el Faro de Fajardo (Estación JCA-22). Esta estación toma muestras de materia particulada (PM<sub>10</sub>) y materia particulada fina (PM<sub>2.5</sub>) (JCA, 2007).

La materia particulada corresponde a partículas sólidas o suspendidas en el aire con un tamaño de hasta 10 micrones, tales como el polvo y hollín, entre otras, producidas generalmente por fuentes como vehículos de motor, incendios, procesos industriales y cenizas volcánicas. Estas pueden producir síntomas como asma, irritación de los ojos, nariz y garganta. La materia particulada fina es aquella con un tamaño menor o igual a 2.5 micrones.

Los NAAQS establecen que las concentraciones de PM<sub>10</sub> no deben rebasar los 150 µg/m<sup>3</sup> de aire para 24 horas de exposición y el promedio anual aritmético no debe pasar de 50 µg/m<sup>3</sup>. Los datos para la Estación JCA-22 reflejan que para el periodo

entre los años 2003 al 2006 no se excedió el estándar nacional para el criterio PM<sub>10</sub> (JCA, 2007; JCA, 2004).

**TABLA 2.3**  
**PROMEDIO ANUAL ARITMÉTICO (PAA) Y PROMEDIO EN 24 HORAS (P24)**  
**REPORTADOS EN LA ESTACIÓN JCA-22 (FAJARDO) PARA EL**  
**PARÁMETRO DE PM<sub>10</sub> ENTRE LOS AÑOS 2003 AL 2006**

ESTACIÓN JCA-22 PM <sub>10</sub>	Límite Permitido	AÑOS			
		2003	2004	2005	2006
PAA (µg/m <sup>3</sup> )	50	23.0	23.0	22.0	28.1
P24 (µg/m <sup>3</sup> )	150	81	78	78	84

Los NAAQS establecen que las concentraciones de PM<sub>2.5</sub> no deben rebasar los 35 µg/m<sup>3</sup> de aire para 24 horas de exposición y el promedio anual aritmético no debe pasar de 15 µg/m<sup>3</sup>. Los datos para la Estación JCA-22 reflejan que para el periodo entre los años 2003 al 2006 no se excedió el estándar nacional para el criterio PM<sub>2.5</sub> (JCA, 2007; JCA, 2004).

**TABLA 2.4**  
**PROMEDIO ANUAL ARITMÉTICO (PAA) Y PROMEDIO EN 24 HORAS (P24)**  
**REPORTADOS EN LA ESTACIÓN JCA-22 (FAJARDO) PARA EL**  
**PARÁMETRO DE PM<sub>2.5</sub> ENTRE LOS AÑOS 2003 AL 2006**

ESTACIÓN JCA-22 PM <sub>2.5</sub>	Límite Permitido	AÑOS			
		2003	2004	2005	2006
PAA (µg/m <sup>3</sup> )	15	4.93	4.35	4.63	4.63
P24 (µg/m <sup>3</sup> )	35	16.2	16.2	22.3	22.3

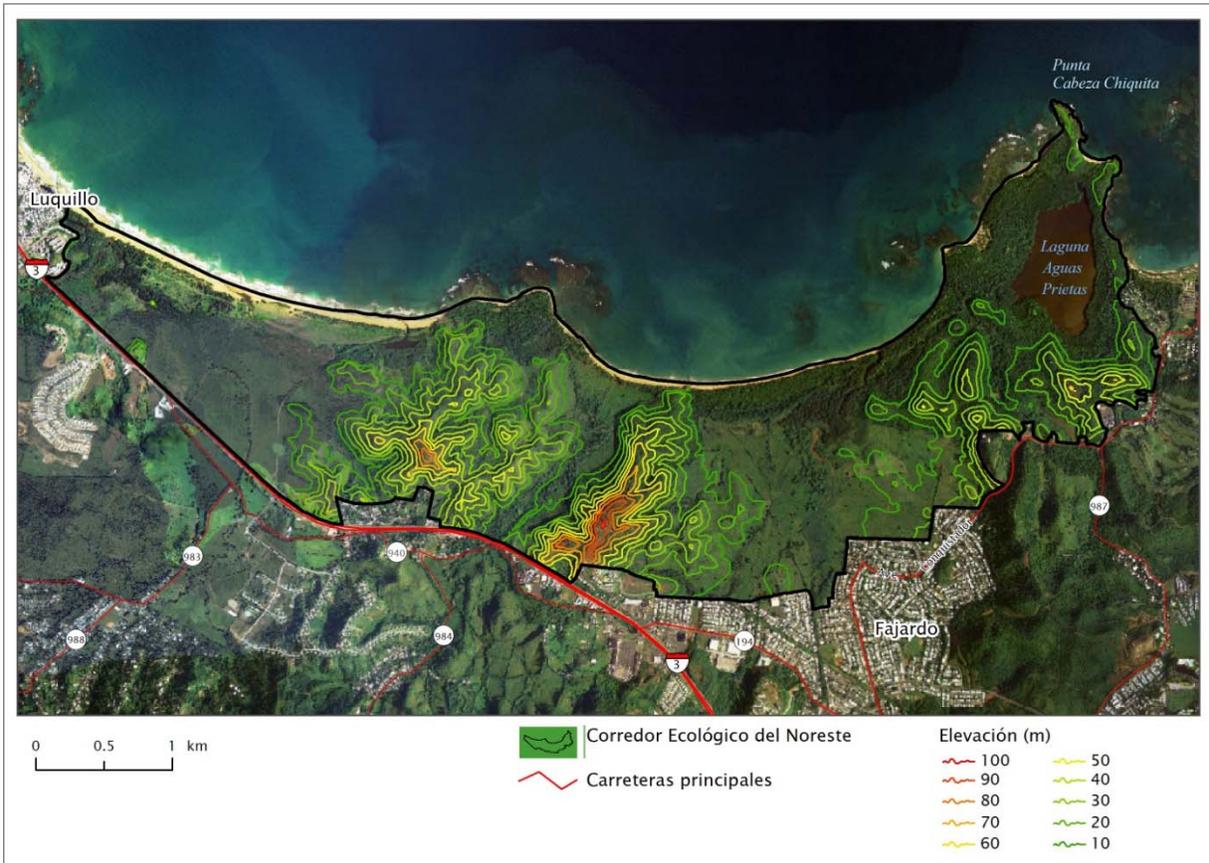
### C. Geografía

En Puerto Rico se han identificado tres regiones geomorfológicas principales: el interior montañoso, los llanos costeros y la zona del karso norteño. El interior montañoso central es la formación más extensa de la Isla y se compone de la Cordillera Central, la Sierra de Cayey y la Sierra de Luquillo. En esta región hay extensas formaciones de rocas volcánicas antiguas, tales como las encontradas en la zona de San Lorenzo y Utuado, así como en los valles interiores de Caguas, Cidra y Cayey. Los llanos costaneros, producto de la erosión y la deposición de material sedimentario transportada por los ríos, es la región de menor superficie. La región del karso se extiende principalmente a través del norte de la Isla, desde el municipio de Loíza hasta Aguadilla, y se caracteriza por la abundancia de mogotes, sumideros y cavernas. En el sur de la Isla también existe una zona discontinua de karso, así como varios afloramientos aislados en los municipios de Aguas Buenas, Las Marías, Comerío, Barranquitas y Cayey (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colón, 2006).

El área de la RNCEN pertenece en términos generales a la Sierra de Luquillo. El Corredor se caracteriza por una serie de llanos aluviales delimitados por varias colinas, las cuales constituyen la prolongación mas hacia el noreste de la Sierra de Luquillo en contacto con el mar (DRN, 1992). A partir del extremo oeste del Corredor, se extiende el llano inundable de los ríos Sabana y Pitahaya, de aproximadamente 1.3 millas (2.1 km) de largo. Este llano tiene una altura máxima de 16 pies (5 m) sobre el nivel del mar (snm) cerca al límite sur de la RNCEN. Inmediatamente al este del mismo comienzan una serie de lomas onduladas en los predios de las fincas San Miguel y Las Paulinas. El punto de mayor altura en esta zona es de cerca de 260 pies (80 m) snm. Continúa entonces hacia el este un estrecho valle formado por el Río Juan Martín. El mismo está restringido hacia el este por una colina de pendiente pronunciada, conocida originalmente como el Monte de los Magueyes, y actualmente como el monte de Las Paulinas. Este se extiende a todo lo ancho del Corredor hasta terminar en el mar como un promontorio. Este monte muestra la mayor elevación de toda la RNCEN, con alrededor de 328 pies (100 m) snm de altura. Continuando en dirección hacia Fajardo, la altura se reduce y la topografía vuelve a tornarse ondulada, hasta llegar al llano

inundable de la Quebrada Fajardo. A partir de donde se observan una serie de pequeñas colinas que varían entre aproximadamente 160 a 200 pies (50 a 60 m) snm de elevación y que delimitan el Corredor al pie de su ladera sur. Al norte de estas colinas se encuentra la Laguna Aguas Prietas.

**FIGURA 2.3**  
**RELIEVE TOPOGRÁFICO DE LA RNCEN**



El límite terrestre al norte del Corredor está formado por un sistema de dunas de arena de aproximadamente 10 a 15 pies (3 a 4.5 m) snm de altura, intersecadas por la desembocadura de los ríos Sabana, Pitahaya, Juan Martín y la Quebrada Fajardo. Al extremo noreste de la RNCEN se encuentra el promontorio rocoso conocido históricamente como Punta de San Diego, y actualmente como Cabeza Chiquita. La altura del mismo es de aproximadamente 65 pies (20 m) snm. En esta zona se puedan observar varias pozas mareales formadas por la erosión del mar sobre el sustrato rocoso. En el extremo noreste se hallan dos bolsillos de playa arenosa, nombradas en

conjunto como Playa Escondida o Playa Colorá. El litoral costero en el extremo este del Corredor forma parte de la ensenada conocida como *Seven Seas* o Ensenada Yeguas.

En términos generales, la línea de costa de la RNCEN tiene una extensión de aproximadamente 5.8 millas (25.4 km) de playas arenosas y 1.14 millas (1.8 km) de playas rocosas, para un total aproximado de 7 millas (11.3 km) de litoral costero. En algunos segmentos de esta zona, inmediatamente al norte de la playa La Selva, y al oeste de Cabeza Chiquita, pueden apreciarse formaciones de arrecifes de coral.

La RNCEN tiene un máximo de 1.5 millas (2.4 km) de ancho y un mínimo de 0.32 millas de ancho (0.51 km), en su área más estrecha. De este a oeste presenta una extensión lineal de 5 millas (8 km).

#### D. Geología

Puerto Rico es la más oriental del arco de islas volcánicas pertenecientes a las Antillas Mayores, con un record geológico que se extiende a través de aproximadamente 150 millones de años. La Isla consiste de rocas volcanoclásticas y silicoclásticas de origen volcánico, incluyendo rocas sedimentarias de entre el periodo Jurásico tardío hasta el Paleoceno y Eoceno, y rocas máficas intrusivas y rocas plutónicas félsicas del Cretácico tardío y el Terciario. Estas rocas están cubiertas en discordancia por rocas y sedimentos del Oligoceno (Krushensky, R. D. and J. H. Schellekens, 1998).

En términos generales, las rocas se pueden dividir en dos grupos grandes de formaciones: las de origen volcánico y las de origen sedimentario. Las rocas volcánicas extrusivas, formadas por depósitos de lava y cenizas, se concentran en el interior de la Isla. Las formaciones de rocas volcánicas intrusivas (que se enfriaron bajo la superficie) aparecen en áreas de menor extensión localizadas en el sureste, en el interior montañoso de Vieques, y en sectores de la zona central y occidental de la Cordillera Central. Las calcáreas o calizas, son rocas sedimentarias que se encuentran en los llanos costeros del norte y del sur debido a que se formaron bajo el mar (López Marrero T. del M. y N. Villanueva Colón, 2006).

Las rocas que afloran en la RNCEN pertenecen principalmente a la Formación Fajardo, a la Formación Tabonuco y a los sedimentos y rocas sedimentarias del periodo Cuaternario. Incluye también un afloramiento menor de la Formación Hato Puerco. Las rocas pertenecientes a la Formación Fajardo están compuestas mayormente de areniscas y limonita, tobas y brechas. La Formación Tabonuco, en tanto, está compuesta de limonita y arenisca calcárea estratificada con lodosita y brecha. Las rocas sedimentarias y sedimentos se subdividen en aluvión en la llanura de inundación, depósitos de playa, depósitos de pantano, depósitos en pantano de mangle y relleno artificial. El aluvión está compuesto mayormente de arena, grava y arcilla no consolidada en estratos que varían horizontal y verticalmente en su granulometría. La composición de los depósitos de playa varía desde arena de grano grueso hasta arena de grano fino que a veces contiene fragmentos grandes de rocas volcánicas. Las arenas están compuestas mayormente de carbonato de calcio. Los depósitos de pantano están compuestos de limo y arcillas con un alto contenido orgánico, con trazas de arena y saturados de agua. Los depósitos en pantanos de mangle se componen de lodo limoso y arenoso, saturado de agua, y con un alto contenido orgánico. También se encuentran limos y arcillas en áreas adyacentes al aluvión (CSA Group, Inc., 2001).

De acuerdo al Mapa Geológico del área de Fajardo preparado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) (Briggs, R.P., and E. Aguilar-Cortes, 1980) las siguientes unidades geológicas están presentes en la RNCEN:

Kftu – Formación Fajardo: De edad Albiana, esta es la unidad compuesta de estratos gruesos de tobas meteorizadas inter-estratificadas con brechas tobáceas masivas de 33 pies (de 3 cm hasta 10 m) de espesor. Tobas cristalinas son predominantes, pero clastos de andesita son comunes. Las partes superiores de la unidad incluyen alguna piedra pómez y cenizas rojizas. Capas esparcidas de cienos calcáreos existen. Los clastos de brechas son andesíticos en composición y son raramente mayores de 10 centímetros en tamaño. Espesor entre 800 y 1,100 m (2,600-3,600 pies).

Kfsu – Formación Fajardo: De edad Albiana. Esta unidad se compone de estratos finos de cieno tobáceo y arenisca. Los estratos son de entre 3 y 30 centímetros de espesor.

Existen algunas capas calcáreas cerca del tope de la unidad. La deformación distorsionada es común. Se meteoriza en un suelo color marrón-amarillento de textura bloqueada. Espesor de la unidad de 170 a 250 m (560 a 820 pies).

Kt – Formación Tabonuco: De Edad Albiana. Es una unidad de toba calcárea, compuesta de arenisca inter-estratificada con arcillas calcáreas y brechas. Estas brechas están compuestas mayormente de fragmentos de cienos calcáreos en una matriz de arenas calcáreas. Algunas partes contienen fragmentos volcánicos de hasta 15 m de diámetro. También existen lentes de brecha volcanoclástica meteorizada. En el tope de la formación existen algunos flujos de lava. Espesor entre 800 a 1,000 m (2,600 a 3,280 pies).

Ktl – Formación Tabonuco: De Edad Albiana. Lava de almohadilla andesítica con escasos y pequeños fenocristales plagioclásticos. Solamente aflora en el área de Cabeza Chiquita.

Khp – Formación Hato Puerco: Brecha – Principalmente brecha volcanoclástica; en los afloramientos en la región noreste se encuentra principalmente en forma de brecha de origen volcánico, y de arenisca volcánica y arcilla calcárea subordinada en estratos que van de finas a gruesas. En el área de las Cabezas de San Juan, se compone de brecha volcanoclástica en transición hacia toba, brecha tofácea y estratos finos de arenisca tofácea. Entre 360 a 400 m (1,180 a 1312 pies) de espesor.

TKd – Diques de Diorita: De Edad Terciaria y Cretácica. Roca intrusiva de cristales de tamaño fino a grueso, comúnmente hornablenda porfirítica y diorita.

Qc – Arrecifes: De Edad Holocena. Mayormente son corales y algas coralinas bajo arena cerca de la costa. Cuando la marea está alta, se encuentra en etapa submarina.

Qsm – Depósitos de Mangles Pantanosos: Del Holoceno. Compuestos mayormente de arcillas arenosas limosas que contienen material orgánico. Incluye arcillas y cienos cuando está cerca de depósitos aluviales o roca meteorizada. Saturados de agua salada. Característico con mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Espesor aproximado de 2 m (6 pies).

Qs – Depósitos de Pantano: Del Holoceno. Arcillas y cienos con alto contenido de material orgánico, comúnmente saturados de agua, conteniendo algunos granos de arena. Espesor de 2 a 5 m (<16 pies), aproximadamente.

Qt – Depósitos de Terraza: Del Holoceno y Pleistoceno. Arenas, gravas y arcillas, poco a moderadamente sorteadas, mayormente en los márgenes de los valles aluviales y a una altura superior al nivel de inundaciones modernas. Localmente, componentes gruesos en terrazas altas se han meteorizado en arcillas. Espesor entre 2 a 6 m (6 a 20 pies).

Qb – Depósitos de Playa: De Edad Holocena. Arenas que contienen pedazos de rocas volcánicas, no divididas, espesas y de poco a moderadamente sorteados. Compuestos mayormente de carbonato de calcio. Espesor entre 2 a 6 m (6 a 20 pies).

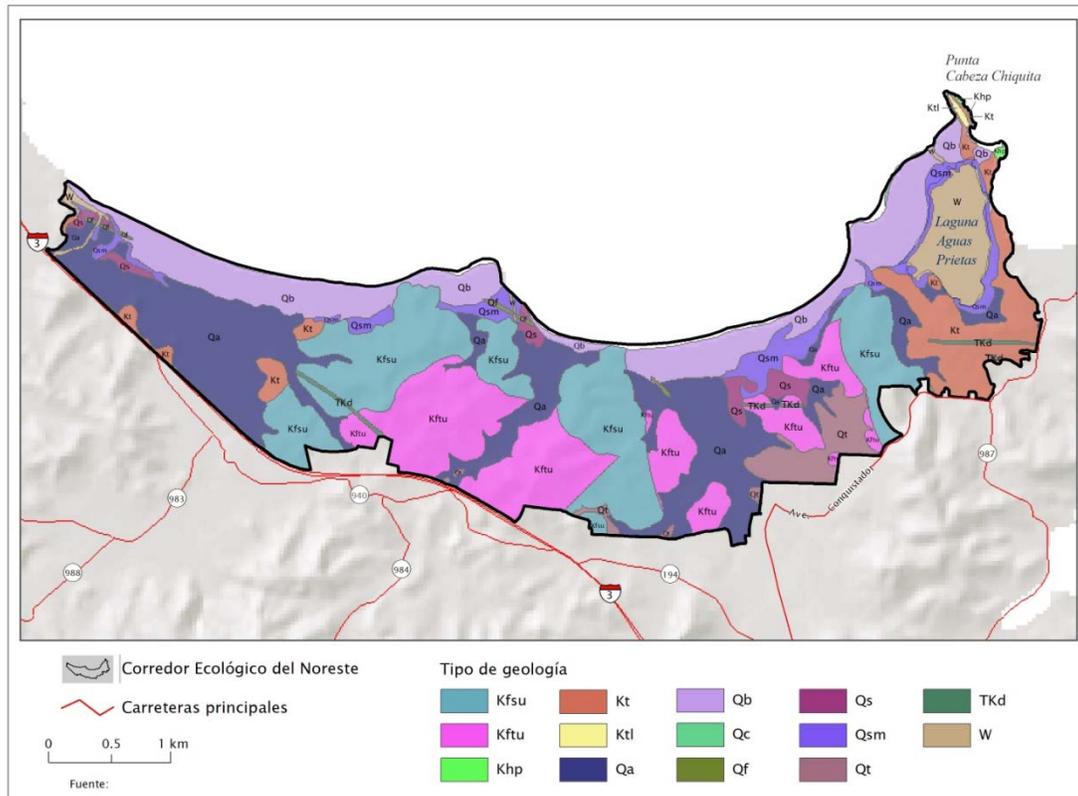
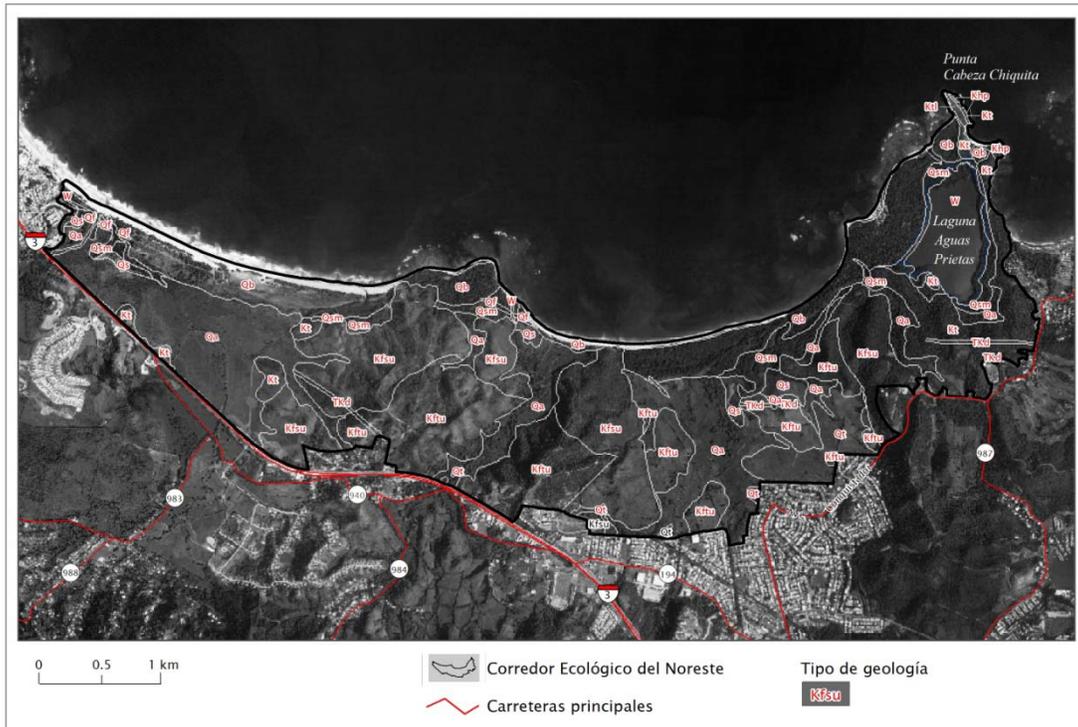
Qa- Aluvión de Planicies de Inundación: De Edad Holocena. Se compone mayormente de arenas, gravas y arcillas no consolidadas, es moderadamente sorteado y comúnmente estratificado y de gran espesor. Está localizado en valles de ríos y quebradas y cerca de áreas montañosas y se compone de peñas, de hasta 3 m en diámetro y arena. Puede tener hasta 35 m (115 pies) de espesor.

Qf – Relleno artificial: De Edad Holocena. Se compone mayormente de arena, arcilla y fragmentos de coral en o cerca de la costa. En otras partes, compuesto de tierra heterogénea y pedazos de roca. Su espesor está entre 2 y 12 m (6-39 pies).

**TABLA 2.5**  
**ÁREA COMPRENDIDA POR LAS DIFERENTES**  
**FORMACIONES GEOLÓGICAS EXISTENTES EN LA RNCEN**

<b>FORMACIONES GEOLÓGICAS</b>	<b>ÁREA (cuerdas)</b>	<b>% del CEN</b>
Formación Fajardo (Kftu)	511.1	16.8
Formación Fajardo (Kfsu)	626.6	20.6
Formación Tabonuco (Kt)	240.4	7.9
Formación Tabonuco (Ktl)	3.4	0.1
Formación Hato Puerco (Khp)	3.8	0.1
Diques de Diorita (TKd)	15.9	0.5
Arrecifes (Qc)	3.2	0.1
Depósitos de Mangles Pantanosos (Qsm)	142.9	4.7
Depósitos de Pantano (Qs)	54.0	1.8
Depósitos de Terraza (Qt)	111.1	3.7
Depósitos de Playa (Qb)	456.4	15.0
Aluvión de Planicies de Inundación (Qa)	722.6	23.8
Relleno Artificial (Qf)	12.0	0.2
Agua (W)	135.8	4.5
<b>Total:</b>	~3039.2	~100

**FIGURA 2.4**  
**MAPAS GEOLÓGICOS DE LA RNCEN**



## E. Suelos

Los suelos en Puerto Rico son variados e incluyen tipos o series diversas dependiendo de su ubicación en las diferentes regiones de la Isla. Existen más de 352 tipos de suelos y 115 series en la Isla. Las series más importantes han sido identificadas y segregadas en 11 grupos que proveen una visión general de las características del suelo. Esta agrupación también permite segregar los suelos de las regiones húmedas y sub-húmedas y los suelos de las regiones áridas y semi-áridas (DRNA, 2004b). Las siguientes asociaciones principales de suelos han sido identificadas en la RNCEN (DRNA, 1998):

Asociación Cataño-Aguadilla: Estos suelos son profundos, excesivamente drenados y de declives suaves. Esta asociación consiste de suelos formados por la mezcla de fragmentos de conchas y material volcánico y granos de arena de cuarzo.

Asociación Coloso-Toa-Bajura: Se compone de suelos casi nivelados con una capa de sedimentos de fina a moderada textura. Son suelos orgánicos profundos. Ocupan planicies inundables a lo largo de los ríos. Constituyen los mejores suelos para la agricultura y para muchas clases de cultivos, siempre y cuando no estén sujetos a inundaciones periódicas.

Asociación Caguabo-Múcara-Naranjito: Los suelos de esta asociación son de moderado a poco profundos, de buen drenaje, y en las alturas volcánicas, de inclinado a muy escarpado. Estos suelos se formaron de material residual producto del desgaste de la roca volcánica. Sus inclinaciones y características escarpadas, el peligro de erosión y la profundidad a la roca son las limitaciones principales para la agricultura y para usos urbanos y recreativos.

En el año 1977, el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (antes Servicio de Conservación de Suelos) del Departamento de Agricultura Federal publicó el Catastro de Suelos para la Región Este de Puerto Rico, con el fin primordial de describir las características de los suelos en esta área según su utilidad para la agricultura y sus propiedades mecánicas como material o agregado para la construcción, así como su adecuación para la ubicación de estructuras (Boccheciamp, R. A., 1977). Las

siguientes series y tipos de suelo han sido identificadas en la RNCEN (Estudios Científicos y Técnicos, 2004; CSA Group, Inc., 2001; Molina Méndez, J. A., 1993; Boccheciamp, R. A., 1977):

Caguabo arcilloso-lómico (CbF2): La serie Caguabo consiste de suelos pocos profundos, de buen drenaje y de permeabilidad moderada en laderas de 20 a 60% de inclinación y topes de áreas volcánicas. Estos suelos se formaron de la meteorización de rocas volcánicas básicas de textura moderadamente fina. Este suelo tiene una capacidad de retención de agua moderada debido a su poca profundidad. El potencial de expansión es alto debido a su elevado contenido de arcillas expansibles. La fertilidad natural de estos suelos es mediana. El escurrimiento es rápido y la erosión es un peligro. Su uso está restringido mayormente a pastoreo o hábitculos de vida silvestre. El declive, el escurrimiento, erosión pasada, el alto potencial erosivo y la poca profundidad a la roca son limitaciones.

Cataño lómico-arenoso (Cf): La serie Cataño consiste de suelos profundos de drenaje excesivo, con pendientes de 0 a 2%, que son calcáreos y de una permeabilidad rápida, localizados cerca al mar pero sin ser cubiertos por la marea alta. Se han formado de materiales arenosos que consisten de fragmentos de caracoles, granos de cuarzo y fragmentos redondeados de roca volcánica. Estos suelos tienen una baja capacidad de retención de agua, bajo potencial de expansión y baja fertilidad natural. Este suelo no es adecuado para siembra debido a su baja capacidad de retención de agua, permeabilidad rápida y baja fertilidad.

Playa costera (Cm): Estos suelos consisten de franjas estrechas de arena de playa a lo largo de las costas. Estas arenas ocupan terrenos con pendientes de 0 a 2%, con algunas escarpas arenosas y dunas formadas por el batir de las olas sobre las playas. La profundidad al agua salada es variable. Las arenas, que son calcáreas, contienen numerosos fragmentos de caracoles, corales y conchas. Estos no son aptos para uso agrícola. La mayor parte de las áreas no tienen vegetación excepto algunas palmas de coco, uva playera y bejuco de playa.

Coloso limo-arcilloso-lómico (Co): La serie Coloso consiste de suelos profundos, de poco drenaje, con pendientes de 0 a 2%, que son ligeramente ácidos y

moderadamente permeables en los llanos inundables de los ríos que desaguan las alturas volcánicas. Se han formado en materiales aluviales que consisten en depósitos recientes de limo y arcilla. La profundidad al nivel freático fluctúa entre 24 a 48 pulgadas (61-121 cm). La capacidad de retención de agua de estos suelos es alta, la fertilidad natural también es alta y tienen un potencial de expansión moderado. La susceptibilidad a inundaciones, poca permeabilidad y el nivel freático alto son limitaciones moderadas a las actividades agrícolas.

Descalabrado arcilloso-lómico (DeE2): La serie Descalabrado se encuentra en las laderas de montañas y la cima de las lomas en las áreas mesofíticas semiáridas de origen volcánico, en pendientes de entre 20 a 40%. Incluidos con este suelo se pueden encontrar algunas áreas pequeñas de suelos Guayama y zonas rocosas. Pendientes empinadas, poco profundas, cercano a la roca madre, altamente susceptibles a la erosión y escorrentías rápidas. Muestra un severo potencial de erosión, lo que constituye un factor limitante serio para el uso agrícola. El uso de este suelo está limitado a pastos ganaderos, vida silvestre y cubierta vegetal.

Descalabrado rocoso (DrF): Este suelo de la serie Descalabrado se encuentra en laderas de las montañas y en el tope de las cordilleras en las áreas mesofíticas semiáridas de origen volcánico. El suelo Descalabrado y las tierras rocosas están entremezclados en una forma tan estrecha que resulta muy difícil separar estos suelos uno del otro. El suelo Descalabrado constituye entre el 80 al 85% de su composición, mientras que el suelo rocoso representa el restante. Estos suelos, por ocurrir en áreas escarpadas, y por ser poco profundos y rocosos, tiene muchas limitaciones para su uso agrícola. Su utilidad principal es para pastos ganaderos, vida silvestre y vegetación silvestre.

Fajardo arcilloso (FaC): La serie Fajardo consiste de suelos profundos que tienen poco drenaje y permeabilidad lenta. Estos suelos se forman en sedimentos finos de origen mixto. Se inundan frecuentemente, y estacionalmente tienen un nivel freático alto, por lo que tiene limitaciones moderadas para la agricultura.

Fajardo arcilloso (FaC2): La serie Fajardo consiste de suelos profundos pobremente drenados y de baja permeabilidad. Estos suelos se forman en sedimentos finos de

origen mixto. Ocupan los abanicos de aluvión y las terrazas. Las pendientes tienen de 2 a 10%. Estos suelos tienen una gran capacidad de retención de agua, un alto potencial expansivo y una fertilidad natural mediana. La escorrentía es lenta y debido a su textura arcillosa son difíciles de trabajar. Requiere de prácticas de conservación de suelos para reducir el potencial de erosión.

Fraternidad arcillosa (FrB): Estos suelos se encuentran presentes en las terrazas de los llanos costeros con pendientes de entre 2 a 5%. Se pueden encontrar en conjunto con afloramientos pequeños de suelos Paso Seco. Tienen baja permeabilidad, y ocurren generalmente en lugares de poca precipitación, por lo que junto a su declive, son difíciles de trabajar para la agricultura.

Jacana arcillosa (JaC2): Estos suelos se encuentran al pie de las laderas y en pequeñas colinas en zonas semiáridas con pendientes de entre 5 a 12%. Puede incluir pequeños afloramientos de suelos Descalabrado. Este suelo tiene limitaciones severas para ser utilizado con fines agrícolas debido a pendientes moderadas y la amenaza de erosión. Es apropiado para pastos.

Terreno Llano arcilloso (Lc): Suelos arcillosos con diferente plasticidad y mineralogía que han sido perturbados y aplanados para la construcción, y que debido al grado de manipulación, es prácticamente imposible identificarlos.

Mabi arcilloso (MaD2): La serie Mabi se caracteriza por suelos profundos con poco drenaje y poco permeables. Se forman por sedimentos derivados de rocas volcánicas en la base de las lomas y colinas. Las pendientes, el peligro a la erosión y lo trabajoso de su cultivo son limitaciones severas para la agricultura.

Sabana limo-arcilloso-lómicico (SaE2, SaF2): La serie Sabana consiste de suelos poco profundos, con buen drenaje y de permeabilidad moderada, localizados principalmente en laderas con pendientes de entre 20 a 60% y en los topes de montañas. Estos suelos se han formado de residuos de textura fina de rocas volcánicas básicas. En estos suelos la erosión ha removido parte de la capa superficial y en algunas áreas el subsuelo está expuesto. Estos suelos tienen una moderada capacidad de retención de agua, un potencial de expansión moderado y la escorrentía es rápida. Estos suelos tienen unas limitaciones severas para la agricultura debido a las altas pendientes, los

peligros de erosión, la escorrentía rápida que genera y la poca profundidad a la que se encuentra la capa rocosa.

Marismas (Ts): Estos suelos se encuentran en áreas que están cubiertos por una vegetación espesa de árboles de mangle. Estas áreas están a lo largo de las costas y en ensenadas. La mayor parte del tiempo están cubiertos por agua salada o salobre. Los suelos son de color claro, salino, arenoso o arcilloso y con alto contenido de materia orgánica poco descompuesta. El material subyacente a profundidades variables consiste de corales, conchas y marga. Este tipo de suelo no tiene aptitud para uso agrícola.

Toa limo-arcilloso-lómico (Tt): La serie Toa consiste de suelos profundos ligeramente ácidos, moderadamente drenados y de permeabilidad moderada. Estos suelos están en los llanos inundables a lo largo de los ríos. Se han formado sedimentos aluviales estratificados, de textura moderadamente fina y fina, lavados de los montes volcánicos. El declive varía entre 0 a 2%. Estos suelos son altamente productivos, tienen moderada capacidad de retención de agua, alta fertilidad natural y son fáciles de trabajar.

Vega Alta limo-arcilloso-lómico (VeB): Estos suelos se encuentran en áreas húmedas de llanuras costeras y terrazas. Son suelos profundos, de buen drenaje, moderadamente permeables. Se encuentran generalmente en pendientes de entre 2 a 5%. La escorrentía es lenta a mediana. Tiene limitaciones moderadas para la agricultura debido a problemas de erosión y declive.

Vega Alta limo-arcilloso-lómico (VeC): Estos suelos se hallan en los llanos y terrazas costeras. Incluye pequeños afloramientos de suelos pertenecientes a las series Fajardo y Vega Baja. Tiene limitaciones moderadas para la agricultura debido a que se encuentran en pendientes de entre 5 a 12%, por lo que pueden sufrir de erosión.

Terreno Aluvial Húmedo (Wa): Estos suelos se encuentran en depresiones en los llanos inundables de los ríos y quebradas. El nivel freático se encuentra en o cerca de la superficie la mayor parte del año. Durante el periodo de lluvia estos suelos se encuentran cubiertos de agua. Debido al alto nivel freático, que causa condiciones casi

permanentes de inundación, estos suelos no son adecuados para actividades agrícolas.

Yunes limo-arcilloso-lómico (YuF2): La serie Yunes consiste de suelos poco profundos que tiene buen drenaje, son bien ácidos y tiene permeabilidad moderada. Estos suelos se formaron de residuos bien gravosos de esquistos sedimentarios. Se encuentran en las laderas y topes de montes altamente disectados con pendientes de 20 a 60%. Estos suelos tienen baja capacidad de retención de agua, alto potencial de erosión y son difíciles de trabajar. Dadas estas condiciones no se recomiendan para uso agrícola.

El lecho de la Laguna Aguas Prietas, ubicada en el extremo noreste de la RNCEN, tiene una composición granulométrica con una mayor proporción de arena (24.78%) y cieno (29.87%) en su sección central norte, mientras que la mayor proporción de arcilla (71.43%) y materia orgánica (31.3%) se halla en su mitad sur (Negrón González, L., 1986).

El riesgo a deslizamientos en las lomas y colinas halladas en la RNCEN es moderado, aún cuando varias de las series de suelos encontradas en el área poseen características favorables hacia este tipo de movimiento de terreno. Las pendientes en la RNCEN pueden considerarse estables, sin embargo, siempre y cuando no se realicen cortes en el terreno o actividades de remoción de la capa vegetal que puedan provocar erosión y eventualmente el deslizamiento del terreno (Monroe, W. H., 1979).

Las series Fajardo, Fraternidad, Jacana, Mabí y Sabana son suelos con una gran susceptibilidad o potencial a la expansión, por lo que no son convenientes para la construcción de cimientos y la ubicación de estructuras permanentes (Boccheciamp, R. A., 1977). Aquellos suelos con una composición arenosa significativa, tales como los de la serie Cataño y Playa Costera, son susceptibles a la licuación, principalmente si se encuentran en la zona del llano costero donde el nivel freático se encuentra cerca de la superficie.

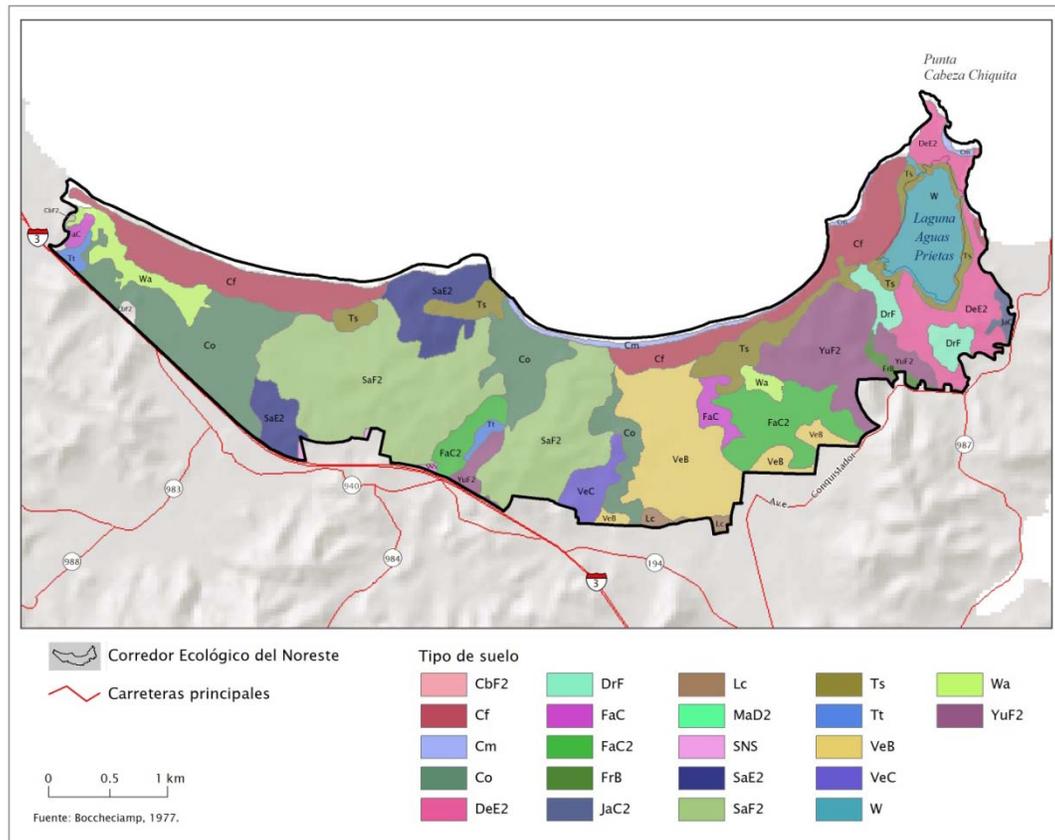
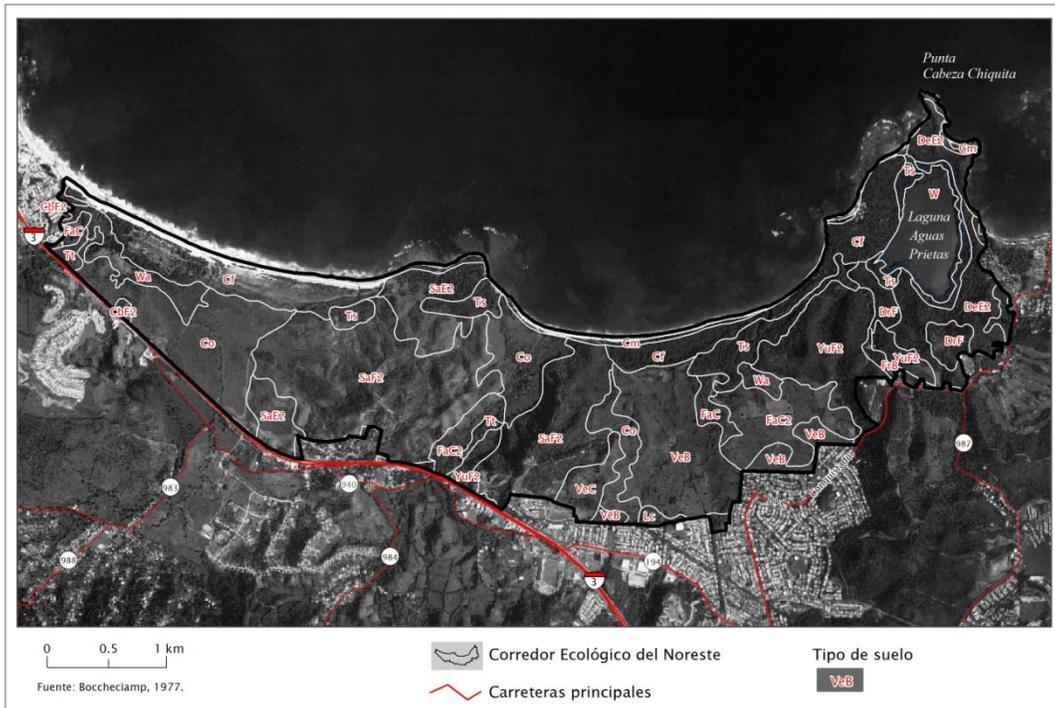
**TABLA 2.6**  
**ÁREA COMPRENDIDA POR LOS DIFERENTES**  
**TIPOS DE SUELO EXISTENTES EN LA RNCEN**

<b>TIPOS DE SUELO</b>	<b>AREA (cuerdas)</b>	<b>% del CEN</b>
Caguabo arcilloso-lómico (CbF2)	6.7	0.2
Cataño lómico-arenoso (Cf)	325.3	10.9
Playa costera (Cm)	31.3	1.1
Coloso limo-arcilloso-lómico (Co)	390.1	13.1
Descalabrado arcilloso-lómico (DeE2)	165.5	5.5
Descalabrado rocoso (DrF)	54.3	1.8
Fajardo arcilloso (FaC)	36.6	1.2
Fajardo arciloso (FaC2)	171.0	5.7
Fraternidad arcillosa (FrB)	15.0	0.5
Jacana arcillosa (JaC2)	12.1	0.4
Terreno llano arcilloso (Lc)	15.7	0.5
Mabi arcilloso (MaD2)	1.3	0.04
Suelo no estudiado (SNS)	6.1	0.2
Sabana limo-arcilloso-lómico (SaE2, SaF2)	805.9	27.0
Marismas (Ts)	166.3	5.6
Toa limo-arcilloso-lómico (Tt)	19.8	0.7
Vega Alta limo-arcilloso-lómico (VeB)	285.1	10.0
Vega Alta limo-arcilloso-lómico (VeC)	46.6	1.6

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL - ESTRATÉGICA

<b>TIPOS DE SUELO</b>	<b>AREA (cuerdas)</b>	<b>% del CEN</b>
Agua (W)	127.3	4.3
Terreno Aluvial Húmedo (Wa)	78.3	2.6
Yunes limo-arcilloso-lómico (YuF2)	222.8	7.5
<b>Total:</b>	<b>~2,983</b>	<b>~100</b>

**FIGURA 2.5**  
**MAPAS DE SUELOS DE LA RNCEN**



## F. Hidrología

Puerto Rico cuenta con 224 ríos y 553 quebradas identificadas con nombres. Muchas de estas corrientes son tributarios de cerca de 54 ríos que descargan al litoral costero, así como de un número adicional de quebradas que descargan al mar (JCA, 2007). Todas estas corrientes se encuentran dentro de 134 cuencas hidrográficas de tamaño y complejidad diversa, incluyendo áreas de drenaje poco definidas en la región caliza y la región costera. Las cuencas principales incluyen áreas en las tres cadenas de montañas que se levantan en la Isla de oeste a este, incluyendo la Cordillera Central, la Sierra de Cayey y la Sierra de Luquillo. Esta última es la extensión oriental de la Cordillera Central, formando una divisoria entre Juncos y Canóvanas que se extiende hasta Fajardo. La lluvia es copiosa en esta cadena de montañas, resultando en escorrentías que alimentan cientos de quebradas y ríos que descienden hacia valles costaneros formados por aluvión y depósitos marinos, incluyendo calizos. Estos depósitos en los valles costaneros han formado acuíferos de importancia en las regiones norte y sur, alimentados por la escorrentía que se infiltra al subsuelo en las laderas de las montañas y los canales de los ríos. Los acuíferos de mayor extensión en la Isla encuentran localizados en el norte de la Isla como parte de la zona kárstica.

Todas las cuencas hidrográficas en Puerto Rico experimentan generalmente períodos de poca precipitación o estiaje en comparación con el promedio anual, durante los meses entre enero a abril, y en ocasiones extendiéndose hasta julio y agosto. Esto resulta en una reducción significativa en los flujos promedio de los ríos, lo que tiene consecuencias a su vez sobre el volumen de agua que se infiltra hacia los acuíferos (DRNA, 2004b).

El agua dulce de los ríos y quebradas se mezcla con el agua salada de mar en su trayecto final hacia el mar. Esta zona de mezcla, conocida como estuario, suele estar en la desembocadura de los ríos y en las lagunas costeras, donde tienen influencia las mareas, el oleaje o la infiltración de agua de mar, aún cuando no haya una conexión permanente con el océano. La desembocadura de la mayoría de los ríos y quebradas en Puerto Rico suele estar cerrada con frecuencia y separada del mar por una berma

de arena depositada por la acción del oleaje, la cual se abre en periodos de lluvia (DRNA, 2004b).

En Puerto Rico, Vieques y Culebra existen 35 lagunas naturales principales, con un área superficial mayor de 10 cds (5 ha) y cientos de lagunas y charcas menores. Las lagunas naturales se encuentran principalmente en las costas, en zonas bajo la influencia de las mareas y la intrusión salina, por lo que las aguas que contienen son salobres, con concentraciones de sales marinas variables. Algunas, como la Laguna Tortuguero, reciben descargas considerables de agua dulce proveniente de numerosos manantiales localizados en su lecho.

La calidad de los cuerpos de agua superficiales en Puerto Rico es determinada por la JCA. Esta agencia cuenta con una red de 57 estaciones permanentes que miden la calidad de agua superficial de 26 cuencas hidrológicas en Puerto Rico. En aquellos ríos, quebradas y lagunas donde no existen estaciones de muestreo, la JCA evalúa su calidad basándose en inspecciones realizadas por personal técnico de la agencia, querellas de ciudadanos, inventarios de fuentes potenciales de contaminación, informes de mortandad de peces, incidentes de derrames de sustancias peligrosas y una evaluación de cumplimiento con los distintos permisos otorgados por ésta y la EPA. En estos casos donde no existen estaciones de monitoreo, la JCA identifica a todo aquel cuerpo de agua como uno en cumplimiento con los usos designados cuando la fuente de contaminación potencial no revela ningún tipo de violación o si la naturaleza de la fuente identificada cerca del cuerpo de agua no representa una amenaza directa a los usos designados (CSA Group, Inc., 2001).

Es necesario destacar que es política pública del ELAPR conservar y proteger aquellos usos existentes y designados de los cuerpos de agua de Puerto Rico, y con ello la calidad de agua necesaria para proteger estos usos. En aquellos sitios donde existan aguas de alta calidad que constituyan un recurso excepcional, tal como las aguas del Bosque Nacional El Yunque y bosques estatales, refugios de vida silvestre y aguas de valor excepcional recreativo o ecológico, esa calidad de agua será conservada y protegida (JCA, 2003).

## **1. Ríos y Quebradas**

A través de la RNCEN discurren los ríos Sabana, Pitahaya y Juan Martín, la Quebrada Fajardo, y la Quebrada Aguas Prietas, que desemboca eventualmente en la Laguna Aguas Prietas, en el extremo oriental de la Reserva Natural. Con excepción de esta última quebrada, todas las demás corrientes se originan en la Sierra de Luquillo. Los ríos Sabana y Pitahaya tienen su nacimiento propiamente en terrenos del Bosque Nacional El Yunque. Todos estos cuerpos de agua tienen un patrón de drenaje dendrítico, cuentan con cuencas relativamente cortas y escarpadas y desembocan finalmente hacia el norte en el Océano Atlántico.

La calidad del agua de estas corrientes no ha sido muestreada con regularidad ni de forma comprensiva, por lo que la información existente sobre su condición actual y tendencias históricas es bastante limitada. Aún así, los datos disponibles junto a los patrones en el uso del suelo, son dos factores que ayudan a proveer una idea general sobre la calidad de las aguas en estos ríos y quebradas. Los estudios realizados hasta el momento, por ejemplo, han evidenciado una relación inversa entre la altura y la temperatura de las aguas. Este patrón es uno típico de los ríos en general y está asociado a una disminución en la temperatura del aire a mayores elevaciones. El espesor o desarrollo de la vegetación en la ribera de los ríos también tiene efectos sobre este patrón, ya que la sombra de los árboles tiende a reducir aún más la temperatura de las aguas. Es normal observar también una mayor concentración de oxígeno disuelto a mayores elevaciones debido a la turbulencia y caída de las aguas en los segmentos más escarpados y rocosos de los ríos, lo que provoca una mayor aeración en comparación a la forma en que fluyen las aguas a través de los llanos costeros. Sin embargo, cuando la desembocadura de los ríos y quebradas está abierta al mar, el efecto del oleaje puede aumentar nuevamente la concentración de oxígeno disuelto en las aguas (CSA Group, Inc., 2001a).

**FIGURA 2.6**  
**MAPA HIDROLÓGICO DE LA RNCEN**



### **Río Sabana**

El Río Sabana tiene una longitud de aproximadamente 8 millas (12.9 km) y su área de captación tiene una extensión de cerca de 7.2 mi<sup>2</sup> (18.65 km<sup>2</sup>). Tiene su origen en elevaciones cerca de los 1,900 pies (579 m) sobre el nivel del mar. Discurre primordialmente a través de áreas de bosque, pastos y zonas rurales, desembocando eventualmente en el extremo oeste de la RNCEN, a través de la finca San Miguel I (DRNA, 2004b). La cuenca de este río tiene aproximadamente un promedio de 7% de inclinación (CSA Group, Inc., 2001a).

El Río Sabana es la única corriente de agua de las que atraviesa el Corredor con una estación de aforo permanente para medir su caudal, localizada a aproximadamente 260 pies (80 m) sobre el nivel del mar (Estación 50067000). La misma ha sido operada de forma continua por el USGS desde octubre de 1979 (Figueroa Álamo, C., Aquino, Z.,

Guzmán Ríos, S., and A. V. Sánchez, 2006). Es necesario mencionar que el flujo de este río es afectado por una toma de agua operada por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) la cual extrae un promedio de 2,240 acres-pies por año (2.0 millones de galones diarios [MGD]). La toma de agua se encuentra a aproximadamente 1 milla (1.6 km) de distancia aguas arriba de la estación de aforo. La AAA también opera una planta de tratamiento de aguas sanitarias que descarga 958 acres-pies por año (0.86 MGD) de efluentes cerca de la desembocadura del río (DRNA, 2004b). Esta planta de tratamiento dejará de descargar al río, según programado, a partir de mediados del año 2008, cuando su efluente será desviado hacia la Planta de Alcantarillado Sanitario Regional de Fajardo.

De acuerdo a los datos de la estación de aforo, se estima que el Río Sabana tiene una descarga promedio anual neta hacia el mar de aproximadamente 36,840 acres-pies (32.9 MGD), equivalente a un flujo promedio de aproximadamente 1.44 metros cúbicos por segundo ( $m^3s$ ).

**TABLA 2.7**  
**DATOS HIDROLÓGICOS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO SABANA**  
 (Fuente: DRNA, 2004b)

<b>Componente Hidrológico</b>	<b>(acres-pies/año)</b>
Precipitación	45,300
Evapotranspiración	15,510
Flujo promedio anual	36,840
Flujo estiaje (90 días)	3,760
Flujo estiaje (150 días)	4,330
Descarga de agua subterránea al mar	500

La calidad del agua del Río Sabana ha sido estudiada de forma esporádica. Entre el 23 y 24 de marzo de 1994, USGS realizó un estudio cuyos datos indican que el Río Sabana mostraba señales serias de contaminación fecal, particularmente en su cuenca

alta, y en menor grado aguas abajo, mas no así en su segmento costero (Pérez Blair, F. and R. A., Carrasquillo Nieves, 1996). El estudio identificó además el punto de cero altitud, o hasta donde podría penetrar la cuña de agua salada en caso de que no hubiera ningún flujo de agua dulce, a aproximadamente 2,477 pies (755 m) de su desembocadura.

El USGS llevó a cabo un segundo estudio en el 1995, como parte de una evaluación sobre el potencial de extracción de agua subterránea en los acuíferos aluviales del noreste de la Isla (Pérez Blair, F., 1997). El muestreo tuvo lugar el 8 de febrero de 1995.

Entre los meses de junio, julio y agosto de 1998, se realizó otro estudio en el cual se muestreó diariamente la temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto del agua en siete puntos del Río Sabana (Dinno, A. 2000). En este estudio se determinó que la conductividad promedio del agua del río aumentaba drásticamente aguas abajo del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias de Luquillo debido, en particular, a esta descarga, así como a la penetración de la cuña del agua de mar. El pH en el segmento correspondiente al estuario del río fue menor al límite inferior establecido por los estándares de calidad de agua de la JCA (pH 7.3), aunque se desconoce si esto se debió a impactos por actividades humanas o a factores naturales. También se documentaron variaciones diurnas en las concentraciones promedio de oxígeno disuelto, temperatura y conductividad, lo que sugería actividad fotosintética en el río. Ocasionalmente, la concentración de oxígeno disuelto en el río durante el periodo de estudio bajó del límite reglamentario de 5 mg/L, aún a 1 km. de la costa. Estos datos sugieren que la descarga de nutrientes por parte del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias de Luquillo estaba teniendo impactos negativos significativos sobre la calidad de agua en el estuario del Río Sabana, diferente a lo documentado por el USGS en marzo de 1994. Esta apreciación fue confirmada en ese entonces por el testimonio de varias personas que habían confrontado varias condiciones de salud (Ej. erupciones en la piel) luego de haber estado en contacto directo con las aguas en la desembocadura del río (Ej. *surfers*) (Dinno, 2000).

Entre el 18 y 19 de julio de 2005, y como parte del Estudio Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA, se llevó a cabo un muestreo sinóptico del Río Sabana. Los datos de esta evaluación evidenciaron niveles en exceso y en violación a los estándares de calidad de agua para el parámetro de coliformes fecales en la parte baja de la cuenca. Existe una gran probabilidad que esta condición se debía entonces a la descarga de aguas sanitarias tratadas provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Sanitarias de Luquillo.

El Estudio Integrado 305(b) y 303(d) mas reciente, publicado en el 2008, determinó que para el último ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas del Río Sabana (Environmental Quality Board [EQB], 2008). Extrañamente, y contrario a las tendencias indicadas por los muestreos realizados en los últimos años, la JCA determinó que en el segmento del Río Sabana correspondiente a su estuario no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con los parámetros relacionados a recreación de contacto primario. La JCA determinó además que la calidad del agua en este segmento cumple con todos los estándares para todos los parámetros relacionados a la recreación de contacto secundario así como para la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática).

### **Río Pitahaya**

El Río Pitahaya tiene aproximadamente 7 millas (11.3 km) de largo y su cuenca hidrográfica tiene un área aproximada de 6.7 mi<sup>2</sup> (17.35 km<sup>2</sup>). Tiene su origen a una altura de aproximadamente 1,325 pies (403.9 m) sobre el nivel del mar, desembocando justo en el estuario del Río Sabana (DRNA, 2004b). El Río Pitahaya cuenta además con una desembocadura secundaria, localizada a aproximadamente 1,200 metros al este de su desembocadura principal. Parte de su flujo descarga también hacia una laguna de origen artificial localizada en el litoral costero de la finca San Miguel, durante eventos considerables de lluvia. De acuerdo a mapas históricos, la desembocadura del Río Pitahaya estaba localizada precisamente en este punto a principios del siglo XIX

(Sepúlveda Rivera, A., 2004). Actualmente, el cauce del Río Pitahaya cruza mayormente zonas de bosque, pastos, así como comunidades rurales en el municipio de Luquillo (DRNA, 2004b). Su cuenca tiene una pendiente general de aproximadamente 6.9%, y es considerado como de orden 3 de acuerdo al sistema de ordenamiento de ríos de Strahler (CSA Group, Inc., 2001a).

**TABLA 2.8**  
**DATOS HIDROLÓGICOS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO PITAHAYA**  
 (Fuente: DRNA, 2004b)

<b>Componente Hidrológico</b>	<b>(acres-pies/año)</b>
Precipitación	35,790
Evapotranspiración	16,550
Flujo promedio anual	28,350
Flujo estiaje (90 días)	3,500
Flujo estiaje (150 días)	4,030
Descarga de agua subterránea al mar	500

El Río Pitahaya descarga al mar un estimado promedio anual de aproximadamente 28,350 acres-pies (25.31 MGD), equivalente a un flujo promedio de aproximadamente 1.1 m<sup>3</sup>s, luego de perder parte de su flujo al acuífero en el llano costero (DRNA, 2004b; Pérez Blair, F., and R. A., Carrasquillo Nieves, 1996). Se estima que el punto de cero altitud hasta donde podría penetrar la cuña de agua salada a través de la desembocadura secundaria del río, en caso de que no hubiera ningún flujo de agua dulce, se encuentra a aproximadamente 1001 pies (305 m) de su desembocadura.

En el estudio sobre calidad de agua llevado a cabo por el USGS en el 1994, se detectaron en el Río Pitahaya concentraciones de coliformes fecales y estreptococos fecales sobre el nivel establecido en los Estándares de Calidad de Agua de la JCA, en todas las cuatro estaciones de muestreo localizadas a lo largo del río. La calidad de

agua del Río Pitahaya fue muestreada nuevamente por el USGS el 8 de febrero de 1995 (Pérez Blair, F., 1997).

Concentraciones de coliformes fecales en exceso a los niveles máximos establecidos por la JCA fueron detectados nuevamente a través de un estudio limnológico realizado en este río durante flujos moderados, entre el 18 al 27 de octubre de 2000 (CSA Group, Inc., 2001a). En dicho estudio se establecieron 6 estaciones de muestreo sinóptico y 3 estaciones de muestreo intensivo a lo largo del Río Pitahaya. Los parámetros físico-químicos estudiados en las estaciones sinópticas incluyeron datos sobre temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, salinidad, pH y sólidos disueltos totales. En las estaciones de muestreo intensivo se midió, además de los parámetros estudiados en las estaciones sinópticas, la demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno inorgánico total, nitrato + nitrito, amonía, fósforo total, turbidez, ortofosfato, coliformes fecales y totales, y carbono orgánico total. También se realizaron medidas sobre la descarga del río en una de las estaciones muestreadas.

De los parámetros analizados, el aumento registrado en la demanda bioquímica de oxígeno, al igual que en las concentraciones de carbono orgánico total, y carbono orgánico disuelto, y coliformes fecales aguas abajo del Río Pitahaya, sugieren contaminación por actividades de origen humano. Lo más probable, como resultado del efluente de aguas sanitarias proveniente de los pozos sépticos de los que se sirve la inmensa mayoría de la población en su cuenca hidrográfica del río, así como a la ganadería que todavía persistía en los terrenos de la RNCEN al momento de llevarse a cabo el estudio. Esta apreciación se sostiene a su vez por las concentraciones de oxígeno disuelto por debajo de los niveles establecidos precisamente en los tramos del río donde ubican asentamientos humanos, como la mayor actividad ganadera al momento de realizarse el estudio.

El 19 de julio de 2005, y como parte del Estudio Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA, se llevó a cabo un muestreo sinóptico del Río Pitahaya. Los datos de esta evaluación evidenciaron niveles en exceso y en violación a los estándares de calidad de agua para el parámetro de coliformes fecales en la parte baja de la cuenca. El incremento notable en las concentraciones de coliformes fecales en la estación de

muestreo Luquillo apuntan a que esta condición pueda deberse a los efluentes provenientes de los asentamientos o residencias establecidas aguas arriba, los cuales se sirven de pozos sépticos para disponer de sus aguas sanitarias.

El Estudio Integrado 305(b) y 303(d) mas reciente, publicado en el 2008, determinó que para el último ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas del Río Pitahaya. Estas se agruparon bajo la misma cuenca del Río Sabana (EQB, 2008). Por tal razón, se concluyó que para el estuario del Río Pitahaya no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con los parámetros relacionados a recreación de contacto primario. La JCA determinó además que la calidad del agua en este segmento del río cumple con todos los estándares para todos los parámetros relacionados a la recreación de contacto secundario, así como para la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática).

### **Río Juan Martín**

El Río Juan Martín tiene aproximadamente 4 millas (6.4 km) de largo. Su cuenca hidrográfica tiene un área de aproximadamente de 2.9 mi<sup>2</sup> (7.51 km<sup>2</sup>), y una pendiente general de aproximadamente 13.2% (CSA Group, Inc., 2001a). Se origina a una elevación de aproximadamente 843 pies (256.9 m) sobre el nivel del mar, y se considera de orden 2 según el sistema de ordenamiento de ríos de Strahler (DRNA, 2004b; CSA Group, Inc., 2001a). Su desembocadura histórica se encuentra en la finca Las Paulinas, por donde descarga aproximadamente 9,790 acres-pies/año, equivalente a un flujo promedio de aproximadamente 0.38 m<sup>3</sup>s.

Durante eventos considerables de lluvia, gran parte de su flujo se desvía y discurre través de un antiguo camino en tierra en dirección perpendicular a la playa, descargando hacia el mar a aproximadamente 1,640 pies (500 m) hacia el este de su desembocadura. Esto ha abierto una brecha de aproximadamente 98 pies (30 m) de ancho en las dunas de esta zona por donde desemboca en dichas ocasiones el río. El flujo ha socavado a su vez la base de las dunas, formándose entonces una pequeña

laguna de aproximadamente 328 pies (100 m) de largo y de escasa profundidad en este lugar.

**TABLA 2.9**  
**DATOS HIDROLÓGICOS SOBRE LA CUENCA DEL RÍO JUAN MARTÍN**  
 (Fuente: DRNA, 2004b)

<b>Componente Hidrológico</b>	<b>(acres-pies/año)</b>
Precipitación	13,760
Evapotranspiración	7,600
Flujo promedio anual	9,790
Flujo estiaje (90 días)	1,520
Flujo estiaje (150 días)	1,750
Descarga de agua subterránea al mar	100

Los usos del suelo en su cuenca hidrográfica corresponden en su inmensa mayoría a bosques y pastos, con un mínimo de actividades agrícolas y residencias dispersas. Utilizando correlaciones con cuencas adyacentes, se estima que el río descarga un promedio de 9,790 acres-pies por año (8.7 MGD) al mar (DRNA, 2004b). Durante un muestreo realizado por el USGS el 17 de diciembre de 1993, se registró la penetración de la cuña de agua salada a través del río a una distancia de aproximadamente 548 pies (167 m) de su desembocadura.

El USGS también estudió el Río Juan Martín durante el mismo periodo de tiempo en esta agencia evaluó la calidad de agua en el Río Sabana y el Río Pitahaya en el 1994 (Pérez Blair, F., and R. A., Carrasquillo Nieves, 1996). Al igual que el Río Pitahaya, el Río Juan Martín mostró concentraciones de coliformes fecales y estreptococos fecales significativamente superiores a los niveles establecidos por la JCA, justo antes de su trayecto por la RNCEN, así como en su estuario. Esto pudo deberse a la actividad ganadera que para ese entonces todavía se llevaba a cabo en el área.

La calidad de agua del Río Juan Martín fue muestreada nuevamente por el USGS el 8 de febrero de 1995 (Pérez Blair, F., 1997). El pH registrado fue uno bastante alto (8.9), aunque no igualó o sobrepasó el límite máximo de 9.0 establecido por los estándares de calidad de agua de la JCA.

La concentración de coliformes fecales en el Río Juan Martín en exceso a los límites establecidos por la JCA fue detectada nuevamente como parte del estudio limnológico llevado a cabo entre el 18 al 27 de octubre de 2000 (CSA Group, Inc., 2001a). En el Río Juan Martín se establecieron 12 estaciones de muestreo sinóptico, de las cuales 3 consistieron también de un muestreo intensivo.

Los resultados sobre calidad de agua en el Río Juan Martín en el estudio limnológico mostraron una tendencia muy similar a la del Río Pitahaya. La demanda bioquímica de oxígeno, y las concentraciones de carbono orgánico total, carbono orgánico disuelto, y coliformes fecales aumentaron aguas abajo del río, evidenciando con gran probabilidad el efecto de descargas sanitarias provenientes de los pozos sépticos utilizados en las comunidades establecidas en las partes altas y medias de la cuenca hidrográfica del río, como también del ganado presente en ese entonces en los terrenos de la RNCEN.

El 19 de julio de 2005, y como parte del Estudio Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA, se muestreo el Río Juan Martín en un punto justo al norte de la carretera PR #3. Los datos de esta evaluación evidenciaron niveles en exceso y en violación a los estándares de calidad de agua para el parámetro de coliformes fecales. Es muy probable, que al igual que como ocurre en la cuenca del Río Pitahaya, esta condición pueda deberse a los efluentes provenientes de los asentamientos o residencias establecidas aguas arriba del punto de muestreo, las cuales se sirven en su inmensa mayoría de pozos sépticos para disponer de sus aguas sanitarias.

El Estudio Integrado 305(b) y 303(d) mas reciente, publicado en el 2008, determinó que para el último ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas del Río Juan Martín (EQB, 2008). Nuevamente, y contrario a las tendencias indicadas por los muestreos realizados en los últimos años, la JCA determinó que la calidad del agua en el segmento correspondiente al estuario del Río

Juan Martín cumple con todos los estándares para todos los parámetros relacionados a la recreación de contacto primario, contacto secundario, así como para la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática).

### **Quebrada Fajardo**

La Quebrada Fajardo tiene una extensión de aproximadamente 4.5 millas (7.2 km) de largo y su cuenca hidrográfica tiene un área de aproximadamente de 4.7 mi<sup>2</sup> (12.2 km<sup>2</sup>). Históricamente, se le conocía como el Río de Aguas Prietas (Sepúlveda Rivera, A., 2004). Se origina a una elevación de aproximadamente 492 pies (150 m) sobre el nivel del mar. La desembocadura de la Quebrada Fajardo, localizada en la finca Convento Norte, es una de las más hondas en Puerto Rico con 23 pies (7.0 m) de profundidad (Morris, G., 2000). Parte de su flujo, sin embargo, discurre hacia la Laguna Aguas Prietas durante eventos considerables de lluvia. Cerca de la mitad de su cuenca está urbanizada completamente, y un segmento de su cauce ha sido canalizado previo a continuar su curso por terrenos de la Reserva Natural.

**TABLA 2.10  
DATOS FÍSICOS SOBRE LA QUEBRADA FAJARDO**

<b>Componente Hidrológico</b>	<b>Medida</b>
Longitud	4.5 millas / 7.2 km.
Área cuenca hidrográfica	4.7 mi <sup>2</sup> / 12.8 km <sup>2</sup>
Elevación en la que se origina	492 pies / 150 metros

El USGS evaluó la calidad del agua de la Quebrada Fajardo como parte del mismo estudio realizado para el Río Sabana, Río Pitahaya y el Río Juan Martín en marzo de 1994 (Pérez Blair, F., and R. A., Carrasquillo Nieves, 1996). De todos estos cuerpos de agua, la Quebrada Fajardo fue la que mostró una mayor concentración de coliformes fecales. Esto pudo deberse muy probablemente a la poca distancia que había entre la estación de muestreo y el corral o “cepo” utilizado en ese entonces para concentrar el

ganado en la finca Convento Sur, lo que garantizaba que gran parte de la escorrentía con desechos biológicos provenientes de los animales discurriera directamente hacia el punto de muestreo.

La calidad de agua de la Quebrada Fajardo para varios parámetros físico químicos fue muestreada nuevamente por el USGS el 9 de febrero de 1995 (Pérez Blair, F., 1997).

El 19 de julio de 2005, y como parte del Estudio Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la JCA, se muestreó la Quebrada Fajardo. Los datos de esta evaluación evidenciaron niveles en exceso y en violación a los estándares de calidad de agua para el parámetro de coliformes fecales, coliformes totales y oxígeno disuelto.

Al igual que en el muestreo realizado por el USGS en 1994, la Quebrada Fajardo fue el cuerpo de agua que mostró una mayor concentración de coliformes fecales de todos los que discurren por la RNCEN. Tal y como se mencionó anteriormente, esto pudo deberse a la poca distancia que había entre la estación de muestreo y el corral o “cepo” utilizado en ese entonces para concentrar el ganado en la finca Convento Sur, lo que garantizaba que gran parte de la escorrentía con desechos biológicos provenientes de los animales discurriera directamente hacia el punto de muestreo. Hoy en día la actividad ganadera ha desaparecido casi por completo en esta parte de la RNCEN, por lo que es probable que la calidad del agua haya mejorado notablemente tras haberse eliminado esta fuente de contaminación.

El Estudio Integrado 305(b) y 303(d) más reciente, publicado en el 2008, determinó que para el último ciclo de evaluación (2006-2008) no existen datos o información suficientes como para poder determinar el cumplimiento con cualquiera de los usos designados a las aguas de la Quebrada Fajardo (EQB, 2008). El estudio no hizo ninguna determinación con respecto a la calidad de agua en el segmento correspondiente al estuario de la Quebrada Fajardo.

### **Quebrada Aguas Prietas**

La Quebrada Aguas Prietas tiene un largo de aproximadamente 1.86 millas (3 km) y su área de captación tiene aproximadamente 0.7 mi<sup>2</sup> (1.8 km<sup>2</sup>). Se origina a una altura de

aproximadamente 164 pies (50 m) sobre el nivel del mar. Su flujo ha sido interrumpido por un dique en tierra justo al sur de la RNCEN con el fin de convertir su cauce en una charca de retención de sedimentos como parte de la construcción de un proyecto residencial turístico. No se conoce sobre la existencia de datos relacionados a la calidad de sus aguas.

**TABLA 2.11  
DATOS FÍSICOS SOBRE LA QUEBRADA AGUAS PRIETAS**

<b>Componente Hidrológico</b>	<b>Medida</b>
Longitud	1.86 millas / 2.99 km.
Área cuenca hidrográfica	0.7 mi <sup>2</sup> / 1.8 km <sup>2</sup>
Elevación a la que se origina	2. es / 50 metros

## 2. Lagunas

La RNCEN cuenta con dos lagunas, la Laguna Aguas Prietas y una laguna artificial sin nombre propio ubicada en la finca San Miguel, en el área conocida como La Selva.

La Laguna Aguas Prietas, con un área aproximada de 109 cds (43 ha), se encuentra localizada en el extremo este de la RNCEN, en el ámbito de la finca *Seven Seas*. Tiene una profundidad promedio de 1.6 pies (0.5 m), mientras que su profundidad máxima es de aproximadamente 3.6 pies (1.1 m) (Negrón González, L., 1986). Esta se encuentra rodeada por una franja de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Recibe agua dulce de su cuenca inmediata, incluyendo descargas de la Quebrada Aguas Prietas. En eventos considerables de lluvia también recibe parte del caudal de la Quebrada Fajardo. Las aguas de la Laguna Aguas Prietas desembocan en el mar, en la playa El Convento, a través de un canal de aproximadamente 820 pies (250 m) de largo que tiene origen al norte de este cuerpo de agua. Su desembocadura se encuentra cerrada generalmente por una berma de arena.

**TABLA 2.12**  
**DATOS FÍSICOS SOBRE LA LAGUNA AGUAS PRIETAS**  
(Fuente: Negrón González, L., 1986)

Área	109 cuerdas (43 ha)
Largo	3,937 pies (1,200 m)
Ancho	2,297 pies (700 m)
Perímetro	2.1 mi (3.4 km)
Profundidad Promedio	1.6 pies (0.5 m)
Profundidad Máxima	3.6 pies (1.1 m)
Volumen	260,000 m <sup>3</sup>

De acuerdo a estudios sobre calidad de agua realizados en la Laguna Aguas Prietas a principios de la década de 1980, la visibilidad promedio obtenida con el disco Secchi fue de 1.6 pies (0.5 m) y el coeficiente de extinción promedio de la luz fue de 3.01. La temperatura osciló entre 79.3°F (26.3°C) a 87.8°F (31°C), para un promedio de 82.9°F (28.3°C). En términos de salinidad y oxígeno disuelto, la columna vertical de agua era bastante homogénea, aunque se observó un gradiente horizontal en salinidad, temperatura y oxígeno en dirección hacia la desembocadura de la Quebrada Aguas Prietas. El oxígeno disuelto de la Laguna Aguas Prietas varió entre 5.3 partes por mil (ppm) y 9.2 ppm, con un promedio de 7.9 ppm. La salinidad promedio de la Laguna para dicha fecha era de aproximadamente 34‰, mientras que en el extremo suroeste donde desemboca la Quebrada Aguas Prietas era de aproximadamente 22‰, para un promedio de 34‰. Las aportaciones de agua dulce provenientes de esta quebrada, por lo tanto, juegan un rol importante en el régimen de salinidad de la laguna. La relación entre las concentraciones de coliformes fecales y estreptococos fecales medidas en la desembocadura de esta quebrada en la laguna sugiere que la calidad del agua estaba siendo afectada en ese entonces por los desechos del ganado en su cuenca hidrográfica (Negrón González, L., 1986). La ganadería en la cuenca de la

Laguna Aguas Prietas, sin embargo, ha cesado prácticamente por completo al día de hoy.

El Estudio Integrado 305(b) y 303(d) mas reciente, publicado en el 2008, determinó que para el último ciclo de evaluación (2006-2008) la calidad del agua en la Laguna Aguas Prietas cumple con todos los estándares para todos los parámetros relacionados a la recreación de contacto primario, contacto secundario, así como para la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática) (EQB, 2008). Esto, aún cuando no se ha realizado un muestreo de sus aguas desde hace más de 25 años.

La Laguna Aguas Prietas es un cuerpo de agua bioluminiscente, aunque este fenómeno es uno estacional o variable dependiendo de la época del año (Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, 2002). La bioluminiscencia pudiera estar siendo producida por el dinoflagelado *Pyrodinium bahamense*, ya que su presencia ha sido documentada en sus aguas. Otros organismos planctónicos del género *Oscillatoria*, *Chlamydomonas*, *Closteriopsis*, *Actinocyclus*, *Chaetoceros*, y *Cocconeis*, entre otros 26, han sido identificados también en esta laguna (Negrón González, L., 1986).

La laguna localizada en la finca San Miguel fue creada como parte de las actividades de extracción de arena llevadas a cabo entre finales de las décadas de 1960 y principios de 1970. Tiene una extensión de aproximadamente 4.5 cds (1.8 ha). No se conoce estudio alguno sobre las características físico-químicas de sus aguas, aunque es evidente que su salinidad está influenciada de forma significativa por el agua de mar dada la presencia de árboles de mangle en toda su orilla o periferia.

### **3. Acuíferos**

La provincia de la costa Este de Puerto Rico incluye una serie de acuíferos de tamaño menor y capacidad limitada, por lo que no se consideran un recurso hídrico significativo (DRNA, 2004b; Veve, T. D., and Taggart, B.E., 1996).

La geología de la RNCEN y sus alrededores es primordialmente de origen volcánico, por lo que la baja porosidad de las rocas impide el almacenaje de cantidades significativas de agua en el subsuelo. Los acuíferos existentes han sido formados por

depósitos aluviales de espesor limitado en valles relativamente estrechos, recargados principalmente por la escorrentía superficial de los ríos que discurren a través de la Reserva Natural. Los depósitos aluviales en esta zona varían generalmente desde 0 pies a 65 pies (19.8 m) de espesor, llegando hasta un máximo reportado de aproximadamente 100 pies (30.5 m) de profundidad (CSA Group, Inc., 2001b).

El USGS realizó una evaluación sobre los recursos de aguas subterráneas en los valles aluviales del noreste de Puerto Rico entre diciembre de 1993 a marzo de 1994 (Pérez Blair, F., 1997). Este estudio determinó que la calidad del agua subterránea en esta región puede estar limitada para algunos usos debido a que contiene altas concentraciones de sólidos disueltos, principalmente asociados a hierro y manganeso. El estudio calculó a su vez la descarga de agua subterránea proveniente de los valles aluviales pertenecientes al Río Sabana y Río Pitahaya. Para el llano aluvial del Río Sabana se calculó una descarga diaria promedio de aproximadamente 0.02 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ), mientras que para el llano aluvial del Río Pitahaya se estimó una descarga diaria de aproximadamente 0.01  $m^3/s$ . El estudio concluyó que los acuíferos freáticos o superficiales relacionados a estos dos ríos no proveían un potencial o caudal significativo para poder ser explotados como fuente de abasto de agua.

Posteriormente, entre los años 2000 al 2002, se llevaron a cabo estudios adicionales para tratar de caracterizar en mayor detalle la hidrogeología de los llanos aluviales del Río Pitahaya y el Río Juan Martín, con el fin de determinar con mas precisión su potencial como fuente de abasto de agua para la construcción del proyecto residencial turístico San Miguel Four Seasons Resort, propuesto entonces en la RNCEN (Pérez Blair Consulting Engineers, 2003; CSA Group, Inc., 2001b). Como parte de los estudios se hincaron 16 pozos en el valle aluvial del Río Pitahaya y 9 pozos en el valle aluvial del Río Juan Martín para llevar a cabo pruebas de bombeo y de calidad de agua subterránea, así como observaciones sobre el nivel freático y las propiedades hidráulicas de los acuíferos en esta zona. Gran parte de los pozos de producción fueron hincados cerca al límite sur de la RNCEN.

Según los hallazgos resumidos y reportados en la Declaración de Impacto Ambiental Preliminar Actualizada de este proyecto, el acuífero aluvial del Río Pitahaya puede conceptualizarse como uno formado por tres capas: 1) una capa superior no confinada desde 0 hasta 20 pies (6.1 m) de profundidad bajo la superficie del suelo. Esta capa está formada por suelos arcillosos y de grano fino y está desconectada hidráulicamente de las capas inferiores. En esta capa están el cauce del río y los humedales; 2) una capa inferior bajo condiciones confinadas ubicada entre 20 a 40 pies (6.1 a 12.2 m) bajo la superficie del suelo formada mayormente por arena y gravilla; y 3) una capa ubicada debajo de la anterior formada por arena y gravilla y en contacto con la roca madre, y de gran producción de agua subterránea. El agua subterránea en esta zona se encuentra en condiciones confinadas y está contenida en un estrato que alcanza hasta 60 pies (18.3 m) de grosor cerca de la carretera PR #3, adelgazándose hacia la costa donde su espesor es de aproximadamente 20 pies (6.1 m). La transmisividad de la capa inferior confinada se reduce hacia la costa, de unos 1,860 pies<sup>2</sup>/día cerca de la carretera PR #3, hasta unos 340 pies<sup>2</sup>/día en el litoral (CSA Group, Inc, 2003a; Pérez Blair Consulting Engineers, 2003).

De acuerdo a un modelo hidrogeológico desarrollado como parte de los estudios antes señalados, el acuífero aluvial del Río Pitahaya es capaz de producir alrededor de 400,000 galones de agua diarios sin provocar la penetración y su eventual contaminación por intrusión de agua de mar, siempre y cuando se pueda mantener la elevación del agua subterránea sobre los 2.0 pies (0.61 m) sobre el nivel promedio del mar cerca de la costa (Pérez Blair Consulting Engineers, 2003). Es importante destacar, sin embargo, que el Río Pitahaya pierde parte de su flujo al acuífero en el llano costero (DRNA, 2004b; Pérez Blair, F., and R. A., Carrasquillo Nieves, 1996). Cualquier extracción se estaría haciendo entonces de forma indirecta al propio río. Como consecuencia, se reduciría el volumen de agua del río que discurre normalmente y nutre la capa superior no confinada del acuífero. Esto resultaría en posibles impactos a los humedales y demás sistemas naturales que dependen de este insumo regular de agua para mantener así su integridad ecológica.

En cuanto al acuífero aluvial del Río Juan Martín, se concluyó que el mismo es relativamente llano, lateralmente angosto, y no está confinado, consistiendo principalmente de un basamento rocoso expuesto a la intemperie. El grosor del aluvión y su extensión lateral no son suficientes como para proporcionar almacenamiento significativo de agua subterránea, por lo que cualquier extracción hecha al mismo sería esencialmente a un flujo de corriente inducido proveniente propiamente del río. Los estudios estimaron que este acuífero es capaz de producir entre 300,000 a 400,000 galones por día siempre y cuando la descarga del Río Juan Martín cerca de la costa no sea menor de  $0.085 \text{ m}^3/\text{s}$ , cifra considerada como el flujo base del río (Pérez Blair Consulting Engineers, 2003). Esta conclusión, sin embargo, merece ser revisada a la luz de la gran diferencia en los estimados de descarga promedio publicados por varios estudios, los cuales varían desde un máximo de  $0.38 \text{ m}^3/\text{s}$  a un mínimo de  $0.009 \text{ m}^3/\text{s}$  (DRNA, 2004b; Pérez Blair, F., and R. A., Carrasquillo Nieves, 1996). Medidas de descargas tomadas al Río Juan Martín durante periodos de flujos moderados en octubre de 2000, característicos de la época lluviosa, mostraron a su vez una variabilidad de entre un máximo de  $0.132 \text{ m}^3/\text{s}$  a un mínimo de  $0.010 \text{ m}^3/\text{s}$  (CSA Group, Inc., 2001a). Además, y al igual que con el acuífero del Río Pitahaya, cualquier extracción de agua subterránea propuesta en el acuífero del Río Juan Martín se estaría haciendo propiamente y de forma indirecta al río. Esto podría impactar eventualmente los humedales que dependen de su descarga al facilitar las condiciones para una mayor penetración de la cuña de agua salada.

Pruebas sobre la calidad del agua subterránea fueron efectuadas como parte de los estudios realizados para determinar el potencial de los acuíferos aluviales del Río Pitahaya y el Río Juan Martín. Entre los hallazgos mas significativos se encuentran las concentraciones de coliformes totales y fecales detectadas en violación del límite establecido por el Departamento de Salud de Puerto Rico, en todas las muestras tomadas. Las aguas subterráneas en ambos acuíferos también evidencian una leve acidez y un alto contenido de sales disueltas (CSA Group, Inc., 2001; CSA Group, Inc., 2001b).

La calidad del agua subterránea del acuífero aluvial del Río Sabana podría ser bastante parecida a la del Río Pitahaya, ya que ambos comparten el mismo llano costero, así

como características naturales (Ej. geología) y usos del suelo muy similares. Al día de hoy, sin embargo, no se tiene conocimiento sobre estudio alguno relacionado a este particular. Tampoco existen datos disponibles sobre la capacidad potenciométrica y la calidad de las aguas subterráneas del acuífero aluvial de la Quebrada Fajardo y la Quebrada Aguas Prietas.

#### **4. Aguas Marinas**

La JCA tiene a cargo un programa de monitoría de playas y notificación pública en diversos balnearios públicos y playas en Puerto Rico. Este programa, que incluye muestreos bisemanales, tiene el fin de alertar a la ciudadanía sobre posibles riesgos a la salud humana debido al contacto directo con aguas costeras que puedan exceder los límites establecidos para los parámetros de coliformes fecales y enterococos fecales en determinado momento.

La JCA no tiene ningún punto de muestreo en las playas de la RNCEN, por lo que la calidad de sus aguas es desconocida. No existen datos, por lo tanto, del efecto que podrían estar teniendo las descargas de los ríos y quebradas que desembocan al litoral del Corredor, y que al menos durante el pasado reciente sufrían de contaminación fecal. Las dos estaciones más cercanas a la RNCEN muestreadas por la agencia se encuentran en el Balneario de Luquillo (RW-1) y el Balneario de *Seven Seas* (RW-2). Los datos sobre calidad de agua tomados en estos dos puntos no son representativos de la calidad de las aguas costeras de la RNCEN ya que se encuentran a una distancia considerable de la misma.

La única información disponible sobre la calidad de las aguas costeras en la RNCEN se limita a la evaluación disponible como parte del Estudio Integrado 305(b) y 303(d) realizado por la agencia. Este concluyó que las aguas costeras de la RNCEN, correspondientes al segmento identificado como “Río Juan Martín” (PRES0002z1\_02), cumplen con todos los estándares para todos los parámetros relacionados a la recreación de contacto primario, contacto secundario, así como para la propagación y preservación de especies deseables (vida acuática) (EQB, 2008). Esta determinación se hizo a pesar de que se han documentado niveles significativos en las

concentraciones de coliformes fecales, y en violación a los estándares de calidad, en las aguas de los segmentos estuarinos o las desembocaduras de los ríos y quebradas que descargan al litoral costero de la Reserva Natural. Además, no se tiene conocimiento de estudio alguno que haya medido la calidad de las aguas en esta zona en alguna ocasión durante el pasado.

## **5. Inundaciones**

Todos los ríos y quebradas que discurren y desembocan en el litoral de la RNCEN cuentan con cuencas relativamente cortas y escarpadas. Esto permite que la escorrentía generada en las partes altas de estas cuencas asociadas a la Sierra de Luquillo, y en donde se registra una gran precipitación pluvial, discurra con bastante rapidez hacia la costa. Esta condición, junto al relieve y a la poca elevación de los llanos costeros en el Corredor, permite que un área considerable de sus terrenos sea susceptible a inundaciones. La inundabilidad de los terrenos de la RNCEN ha promovido a su vez el desarrollo de grandes extensiones de humedales. En reconocimiento a su susceptibilidad a inundaciones y a su valor ecológico, en el año 1990, la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) designó una extensión considerable de los terrenos de la RNCEN como parte del sistema de barreras costaneras. Esta designación, amparada en la Ley Federal de Barreras Costaneras, tiene el fin de evitar la pérdida de vida y propiedad, prohibiendo el financiamiento con fondos federales de cualquier estructura propuesta en aquellos terrenos designados en zonas inundables costeras.

**FIGURA 2.7**  
**MAPA DE ÁREAS DE BARRERAS COSTANERAS EN LA RNCEN**



De acuerdo al Mapa de Seguros contra Inundaciones de FEMA, un total de 1,136.65 cds de terrenos de la RNCEN, correspondiente a un 38.7% de su área total (excluyendo los cuerpos de agua), es susceptible a inundaciones. El área inundable de la RNCEN estimada por FEMA representa el cálculo hecho para un evento con una ocurrencia de una vez cada 100 años. Este estimado, sin embargo, es uno estadístico, y no refleja necesariamente la realidad en términos de frecuencia y magnitud. El 17 de abril de 2003, la lluvia producida tras el paso de una vaguada por la Isla provocó una gran inundación en los terrenos de la RNCEN. Los niveles de agua en el Río Sabana y el Río Pitahaya sobrepasaron los puentes de la carretera PR #3, los cuales se encuentran a una elevación de aproximadamente 16.4 pies (5 m) sobre el nivel del mar. Este evento estableció un récord para la descarga promedio diaria en el Río Sabana, de aproximadamente 31.7 m<sup>3</sup>/s, mientras que el flujo máximo o pico fue de aproximadamente 228 m<sup>3</sup>/s (Figuroa Álamo, C., Aquino, Z., Guzmán Ríos, S., and A.

V. Sánchez, 2006). La inundación de la RNCEN durante este evento sobrepasó los niveles y la extensión estimada en los mapas producidos por FEMA. Menos de dos años después, el 15 de septiembre de 2004, la Tormenta Tropical Jeanne cruzó a través de Puerto Rico. La descarga promedio para ese día registrada en el Río Sabana fue de 25.1 m<sup>3</sup>/s, y el flujo pico, aproximadamente 151 m<sup>3</sup>/s (Figueroa Álamo, C., et al., 2006). La inundación ocurrida en ese día sobrepasó nuevamente el nivel y la extensión estimada hasta ese entonces por FEMA para un evento con una recurrencia de una vez cada 100 años.

**FIGURA 2.8**  
**MAPA DE LAS ÁREAS INUNDABLES EN LA RNCEN**



En agosto de 2007, FEMA publicó unos nuevos mapas de seguros contra inundaciones preliminares con el fin de actualizar y mejorar los mapas vigentes publicados en el 2005. Estos mapas estimaron mejor el área propensa a inundaciones en la RNCEN, según evidenciaron los eventos ocurridos en los años 2003 y 2004. Según los mismos, un total aproximado de 1,282.68 cds de terrenos, correspondiente a aproximadamente un 43.7% del área total de la RNCEN (excluyendo los cuerpos de agua) es susceptible a inundaciones. Esto representa una diferencia de 146.03 cds de terrenos adicionales que han sido identificados como susceptibles a inundaciones, en comparación a los mapas del año 2005.

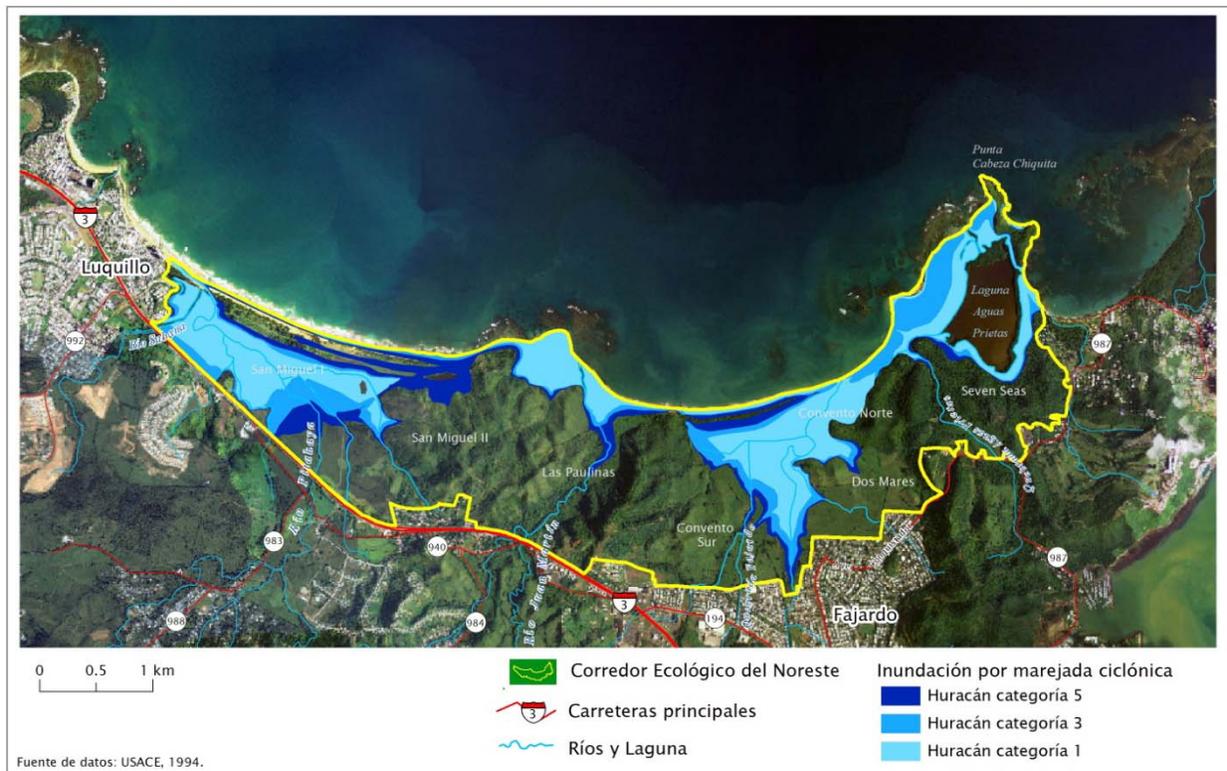
**FIGURA 2.9**  
**MAPAS PRELIMINARES DE LAS ÁREAS INUNDABLES EN LA RNCEN**



**Datos sobre Leyenda del Mapa:** (1) VE es una zona de inundación costera con peligro de velocidad (acción del oleaje/marejada) y con la elevación de la inundación base determinada; (2) AE es una zona de inundación con la elevación de la inundación base determinada; (3) A es una zona de inundación con la elevación de la inundación base sin determinar; y (4) 0.2 PCT es un área con una probabilidad de ser inundada 0.2% al año.

La escorrentía provocada por eventos de lluvia considerables y su efecto sobre los ríos y quebradas que discurren a través de la RNCEN, es responsable de la mayoría de las inundaciones que se registran en esta área. Sin embargo, es importante reconocer el efecto que pueden tener las marejadas sobre los niveles de inundación. En particular, la marejada ciclónica y el oleaje ocasionado por un evento de gran magnitud como un huracán.

**FIGURA 2.10**  
**MAPA DE ÁREAS PROPENSAS A INUNDACIONES POR LA MAREJADA**  
**CICLÓNICA ASOCIADA A UN HURACÁN CATEGORÍA 1, 3 Y 5 EN LA RNCEN**



Durante el paso del Huracán Hugo por la RNCEN el 18 de septiembre de 1989, la marejada ciclónica y el nivel del oleaje alcanzaron una elevación de 9.9 pies (3.0 m) sobre el nivel promedio del mar, según se documentó en un punto justo al oeste de la playa La Selva (Torres Sierra, H., 1996).

Las marejadas y el oleaje tienden a aumentar la extensión y elevación de las inundaciones en los llanos costeros. Esto ocurre cuando se combina la escorrentía y el aumento en el flujo de los ríos y quebradas como consecuencia de un evento de lluvia considerable, sumado al volumen de agua de mar que pueda penetrar hacia tierra adentro a causa de una marejada ordinaria, el oleaje, o en mayor grado, a una marejada ciclónica. En ocasiones, las marejadas y el oleaje pueden ser lo suficientemente fuertes como para reducir de forma significativa la descarga de los ríos y quebradas hacia el mar, ocasionando un remanso al “represar” las aguas tierra adentro. Este fenómeno provoca que se eleven aún más los niveles ordinarios de la inundación ocasionada solamente por la escorrentía.

Los mapas de seguros de FEMA no incorporan el efecto combinado del oleaje con la escorrentía en la determinación de los niveles y extensión de las inundaciones costeras en Puerto Rico. Tampoco consideran la erosión resultante, la cual puede aumentar aún más la influencia del mar sobre la inundabilidad de los terrenos. Por tal razón, es imprescindible actuar con precaución en cualquier esfuerzo de planificación relacionado a usos del suelo en la costa en donde se utilicen los mapas publicados por FEMA como referencia, debido a que estos subestiman los niveles de inundación verdaderos.

Es necesario reconocer que las inundaciones en la RNCEN aumentaran en intensidad y frecuencia de cara al futuro, como consecuencia de los efectos previsibles del cambio climático. El aumento en el nivel del mar, junto con la posibilidad de eventos meteorológicos más intensos y frecuentes afectando el área (Ej. huracanes), son dos elementos que requieren seria consideración como parte de cualquier designación de usos de terrenos y acciones de manejo a llevarse a cabo en la RNCEN (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007).

#### G. Flora y Fauna

La RNCEN es un mosaico de ecosistemas costeros que permiten el establecimiento de una gran diversidad biológica. Cuenta con 156 familias y 866 especies de las cuales 47 son endémicas. Se han documentado 54 especies consideradas como

elementos críticos, de este grupo, 17 fueron designadas a nivel local o federal como especies en peligro crítico de extinción; peligro de extinción; amenazadas o vulnerables.

El grupo de invertebrados está representado por cinco filos, 89 familias, y 188 especies, de las cuales 13 son endémicas, 98 nativas y 12 exóticas. Para 65 especies no se identificó el origen. Los grupos más diversos de invertebrados son las mariposas (Lepidóptera) con 34 especies de las cuales tres son endémicas, y los arácnidos, con 30 especies de las cuales seis son endémicas.

La mayoría de los peces en la RNCEN tienen un valor comercial y recreativo. Este grupo cuenta con 36 especies nativas de las cuales cuatro son de agua dulce y 32 marinas. Algunos como el dajao (*Agonostomus monticola*) y el cetí (*Sycidium plumieri*) son especies anfidromas, los juveniles viajan río arriba para alimentarse y reproducirse en agua dulce, sus larvas viajan río abajo hasta llegar a estuarios u océanos donde completan su desarrollo.

Leptodactylidae es la más diversa de las tres familias de anfibios encontradas en la RNCEN. De las siete especies observadas cinco se agrupan como endémicas y dos introducidas. En el primer grupo se encuentran cuatro especies de coquies y la ranita de labio blanco (*Leptodactylus albilabris*), mientras que en el segundo grupo se observó el sapo común (*Bufo marinus*) y la rana toro (*Rana catesbeiana*). Todas estas especies se encuentran comúnmente en las tierras bajas de Puerto Rico.

De las ocho familias de reptiles presentes en la RNCEN, Gekkonidae y Polychrotidae cuentan con el mayor número de especies. La primera incluye dos salamanquesas, y tres salamanquitas; la segunda familia se compone de 5 especies de lagartijos. Del total de especies 11 son endémicas, cinco nativas y dos introducidas. Además se han reportado una especie de siguana y dos de boas. Destacan dos tortugas de agua dulce y dos especies de tortugas marinas, el carey (*Eretmochelys imbricata*) y el tinglar (*Dermochelys coriacea*), esta última se ha convertido en la especie emblemática de la RNCEN.

**TABLA 2.13**  
**LISTA DE GRUPOS REPRESENTADOS EN LA RNCEN Y**  
**EN ECOSISTEMAS MARINOS RELACIONADOS**

<b>Grupos</b>	<b>Familias</b>	<b>Especies</b>
Invertebrados	90	188
Porifera	1	1
Cnidarios	6	12
Moluscos	6	9
Anélidos	1	1
Arácnidos	14	30
Crustáceos	8	18
Diplópodos	5	6
Odonatos	3	8
Blatodeos	2	5
Isóptero	1	1
Ortóptero	3	5
Fásmido	2	2
Hemípteros	4	5
Homópteros	3	6
Coleópteros	5	9
Himenóptera	4	18
Dípteros	8	15
Lepidópteros	11	34
Efemerópteros	1	1
Equinodermos	2	2
Peces	21	36
Anfibios	3	7
Reptiles	8	18
Aves	43	123
Mamíferos	6	6
Plantas	96	488
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>866</b>

El tinglar es la tortuga viviente de mayor tamaño en el planeta, alcanzando un tamaño entre 4.4 pies (1.34 m) a 5.5 pies (1.67 m) en el largo de su cuerpo (Zug et al., 2001). Es una especie pelágica con la distribución más amplia de todas las tortugas marinas, ya que se puede encontrar en el Océano Pacífico, Atlántico e Índico desde Labrador (Canadá) y Alaska hasta Cabo de Buena Esperanza en África del Sur. No obstante se considera una especie en peligro de extinción a nivel federal y estatal, ya que se ha documentado que su anidaje ha disminuido debido al desarrollo de las playas y áreas costeras (NMFS & USFWS, 1992). Además cabe destacar que la especie está protegida por la Convención de Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES, según sus siglas en inglés) y clasificada como una especie en peligro crítico de extinción en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).<sup>7</sup>

Las costas de la RNCEN son una de las áreas más importantes de anidaje del tinglar en Puerto Rico y en la jurisdicción de los Estados Unidos. Desde 1986, el DRNA ha realizado recorridos de monitoreo en las costas de la RNCEN. Con base en un monitoreo sistemático desde 1993 hasta 2007, se han contabilizado 3,188 nidos con un promedio de anidamiento anual de 213. En este periodo, el año con menor anidaje fue en 1993 con 79 nidos reportados, y el mayor fue en 2007 con 411 nidos. La playa de San Miguel fue la más utilizada por los tinglares con 1,181 nidos documentados, seguido por Las Paulinas con 1,159 y El Convento con 848.

---

<sup>7</sup> La Lista Roja de la IUCN es un inventario del estado de conservación de especies de plantas y animales a nivel mundial. Varios criterios se utilizan para determinar el riesgo de extinción de las especies y subespecies. También, la lista contiene información sobre la taxonomía, distribución y conservación de las especies en riesgo. A su vez, tiene como objetivo servir de instrumento educador a las naciones para salvaguardar las especies de la extinción. La Lista Roja es revisada constantemente y está disponible en internet.

**TABLA 2.14**  
**REGISTRO DE ACTIVIDADES DE ANIDAJE DE TINGLAR**  
**DESDE 1993-2007 EN LA RNCEN**  
(Fuente: DRNA, sin publicar)

Año	Playas			Total por año
	El Convento	Las Paulinas	San Miguel	
1993	23	48	8	79
1994	38	40	46	124
1995	14	12	25	51
1996	31	31	28	90
1997	41	44	72	157
1998	47	39	39	125
1999	32	51	19	102
2000	21	64	85	170
2001	97	121	128	346
2002	55	98	154	307
2003	116	130	114	360
2004	58	90	67	215
2005	89	149	169	407
2006	69	110	65	244
2007	117	132	162	411
<b>Total</b>	<b>848</b>	<b>1,159</b>	<b>1,181</b>	<b>3,188</b>

En el grupo de especies exóticas halladas en la RNCEN se destaca la gallina de palo o iguana verde (*Iguana iguana*). Este reptil es nativo de Centro y Sur América, e introducido en Puerto Rico en la década de 1970 por las tiendas de mascotas. Actualmente son consideradas una plaga (Mckeown, 1996, Engeman Smith y Constantin, 2005). Suelen habitar y reproducirse en áreas costaneras, ríos y lagunas donde puedan escapar nadando con gran habilidad si se sienten acorraladas por depredadores (Conantand y Collins, 1998). Su época de reproducción es de noviembre a diciembre donde los machos crean territorio y rechazan a cualquier macho que se les acerque. Las hembras pueden tener, dependiendo de la edad, de 12 a 90 huevos (González y Ríos, 1997) que depositan en arena o zonas boscosas abiertas expuestas al sol; crean nidos complejos de uno a varios metros de profundidad. Esta especie es herbívora, pero además consume un pequeño porcentaje de invertebrados, y se ha identificado que se alimenta de carroña (Gingell y Harding 2005) y huevos de

aves (Schwartz y Henderson, 1991). Entre los posibles efectos que puede representar esta especie para el ecosistema, se ha reportado por Mckie et al. (2005) en el estado de la Florida que perturban y destruyen huevos y crías nativas del estado y se ha documentado en Venezuela daños considerables a plantaciones (Rivero, 1998).

El grupo de vertebrados terrestres con mayor diversidad documentada son las aves. Este taxón está representado por 16 órdenes, 43 familias y 123 especies. De las 123 especies reportadas hasta el presente, nueve son endémicas, 59 residentes, 39 migratorias, y 16 introducidas. El orden Paseriformes agrupa la mayoría de las familias. Scolopacidae es la familia con mayor cantidad de especies, incluye 15 especies de playeros. Un total de 16 elementos críticos se cuentan en este grupo como la chiriría caribeña (*Dendrocygna arborea*), pato quijada colorada (*Anas bahamensis*), chorlito blanco (*Charadius alexandrinus*), chorlito melódico (*Charadius melodus*), palometa (*Sterna dougalli*), gallinazo caribeño (*Fulica caribea*), paloma sabanera (*Patagioenas inornata wetmorei*) y paloma cabeciblanca (*Patagioenas leucocephala*).

Los mamíferos están representados por seis especies contenidas en seis familias. Tres de estas especies son nativas: dos murciélagos y el manatí antillano (*Trichechus manatus*). Este último es un mamífero marino en peligro de extinción que utiliza las praderas de yerbas marinas como refugio y para alimentarse. Entre las especies exóticas cabe mencionar la presencia de la mangosta (*Herpestes javanicus*) introducida erróneamente para el control de plagas. Esta especie se ha convertido en una amenaza para la fauna nativa y endémica de la Isla.

Cuatrocientas ochenta y ocho especies contenidas en 96 familias del Reino Plantae han sido descritas en la RNCEN. Nueve de éstas son especies endémicas, 400 son nativas y 77 introducidas. La Fabacea es la familia más diversa con 65 especies, seguida por la Poaceae con 41. Once especies están catalogadas como elementos críticos por el Programa de Patrimonio Natural del DRNA entre las que destacan la arana (*Shoepfia arenaria*), la cóbana negra (*Stahlia monosperma*), el matabuey (*Goetzea elegans*), todas clasificadas como elementos en peligro de extinción o

amenazadas a nivel local y federal, y el guayabacón de Fajardo (*Eugenia fajardensis*), especie endémica cuya distribución actual se limita a la RNCEN y Vieques.

#### H. Ecosistemas

La estructura compleja de las comunidades vegetales de Puerto Rico y la alta variabilidad de sus componentes biofísicos, tales como: sucesión, altitud, geología, precipitación, y tipo de suelo, determinan los tipos de bosques y comunidades vegetales presentes en la Isla. La combinación de estos y otros factores como el cambio de uso del suelo, ha servido de base para desarrollar diversos sistemas de clasificación utilizados para agrupar e identificar las asociaciones vegetales de la Isla.

Para los fines de este estudio, los ecosistemas de la RNCEN se delimitaron en función de la distribución y cobertura de la vegetación dominante excepto en el caso de ríos, quebradas, lagunas y ecosistemas marinos. Las áreas que definen los límites de los ecosistemas equivalen a unidades de manejo.

Debido a su gran extensión y variabilidad biofísica la RNCEN es un área natural representativa de la diversidad de ecosistemas costeros existentes en la costa norte de Puerto Rico, por lo tanto, la clasificación y delimitación de sus ecosistemas es compleja. En términos de su manejo a largo plazo, la diversidad de ecosistemas terrestres, particularmente la ocurrencia de parchos discretos de vegetación, dificultan el manejo y la toma de decisiones, por lo tanto para este estudio, estos ecosistemas fueron zonificados integrando tres sistemas de clasificación de vegetación con el fin de poder delimitar unidades de mayor tamaño.

Los sistemas de clasificación de comunidades vegetales son los siguientes:

- ***Mapa de Zonas de Vida de Holdridge como herramienta para el desarrollo de mapas de ecosistemas (Lugo A. E. et al., 1999).*** El desarrollo de mapas de ecosistemas basados en el sistema de Zonas de Vida de Holdridge tiene grandes fortalezas metodológicas porque está basado en procesos ecosistémicos impulsados por factores climáticos y porque reconoce respuestas ecofisiológicas de las plantas; es jerárquico, y permite el uso de criterios

diferentes en los niveles de comunidad y estado sucesional de la vegetación. Este mapa reconoce 38 zonas de vida a lo largo de Estados Unidos. En Puerto Rico existen seis zonas de vida de acuerdo al sistema Holdridge (Ewel, J.J. & Whitmore, J. L., 1973). Esas son, en orden de extensión territorial: bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque seco subtropical, bosque muy húmedo montano bajo subtropical, bosque pluvial montano bajo subtropical y bosque pluvial subtropical (Lugo, A. E., 2005).

- **Clasificación por Zonas Geoclimáticas.** Sistema que combina los seis tipos de climas o zonas de vida identificados en el sistema Holdridge, con las seis agrupaciones geológicas primarias en la Isla, resultando en 28 unidades o zonas geoclimáticas para Puerto Rico. Lugo consolidó recientemente estas 28 zonas geoclimáticas en 10 tipos o grupos de bosques para facilitar su comprensión y aplicación a nivel isla (Lugo, A. E., 2005).
- **El Proyecto GAP de Puerto Rico (Puerto Rico Gap Analysis Project - PRGAP).** Desarrollado e implementado por el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés), el DRNA, el USGS y *North Carolina State University*, constituye el esfuerzo más reciente de caracterización de los usos del suelo y los tipos de vegetación existentes en la Isla. En éste se definieron 70 clases de patrones de cobertura del terreno para Puerto Rico bajo un sistema jerárquico de clasificación. La vegetación natural se clasificó en bosque cerrado, bosque abierto, arbustos o pastizales. Las clasificaciones de bosque cerrado y pastizales son definidas más a fondo en seco, húmedo, mojado o inundado. Estas unidades han sido diferenciadas entre, si ocurren en suelos derivados de caliza, aluvial, serpentina o substratos no calcáreos. Varios de los tipos de bosque cerrado fueron clasificados de acuerdo a su edad (*i.e.* primario, secundario maduro, o joven secundario). Los humedales fueron clasificados en arbolado, herbáceo, salino o no salino, y temporalmente inundado o emergente. Finalmente, información sobre comunidades de flora dominante, y especies representativas de la unidad de cobertura de terreno, fue incorporada cuando ésta estuvo disponible (Gould, W., et al., 2007).

En el área de la RNCEN se han identificado varios tipos de bosques. De acuerdo al sistema Holdridge, en el Corredor se pueden observar el bosque húmedo subtropical y el bosque seco subtropical. Es importante destacar que todas las zonas de vida identificadas en Puerto Rico están representadas en una región de apenas 13 millas (21 km) de longitud, formada por la RNCEN, la Reserva Natural de Las Cabezas de San Juan y el Bosque Nacional El Yunque. Los cambios en precipitación, elevación y temperatura observados en toda esta zona constituyen uno de los gradientes ambientales más marcados de todo el Caribe (Lugo, A. E., 2005). Esto ha fomentado a su vez una biodiversidad extraordinaria en toda esta región.

En la RNCEN se han identificado a su vez tres zonas geoclimáticas. Estas son: el bosque seco subtropical sobre terreno aluvial y otros sedimentos no consolidados, el bosque húmedo subtropical sobre terreno aluvial y otros sedimentos no consolidados y el bosque húmedo subtropical sobre roca volcánica efusiva que sufre alteraciones hidrotermales. De acuerdo a las descripciones hechas en Lugo, A. E., 2005, en la RNCEN existen cuatro tipos de bosques: bosques secos costeros sobre sustrato volcánico, bosques secos y húmedos en valles aluviales, bosques húmedos costeros sobre sustrato arenoso y bosques húmedos en tierras bajas sobre sustrato volcánico.

El Proyecto GAP de Puerto Rico identificó para la RNCEN 29 de las 70 clases de cobertura de terreno definidas para la Isla, de las cuales 26 corresponden a la clase principal de vegetación natural (Gould, W., 2008).

Los métodos y sistemas de clasificación de comunidades vegetales descritos anteriormente, fueron utilizados como referencia para delimitar y zonificar los ecosistemas presentes en la RNCEN. Con el propósito de facilitar su descripción y poder ser más efectivos en el desarrollo de las acciones para su manejo, los ecosistemas y asociaciones vegetativas de la RNCEN se han agrupado en las categorías siguientes: bosques, humedales leñosos, humedales herbáceos, pastos, suelo expuesto, playas, cuerpos de aguas, arrecifes de coral y praderas de yerbas marinas. El desarrollo o estructura vegetativa y el régimen hídrico de los suelos fueron los dos factores principales utilizados para definir estos ecosistemas.

Los humedales leñosos son considerados típicamente como bosques. Sin embargo, los hemos agrupado como un ecosistema principal formado por dos asociaciones identificadas bajo manglares y otros pantanos.<sup>8</sup> El resto de los bosques definidos como tal en la RNCEN crecen en suelos no hídricos o firmes. La información a continuación incluye una descripción de cada uno de los ecosistemas antes mencionados, las especies predominantes o más comunes presentes en éstos, incluyendo especies raras, y elementos críticos documentados, junto a una breve descripción de aquellos factores o actividades negativas que representan una amenaza a su integridad ecológica.

Las playas, las praderas de yerbas marinas y los arrecifes de coral se discuten como parte de los ecosistemas presentes en la RNCEN. Aunque éstos no se encuentran propiamente dentro de los límites oficiales de la Reserva Natural, si mantienen una estrecha relación funcional con los ecosistemas que forman parte de esta área natural protegida. Por tal razón, es imprescindible reconocerlos e incorporarlos como parte de los esfuerzos de preservación y conservación propuestos, para así garantizar el manejo integral de la RNCEN.

Es importante destacar que los ecosistemas localizados en las llanuras costeras y colinas bajas de la RNCEN, representan una de las regiones más impactadas por actividades antropogénicas en Puerto Rico. En la actualidad, esta zona fisiográfica es una de las menos protegidas en la Isla (Gould, W., et al., 2007). La designación de la RNCEN provee una oportunidad extraordinaria para lograr preservar la integridad ecológica de este patrimonio natural amenazado. Su conservación y restauración, esto último en aquellas áreas que lo necesiten, merece por lo tanto prioridad.

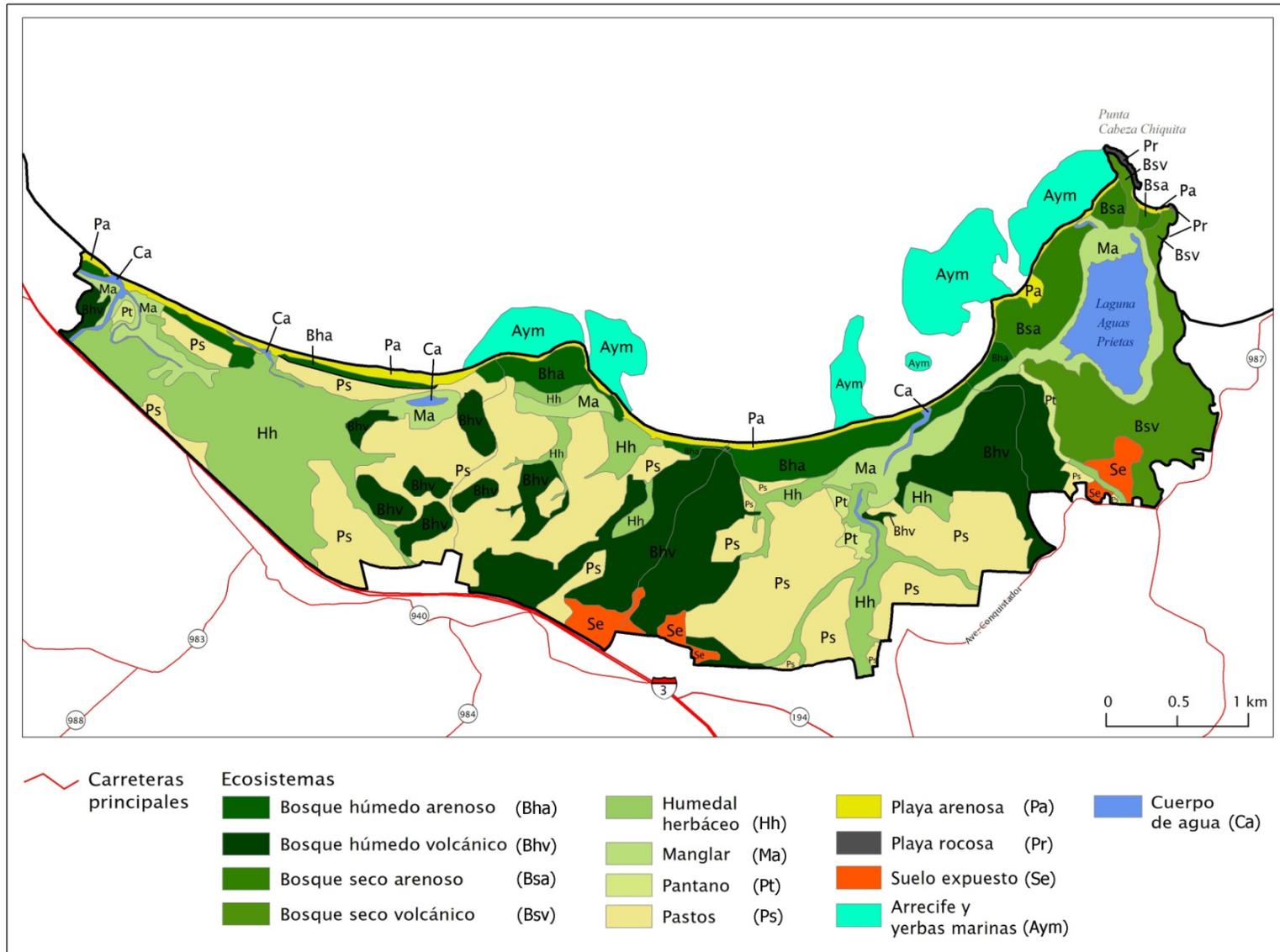
---

<sup>8</sup> El término pantano denota humedales en los cuales su vegetación predominante está constituida por vegetación leñosa, principalmente arbórea. Para propósitos de este documento, hemos distinguido los humedales leñosos arbóreos llamados manglares aparte de otros tipos de pantanos también presentes dentro de la RNCEN. La salinidad de los suelos sería un factor determinante empleado para distinguir entre las asociaciones de Manglar con respecto a los demás tipos de Pantano.

**TABLA 2.15**  
**ECOSISTEMAS DE LA RNCEN**

<b>Ecosistema</b>	<b>Cuerdas</b>	<b>Hectáreas</b>	<b>% de cobertura</b>
Bosque Seco Arenoso	94.487	37.137	3.1
Bosque Húmedo Arenoso	168.348	66.167	5.5
Bosque Seco Volcánico	215.094	84.540	7.0
Bosque Húmedo Volcánico	596.495	234.446	19.5
Manglar	219.735	86.365	7.2
Pantano	28.104	11.046	0.9
Humedal Herbáceo	529.293	208.033	17.3
Cuerpo de Agua	126.153	49.583	4.1
Playa Arenosa	92.118	36.206	3.0
Playa Rocosa	4.201	1.688	0.1
Pastos	915.686	359.901	30.0
Suelo Expuesto	67.511	26.534	2.2
<b>Total:</b>	<b>3,057.225</b>	<b>1,201.610</b>	<b>100.0</b>

**FIGURA 2.11  
ECOSISTEMAS EN LA RNCEN**



## 1. Bosques

Los bosques de la RNCEN tienen una extensión aproximada de 1,074.4 cds (422.2 ha), o un 35.1% de la extensión total de la Reserva. Incluyen varias asociaciones, de fisionomía, composición y dominancia particulares y distintivas tales como bosques de galería, arboledas o bosques siempre verdes del litoral y vegetación de plato rocoso, entre otras, en diferentes estados de sucesión. Éstos han sido consolidados en cuatro grupos principales, utilizando como criterio principal el origen geológico de los suelos junto a la humedad y la precipitación pluvial registrada en la zona.

Los bosques sobre sustrato arenoso se encuentran en una franja a lo largo del litoral, o sub-litoral producto de la deposición de este material por el oleaje y las corrientes del mar o por el viento costero. Los bosques sobre sustrato de origen volcánico están localizados, en las lomas y llanuras no inundables de la RNCEN, con excepción del litoral rocoso compuesto por el promontorio de Punta Cabeza Chiquita.

Los bosques secos en la RNCEN se encuentran localizados en terrenos del litoral costero alrededor de la Laguna Aguas Prietas, así como en la colina al sur de este cuerpo de agua. Climatológicamente, este sector de la RNCEN forma parte de la región nororiental de la Isla, caracterizada por una precipitación pluvial menor en relación al promedio registrado en Puerto Rico (DRNA, 2004b; Ewel, J.J. & Whitmore, J. L., 1973).

Esta zona de la RNCEN constituye una punta, cabo o proyección terrestre bordeada al este, norte y oeste, por el mar y por ende sujeta a la dinámica particular del oleaje de la zona y los vientos costeros directos acompañados de aerosol del mar. Dicha característica, junto al bajo relieve del terreno, facilita el efecto secante de la brisa marina sobre la vegetación, contribuyendo marcadamente a la condición de aridez observada en el área. El buen drenaje de los suelos arenosos, y la poca profundidad de aquéllos de origen volcánico, no permiten la retención prolongada de humedad, resultando finalmente en el desarrollo de vegetación mayormente xerófila. Este tipo de vegetación se distingue por contener una alta proporción de árboles y plantas de hojas simples y pequeñas, esclerófilas o duras, y brillosas debido a la capa de cutícula

que ejerce sobre éstas el beneficio de protegerse del salitre y reducir su acción deshidratante (DRN, 1992).

El resto de los terrenos en la RNCEN presentan condiciones de mayor precipitación, lo que sumado a la existencia de las quebradas y ríos, favorece el crecimiento de un tipo de vegetación adaptada a condiciones más húmedas.

Aún cuando las condiciones edáficas y de humedad variable benefician o limitan a unas especies sobre otras, existen varias especies de árboles y plantas que han logrado establecerse a través de toda la región. Entre éstas se encuentran, el almácigo (*Bursera simaruba*), el roble nativo (*Tabebuia heterophylla*), el úcar (*Bucida buceras*), el tamarindillo (*Leucaena leucocephala*), el tintillo (*Randia aculeata*) y el icaco (*Chrysobalanus icaco*) (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

El pitirre (*Tyrannus dominicensis*), el ruiseñor (*Mimus polyglottos*), el zorzal pardo (*Margarops fuscatus*), la reinita común (*Coereba flaveola*), la rolita (*Columbina passerina*), la tórtola cardosantera (*Zenaida aurita*), la tórtola aliblanca (*Zenaida asiatica*), el gorrión negro (*Tiaris bicolor*), el zumbador crestado (*Orthorhyncus cristatus*) y la paloma turca (*Columba squamosa*) son algunas de las especies de aves observadas con regularidad a través de todos los tipos de bosques en la RNCEN. Entre éstas también están el carpintero de Puerto Rico (*Melanerpes portoricensis*), la reina mora de Puerto Rico (*Spindalis portoricensis*) y la reinita mariposera (*Dendroica adelaidae*), clasificadas como elementos críticos por el DRNA (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

La descripción sobre las especies observadas en cada uno de los cuatro tipos de bosque identificados en la RNCEN y presentada a continuación, fue tomada en su mayoría de las siguientes referencias: Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; y Wunderlee, J., sin publicar. Esta información fue complementada con observaciones realizadas en varias visitas de campo realizadas a diversos lugares de esta zona, la última llevada a cabo el 7 de febrero de 2008.

### **Bosque Seco Arenoso**

Esta asociación ocupa cerca de 94.5 cds (37.1 ha), limitadas a un bolsillo justo al sur de Playa Escondida o Playa Colorá, y a una franja de terreno en el litoral costero entre la Laguna Aguas Prietas y la Playa El Convento.

En este tipo de bosque abundan especialmente el almácigo, el úcar, el roble nativo, la emajagüilla (*Thespesia populnea*), el mangle de botón y el tamarindillo. El jayajabico (*Erithalis fruticosa*) es un arbusto clasificado como elemento crítico y que forma parte de esta asociación.

Algunas especies migratorias de reinitas que han sido observadas incluyen a la candelita (*Setophaga ruticilla*), la reinita pechidorada (*Parula americana*) y la reinita galana (*Dendroica discolor*) (Raffaele, H., et al., 1998).

Los árboles localizados en los alrededores de la casa de playa del gobernador en la Playa El Convento son utilizados como dormitorio por varias colonias compuestas por el perico monje (*Myiopsitta monachus*), el perico aliamarillo (*Brotogeris versicolurus*) y el perico frentianaranjado (*Aratinga canicularis*). El cobito (*Coenobita clipeatus*) es a su vez un cangrejo bastante común en esta área.

La franja de bosque seco arenoso entre la desembocadura del canal de la Laguna Aguas Prietas y el promontorio de Cabeza Chiquita, es utilizada con bastante intensidad por bañistas y personas que visitan el segmento de playa aledaño durante los fines de semana. En ocasiones se puede observar gran acumulación de basura y otros desperdicios dejados por algunos de los usuarios, resultando en perjuicio de la calidad natural de este lugar.

El área ocupada en Puerto Rico por bosques secos, particularmente donde el sustrato arenoso ha sido depositado por acción del mar, es muy limitada. Esencialmente está restringida al extremo este de la Isla, incluyendo las islas municipios de Vieques y Culebra, algunos bolsillos en la Isla de Mona y segmentos estrechos en el suroeste de la Isla. La escasa humedad de los suelos hace de este ecosistema uno muy sensitivo a perturbaciones, por lo que su conservación debe ser garantizada.

### **Bosque Húmedo Arenoso**

Este tipo de bosque ocupa un área de aproximada de 168.3 cds (66.2 ha) de terreno. Se extiende en una franja a lo largo de prácticamente todo el litoral costero, desde cerca de la desembocadura de la Quebrada Fajardo en el este, hasta la desembocadura del Río Sabana al oeste.

Entre los árboles y otras formas de crecimiento más comunes se encuentran la uva de playa (*Coccoloba uvifera*), la emajagüilla, el almendro (*Terminalia catappa*), el úcar, la palma de coco (*Cocos nucifera*), el noni (*Morindia citrifolia*), la lengua de vaca (*Sansevieria hyacinthoides*), la hoja menuda (*Eugenia biflora*), el maraimaray (*Dallbergia ecastaphyllum*), la maría (*Calophyllum calaba*) y la moca (*Andira inermes*).

El jayajabico (*Erythalis fruticosa*), la cóbana negra (*Stahlia monosperma*), el haba de San Antonio (*Caesalpinia bonduc*), la palma real (*Roystonea borinquena*) y la palma de corozo (*Acrocomia aculeata*) son elementos críticos vegetales documentados mayormente en este tipo de bosque de la RNCEN.

Entre las especies de aves que se observan con bastante regularidad están, entre otras, el chango (*Quiscalus niger*) y el falcón común (*Falco sparverius*). El falcón peregrino (*Falco peregrinus*), clasificado como un elemento crítico, también se ha documentado sobrevolando esta zona, aunque principalmente en la época de invierno.

La gallina de palo (*Iguana iguana*) utiliza este bosque con bastante frecuencia para anidar, especialmente en aquellas áreas donde el sotobosque está abierto. La franja de bosque húmedo arenoso en el sector de La Selva es uno de los lugares de anidaje más utilizadas por este reptil en la RNCEN. Aparentemente, las iguanas aprovechan los claros hechos en la vegetación por algunas de las personas que frecuentan esta zona para disfrutar de la playa adyacente.

Al oeste de la desembocadura secundaria del Río Pitahaya, en el litoral costero de la finca San Miguel, existe un rodal de pino australiano (*Casuarina equisetifolia*), árbol introducido en Puerto Rico. La vegetación del sotobosque en rodales densos compuestos por esta especie es usualmente escasa. Esto se debe a que la hojarasca es de descomposición lenta, lo que ocasiona una capa gruesa sobre el suelo que a

menudo puede resultar alelopática a otras plantas. Esta especie, sin embargo, ha sido empleada en algunos países para restaurar y promover la cubierta vegetativa en suelos degradados (Parrotta, J. A., 1993). Es importante determinar, por lo tanto, los efectos que pudiera tener este rodal en la integridad natural de este segmento de bosque en la RNCEN, principalmente cuando se ha reportado que las raíces del pino australiano pueden interferir con el anidaje de tortugas marinas (Parrotta, J. A., 1993).

Son pocas las áreas en Puerto Rico que todavía albergan bosques húmedos sobre sustrato arenoso. Estos bosques, cercanos a las playas, han sido afectados por numerosas actividades antropogénicas. Inicialmente, fueron cortados en su mayoría para la producción de carbón, y sustituidos posteriormente con plantaciones de palma de coco. En las últimas décadas han ido perdiendo espacio adicional como consecuencia del desarrollo urbano. La sucesión en este tipo de bosque es lenta, ya que las perturbaciones aparentan haber sido crónicas y la vegetación no ha tenido tiempo suficiente para regenerarse y crecer a etapas maduras (Lugo, A. E., 2005).

### **Bosque Seco Volcánico**

El bosque seco volcánico cubre una extensión aproximada de 215.1 cds (84.5 ha). Gran parte de este bosque se encuentra localizado a lo largo del litoral costero de la RNCEN de cara a la ensenada del Balneario de *Seven Seas*, y en la colina al sur de la Laguna Aguas Prietas, bajo el ámbito de la Reserva Natural de *Seven Seas*.

El algarrobo (*Hymenaea courbaril*), el corcho bobo (*Ochroma lagopus*), la péndula (*Citharexylum fruticosum*), la malagueta (*Pimenta racemosa* var. *racemosa*), el carubio (*Zanthoxylum monophyllum*), el tamarindo (*Tamarindus indica*) y el palo de vaca (*Bouyeria succulenta* var. *succulenta*) son algunas de las especies de plantas más comunes reportadas en este tipo de bosque (DRNA, 2006; DRNA, 2002).

La vegetación en el promontorio de Cabeza Chiquita se distingue del resto de esta asociación debido a su forma achaparrada. Además, exhibe condiciones más áridas debido a la exposición directa al salitre y a los vientos a nivel del mar. A parte de incluir algunas de las especies antes mencionadas, en este sector también crecen el alhelí

blanco (*Plumeria alba*), el barbasco (*Jacquinia arborea*), la uvilla (*Coccoloba diversifolia*), el corcho (*Guapira fragans*), el tintillo (*Randia aculeata*), el clavelón de playa (*Borrchia arborescens*) la santa maría (*Lantana involucrata*), la margarita de las rocas (*Wedelia calycina var. calycina*), el erizo o melón de costa (*Melocactus intortus*) y el lirio blanco (*Hymenocallis caribaea*). En este mismo lugar existen varios arbustos raros, pertenecientes al género *Coccoloba*, y que aparentan ser híbridos entre la uva de playa y la uvilla (*Coccoloba uvifera x diversifolia*).

El guayabacón (*Eugenia fajardensis*) y los árboles sin nombre común *Eugenia sessiliflora* y *Ziziphus rignonii*, son otras especies poco comunes y clasificadas como elementos críticos encontradas en la unidad de bosque seco volcánico.

El pájaro bobo menor (*Coccyzus minor*), el juí blanco (*Elaenia martinica*), el juí de Puerto Rico (*Myarchus antillarum*), el zumbadorcito de Puerto Rico (*Chlorostilbon maugaeus*) y el comeñame (*Loxigilla portoricensis*) han sido avistados en este ecosistema. Las tres últimas especies de aves están clasificadas como elementos críticos. La boa de Islas Vírgenes (*Epicrates monensis granti*) elemento crítico en peligro de extinción, también ha sido informada para este tipo de bosque en la RNCEN.

El extremo este de esta asociación forestal, colindante con el área donde están ubicado el estacionamiento para las casas rodantes o “trailers” en el Balneario de *Seven Seas*, se encuentra afectado por un pequeño vertedero en donde se depositan escombros. Parte de este bosque ha sido afectado también un poco más hacia el sur, como parte de un camino en tierra abierto con maquinaria a mediados de la década de 1990. Los cortes hechos en el terreno, y las pendientes en algunos segmentos del camino, han causado una gran erosión del suelo, evitando la regeneración de vegetación.

En el bosque localizado en Punta Cabeza Chiquita se han comenzado a abrir algunos caminos peatonales entre la vegetación por personas que disfrutan visitar esta área por su paisaje espectacular. Esta actividad tiene el potencial de afectar negativamente la vegetación sensitiva y característica de este promontorio, en la medida que un número mayor de visitantes camine indiscriminadamente sobre el lugar.

Los bosques secos costeros sobre sustrato volcánico han estado sujetos a las mismas transformaciones que otros bosques en la Isla. La representación de especies

endémicas en este tipo de bosque es de 14 especies o el 10% de las especies endémicas a Puerto Rico, y del cual dependen al menos siete especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción (Lugo, A. E., 2005). Por lo tanto, la conservación de este ecosistema es indispensable para la recuperación y protección de una parte sustancial del patrimonio florístico de la Isla, incluyendo las especies de fauna que dependen del mismo.

### **Bosque Húmedo Volcánico**

Este tipo de bosque, con aproximadamente 596.5 cds (234.4 ha), es el más extenso en la RNCEN. El mismo se ha desarrollado en terrenos firmes con topografía ondulada, en pendientes pronunciadas y en los topes de las colinas de esta región, en dirección oeste a partir de la Laguna Aguas Prietas.

El algarrobo (*Hymenea courbaril*), el espino rubial (*Zanthoxylum monophyllum*), el mameyuelo (*Ardisia obovata*), la jagua (*Genipa americana*), y el palo de vaca (*Bouyeria succulenta*) son algunos de los árboles encontrados con bastante regularidad.

El bosque húmedo volcánico contiene el mayor número de árboles y plantas clasificadas como elementos críticos. Estas incluyen el ortegón (*Coccoloba rugosa*), la araña (*Schoepfia arenosa*), la leña amarga (*Picrasma excelsa*), el cordobancillo peludo (*Rondeletia pilosa*), el guayabacón (*Eugenia fajardensis*), la olaga (*Malpighia fucata*), el matabüey (*Goetzea elegans*), el uvero de monte (*Coccoloba sintenisii*), la maga (*Thespesia grandiflora*), el zapote de costa (*Manilkara pleeana*) y la ceiba (*Ceiba pentandra*). Gran parte de estas especies están concentradas en una loma en la finca Convento Norte, que divide las cuencas hidrográficas de la Laguna Aguas Prietas y la Quebrada Fajardo. Fotos aéreas del año 1931, junto a una composición florística de especies nativas casi en su totalidad, evidencian que esta localidad no ha sido deforestada o alterada significativamente por actividades antropocéntricas en el pasado. El grado de conservación de los bosques de la loma de la Finca Convento Norte le atribuye el valor de ser uno de los pocos remanentes de bosque primario costero en la Isla.

El guaraguao (*Buteo jamaicensis*), el zumbador dorado (*Anthracotorax dominicus*) y el judío (*Crotophaga ani*) son algunas de las especies de aves más comunes en el bosque húmedo volcánico. La calandria (*Icterus portoricensis*), la paloma sabanera (*Columba inornata*), el bienteveo (*Vireo latimeri*), el san pedrito (*Todus mexicanus*) y la boa de Puerto Rico, son elementos críticos faunísticos reportados también en este tipo de asociación vegetativa.

El bosque húmedo volcánico es uno de los ecosistemas que mayor impacto ha sufrido en la RNCEN. Los pastos remanentes de la actividad ganadera, junto a la construcción de caminos en tierra, y el uso creciente de vehículos de campo traviesa, ha ocasionado la fragmentación y degradación de este ecosistema. Estos impactos inciden indirectamente sobre otros ecosistemas adyacentes en tierras bajas, ya que los terrenos ocupados por el bosque húmedo volcánico drenan, y por lo tanto, ayudan a mantener la hidrología de la que dependen los humedales herbáceos y los humedales leñosos.

Los bosques húmedos sobre sustrato volcánico son zonas de transición entre bosques secos y húmedos de los valles costeros sobre sustrato arenoso y aluvial, similares a los encontrados en los terrenos bajos en la RNCEN, y los bosques montanos bajos muy húmedos y los pluviales sobre sustrato volcánico, como los pertenecientes al Bosque Nacional El Yunque. Estos han sufrido grandes desmontes, por lo que es difícil encontrar rodales en estado natural en Puerto Rico. Especies endémicas como el múcaro de Puerto Rico (*Megascops nudipes*) habitan regularmente esta asociación vegetativa (Lugo, A. E., 2005). Esta ave no ha sido documentada en la RNCEN, por lo que la restauración de este ecosistema brindaría la oportunidad para reintroducir ésta y otras especies en la zona, fomentando así la conectividad entre los ecosistemas costeros y montañosos en la región este de la Isla.

## **2. Humedales**

Los humedales son ecosistemas de alta productividad, considerados transicionales entre los sistemas acuáticos y terrestres. Entre sus características fundamentales se destaca el volumen de agua que existe en ellos. Generalmente, los humedales se

clasifican a base de su hidrología, vegetación y tipos de suelo o sustrato. Estos últimos se caracterizan por estar inundados o saturados de agua, en forma esporádica o permanente y componerse comúnmente de un alto contenido de materia orgánica y sedimentos anaeróbicos, o deficientes en oxígeno. Esta característica permite que solamente plantas con adaptaciones particulares, mediante estrategias morfológicas, fisiológicas o reproductivas puedan habitar exitosamente estos ecosistemas. En muchas de estas plantas, llamadas plantas hidrófitas, los tallos y hojas se encuentran expuestos a la atmósfera al igual que la mayoría del resto de las plantas terrestres. Sin embargo, el sistema de raíces se desarrolla y crece adecuadamente, en un medio saturado de agua, debido a las modificaciones evolutivas de sus células que le permiten el intercambio de oxígeno, aún dentro del agua o en suelos o sustratos saturados. Es importante notar, en cambio, que los humedales también pueden estar ausentes de vegetación (Adams, D. B. y J. M. Hefner, 1996; Rodríguez, J. C. y F. Grana, 1996; Quevedo Bonilla, V., 1995).

El sistema de clasificación de humedales propuesto por Cowardin et al. (1979) es posiblemente el más conocido y empleado en los Estados Unidos y en Puerto Rico por las agencias gubernamentales, incluido el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés), para preparar mapas e inventarios sobre humedales. El sistema de clasificación de Cowardin agrupa cinco categorías generales de humedales: palustre, lacustre, ribereño, estuarino y marino. La primera incluye solamente áreas con vegetación, mientras que las restantes también comprenden hábitat de aguas profundas. Cowardin describe estas categorías de la siguiente forma (DRNA, 1995; Cowardin, L. M., et al., 1979):

1. Sistema palustre: Humedales que en Puerto Rico se distinguen por una hidrología fundamentalmente fluvial, muy raramente afectados por las mareas pero si por las aguas subterráneas, las lluvias, o el desbordamiento recurrente de cauces de ríos sobre llanuras inundables y en donde suele predominar vegetación emergente, ya sean árboles (pantanos de agua dulce o muy levemente salobres y bosques muy húmedos de alta montaña); arbustos (pantanos de matorral); plantas herbáceas perennes o anuales, emergentes y arraizadas (ciénagas u orillas de embalses, lagunas sin conexión al mar y ríos; o plantas sumergidas y/o flotantes (charcas).

También, cuerpos de agua abiertos que cubren menos de 20.6 cds (8.1 ha) acres y cuya profundidad sea menor de 6.6 pies (2.0 m). De estar sujetos a alguna salinidad del mar, esta es menor a 0.5 ppm.

2. Sistema lacustre: Humedales de agua dulce, constituido por lagos o embalses mayores de 20.6 cds (8.1 ha) y/o de una profundidad mayor de 6.6 pies (2.0 m) que esté inundado permanentemente o intermitentemente. De haber vegetación, ésta consiste primordialmente de plantas emergentes perennes, anuales o bianuales, o plantas sumergidas y/o flotantes (lechos acuáticos), o ambas. De estar sujetos a alguna salinidad del mar, esta es menor a 0.5 ppm.
3. Sistema ribereño: Humedales de agua dulce, dentro de un canal o cauce de río. Su vegetación, de estar presente, es igual a la del sistema lacustre. De estar sujetos a alguna salinidad del mar, esta es menor a 0.5 ppm.
4. Sistema estuarino: Humedales influenciados por las mareas, en ambientes con olas de baja energía, que están usualmente semibordeados por tierra pero con acceso permanente o esporádico con el mar. En ellos la salinidad de las aguas, suelos o sustratos es mayor de 0.5 ppm; la salinidad resultante es variable debido a la evaporación y a la mezcla de agua de mar con agua dulce. En los casos de una alta incidencia de evaporación la salinidad puede ser mayor a la del mar.
5. Sistema marino: Humedales sobre la plataforma insular y la costa de alta o baja energía asociada a la misma. Por ende están expuestos a las olas y corrientes del mar abierto, y a aguas con salinidad mayor de 30 ppm. Tienen muy poca dilución o ninguna. Su límite tierra adentro suele ser la costa, playa o humedales estuarinos adyacentes.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE, por sus siglas en inglés) ha identificado siete tipos o ejemplos de humedales para Puerto Rico, que tipifican las cinco categorías previamente mencionadas y que señalamos a continuación (DRNA, 1995; Environmental Laboratory, 1978):

1. Acuático marino (*saltwater aquatic*): este humedal marino se encuentra dominado por praderas submarinas (yerbas marinas como *Thalassia* y *Syringodium*). Son

áreas generalmente muy productivas debido a la gran variedad de vegetación y organismos que albergan.

2. Planicies costeras de agua salada (*saltwater coastal flat*): salitrales asociados al manglar; se consideran humedales estuarinos.
3. Ciénaga de agua salada o salobre (*saltwater or brackish marsh*): áreas estuarinas dominadas por plantas herbáceas (25%) y plantas leñosas (40%), inundadas ocasionalmente o regularmente por agua salada, tales como, la palmita de río (*Acrostichum aureum*), el helecho de pantano (*Acrostichum danaeifolium*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).
4. Pantanos de agua salada (*saltwater swamp*): humedales estuarinos que se encuentran representados por los mangles rojo (*Rhizophora mangle*) y negro (*Avicennia germinans*).
5. Acuático de agua dulce (*freshwater aquatic*): ríos, lagos y charcas con vegetación flotante o arraigada e inundada, que pueden pertenecer, dependiendo de las particularidades de cada caso, a los tipos ribereño o lacustre o palustre.
6. Ciénaga de agua dulce (*freshwater marsh*): humedales palustres dominados por plantas herbáceas (25%) y plantas leñosas (40%), inundadas ocasionalmente o regularmente por agua dulce (Ej. enea (*Typha sp.*)).
7. Pantano de agua dulce (*freshwater swamp*): éstos humedales palustres se caracterizan por poseer más de un 40% de su área cubierta por vegetación leñosa y por encontrarse inundados en ocasiones por aportes de agua dulce. Ejemplos de éstos son el pantano de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) y corazón cimarrón (*Anona glabra*).

En la RNCEN, se han identificado de mayor a menor cobertura, humedales palustres, estuarinos y ribereños. Estos ocupan un área total aproximada de 777.1 cds (305.4 ha), o un 25.4% de la cobertura total de la RNCEN. En las aguas costeras de la RNCEN también existen humedales marinos. Cuatro tipos generales de ecosistemas, definidos mediante el sistema de clasificación de Cowardin como humedales, han sido clasificados con el fin de simplificar y describir en mayor detalle los ecosistemas

hallados en la RNCEN. Estos son: (1) humedales leñosos; (2) humedales herbáceos; (3) cuerpos de agua; y (4) comunidades de coral y yerbas marinas. Los últimos dos se describen individualmente para facilitar su comprensión como parte de los ecosistemas generales identificados en la RNCEN. Sin embargo, es necesario reconocer que existe una estrecha relación entre estos cuatro ecosistemas tanto por su vínculo acuático, como por su utilización por varias especies acuáticas (ej. peces, camarones) durante diferentes etapas de su desarrollo. Esto incluye a su vez a numerosas especies terrestres, particularmente especies de aves con hábitos costeros, tales como el pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) y la tijerilla (*Fregata magnificens*), las cuales se alimentan de especies de peces encontradas en las lagunas del área y en las aguas costeras asociadas a las comunidades de coral y yerbas marinas. Estas dos aves utilizan a su vez las zonas de humedales leñosos como refugio y área de anidaje (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

### **Humedales Leñosos**

Los humedales leñosos comprenden un área aproximada de 247.8 cds (97.4 ha) en la RNCEN. Estos agrupan humedales estuarinos y palustres donde la vegetación predominante es arbórea o arbustiva. Este ecosistema incorpora dos asociaciones: el Manglar y los demás Pantanos. La salinidad de los suelos es el factor determinante entre ambas asociaciones. En áreas de transición donde la salinidad de los suelos es baja, pueden encontrarse entremezcladas especies características tanto del Manglar como del Pantano, incluyendo algunas dominantes y pertenecientes al ecosistema de humedales herbáceos.

### ***Manglares***

Los manglares cubren una superficie aproximada de 219.7 cds (86.4 ha) en la RNCEN. Estos se encuentran asociados principalmente a la desembocadura de los ríos y quebradas que discurren por el área hasta donde llega la influencia del agua salada del

mar. También incluyen los márgenes de las lagunas. Las especies dominantes corresponden a los árboles de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle de botón (*Conocarpus erectus*).

En Puerto Rico han sido identificados cinco tipos de manglares. Estos son los islotes de mangle, los manglares enanos, los manglares ribereños, los manglares de borde y los manglares de cuenca (DRN, 1978). Estos tres últimos se hallan en la RNCEN. Los manglares ribereños se encuentran en la parte salina de las planicies inundables de los ríos y otros cuerpos de agua fresca sujetos a la influencia de las mareas. Los helechos (*Achrosticum spp.*) y otras plantas terrestres pueden encontrarse junto a los árboles de mangle en áreas donde predominan salinidades bien bajas. Los manglares ribereños son los más productivos y espectaculares de todos los tipos de manglares (DRN, 1978).

Gran parte de la asociación del manglar en la RNCEN es del tipo ribereño, pues se encuentran en los estuarios de los ríos y quebradas que discurren a través de esta región. El desarrollo de esta asociación es considerable, al punto que el manglar ribereño en la desembocadura del Río Juan Martín fue catalogado como uno de los de mayor valor estructural debido a su altura y diámetro en la Isla, como parte de un inventario estructural de manglares realizado por el DRNA en el 1979. Este manglar recibió el impacto directo del Huracán Hugo en 1989, y a pesar de los cambios sufridos, tiene el potencial de recuperarse siempre y cuando las condiciones que propiciaron su desarrollo no se alteren (DRN, 1992). No obstante, luego de casi 20 años tras el paso del Huracán Hugo, este manglar no ha podido recuperarse del todo debido a los cambios hidrológicos que ha sufrido el Río Juan Martín como consecuencia del desvío parcial de su flujo a través del camino en tierra que conduce hasta la Playa Las Paulinas.

Los manglares de borde se encuentran esencialmente en los márgenes de la Laguna Aguas Prietas y otras lagunas halladas en la RNCEN, así como en los bordes de los canales de estos cuerpos de agua en su trayecto hacia el mar. Este tipo de manglar está expuesto usualmente a la dinámica de las mareas, salinidades relativamente

constantes, concentraciones bajas de nutrientes y al salitre (DRN, 1978). En las zonas cercanas al agua, el árbol de mangle rojo es la especie dominante, seguido del mangle blanco en dirección tierra adentro.

Los manglares de cuenca se hallan en la periferia de la Laguna Aguas Prietas, particularmente en su extremo noreste, y al sur de la laguna localizada cerca del sector La Selva en la finca San Miguel I. Este tipo de manglar se distingue por encontrarse detrás de los manglares de borde, tierra adentro, donde el movimiento de las aguas es casi imperceptible. En los manglares de cuenca entra más agua del mar que la que sale, y son inundados generalmente por mareas más altas que las ordinarias. Todas estas condiciones conducen a la salinización del terreno (DRN, 1978). En estos lugares de la RNCEN se han desarrollado pequeños salitrales donde la salinidad del suelo es suficientemente alta como para inhibir el crecimiento de los árboles de mangle. Alrededor de los salitrales domina el mangle negro, y en donde el dosel del bosque es abierto se puede observar también especies rastreras y suculentas como la barilla (*Batis maritima*) y la verdolaga rosada (*Sesuvium portulacastrum*).

Los manglares albergan una variedad impresionante de especies de animales, particularmente aves. Entre las más comunes halladas en los manglares de la RNCEN se encuentran la pizpita de mangle (*Seiurus noveboracensis*), el canario de mangle (*Dendroica petechia*), el martinete (*Butorides virescens*) y el playero coleador (*Actitis macularia*). Las garzas son también un grupo bastante común observado en este ecosistema. Algunas, como la garza ganadera (*Bubulcus ibis*), la garza azul (*Egretta caerulea*), la garza blanca (*Egretta thula*) y la garza pechiblanca (*Egretta tricolor*) se han visto anidando en los árboles de mangle de la Laguna Aguas Prietas (DRN, 1981).

En los manglares de la RNCEN se ha documentado además la presencia de varias especies de reinitas migratorias tales como la reinita rayada (*Dendroica striata*), la reinita tigre (*Dendroica tigrina*), y la reinita anaranjada (*Protonotaria citrea*) (Raffaele, H., et al., 1998). El pollo de mangle (*Rallus longirostris*) es una especie residente, de costumbres secretivas, especializada en este ecosistema. La paloma cabeciblanca (*Patagioenas leucocephala*) y el carpintero de Puerto Rico (*Melanerpes portoricensis*) son dos elementos críticos que frecuentan los manglares en la RNCEN (Estudios

Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

Los manglares en el noreste de la Laguna Aguas Prietas son sumamente importantes para la paloma cabeciblanca, ya que se ha documentado la presencia permanente de una colonia de estas aves en dicho lugar desde al menos el 1979 (DRN, 1981; DRN, 1979). También se ha observado una colonia de pelícanos pardos, en ocasiones formada por más de 100 individuos, reposando usualmente en los árboles de mangle, justo al inicio del canal que conduce las aguas de la laguna hasta el mar.

El juey común (*Cardisoma guanhumi*), el juey pelú (*Ucides cordatus*), el juey de mangle (*Aratus pisonii*) y los jueyes violinistas (*Uca sp.*) son algunas de las especies de crustáceos que habitan en los manglares. El juey común es capturado para consumo humano en la RNCEN mediante el uso de trampas y la excavación del suelo para atraparlos en las cuevas hechas por éstos como refugio. Esta última técnica resulta perjudicial al manglar en la medida que se perturba y modifican la topografía del terreno, y con ello los patrones naturales de escorrentía.

Más de un 70% de las 115.8 millas cuadradas (300 km<sup>2</sup>) de manglares estimadas originalmente en Puerto Rico han sido destruidas con fines agrícolas, portuarios y urbanos (Adams, D. B. y J. M. Hefner, 1996). De acuerdo a los cálculos más recientes realizados por el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, existen solamente al presente cerca de 30.6 millas cuadradas (79.2 km<sup>2</sup>) de estos bosques en la Isla, incluyendo las islas de Culebra, Vieques y Mona (Brandeis, T. J., Helmer, E. H. and S. N. Oswalt, 2007). La conservación y preservación de este ecosistema es imprescindible con el propósito de proteger su valor para la vida silvestre, las pesquerías, así como su función para mitigar las inundaciones y la estabilización del litoral costero.

### ***Pantanos***

Los pantanos en la RNCEN ocupan un área aproximada de 28.1 cds (11.0 ha). Esta asociación se distingue por la presencia de varias especies de árboles adaptados a

vivir en terrenos inundados o saturados por agua dulce o levemente salobre. Este tipo de humedal leñoso tiene un valor especial en Puerto Rico, principalmente aquellos bosques formados por el árbol de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*), ya que existen muy pocos en la Isla tras haber sido eliminados en su mayoría como parte de la actividad azucarera durante los siglos XIX y XX (Adams, D. B. y J. M. Hefner, 1996). Los pantanos de palo de pollo se encuentran adyacentes generalmente a las áreas de manglar, en el lado tierra adentro, donde las concentraciones de sales disueltas provenientes del agua del mar son bajas o nulas (Weaver, P. L., 1997). El desarrollo de estos bosques resulta afectado significativamente y por ende limitado, cuando la salinidad de las aguas en donde crecen sobrepasa las 5 ppm (Rivera Ocasio, E., Aide, T. M. and N. Ríos López, 2007).

En la RNCEN existe un rodal de pantano de palo de pollo como parte del manglar localizado en la desembocadura del Río Juan Martín. Existen además algunos árboles aislados aguas arriba de este mismo río. En áreas donde el dosel del bosque permite el paso de la luz solar hasta el suelo, se puede observar creciendo también al helecho conocido como palmita de río (*Acrostichum aureum*), el helecho de pantano (*Acrostichum danaeifolium*) y la enea (*Typha domingensis*). Otras especies de árboles que también forman parte de los pantanos establecidos en el Corredor incluyen el corazón cimarrón o cayur (*Annona glabra*), la moca (*Andira inermis*) y el arbusto espinoso conocido como escambrón (*Machaerium lunatum*). Existen rodales de estas especies bordeando la quebrada tributaria a la Laguna Aguas Prietas, también como parte del manglar a lo largo del caño que conecta la desembocadura de la Quebrada Fajardo con la Laguna Aguas Prietas. Otras áreas de pantano se pueden observar en la ribera oeste y al sur del manglar localizado en el estuario de la Quebrada Fajardo, en áreas adyacentes al rodal de palo de pollo en el Río Juan Martín, a lo largo de una corriente que desemboca en la laguna localizada en el sector La Selva de la finca San Miguel I, y otro al sur de la intersección entre el Río Sabana y el Río Pitahaya (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRNA, 1992). Este tipo de humedal leñoso se conoce también de muy pocos lugares en el noreste de la Isla (DRNA, 1992).

A parte de compartir gran parte de las especies de aves que habitan en los manglares, los pantanos proveen refugio y área de anidaje para la chiriría caribeña (*Dendrocygna arborea*), ave acuática clasificada como un elemento crítico por el DRNA y que ha sido documentada en la RNCEN (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

Los pantanos existentes en la RNCEN son probablemente, los remanentes de bosques originales más extensos que fueron eliminados como parte de las actividades ganaderas y de siembra de caña de azúcar en la zona. El desarrollo posterior de humedales herbáceos y pastos en estas áreas inundables ha inhibido en gran medida su transformación nuevamente como zonas pantanosas (Aide, T. M., Zimmerman, J. K., Herrera, L., Rosario, M. and M. Serrano, 1995).

El rodal de palo de pollo localizado en la desembocadura del Río Juan Martín se encuentra afectado por el desvío del flujo del río a través del camino en tierra que cruza su cauce y que conduce de forma perpendicular a la Playa Las Paulinas. Esto ha reducido el insumo de agua dulce que alimentaba el pantano de palo de pollo, permitiendo así una mayor intrusión del agua de mar al punto que ha ocurrido una mortandad considerable de estos árboles en los últimos años.

El aumento previsible en el nivel del océano como resultado del calentamiento global, comprometerá la existencia futura de los pantanos en la RNCEN ya que el agua de mar podrá penetrar más y afectar así las áreas donde actualmente se desarrollan (Rivera Ocasio, E., et al., 2007).

### **Humedales Herbáceos**

Los humedales herbáceos o ciénagas comprenden un área de aproximadamente 529.3 cds (208.0 ha) en la RNCEN. Este ecosistema está estrechamente relacionado a los ríos y quebradas de esta región. Se desarrollan principalmente en los llanos inundables de cada una de estas corrientes de agua dulce hasta donde llega la influencia del agua de mar. La vegetación predominante está compuesta por juncos, yerbas y helechos, entre otras especies no leñosas. Se han agrupado como parte de

este ecosistema y para fines de simplificación, algunos rodales pequeños y aislados de pantanos, así como árboles individuales creciendo en la ribera de los ríos y quebradas de la zona.

En la RNCEN se han identificado varias asociaciones de humedales herbáceos. Entre estas se encuentran ciénagas dominadas por especies como la trompetilla (*Hymenachne amplexicaulis*), el junco de agua (*Cyperus ligularis*), la palmita de río (*Acrostichum aureum*), el helecho de pantano (*Acrostichum danaeifolium*), la enea (*Typha domingensis*) y la malanga (*Colocasia esculenta*). También existen ciénagas formadas por combinaciones de estas especies, incluyendo entre otras, el malojillo (*Brachiara purpurascens*), la cortadora (*Paspalum millegrana*), el junco de ciénaga (*Cyperus giganteus*), la caña de indio (*Phragmites australis*) y la salvia (*Pluchea odorata*) (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992). La ciénaga compuesta por el junco de ciénaga es una de las pocas asociaciones de este tipo conocidas en Puerto Rico (CSA Group, Inc., 2001d).

Los humedales herbáceos ofrecen una importante función hidrológica y ecológica en la RNCEN. Estos ayudan a mantener la calidad de las aguas costeras al recibir y filtrar gran parte de la escorrentía proveniente de las zonas urbanas y rurales ubicadas al sur de la RNCEN, previo a su descarga al mar. Además, proveen hábitat para la reproducción y refugio de numerosas especies acuáticas, tanto residentes como migratorias. Entre las más comunes se encuentran varias especies de garzas como la garza real (*Ardea alba*), la garza blanca (*Egretta thula*), la garza azul (*Egretta caerulea*), la garza pechiblanca (*Egretta tricolor*) y la garza ganadera (*Bubulcus ibis*). La gallareta inglesa (*Porphyryla martinica*), el martineteo (*Ixobrychus exilis*), el múcaro real (*Asio flammeus*), la pizpita de río (*Seiurus motacilla*), el gorrión chicharra (*Ammodramus savannaum*) y la reinita picatierra (*Geothlypis trichas*) son algunas de las especies de aves raras que también se han documentado en las ciénagas de esta región. En las charcas o cuerpos de agua abiertos formados entre la vegetación herbácea se han avistado además varios elementos críticos, tales como la chiriría caribeña (*Dendrocygna arborea*), el pato dominico (*Nomonyx dominica*), el pato chorizo (*Oxyura jamaicensis*) y la tigua (*Tachybaptus dominicus*). La jicotea (*Trachemys stejnegeri*) es una tortuga de agua dulce considerada también como un elemento crítico,

característica de este ecosistema (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

Algunas áreas ocupadas por humedales herbáceos en la RNCEN están siendo degradadas de forma significativa por el uso de *4-tracks* y otros vehículos campo traviesa. En particular, la ciénaga localizada en el valle inundable del Río Juan Martín, en la finca Las Paulinas. La utilización de relleno para establecer la antigua vía del tren, por donde corren actualmente los caminos en tierra principales que dan acceso a la playa a través de la finca El Convento, Las Paulinas y San Miguel I, han afectado la hidrología de éstas áreas, y con ello, el funcionamiento y extensión de sus ciénagas.

Existen varias zonas de considerable extensión formadas principalmente por la zarza (*Mimosa casta*), la yerba de guinea (*Urochloa maxima*), y varias especies de cortadoras (*Paspalum sp.*) que son el remanente de la actividad agrícola y ganadera llevada a cabo en la RNCEN en el pasado (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001d; DRN, 1992). Estas áreas de pastos, aunque funcionan parcialmente como ciénagas, al presente, no sustentan la composición biológica característica de este ecosistema ni tampoco la estructura y complejidad de los humedales leñosos.

### **3. Pastos**

Las áreas ocupadas por pastos son el remanente histórico de la actividad agrícola y agropecuaria en la RNCEN. Previamente, se estima que gran parte de esta unidad estuvo ocupada por bosques húmedos volcánicos.

Las zonas de pastos están dominadas al presente por vegetación herbácea, e incluye arbustos y otras especies leñosas que forman matorrales espinosos y otras asociaciones ecológicas en diferentes estados de sucesión. El sustrato es principalmente de origen volcánico, de tierra firme fuera de las áreas ocupadas por humedales. También incluye árboles individuales y pequeños rodales aislados o fragmentados por pastos. Este ecosistema se encuentra concentrado mayormente en la finca Convento Sur, en la mitad oeste de la finca La Paulina, las colinas y partes

altas de la finca San Miguel II y San Miguel I, y parte del litoral costero de esta última finca, específicamente en el lado interior del sistema de dunas de arena. El matorral es la asociación dominante en esta última zona. En total, el ecosistema de pastos ocupa un área aproximada de 915.7 cds (359.9 ha), o un 30% de la extensión total de la RNCEN.

Entre las especies dominantes se encuentran la zarza (*Mimosa casta*), las cortadoras (*Paspalum spp.*), la yerba de guinea (*Urochloa maxima*), la yerba de estrella (*Drymaria cordata*) y la pangola (*Digitaria decumbens*). La casia (*Acacia tortuosa*), el tintillo (*Randia aculeata*) y el algodón de seda (*Calotropis procera*) son tres arbustos que componen una parte sustancial de los matorrales agrupados como parte de este ecosistema. El haba de San Antonio (*Caesalpinia bonduc*) es una planta clasificada como elemento crítico en las zonas de pastos de la RNCEN, localizada principalmente en los matorrales costeros de la finca San Miguel I. Un individuo del árbol zapote de costa (*Manilkara pleeana*), también un elemento crítico, ha sido documentado en áreas de pastos en la finca San Miguel II (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c).

Entre las aves más comunes en las áreas de pastos se encuentran la tórtola cardosantera (*Zenaida aurita*), la tórtola aliblanca (*Zenaida asiatica*), el gorrión negro (*Tiaris bicolor*), y el gorrión barba amarilla (*Tiaris olivacea*). Además se pueden observar con bastante regularidad varias especies exóticas como el veterano (*Estrilda melpoda*), el gorrión canela (*Lonchura punctulata*), el diablito (*Lonchura cucullata*), y la viuda colicinta (*Vidua macroura*). También se escucha con bastante frecuencia el chorlito sabanero (*Charadrius vociferus*).

El lagartijo común (*Anolis cristatellus*) y el lagartijo manchado (*Anolis stratulus*) son dos especies de reptiles endémicos que también utilizan esta zona (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c).

Algunas zonas de pastos, especialmente en las laderas al oeste del Río Juan Martín dentro de la finca Las Paulinas, son afectadas por fuegos en la primavera durante prácticamente todos los años. El uso de vehículos de campo travesía ha generado numerosos caminos y brechas en la vegetación, creando un problema de erosión

considerable, lo que ha dificultando el proceso natural de sucesión hacia un ecosistema de bosque más diverso.

El segmento interior de la duna entre la desembocadura secundaria del Río Pitahaya y la desembocadura del canal que desagua la laguna existente en el sector de La Selva fue impactado de forma considerable por actividades de extracción de arena en el pasado. Las zonas excavadas fueron rellenas posteriormente con tosca y otro material rocoso. Ello ha dificultado el crecimiento de árboles, por lo que al presente solamente se ha podido desarrollar un matorral espinoso.

Una parte considerable de las áreas de pastos en la RNCEN, principalmente en los terrenos llanos u ondulantes pertenecientes y adyacentes a la finca Convento Sur, corresponden a lo que Lugo, A. E., 2005, ha clasificado como bosques húmedos y secos en valles aluviales. Este tipo de bosque casi desapareció de Puerto Rico debido a la deforestación y el uso agrícola de los suelos. La RNCEN ofrece excelentes oportunidades para la restauración con especies típicas que componían este ecosistema, tales como el tabonuco (*Dacryodes excelsa*), y particularmente el ausubo (*Manilkara bidentata*), ya que aún quedan algunos individuos de esta última especie en la zona (Gould, W., 2008).

#### **4. Suelo Expuesto**

Esta unidad de manejo comprende aproximadamente 67.5 cds (26.5 ha), equivalente a 2.2% del área total de la RNCEN. Son áreas que han sido impactadas recientemente por actividades de movimiento de terreno o remoción de la cubierta vegetal, dejando al descubierto gran parte del suelo. Esto facilita su erosión, así como la sedimentación de los cuerpos de agua superficiales cercanos.

En las unidades identificadas como suelo expuesto pueden encontrarse creciendo algunas especies típicas de las zonas de pastos, incluyendo también, entre otras, al tamarindillo (*Leucaena leucocephala*).

Una de las áreas más afectadas se encuentra en la ladera de cara a la Ave. El Conquistador, perteneciente al monte al sur de la Laguna Aguas Prietas, donde se realizaron trabajos de movimiento y nivelación de tierra a mediados de la década de 1990. La vegetación apenas ha podido recuperarse ya que parte de los terrenos están siendo utilizados como estacionamiento. La Quebrada Aguas Prietas atraviesa parte de estos terrenos, por lo que podría estar siendo afectada por la condición de esta área.

Otras zonas con suelos expuestos se encuentran al suroeste de la cuenca de la Quebrada Fajardo, próxima al Centro Comercial *Eastern Plaza*, y al sur de la cuenca del Río Juan Martín, aledaño a la carretera PR #3, reflejando la presión de desarrollo urbano en la periferia de la RNCEN.

La estabilización y restauración de las zonas con suelos expuestos es apremiante no solo para mejorar su integridad natural, sino también para evitar mayores impactos en los ecosistemas colindantes y aguas abajo.

## **5. Playas**

Las playas son el ecosistema terrestre más influenciado por el mar en la RNCEN. Las mareas, el oleaje, las corrientes del litoral y el salitre son los factores principales que definen las playas. La acción del mar sobre las playas controla o inhibe el desarrollo de vegetación. En la RNCEN se distinguen dos tipos de playas, aquellas caracterizadas por la deposición de material no consolidado, como es el caso de las playas arenosas, y aquellas donde ha quedado expuesta la roca madre, como son las playas rocosas. Las playas en la Reserva tienen una extensión aproximada de 7 millas (11.3 km) de largo.

Diferentes segmentos del litoral costero de la RNCEN han experimentado procesos de acreción y de erosión en el periodo entre el 1901 al 1987. Se ha observado una tendencia hacia la acreción del litoral en el área de la desembocadura del Río Sabana y el Río Pitahaya, en el segmento de la playa de La Selva resguardada por arrecifes, y en gran parte de la playa El Convento. Por el contrario, un patrón de erosión ha sido

registrado en gran parte de la playa de la finca San Miguel, así como en el segmento de playa entre la punta del sector La Selva y la desembocadura del Río Juan Martín. La razón de acreción y erosión correspondiente se estima que ha variado, en términos generales, entre uno a dos metros por año (1-2 m/año) (Cross, V. A., Schwab, W. C., B. A. Raker., 1998).

### **Playa Arenosa**

En la RNCEN, este ecosistema comprende un área aproximada de 92.1 cds (36.2 ha) a lo largo de una extensión aproximada de 5.8 millas (25.4 km). En términos geomorfológicos, las playas arenosas se extienden hacia tierra adentro hasta donde crece vegetación arbustiva y arbórea asociada al litoral. En dirección hacia el mar, este ecosistema llega hasta la zona del sublitoral, permanentemente inundada por las aguas del océano, en donde rompen las olas. Sin embargo, y para propósitos de este plan, el límite interior terrestre de este ecosistema llega hasta cerca del tope de la duna donde comienza a crecer vegetación arbustiva o leñosa. En dirección al mar, se extiende hasta aproximadamente el estrán o la zona de barrido de las olas.

Las playas arenosas en la RNCEN están compuestas por arenas sueltas de origen marino con un alto contenido de granos de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) provenientes de fragmentos de conchas de caracoles y esqueletos de coral. Las dos formas de cristales de carbonato que hay en estas playas son los de calcita y los de dragonita. Las arenas tienen un grosor variable y han sido depositadas por las corrientes y el oleaje en el litoral costero. Aunque en un grado significativamente menor, la constitución mineralógica de estas arenas también incluye granos de silicatos, principalmente feldespato y cuarzo, así como fragmentos de roca ígnea (García Ríos, C. I., 2005; Cross, V. A., et al., 1998; Morelock J., 1978). En algunos segmentos de este ecosistema puede observarse la presencia de roca eoleanítica o arena cementada, particularmente en secciones de la playa La Selva y en el extremo noreste de la playa El Convento.

El perfil de las playas arenosas de la RNCEN varía dependiendo de la época del año. Entre los meses de octubre a marzo se observa generalmente un patrón de recesión ocasionado por el incremento y frecuencia del oleaje, como parte de las marejadas provocadas por los frentes de fríos que tienen influencia en la Isla durante esta época. En cambio, entre los meses de abril a septiembre, ocurre un patrón de acrecimiento en el ancho de las playas a medida que las corrientes y el oleaje menos intenso permiten la deposición de arena (Bush, D. M., Webb, R. M. T., González-Liboy, J., Hyman, L., & Neal, W. J., 1995).

La inmensa mayoría del sustrato del ecosistema de playa arenosa se encuentra al descubierto, sin cubierta vegetal, con excepción de la parte alta de la duna en donde puede observarse con regularidad vegetación pionera consistente mayormente de plantas rastreras, tales como el abrojo de dunas (*Cenchrus incertus*), la haba de playa (*Canavalia rosea*), el bejuco de playa (*Ipomea pes-caprae*) y el matojo de burro (*Sporobolus virginicus*) (CSA Group, Inc., 2001(c); Nellis, D. W., 1994).

El tinglar (*Dermochelys coriacea*) es posiblemente el organismo más emblemático que utiliza este ecosistema en la RNCEN. Las hembras de esta especie de tortuga marina en peligro de extinción llegan a las playas arenosas del Corredor para anidar principalmente entre los meses de marzo a junio de cada año. Desde mediados de la década de 1980, fecha en que el DRNA comenzó un programa de monitoreo, la cifra de nidos en la RNCEN ha ido aumentando paulatinamente hasta alcanzar sobre 400 nidos en una sola temporada (DRNA, sin publicar). El carey (*Eretmochelys imbricata*) es otra tortuga marina que anida en las playas arenosas de la RNCEN, pero más hacia tierra adentro, debajo de la vegetación arbustiva en la parte alta de la duna o en la sección justo detrás de su tope.

En cuanto a las aves, los chorlitos y los playeros son el grupo más común en las playas arenosas de la RNCEN. Estos se observan generalmente caminando sobre la berma, cerca de la línea de orilla, en busca de alimento o descansando. Un total de 21 especies de chorlitos y playeros, la mayoría migratorios, han sido documentados en el área. Algunos, como el chorlito blanco (*Charadrius alexandrinus*) y el chorlito melódico (*Charadrius melodus*) han sido clasificados por el DRNA como elementos críticos.

En el grupo de los crustáceos, el cangrejo fantasma (*Ocypode albicans*) es otro organismo que puede observarse en este ecosistema de la RNCEN con bastante frecuencia, particularmente durante las primeras horas del día.

El segmento de playa arenosa entre la punta del sector La Selva y la desembocadura del Río Juan Martín presenta un grave problema de erosión costera. Esto se debe aparentemente a cambios relativamente recientes en el flujo de este río, lo que ha provocado una disminución en el volumen de sedimentos y arenas que anteriormente llegaban a esta zona. La presencia de un pequeño espolón rocoso perpendicular a la playa también puede haber estado contribuyendo a este problema al obstruir el paso de la corriente del litoral, y con ello la deposición de arena justo hacia el lado oeste en dirección a la punta de La Selva.

Un poco más hacia el este en la playa Las Paulinas se ha abierto una brecha de aproximadamente 98 pies (30 m) de ancho en la duna de arena. En este lugar se ha formado en vez una pequeña laguna como consecuencia del desvío de las aguas del Río Juan Martín a través del camino en tierra que conduce a la playa. La duna continúa erosionándose al día de hoy.

La duna en el litoral de la finca San Miguel ha sido afectada por la brecha producida por la desembocadura secundaria del Río Pitahaya. Esta aparenta haber sido formada de igual manera que la del Río Juan Martín, ya que parte del flujo del río comenzó a discurrir a través de un antiguo camino en tierra perpendicular a la playa a partir de la década de 1970. Sin embargo, la desembocadura ha sido colonizada por varias especies de plantas de humedal, por lo que la duna aparenta estar en una condición estable.

### **Playa Rocosa**

El ecosistema de playa rocosa cubre aproximadamente 4.2 cds (1.7 ha) de extensión a lo largo de 1.14 millas (1.8 km) del litoral costero en la RNCEN. Las playas rocosas se encuentran limitadas esencialmente al extremo noreste de la RNCEN, en el área de

Cabeza Chiquita, y en gran parte a lo largo del litoral al oeste de la Ensenada Yegua o el Balneario de *Seven Seas*.

En la RNCEN, el ecosistema de la playa rocosa comienza aproximadamente en la zona del sublitoral, a partir de la línea de marea baja y termina a una elevación mayor, donde empieza a crecer la vegetación terrestre perteneciente al ecosistema de bosque seco sobre sustrato volcánico. La playa rocosa se distingue por su sustrato rocoso desprovisto casi por completo de vegetación debido al poco suelo existente, pero principalmente, al efecto directo del salitre y del oleaje. Algas de los géneros *Padina*, *Phormidium*, *Schizothrix* y *Digenia*, sin embargo, pueden encontrarse en áreas resguardadas pero expuestas con frecuencia al aerosol o al agua de mar pero donde el impacto de las olas no es directo (Scullion Littler, D., Littler M. M., Bucher, K. E. and J. N. Norris, 1989). En el extremo con condiciones más terrestres, puede hallarse también la verdolaga rosada (*Sesuvium portulacastrum*), entre otras plantas rastreras suculentas (Nellis, D. W., 1994).

En algunas depresiones en la roca logran formarse pequeñas pozas en donde habitan peces pequeños, erizos (Ej. *Echinometra lucunter*), así como caracoles del género *nerita*, *littorina* y *tectarius*, estos últimos dentro como fuera del agua. Los quitones son otros organismos que también son muy comunes sobre las rocas, aunque se encuentran generalmente en lugares húmedos no expuestos directamente al sol para evitar así su desecación, o sumergidos en las pozas llanas que se encuentran en el área. Algunas de las especies de quitones que han sido documentadas en zonas cercanas a la RNCEN incluyen al quitón de Anderson (*Acanthochitona andersoni*), el acantoquitón alargado (*Acanthochitona balesae*) y el quitón multicolor (*Ischnochiton erythronotus*) (García Ríos, C. I., 2003). El cangrejo negro (*Grapsus grapsus*) es uno de los crustáceos más comunes y llamativos por su capacidad de escalar las paredes rocosas expuestas al oleaje y al aerosol del mar. El ostrero (*Haematopus palliatus*) observado con mayor frecuencia durante los meses de invierno, es un ave especializada en este ecosistema (Raffaele, H., et al., 1998).

## 6. Cuerpos de Agua

Los cuerpos de agua abiertos en la RNCEN cubren un área aproximada de 126.2 cds (49.6 ha) de extensión. Estos incluyen la columna de agua de los ríos y quebradas, principalmente el segmento correspondiente a los estuarios, y las lagunas. La inmensa mayoría del área contemplada en este ecosistema corresponde a la Laguna Aguas Prietas. La biodiversidad reportada en estos sistemas acuáticos está íntimamente relacionada a los humedales leñosos y herbáceos, incluyendo también a las comunidades de coral y praderas de yerbas marinas en las aguas cercanas del litoral marino. La salinidad es el factor principal que distingue los cuerpos de agua en la RNCEN.

La vida acuática de los ríos y quebradas incluye peces, camarones, cangrejos, caracoles, insectos acuáticos y larvas de insectos, entre otros organismos. En Puerto Rico se ha reportado la existencia de siete especies de peces nativos (familias Anguillidae, Mugilidae, Eleotridae y Gobiidae), trece especies de camarones (Palaemonidae y Atyidae), una de cangrejo, conocida como buruquena (*Epilobocera sinuatifrons*) y varias especies de caracoles, principalmente de la familia Neritidae. También hay peces y caracoles exóticos que han sido introducidos intencional o accidentalmente. Los peces exóticos se han dispersado desde los embalses donde han sido introducidos, mientras que los caracoles (*Tarebia granifera* y *Marisa cornuarietis*) fueron introducidos como controles biológicos para erradicar la bilharzia. Las poblaciones de estas especies exóticas de peces y caracoles ya están establecidas en la Isla. Entre las especies introducidas accidentalmente se encuentran organismos de las familias Characidae, Cyprinidae, Ictaluridae, Aplocheilidae, Poecillidae, Centrarchidae y Cichlidae (DRNA, 2007; USFWS, \_\_\_\_c).

Con la excepción de la guavina (*Gobiomorus dormitor*), el resto de los peces y camarones en la Isla tienen ciclos de vida complejos que requieren pasar una etapa en el estuario o el océano, y otra a diferentes elevaciones agua arriba de los ríos y quebradas. Este ciclo de vida migratorio puede ser de dos tipos: catádromo o anfídromo. Las especies catádrovas, como la anguila (*Anguilla rostrata*), habitan en los ríos en estado juvenil y adulto, pero los adultos regresan al mar para reproducirse y

liberar los huevos y pasar la etapa de vida larval. Después de permanecer a la deriva de las corrientes durante varios meses, las larvas regresan a los estuarios para migrar río arriba y convertirse en adultos (DRNA, 2008; US Fish & Wildlife Service [USFWS], \_\_\_\_\_a; USFWS, \_\_\_\_\_b).

Las especies anfídomas como el dajao (*Agonostomus monticola*), el olivo (*Sycidium plumieri*), la saga (*Awous tajasica*), la guavina, los camarones bocú (*Macrobrachium spp.*), gata (*Atya spp.*) y el chiripi (*Xiphocaris elongata*), entre otros, habitan los ríos y quebradas, tanto en sus etapas juveniles como adultas. Sin embargo, los individuos migran aguas arriba lentamente a lo largo de su vida y cuando alcanzan la madurez sexual se reproducen en los ríos. Sus larvas son arrastradas por la corriente en dirección hacia el mar donde continúan su desarrollo. Luego de varios meses, las postlarvas regresan a los estuarios para dirigirse eventualmente a las cabeceras de los ríos. Tanto los peces como los camarones ocupan zonas particulares a lo largo de diferentes elevaciones de las corrientes de agua dulce, de acuerdo a su capacidad de natación y ciclo de vida (DRNA, 2008).

La información sobre las especies acuáticas en los ríos y quebradas que discurren por la RNCEN es muy limitada. Solamente se conoce de un estudio limnológico llevado a cabo en los ríos Pitahaya y Juan Martín entre los años 2000 y 2001. Este estudio muestreo solamente segmentos de ambos ríos no influenciados por el agua de mar, por lo que no se consideró ninguna especie en sus estuarios (CSA Group, Inc., 2001a). Es muy probable que las especies registradas en el Río Pitahaya también habiten en el Río Sabana, ya que ambos cuerpos comparten la misma desembocadura, así como condiciones climáticas y usos del suelo muy similares.

La anguila y la guabina fueron las dos especies de peces de agua dulce registradas en los ríos de la zona. Entre los invertebrados se identificó la presencia de la buruquena, los camarones conocidos como el tuberculoso (*Macrobrachium acanthurus*), el zurdo (*Macrobrachium faustinum*), el camarón bucú (*Macrobrachium carcinus*), el salpiche (*Xiphocaris elongata*), dos especies de guavaras (*Atya lanipes* y *Atya innocus*), el *Potimirim mexicana* y los caracoles exóticos *Tarebia granifera* y *Marisa cornuarietis* (CSA Group, Inc., 2001a). Esta última especie ha sido observada también en la

Quebrada Fajardo. Otros invertebrados documentados en el estudio incluyen la araña *Wendilarga clara*, la mosca de mayo de la familia Ecdyuriidae y otros insectos de la familia Libellulidae.

Es importante notar que el estudio limnológico documentó densidades mayores de camarones de los géneros *Atya* y *Macrobrachium* en la estación representativa de la cuenca alta del Río Pitahaya, en comparación a las registradas por otros estudios realizados en segmentos con condiciones similares de los ríos Fajardo, Mameyes y Espíritu Santo. El estudio concluyó, por lo tanto, que la parte alta del Río Pitahaya es un hábitat importante para la reproducción de camarones. Esto sugiere a su vez la necesidad de proteger la integridad de éste y los restantes segmentos de los demás ríos que discurren por la RNCEN para poder ayudar a garantizar la supervivencia de las especies que dependen de la continuidad entre sus ecosistemas costeros y los montañosos del Bosque Nacional El Yunque.

La información correspondiente a las especies en las lagunas salobres halladas en la RNCEN es también escasa, limitándose a muestreos realizados en la Laguna Aguas Prietas en las décadas de 1970 y principios de 1980. Algunos de los peces más comunes en esta laguna incluyen a la muniama (*Gerres cinereus*), el pez aguja (*Tylosurus crocodilus*), la anchoa (*Cetengraulis edentulus*), la sardina (*Harengula clupeiola*), la blanquilla (*Eucinostomus gula*), y el góbido esmeralda (*Gobionellus oceanicus*) (Negrón González, L., 1986; DRN, 1981). La cocolía (*Calinectes sp.*) es relativamente común, mientras que el ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*) también ha sido reportado sumergido y pegado a las raíces de los árboles de mangle rojo a las orillas de la laguna. Es razonable pensar que muchas de estas especies también habitan los estuarios y otros cuerpos de agua salobre en la RNCEN.

La inmensa mayoría de las aves acuáticas en los ecosistemas de humedales leñosos y herbáceos, forman también parte de las especies observadas comúnmente en los cuerpos de agua. Las garzas, por ejemplo, vadean generalmente en áreas poco profundas en busca de peces pequeños, larvas de insectos y crustáceos como alimento. Hay otras, que nadan o se zambullen, por lo que tienen hábitos aún más ligados a los cuerpos de agua abiertos. A este grupo pertenecen varias aves

reportadas en la RNCEN, tales como el zaramago (*Podilymbus podiceps*), la gallareta común (*Gallinula chloropus*), la gallareta inglesa (*Porphyryla martinico*) y el pato zarcel (*Anas discors*). También incluyen otras clasificadas como elementos críticos, tales como el pato quijada colorada (*Anas bahamensis*), el pato chorizo (*Oxyura jamaicensis*), el pato dominico (*Nomonyx dominica*), la tigua (*Tachybaptus dominicus*), el gallinazo caribeño (*Fulica caribaea*), la chiriría caribeña (*Dendrocygna arborea*) y el flamenco (*Phoenicopterus ruber*).

La presencia de todas estas especies entre las charcas y lagunas varía en parte dependiendo de si su fuente de alimento, consistente en invertebrados o plantas acuáticas, provienen de agua dulce o salobre. Por ejemplo, es común observar aves como el pelícano pardo (*Pelecanus occidentalis*) y la tijerilla (*Fregata magnificens*) y varias especies de gaviotas alimentándose de peces que logran capturar en la superficie de las lagunas y los estuarios de la RNCEN, mas no así en los cuerpos de agua dulce. La jicotea se observa, por el contrario, con mucha más regularidad en cuerpos de agua dulce (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar).

La calidad del agua de los ríos y quebradas en la RNCEN se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, especialmente por descargas sanitarias provenientes de los efluentes de los pozos sépticos que sirven a las comunidades del área, impactando como consecuencia la biodiversidad de estos cuerpos de agua. Una cantidad considerable de desperdicios sólidos y escombros es depositada inadecuadamente en la parte media y alta de estas corrientes. Estos desperdicios llegan eventualmente a la RNCEN, afectando el hábitat de numerosas especies acuáticas y marinas. La sedimentación también es un problema considerable, particularmente en la Quebrada Aguas Prietas. La misma esta siendo afectada por actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de un proyecto residencial-turístico justo al sureste de los límites de la RNCEN. Este proyecto también ha obstruido el libre flujo de esta corriente al levantar un dique en tierra en forma transversal a su cauce para convertir el mismo en una charca de retención. Estas intervenciones han afectado a su vez la calidad del agua de la Laguna Aguas Prietas, debido a que la Quebrada Aguas Prietas es su tributario principal.

La construcción de caminos a través de la RNCEN ha tenido también impactos significativos en las corrientes de agua dulce que discurren por el área. Tal y como se ha señalado anteriormente, los caminos han provocado el desvío del flujo en el Río Pitahaya y el Río Juan Martín, provocando daños tanto sobre los ecosistemas de humedales leñosos como en las dunas de arena. El tránsito de vehículos de motor, especialmente de tipo todo terreno (Ej. “four tracks”) ha ocasionado además la erosión y desestabilización de los bancos de estas corrientes en aquellos lugares utilizados para atravesar sus cauces.

### **7. Arrecifes de Coral y Praderas de Yervas Marinas**

Los arrecifes de coral y las praderas de yerbas marinas en las inmediaciones al norte de la RNCEN ocupan un área aproximada de 318 cds (125 ha). Aunque no forman parte del área designada oficialmente como Reserva Natural, estos dos ecosistemas están íntimamente relacionados a los humedales y cuerpos de agua, y en menor medida, a otros ecosistemas de la RNCEN. Por tal razón, es necesario incluirlos como parte de la caracterización de toda esta área.

#### **Arrecifes de Coral**

Puerto Rico presenta grandes extensiones de arrecifes de coral. La riqueza biológica asociada a estos ecosistemas es representativa de la región del Caribe. Un total de 137 especies de corales (7 hidrocorales, 4 antipatarios, 2 telestáceos, 60 octocorales y 64 escleractinios) han sido documentadas. Los arrecifes de coral tienen una gran importancia ecológica, como fuente de pesca y de productos naturales con valor farmacológico y biomédico, como amortiguadores del oleaje y del efecto de invernadero, y como áreas de gran belleza escénica para el esparcimiento y recreación (Hernández, E. A., 2005).

En Puerto Rico existen diferentes tipos de arrecifes de coral tales como: arrecifes de borde, parcho y de banco (Goenaga y Cintrón, 1979). Los arrecifes de borde son arrecifes emergentes separados de la costa por una “laguna marina”, ancha y profunda,

con muy poco oleaje. Los arrecifes de parcho son agrupaciones pequeñas de corales, rodeados de arena, los cuales ocurren cerca de la costa. Los arrecifes de banco son aquellos que se desarrollan sobre sustratos de calcarenita y alejados de la costa (Hernández, E. A., 2005).

Los sistemas de arrecifes de coral en Puerto Rico pueden subdividirse en regiones, según los cuatro puntos cardinales principales: oeste, este, sur y norte. Para efectos de esta distribución geográfica, las comunidades de coral en la RNCEN se encuentran localizadas en la sección norte (Goenaga, C., and G. Cintrón, 1979).

Los arrecifes de borde y de parcho son el tipo dominante en la región norte de la Isla. Varios sistemas de arrecifes bordeantes de alto relieve estructural, algunos de los cuales se extienden entre 1 y 4 km, aproximadamente, y paralelos a la costa, se encuentran en las costas de Luquillo y Fajardo (Hernández, E. A., 2005).

Los arrecifes en el litoral costero de la RNCEN, específicamente aquellos en las playas de La Selva y El Convento, se han identificado como arrecifes de parcho. En el área de El Convento también hay formaciones que se asemejan a arrecifes de barrera pequeños, aunque éstos no cumplen con la definición estricta de un arrecife de este tipo (Hernández, E. A., 2005).

Al presente no existe suficiente información para caracterizar adecuadamente la composición de especies y el estado de salud de los arrecifes en las aguas costeras al norte de la RNCEN. Entre las especies reportadas para el área se encuentran el coral de fuego (*Millepora alcicornis*), el coral de fuego aplastado (*Millepora complanata*), el coral estrellita grande (*Siderastrea siderea*), el coral de dedos (*Porites porites*), el abanico de Venus (*Gorgonia flabellum*), el coral de fuego macizo (*Montastrea annularis*), el coral cavernoso macizo (*Montastrea cavernosa*), el coral cerebro parejo (*Diploria strigosa*), el coral cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*) y el coral cuerno de alce (*Acropora palmata*). Estas dos últimas especies están clasificadas por el Servicio Federal de Pesquerías Marinas (NMFS, por sus siglas en inglés) como especies amenazadas de extinción. También se ha documentado la presencia de la esponja de fuego (*Tedania ignis*), y de las algas marrones *Dictyopteris justii*, *Dictyota spp.* y

*Sargassum spp.* (Vicente & Associates, 1998; DRN, 1992; Goenaga, C., and G. Cintrón, 1979).

Entre los organismos que habitan los arrecifes de coral próximos a la RNCEN en busca de alimento y refugio, cabe destacar el Carey de concha (*Eretmochelys imbricata*), elemento crítico clasificado en peligro de extinción. También se puede observar el dólar de mar (*Leodia sexiesperforata*), aunque mayormente en áreas predominantemente arenosas cercanas al arrecife (Vicente & Associates, 1998; DRN, 1992).

De acuerdo a estudios realizados en el 1973, se reportó que los arrecifes en la zona de la RNCEN tenían una cobertura de coral aproximada de un 30%. Sin embargo, ya para ese entonces estos arrecifes estaban siendo impactados por la sedimentación. El arrecife de La Selva estaba siendo afectado por el bombeo de agua y sedimentos a la costa como consecuencia de las excavaciones hechas para extraer arena de la finca San Miguel I. Los arrecifes en la playa El Convento estaban siendo afectados además por la extracción de corales para la venta como piezas de decoración (Torres, F. 1973).

La cobertura de tejido vivo en el arrecife de La Selva se estima al presente en un 5%, mientras que para El Convento es de aproximadamente un 12% (Hernández, E. A., 2005). Ambas áreas arrecifales son un ejemplo de las condiciones de degradación a las que han estado sometidos los arrecifes de coral en la región norte de la Isla durante las pasadas décadas, en donde en muy pocos casos la cobertura de corales excede el 5%, fluctuando entre 2 y 20% en el extremo noreste (Hernández, E. A., 2005).

Existen varios factores que son responsables por la degradación ambiental de los arrecifes de coral en Puerto Rico. Daño mecánico ocasionado por los huracanes, la depredación por otros organismos, la bioerosión, brotes de enfermedades, blanqueamiento y la mortandad masiva del erizo gigante de mar (*Diadema antillarum*) son algunos de los fenómenos naturales principales que han afectado el desarrollo de los arrecifes (Hernández, E. A., 2005; García Sais, J., Richard Appeldoorn, R., Bruckner, A., Caldow, C., Christensen, J. D., Lilyestrom, C., Monaco, M. E., Sabater, E., Williams, E., Díaz, E., 2005).

La contaminación y deterioro de la calidad de las aguas costeras a causa de actividades humanas, es sin embargo, el factor principal responsable por la degradación acelerada de los arrecifes de coral en la Isla. Esta condición, generalmente de tipo crónico, esta asociada a aumentos permanentes en la turbidez y en las tasas de sedimentación de las aguas costeras como resultado de la deforestación, movimientos de terrenos y los dragados en las cuencas hidrográficas de los ríos que eventualmente desembocan al mar. Otro factor perjudicial principal ha sido la eutroficación como consecuencia de las descargas de aguas sanitarias y el uso excesivo de fertilizantes, entre otras actividades. Todos estos impactos son evidentes en los arrecifes de coral aledaños a la RNCEN.

Los derrames de petróleo, actividades militares, encallamiento de embarcaciones, la sobre pesca, actividades recreativas y la colección de corales y otros organismos asociados a los arrecifes son otros factores antropogénicos detrimentales a los arrecifes en Puerto Rico.

En años recientes se ha reconocido el impacto ocasionado por el calentamiento global como una de las mayores amenazas a la salud y supervivencia de este ecosistema. Ello se ha hecho notar en Puerto Rico, particularmente luego de un evento masivo de blanqueamiento ocurrido a través del Caribe en el año 2005. Este evento afectó los arrecifes en la RNCEN (Luis Jorge Rivera Herrera, comunicación personal). Todos estos impactos causados por el ser humano contribuyen a aumentar o a acelerar el efecto de los estresores naturales, retardando o evitando a su vez la recuperación de los arrecifes luego de una perturbación (Hernández, E. A., 2005; García Sais, J., et al., 2005).

### **Praderas de Yerbas Marinas**

Las yerbas marinas son plantas y no algas, adaptadas al ambiente marino que tienen un ancestro terrestre que incursionó al medio acuático marino (NOAA, 2004)<sup>6</sup>. Las yerbas marinas tienen raíces, tallos, hojas, flores y semillas y llevan a cabo el proceso

---

<sup>6</sup> Obtenido el 30 de abril de 2008, en [http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/habitatconservation/publications/SpanishWetlands\\_051404.pdf](http://www.nmfs.noaa.gov/habitat/habitatconservation/publications/SpanishWetlands_051404.pdf)

de la fotosíntesis (García Ríos, C. I., 2001)<sup>7</sup>. Su distribución está limitada por factores ecológicos como la temperatura, sustrato, la profundidad, turbidez del agua, salinidad y energía de las olas y se desarrollan en lugares rocosos y fangosos o arenosos sumergidos en la costa, formando praderas de diferentes especies de yerbas marinas (NOAA, 2004; García Ríos, C. I., 2001). Las especies más comunes en Puerto Rico son la yerba de tortuga (*Thalassia testudinum*) y la yerba de manatí (*Syringodium filiforme*), y en menor abundancia la yerba de bajío (*Halodule wrightii*), la yerba de mar del Caribe (*Halophila decipiens*) y la yerba de zanja (*Ruppia maritima*) (NOAA, 2004; García Ríos, C. I., 1990).

Las praderas de yerbas marinas en Puerto Rico están distribuidas al sur y este, y en lugares protegidos del oleaje, en el norte y oeste (García Ríos, C. I., 2001). En la RNCEN las praderas de yerbas marinas están localizadas en el litoral de las fincas Convento Norte y San Miguel I, principalmente en donde los arrecifes de coral las protegen del oleaje. Este ecosistema, al igual que los manglares y los arrecifes de coral, proveen áreas de sustrato, reproducción, forrajeo y albergue para invertebrados, algas, esponjas, crustáceos, moluscos, corales y equinodermos y peces de importancia comercial como los meros y los pargos, en diferentes etapas de su ciclo de vida (NOAA, 2004). Especies de peces e invertebrados viajan del arrecife de coral y el manglar a la pradera de yerbas marinas para alimentarse de pequeños peces e invertebrados que buscan refugio entre la vegetación submarina (NOAA, 2004).

También, minimizan el fuerte oleaje y la erosión costera y sostienen una comunidad marina compleja. Las praderas de yerbas marinas ayudan a prevenir el impacto de las actividades antropogénicas al arrecife de coral, debido a que retienen sedimentos finos y fangosos en sus raíces, evitando su deposición sobre los arrecifes (NOAA, 2004; García, 2001).

La pradera de yerbas marinas es además un ecosistema altamente productivo. Produce varias toneladas de hojas al año que llegan al litoral donde se refugian una

---

<sup>7</sup> Obtenido el 30 de abril de 2008, en <http://www.uprh.edu/~cgarcia/ecologiacostanera/Clase/Tha-001/THALASIA.98.htm>

gran cantidad de copépodos, los cuales son fuente de alimento de aves costeras y migratorias como playeros y garzas.

Entre las especies de yerbas marinas identificadas en las aguas costeras inmediatamente al norte de la RNCEN se pueden mencionar a la yerba de tortuga, la yerba de manatí y la yerba de bajío (Vicente & Associates, 1998; DRN, 1992).

Comúnmente se logran observar volando sobre estas áreas, en busca de peces pequeños para alimentarse, a la gaviota gallega (*Larus atricilla*), la gaviota real (*Sterna maxima*), la gaviota piquiaguda (*Sterna sandvicensis*) y un poco menos frecuente, a la boba parda (*Sula leucogaster*). El pelícano pardo (*Pelecanus occidentales*), la gaviota chica (*Sterna antillarum*) y la palometa (*Sterna dougalli*) son otras aves, clasificadas como elementos críticos, que se alimentan de igual manera en esta zona de la RNCEN (Estudios Científicos y Técnicos, Inc., 2004; CSA Group, Inc., 2001c; DRN, 1992; Wunderlee, J., sin publicar). El manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) es otro elemento crítico, y en peligro de extinción, que utiliza este ecosistema como una fuente primaria para su alimentación.

Actualmente en la RNCEN se llevan cabo diversas actividades que afectan el ecosistema de yerbas marinas, tales como la extracción del carrucho (*Strombus gigas*) fuera de su temporada de veda y el impacto de las yerbas marinas por personas que caminan sobre las mismas. La conservación de éste ecosistema en la RNCEN es clave para la continuidad de los procesos ecológicos entre sus ecosistemas y la diversidad biológica de los que ella depende.

#### I. Recursos Históricos y Arqueológicos

La RNCEN alberga varios yacimientos indígenas y estructuras de valor histórico, esto último relacionado a la actividad agropecuaria y del cultivo de la caña durante el pasado.

En cuanto a los yacimientos arqueológicos, estos incluyen tres residuarios de origen precolombino consistentes de fragmentos de cerámica, restos alimentarios (Ej. conchas y huesos) y artefactos líticos (Ej. cinceles, navajas y limas) en el litoral costero de la

finca Convento Norte y el camino peatonal que conduce desde el Balneario de *Seven Seas* a la Playa Convento. Algunos de estos materiales y su grado de complejidad sugieren el establecimiento de campamentos estacionales de aborígenes pre-agroalfareros y agroalfareros, pertenecientes a la Edad Arcaica (ca. 2000 A.C. – 100 D.C.) y la Edad de Cerámica (ca. 400 A.C. – 1500 D.C.) respectivamente (Vélez Vélez J. G., 2000; Departamento de Recursos Naturales [DRN], 1981).

Cerca del límite sur de la finca Las Paulinas existe un conjunto de restos de estructuras de hormigón y de maquinarias que eran movidas por fuerza animal, conocidas estas últimas como cabrestante o malcate y popularmente en la actualidad como “güinche”, asociadas a la operación de recolección de caña de azúcar de la antigua Colonia La Paulina. Estas estructuras y en particular la maquinaria, mantienen cierta importancia histórica ya que reflejan el tipo de tecnología utilizada como parte de esta actividad agrícola en la década de 1930 (Questell Rodríguez, E y E. J. Maíz López, 2001).

En la finca San Miguel II se han identificado los restos de un conjunto de estructuras pertenecientes a un posible molino de vapor ligado a las operaciones de lo que una vez fue la Hacienda San Miguel. La estructura de ladrillo, piedra y argamasa que formaba parte de la torre del molino donde se procesaba la caña, al igual que unos canales abovedados, todavía existen aunque en estado de ruina. Este complejo arquitectónico, aún en su condición presente, tienen valor histórico debido a que constituye un elemento representativo de una de las actividades económicas principales en la Isla a finales del siglo XIX y principios del XX (Questell Rodríguez, E y E. J. Maíz López, 2001).

En las fincas Convento Norte y Convento Sur, y en el área de Cabeza Chiquita, se encuentran las ruinas pertenecientes a tres pozos de mampostería y ladrillo con lo que aparentan eran piletas o bebederos, relacionadas a la actividad ganadera en esta zona a finales del siglo XIX (Vélez Vélez J. G., 2000). Las estructuras, aunque en estado ruinoso, muestran una construcción sumamente elaborada mediante el uso de los mejores materiales disponibles en su época a un grado jamás documentado en la arqueología histórica de Puerto Rico (Dávila, O., 2005).

Tanto en el área de Cabeza Chiquita como en la finca Convento Sur, existen al menos dos pailas de hierro colado, una pieza que era fabricada en Francia por la firma siderúrgica *Carron*, específicamente para trenes de reducción de caldos (guarapo) de caña de azúcar (Dávila, O., 2005). Estas pailas fueron llevadas posiblemente hasta donde se encuentran hoy en día para ser utilizadas como bebederos cuando todavía se desarrollaba la ganadería en estos terrenos.

**FIGURA 2.12**  
**LOCALIZACIÓN DE ESTRUCTURAS DE**  
**VALOR HISTÓRICO / CULTURAL EN LA RNCEN**



En las aguas al noroeste de Cabeza Chiquita, se encuentra un naufragio inglés de finales del siglo XVIII o principios de siglo XIX. Por medio de una investigación del Consejo de Arqueología Subacuática del Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP), se han encontrado evidencias metálicas de lastres de hierro, cañones, anclas, planchas de cobre y cajas de fuego, entre otros en este naufragio (J. Vera, Comunicación personal, 15 de marzo de 2008).

Según el Arqueólogo Juan Vera del ICP, la RNCEN es un área altamente sensitiva para material arqueológico acuático y terrestre ya que en un área relativamente pequeña pueden encontrarse yacimientos pre-históricos con material de culturas indígenas (Laguna Aguas Prietas y desembocadura de ríos), estructuras coloniales y naufragios históricos.

Aparte de los yacimientos y estructuras antes mencionados, es importante destacar también que en el litoral de la RNCEN se pueden observar todavía asociaciones de flora típicas de la costa de Puerto Rico previo a la colonización española, un valor histórico raras veces atribuido a un área natural.

## J. Atributos

### 1. Valor Recreativo

La recreación es un aspecto medular en el quehacer de cualquier sociedad. A través de la recreación se desarrollan actitudes, valores e intereses que promueven la convivencia, integran la familia y fortalecen las instituciones sociales. La actividad recreativa es además un medio a través del cual se pueden apreciar los valores culturales, naturales e históricos, estimulando de esta forma en el individuo un orgullo por lo suyo. “La recreación es un derecho y una necesidad de los seres humanos, reconocido así en la Carta de Derechos de la Humanidad” (Compañía de Parques Nacionales [CPN] y Centro de Estudios para el Desarrollo Sustentable [CEDES], 2005).

La demanda por actividades recreativas es función del tiempo libre y el nivel de desarrollo económico de la sociedad. Estas variables han estimulado un aumento en la demanda para estos servicios en Puerto Rico. Según datos del Plan Estatal de Recreación al Aire Libre (SCORP, por sus siglas en inglés) preparado por la Compañía de Parques Nacionales para el periodo comprendido entre los años 2003 y 2007, “el 84% de los encuestados opinaba que participar en actividades de recreación al aire libre era muy importante para ellos” (CPN y CEDES, 2005). Las encuestas del SCORP, revelaron otros datos significativos. En Puerto Rico, las playas constituyen el recurso natural principal para la recreación al aire libre y el más utilizado por los

puertorriqueños. Por ejemplo, “el 71% de los encuestados indicó que su actividad recreativa preferida era visitar la playa, seguida de guiar por placer y visitar otras áreas naturales, con 59.8% y 56.1% respectivamente” (CPN y CEDES, 2005).

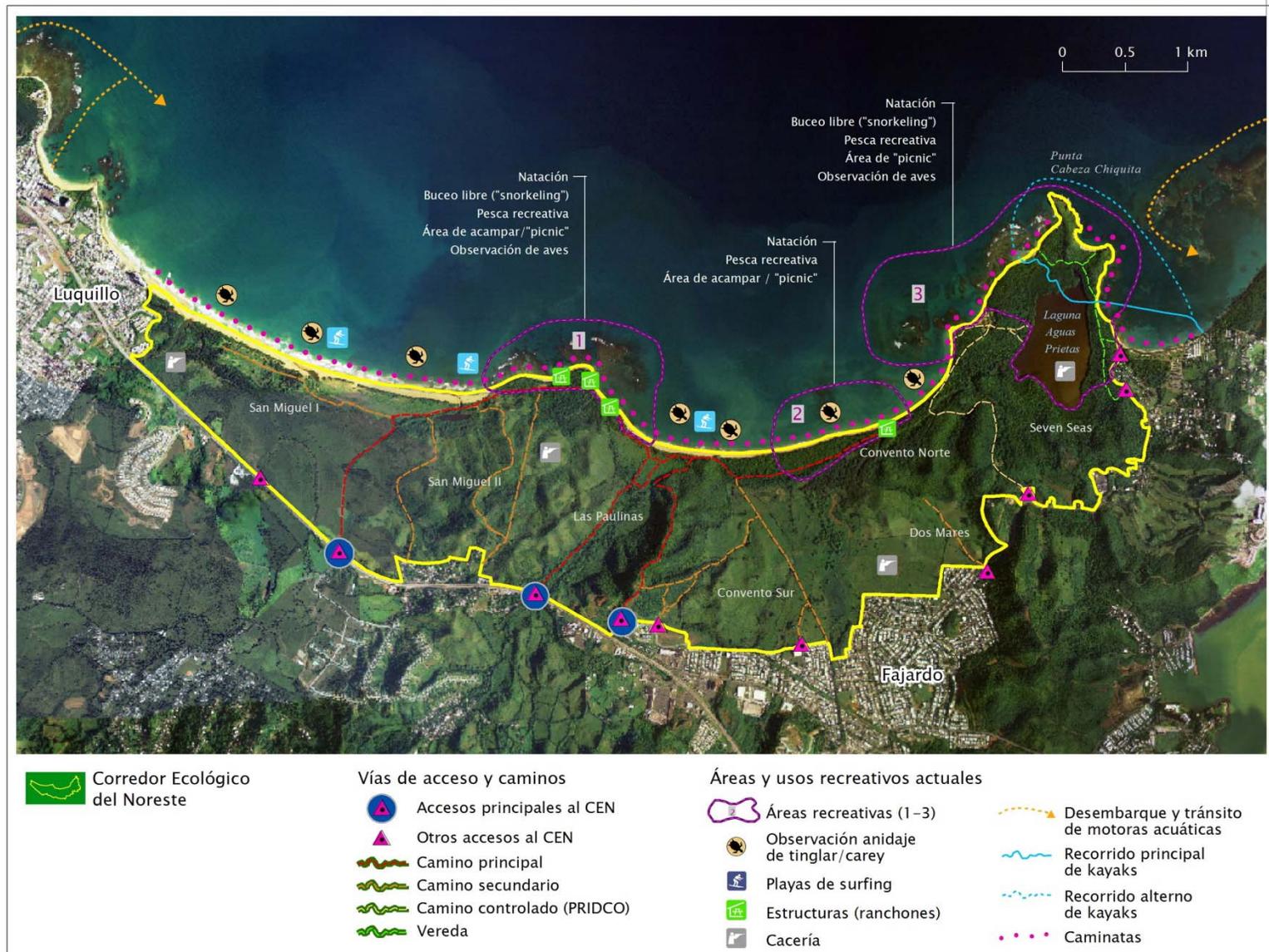
La RNCEN es actualmente espacio para una diversidad de actividades recreativas compatibles e incompatibles con los objetivos de esta área natural protegida. A través de los ejercicios de planificación participativa con los diferentes usuarios de la RNCEN, el DRNA pudo identificar la diversa gama de usos recreativos que actualmente se practican en estos terrenos, los cuales se desglosan en la siguiente tabla.

La siguiente figura también presenta las áreas principales dentro de la RNCEN donde se celebran estas actividades recreativas. Como puede observarse, los usos recreativos compatibles se concentran en tres áreas: (1) Playa La Selva y Playa Las Paulinas; (2) Playa El Convento y Quebrada Fajardo; y (3) Punta Cabeza Chiquita y Playa El Convento. En la multiplicidad de accesos y caminos de tierra dentro la Reserva Natural, también se llevan a cabo usos compatibles (paseos en bicicleta, ciclismo de montaña, caminatas y cabalgatas) como usos incompatibles (paseos en vehículos de campo travesía).

**TABLA 2.16**  
**USOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS ACTUALES EN LA RNCEN**

<u><b>USOS COMPATIBLES</b></u>	<u><b>USOS INCOMPATIBLES</b></u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Natación (baños de mar y de sol)</li> <li>• Paseos y excursiones en kayaks (por operadores turísticos y el Club de Kayak de Fajardo)</li> <li>• Buceo libre (<i>snorkeling</i>)</li> <li>• Buceo</li> <li>• Pesca recreativa</li> <li>• Excursiones y/o pasadías familiares, religiosos o de grupos especiales (Coalición Pro CEN, Niños y Niñas Escuchas y Club 4-H, entre otros)</li> <li>• Observación del anidaje de tortugas marinas (tinglar)</li> <li>• Limpiezas de basura con voluntarios</li> <li>• Acampar</li> <li>• Caminatas</li> <li>• Recorridos en bicicletas y ciclismo de montaña (Asociación Puertorriqueña de Ecociclismo de Montaña, Inc.(APEMI) y el Club Las Iguanas del Corredor)</li> <li>• <i>Surfing</i></li> <li>• Observación de aves</li> <li>• Conteo anual de aves (<i>Christmas Bird Count</i> del <i>National Audubon Society</i>)</li> <li>• Estudio de la vida silvestre</li> <li>• Excursiones guiadas</li> <li>• Uso de estructuras (ranchones) para pasadías</li> <li>• Cabalgatas</li> <li>• Cosecha de cocos</li> <li>• Fotografía de naturaleza y de paisajes</li> <li>• Relajación y contemplación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paseos en vehículos de campo travesía (motoras <i>motocross</i>, <i>four tracks</i>, planchas, <i>buggies</i> de dunas y fango y otros vehículos de todo terreno)</li> <li>• Cacería</li> <li>• Paseos en motoras acuáticas (<i>Jet skis</i>) a alta velocidad</li> </ul>

**FIGURA 2.13**  
**ÁREAS PRINCIPALES DE USOS Y ACTIVIDADES RECREATIVAS ACTUALES**



## **2. Valor Pesquero**

La gran mayoría del litoral costero de la RNCEN se utiliza para la pesca recreativa y deportiva; aunque también hay un pequeño número de pescadores que utilizan la zona para la pesca comercial. Actualmente, en la Reserva se utilizan diversas artes de pesca, que incluyen la pesca de orilla (con anzuelo, caña, línea o hilo), nasas, redes, trasmallo, atarraya (en especial, para la pesca de carnada), carrete e hilo, silga, trampas, cajones y lazos para langostas, bichero de anzuelo para pulpo y arpón. Antes de aprobarse el Reglamento de Pesca de Puerto Rico del DRNA (Reglamento Número 6768 del 11 de febrero de 2004, según enmendado), los pescadores de la zona practicaban el arte del chinchorro de arrastre cubriendo todo el litoral al norte del Corredor donde no hay arrecifes de coral o cayos por un término de 3 meses al año (marzo, abril y mayo) y un máximo de quince (15) ocasiones (Asociación de Pescadores de Luquillo, comunicación personal, 25 de enero de 2008). El Reglamento de Pesca vigente prohíbe el uso de chinchorros de arrastre; por lo que los pescadores de la zona han dejado de practicar este arte de pesca.

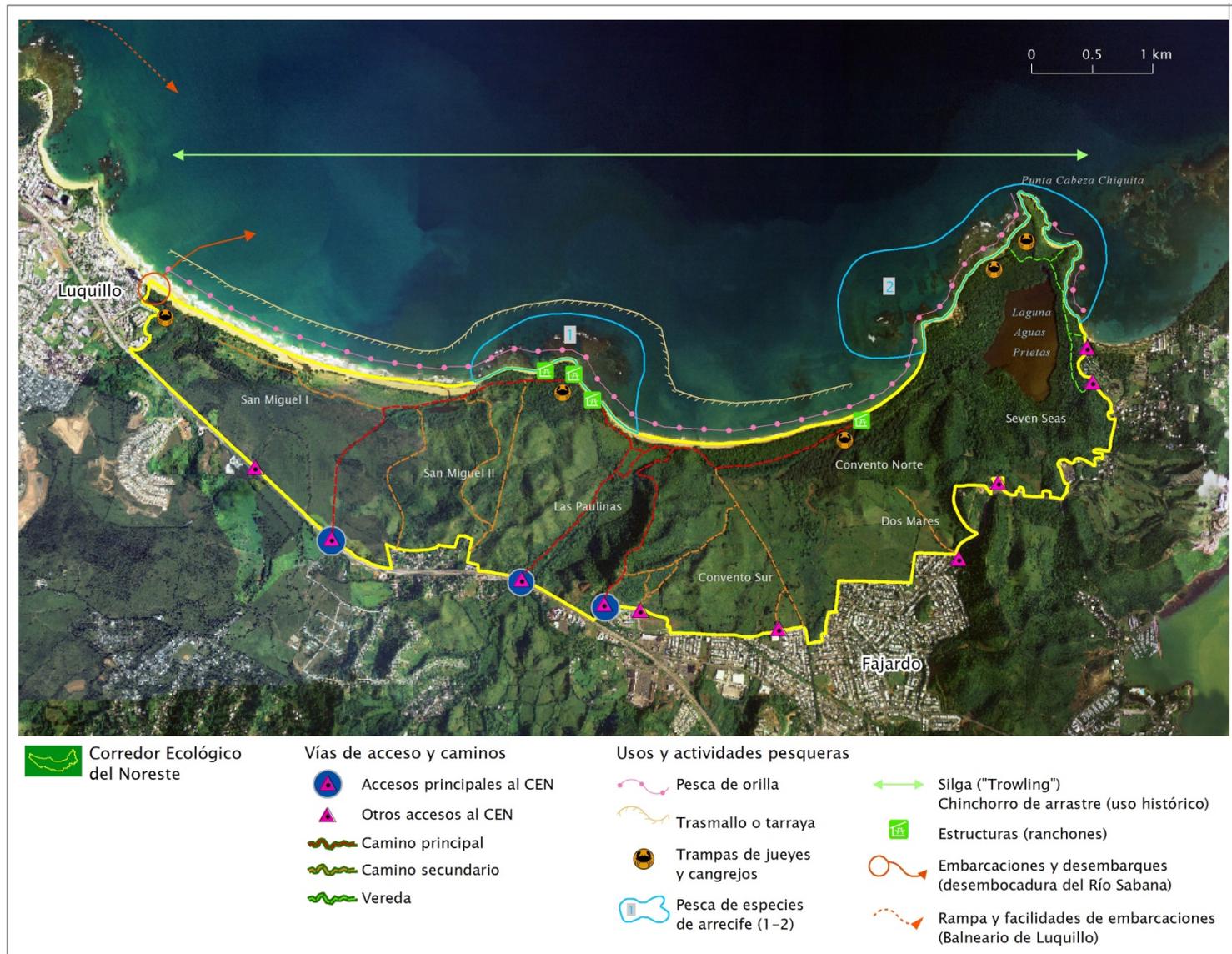
La siguiente figura muestra las áreas principales de pesca en la Reserva Natural y el arte de pesca que se utiliza en ellas. Como puede observarse, en toda la costa se practica la pesca de orilla. Justo en las aguas al norte del litoral costero, se practica la silga (“trowling”) como pesca de altura. En las áreas de arrecifes de coral y de praderas de yerbas marinas en Playa La Selva, Playa El Convento y Punta Cabeza Chiquita, se utiliza la atarraya, el trasmallo, los cajones y lazos para langostas, el bichero de anzuelo y el arpón. En las áreas pantanosas, de humedales y secas cercanas al manglar, especialmente en Playa El Convento, Playa Las Paulinas y el área entre la desembocadura entre los ríos Pitahaya y Sabana, se capturan jueyes y cangrejos. La reglamentación del DRNA prohíbe la captura de jueyes y cangrejos dentro de terrenos designados como reserva natural. Con la nueva designación del Corredor como Reserva Natural, será importante orientar a las personas que capturan jueyes y cangrejos sobre esta prohibición. El mapa también muestra el área en la desembocadura del Río Sabana donde los pescadores de Luquillo guardan algunas de sus embarcaciones.

Según datos provistos por la Asociación de Pescadores de Luquillo y el Oficial de Manejo de las Reservas Naturales del Noreste del DRNA, en la RNCEN se pescan y/o capturan las siguientes especies más comunes, según el arte de pesca:

1. **Pesca de Orilla** – róbalo (*Centropomus undecimalis*), sábalo (*Megalops atlanticus*), sama (*Lutjanus analis*) y roncós (*Haemulon flavolineatum*).
2. **Silga (“Trowing”)** – sierra (*Scomberomorus cavalla*), bonito (*Katsuwonus pelamis*), cojinúa (*Caranx bortholomaei*), dorado (*Corypharna hippurus*) y tuna (*Thunnus atlanticus*).
3. **Trasmallo/Atarraya** – Peces de arrecife como pargos (*Lutjanus sp.*), cojinúas (*Caranx bortholomaei*) y el balajú (*Hemiramphus brasilienses*) como carnada, entre otros.
4. **Cajones y Lazos** – Langostas y Langostinos (*Panulirus sp.*)
5. **Bichero de Anzuelo** – Pulpos (*Octopus vulgaris*)
6. **Trampas** – Jueyes (*Cardisoma guanhumi*)
7. **Buceo y Arpón** – Peces de arrecifes como pargos (*Lutjanus sp.*), colirrubias (*Ocyurus chrysurus*) y loros o cotorros (*Sparisoma sp.*) entre otros, en adición a la colecta de carruchos (*Strombus gigas*).

Según los trabajos de Negrón et al. (1982), la Laguna Aguas Prietas era una fuente de pesca deportiva además de una fuente comercial de carruchos y almejas. Entre las especies más abundantes encontradas en la Laguna se encontraban: la muniama (*Gerres cinereus*), la sardina (*Harangula clupeola*), la blanquilla (*Eucinostomus gula*) y el góbido esmeralda (*Gobionellus oceanicus*). Según el Plan de Manejo de la Reserva Natural de la Finca Seven Seas, en la Laguna Aguas Prietas también predominaba la pesca de róbalo (*Centropomus undecimalis*), pargos (*Lutjanus sp.*) y meros (*Epinephelus sp.*) (DRNA, 2006).

**FIGURA 2.14**  
**ÁREAS PRINCIPALES DE PESCA EN LA RNCEN**



Los recursos pesqueros de Puerto Rico muestran los signos clásicos de sobrepesca: reducción marcada en los desembarcos, disminución en la captura por unidad de esfuerzo, cambio significativo a una captura de peces de menor tamaño, cambio en la composición de especies desembarcadas, desaparición de las especies de mayor importancia y cambio en las artes de pesca tradicionales (JCA, 2004). Por eso es importante reconocer la importancia de los arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas, manglares y lagunas costeras en la renovación de los recursos pesqueros al servir de criadero para los individuos juveniles de especies importantes tanto para la pesca comercial como para la recreativa.

### **3. Valor Educativo**

Las áreas naturales protegidas, además de ser importantes recursos para la recreación, también son espacios de incalculable valor educativo y didáctico. En éstas se aprende de la riqueza de nuestra biodiversidad, de la importancia y los beneficios de los procesos ecológicos, de sus posibilidades económicas y de nuestra herencia histórica, natural y cultural.

“La conservación, el desarrollo y las oportunidades para el ocio van de la mano con la educación. Al presente existen varias modalidades de programas o estrategias para educar a los visitantes o usuarios de los distintos entornos naturales. El ecoturismo y otras variantes del turismo, son estrategias informales de educar. Existen otras modalidades de educación formal o informal, tales como: servicios de interpretación, programas y servicios de recreación al aire libre, educación al aire libre, educación ambiental y educación experiencial” (CPN y CEDES, 2005).

En los ejercicios de planificación participativa para el desarrollo del Plan Integral de la RNCEN, los participantes informaron sobre diversas actividades educativas formales e informales que actualmente se llevan a cabo en el área natural. Estas actividades incluyen:

- La observación del anidaje de tortugas marinas (tinglar) con grupos estudiantiles, universitarios, tropas de Niños y Niñas Escuchas y otros grupos de interés particular - El personal del Programa de Monitoreo de Tortugas Marinas

del DRNA atiende a estos grupos en el área de la Playa La Selva. Los grupos reciben una charla educativa sobre diversos aspectos de los tinglares previo a patrullar la playa en espera de que anide alguna tortuga marina. Una vez los biólogos marinos entienden que es seguro y que la presencia de los visitantes no afectará el éxito del anidaje, permiten que el grupo se acerque a presenciar dicha actividad. El DRNA, en conjunto con otras entidades, está en el proceso de aprobar un “Protocolo para Trabajos de Manejo de Tortugas Marinas en Puerto Rico” mediante una orden administrativa (Héctor Horta, comunicación personal, 15 de marzo de 2008). Este protocolo podrá servir de referencia para el manejo de futuras visitas para la observación del anidaje de tortugas marinas en la Reserva Natural.

- La celebración del Festival del Tinglar por la Coalición Pro Corredor Ecológico del Noreste (Coalición Pro CEN) – Anualmente, la Coalición Pro CEN organiza para finales del mes de abril el Festival del Tinglar en la plaza del casco urbano del Municipio de Luquillo. Meses antes del Festival, la Coalición se da a la tarea de llevar presentaciones educativas sobre el tinglar a escuelas públicas y privadas de la región noreste de Puerto Rico. También invita a las escuelas a participar en la parada que da inicio al Festival para darle la bienvenida a los tinglares, que empiezan su época de anidaje en abril. La parada es además motivo de una competencia en donde estudiantes de grados primarios se visten de tinglar y se premian los disfraces más originales, más educativos y más divertidos, entre otros. Se ofrecen además exhibiciones con información educativa y didáctica sobre el Corredor, los tinglares y otros recursos naturales en Puerto Rico a todo el público que asiste al Festival.
- Las limpiezas de basura – Diversos grupos de interés, incluyendo la Coalición Pro CEN, la Asociación de Pescadores de Luquillo, *Scuba Dogs* y grupos de Niños y Niñas Escuchas, entre otros, han organizado limpiezas de basura en la RNCEN. En su mayoría, estas limpiezas se han concentrado: (1) en las playas y caminos en La Selva y Playa Las Paulinas y (2) en la vereda que conecta el Balneario de *Seven Seas* con Playa El Convento y Playa Colorá/Escondida. A

su vez, la Asociación de Pescadores de Luquillo ha trabajado en la remoción de escombros mayores y chatarras de los accesos vehiculares principales de la Reserva Natural para las fincas San Miguel I y II y la finca Las Paulinas.

- Los pasadías y excursiones educativas – La Coalición Pro CEN, la Asociación Puertorriqueña de Ecociclismo de Montaña, Inc. (APEMI), el Club de Ciclismo Las Iguanas del Corredor y el Club de Kayak de Fajardo, entre otros, organizan pasadías y excursiones educativas a través de la Reserva Natural. Una de las actividades educativas más llamativas es el “Día Recreativo en el Corredor” organizado por la Coalición Pro CEN. En el Día Recreativo se organizan diversas actividades por toda la Reserva Natural que incluyen: una caminata por todo el litoral costero del Corredor con paradas en las playas El Convento y La Selva para un baño de mar y buceo libre (*snorkeling*), excursión en kayak desde el balneario de *Seven Seas* hasta Playa El Convento, excursión para observación de aves, clases de *surfing*, clases de Tai Chi y Yoga y noche de acampar en el balneario de *Seven Seas*, entre otras.

Todas estas actividades son evidencia del increíble potencial de la RNCEN como recurso educativo y salón de clases al aire libre.

#### **4. Valor para la Investigación Científica**

Los ecosistemas de la RNCEN constituyen espacios favorables para el desarrollo de investigaciones científicas relacionadas con las diferentes características de estos sistemas naturales, con las especies raras, amenazadas o en peligro de extinción que habitan en ellos y con el potencial de restauración de los mismos, entre otros. A su vez, existe un potencial para desarrollar investigaciones sobre el valor histórico y arqueológico de estos terrenos. A través de estas investigaciones pueden generarse trabajos conceptuales que provean información y recomendaciones útiles para diseñar, evaluar y orientar las futuras estrategias de manejo y de usos de terrenos en la Reserva Natural y sus terrenos adyacentes, así como otras áreas en Puerto Rico y el trópico con características similares.

La RNCEN ha sido y es objeto de un número considerable de investigaciones científicas realizadas por diversas entidades. Éstas son tan sólo una muestra del gran valor que tiene la RNCEN como recurso para la investigación científica. Entre las más importantes, resaltan:

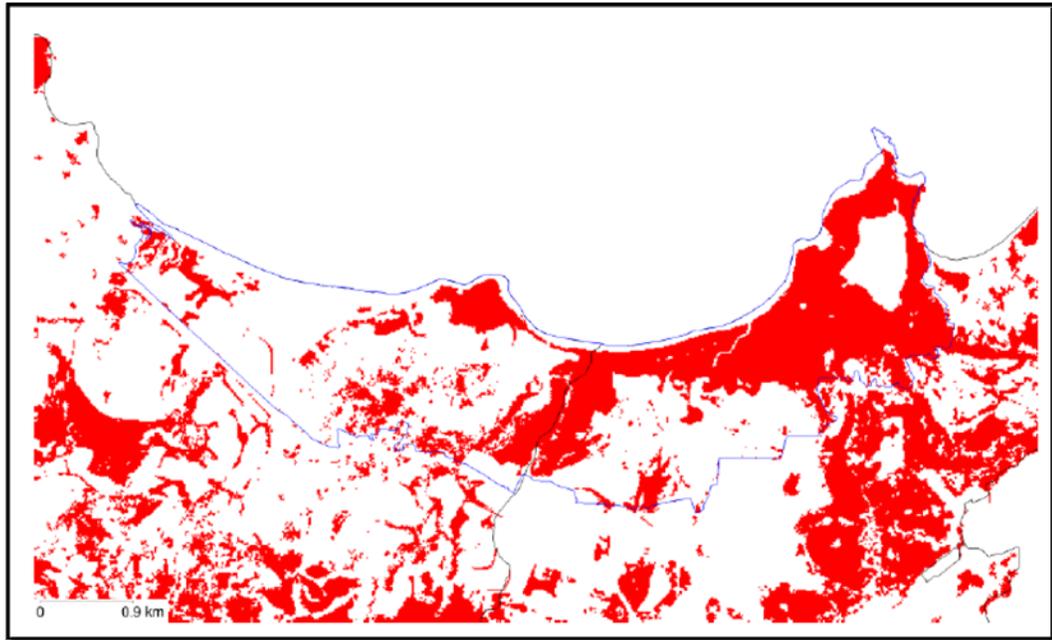
1. **Monitoreo del Anidaje de Tortugas Marinas** – El Programa de Monitoreo de Tortugas Marinas del DRNA lleva realizando inventarios y monitoreo del anidaje de tortugas marinas en las playas de la RNCEN desde el año 1986. Los resultados de estos estudios de monitoreo identifican a las playas de la RNCEN como unas de las más importantes para el anidaje del tinglar (*Dermochelys coriacea*) en el Caribe nororiental. Estos estudios también han podido documentar un aumento continuo en la actividad de anidaje del tinglar en estas playas durante los últimos veinte años. [Investigador Principal: Héctor Horta - DRNA]
2. **Movimiento de Tinglares Hembras Durante Época de Anidaje** – El DRNA firmó un acuerdo cooperativo de investigación con el *Large Pelagics Research Lab* del *University of New Hampshire* para determinar el alcance y la extensión del movimiento de tinglares hembras en las áreas marinas de la región noreste de Puerto Rico durante la época de anidaje entre los años 1998 y 2003. La investigación consistió en determinar mediante telemetría, el movimiento y profundidad (*pop-up satellite archival tags* (PSATs) y *time depth recorders* (TDRs)) a la que llegaron 19 tinglares hembras luego de haber anidado en el Corredor. A estos individuos se les colocó un transmisor que emitía una señal captada por satélite, logrando así rastrear sus movimientos y profundidad de inmersión. [Investigadora Principal: Dr. Molly Lutcavage - *Large Pelagics Research Lab, University of New Hampshire*]
3. **Conteo Navideño Anual de Aves del *National Audubon Society*** – Los científicos y técnicos del Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF, por sus siglas en inglés) del Servicio Forestal Federal organizan anualmente las actividades de conteo de aves en el noreste de Puerto Rico, como parte del *National Audubon Society Christmas Bird Count* que se celebra durante los

meses de diciembre y enero de cada año. Entre los conteos de aves en el noreste de la Isla, se incluyen actividades de inventario de aves en diferentes lugares de la RNCEN. Los lugares inventariados en el Corredor son un componente de mucho valor para el censo anual de aves de todo Puerto Rico y se recomienda continuar estos censos en el futuro. [Investigador principal: Dr. Joe Wunderle – IITF]

4. **Parcela de Inventario y Análisis Forestal** - El Programa de Inventario y Análisis Forestal del Servicio Forestal Federal realiza actividades de monitoreo y descripción de los bosques en Puerto Rico. Este Programa tiene una parcela permanente dentro de la RNCEN desde el año 2002. Los datos recolectados en esta parcela contribuyen al inventario de cobertura forestal de la Isla (Brandeis, et al., 2007). La parcela en la RNCEN será inventariada y analizada cada 5 años como parte de este programa de monitoreo a largo plazo. [Investigadores principales: Dr. Thomas Brandeis - Servicio Forestal Federal/*Southern Research Station* y Dra. Eileen Helmer – IITF]
5. **Evaluación de Biodiversidad** – IITF llevó a cabo una evaluación a nivel isla de la distribución de especies residentes de vertebrados terrestres y del grado de su conservación y protección, la cual incluyó los terrenos de la RNCEN. Esta evaluación se conoció como el *Puerto Rico Gap Analysis Project*. La información disponible en esta evaluación de biodiversidad incluye especies residentes de vertebrados terrestres, su distribución dentro de la Reserva y la descripción y distribución de hábitats dentro de la Reserva. Los pronósticos de la distribución de especies están basados en rangos conocidos y la ocurrencia de hábitats. Se estima que existen sobre 100 especies residentes de vertebrados terrestres dentro de la RNCEN (Gould et al., 2007). Los datos e información sobre la distribución de cada especie por tipo de hábitat, al igual que otras características adicionales sobre estas especies, estarán disponibles por Internet. [Investigador Principal: Dr. William Gould – IITF]

**FIGURA 2.15**  
**EJEMPLO DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DEL**  
**MÚCARO DE PUERTO RICO DENTRO DE LA RNCEN**

(Fuente: Gould et al., 2007)

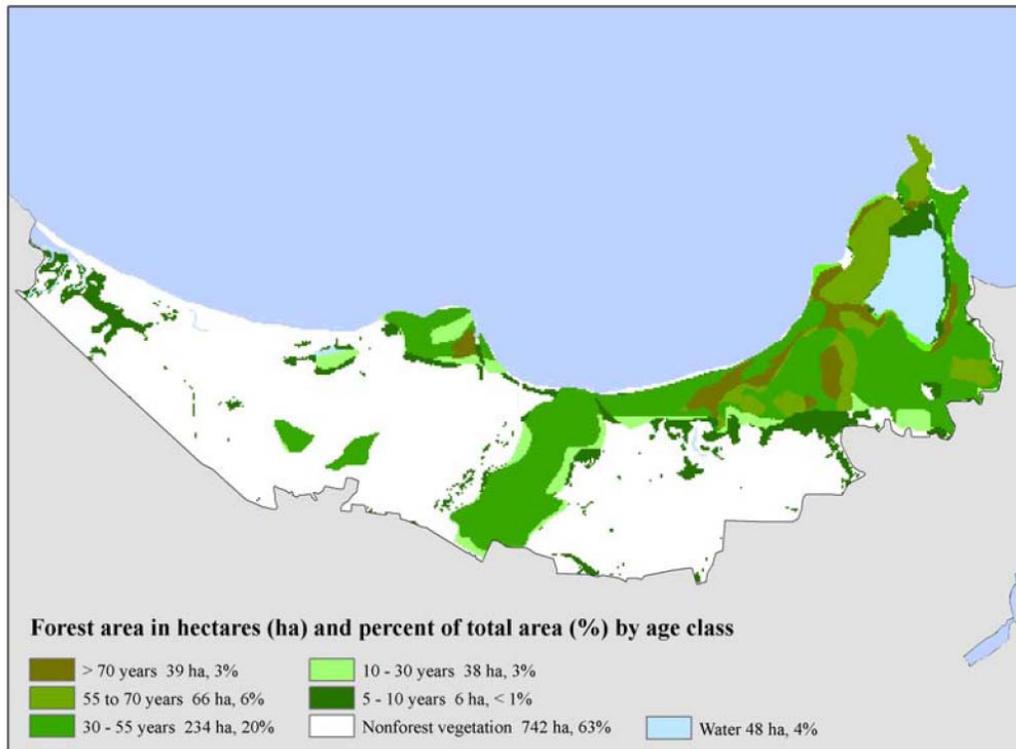


6. **Estudios sobre Fragmentación de Paisajes** – El Servicio Forestal Federal está evaluando el efecto de borde y la fragmentación de los bosques en la distribución y descomposición de materiales finos y gruesos de los árboles de bosques secos y húmedos de los llanos costeros de Puerto Rico. Para este estudio, se escogieron quince (15) parcelas dentro de la RNCEN. En cada una de éstas, se recolectó información sobre especies de árboles o arbustos y su importancia relativa basada en frecuencia y área basal. Este análisis provee información sobre las especies de árboles que se encuentran en bosques maduros y jóvenes, al igual que en los bordes de los distintos tipos de bosques, dentro de la Reserva Natural. En el futuro, será importante volver a estudiar estas mismas parcelas para conocer las dinámicas de la estructura forestal de los diferentes fragmentos de bosques en la RNCEN. [Investigadores Principales: Dra. Grizelle González – IITF y Dr. William Gould – IITF]

7. **Análisis de Cobertura y Usos de Suelo** – El Servicio Forestal Federal ha llevado a cabo una serie de análisis sobre cobertura y usos de suelo en Puerto Rico, que incluyen los terrenos de la RNCEN. Estos análisis incluyen evaluaciones sobre el tipo de cobertura de suelo, la edad de los bosques, las dinámicas de la cobertura de suelo y los niveles de urbanización, entre otros. Se planifica que las evaluaciones futuras a nivel isla sobre cobertura y usos de suelo, incluyendo la relación entre usos de suelo y los servicios ambientales de ecosistemas, también incluyan a la Reserva Natural. Por consiguiente, esta Reserva será un área valiosa para poder evaluar estos impactos. [Investigadores Principales: Dr. Ariel Lugo – IITF, Dra. Eileen Helmer – IITF y Dr. William Gould – IITF]

**FIGURA 2.16**  
**EDAD DE BOSQUES EN RNCEN**

(Fuente: Gould, sin publicar.)



8. **Programa de Investigación Ecológica a Largo Plazo** – Entidades como el *Institute for Tropical Ecosystem Studies* (ITES) de la Universidad de Puerto Rico y el IITF han desarrollado numerosas investigaciones bajo el *Luquillo Experimental Forest Long Term Ecological Research Program* en los ríos principales que nacen en el Bosque Nacional El Yunque, específicamente los ríos Mameyes, Sabana y Blanco. Hasta la fecha, estas investigaciones se han enfocado en los terrenos dentro y adyacentes al Bosque Nacional, pero existe un gran potencial para extender el área de alcance de futuras investigaciones hasta las desembocaduras de estos ríos, en especial las del Río Sabana y el Río Pitahaya que ahora se encuentran en un área natural protegida dentro de la RNCEN. [Investigadores Principales: Dr. Jorge Ortiz Zayas y Dr. Alonso Ramirez - ITES, Universidad de Puerto Rico]
  
9. **Investigación Arqueológica Subacuática** – En los últimos años, el Consejo de Arqueología Subacuática del Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP) lleva efectuando una investigación sobre un naufragio perteneciente a un buque inglés en las aguas al noroeste de Punta Cabeza Chiquita. Se entiende que este barco británico es de finales de siglo XVIII o principios de Siglo XIX. En el mismo, se han encontrado evidencias metálicas de lastres de hierro, cañones, anclas, planchas de cobre y cajas de fuego, entre otros. Los resultados de esta investigación todavía no han sido publicados. [Investigador principal: Arqueólogo Juan Vera - ICP]

## 5. Valor Paisajístico

El término Corredor Ecológico del Noreste precisamente nace de la conexión ecológica y paisajística que existe entre esta Reserva Natural con la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan al este y el Bosque Nacional El Yunque al suroeste. En menos de 13 millas, lo que representa un recorrido vehicular de aproximadamente treinta (30) minutos, los residentes o visitantes de la región noreste de Puerto Rico pueden conocer todas las seis zonas de vida que existen en Puerto Rico, desde un bosque seco subtropical en Las Cabezas de San Juan hasta un bosque montano bajo lluvioso en las

partes más altas de El Yunque. Encontrar tal diversidad de ecosistemas en un espacio tan reducido es un fenómeno natural de extrema singularidad y constituye un atractivo único para toda esta región. Por consiguiente, es importante proteger el valor paisajístico de esta Reserva Natural en lo que podríamos denominar la “cuenca paisajística” desde El Yunque hasta Las Cabezas de San Juan.

El valor de paisajes naturales se puede medir en beneficios económicos, sociales y ambientales. En términos económicos, aumentan el valor económico de las propiedades residenciales y comerciales cercanas. En términos sociales, hace de las comunidades lugares más atractivos para vivir y trabajar. Además, provee espacios para la contemplación y el estímulo intelectual y espiritual. A su vez, ayuda al relajamiento y al bienestar como beneficio terapéutico. En términos ambientales, desarrolla la sensibilidad hacia el entorno natural y el respeto a la vida que promueve la conservación del ambiente (CPN y CEDES, 2005).

Además, la proximidad de la Reserva Natural con el Bosque Nacional El Yunque le añade valor a ambas áreas protegidas al aumentar la conectividad de espacios abiertos en la región noreste de Puerto Rico, un área de alta presión de desarrollo” (IITF, 2008).

La RNCEN tiene un número considerable de vistas paisajísticas dentro y fuera de los límites del área protegida. De importancia particular, se encuentran los relativamente extensos paisajes naturales sin ningún tipo de infraestructura. Esto constituye un valor singular dado su rareza en Puerto Rico y el interés público de experimentar estas vistas paisajísticas. Algunas de las más importantes dentro de la RNCEN incluyen:

- Los largos trechos de playas sin estructuras entre Luquillo y la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan;
- Las vistas hacia todas direcciones desde las colinas altas de la Reserva, particularmente hacia la costa y el océano al norte y hacia el Bosque Nacional El Yunque al suroeste;
- Las vistas desde las playas de la Reserva Natural hacia el Bosque Nacional El Yunque;

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTRATÉGICA

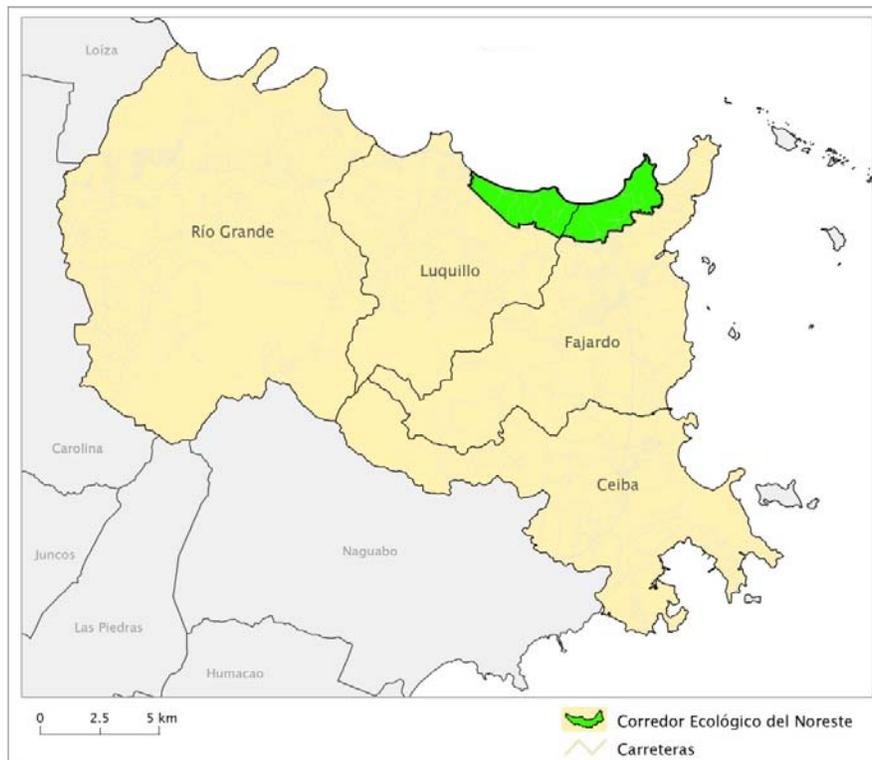
- Las vistas de los ríos, quebradas y lagunas de la Reserva (Río Sabana, Río Pitahaya, Río Juan Martín, Quebrada Fajardo y Laguna Aguas Prietas);
- La vista hacia todas direcciones desde Punta Cabeza Chiquita; y
- Las vistas a los sistemas de dunas de arena al oeste de la Reserva.

## CAPÍTULO III

### CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

Para efectos de la descripción sobre las características socioeconómicas de la RNCEN, el análisis se enmarca en el contexto regional de los municipios de Río Grande, Luquillo, Fajardo y Ceiba (en adelante “Región Noreste”), pues son los que mantienen una relación más estrecha con esta área en términos socioeconómicos y funcionales, por lo que cualquier desarrollo en dicha región tendrá un impacto sobre la Reserva Natural (Figura 3.1). Sin embargo, el análisis sobre las características socioeconómicas también utiliza como marco de referencia la Región Este establecida por la JP para la consideración de algunos factores (Figura 3.2). La “Región Este de la JP” está definida por los municipios de Ceiba, Culebra, Fajardo, Humacao, Juncos, Las Piedras, Luquillo, Maunabo, Naguabo, Patillas, Río Grande, Vieques y Yabucoa (JP, 2000).

**FIGURA 3.1**  
**CONTEXTO REGIONAL Y LA RNCEN**



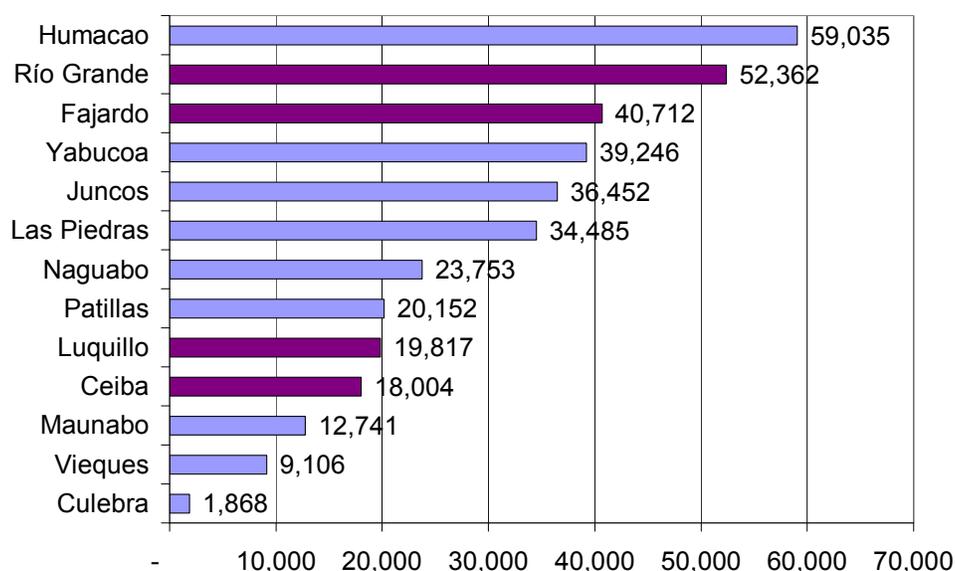
**FIGURA 3.2**  
**MUNICIPIOS QUE COMPONEN LA REGIÓN ESTE**  
**DE LA JUNTA DE PLANIFICACIÓN**



### A. Población

Según datos del Censo de Población y Vivienda del 2000, la Región Noreste estaba compuesta por 130,895 habitantes, distribuidos entre Río Grande (52,362), Fajardo (40,712), Luquillo (19,817) y Ceiba (18,004). Estos 130,895 habitantes representan un 36% del total de habitantes en la Región Este de la JP (367,733) y un 3% de la población total de Puerto Rico (3,808,610).

**TABLA 3.1**  
**POBLACIÓN POR MUNICIPIO DE LA REGIÓN ESTE DE LA JP**  
(Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



Durante la década de 1990 a 2000, los municipios de la Región Noreste registraron un crecimiento poblacional de 11%, sobrepasando el crecimiento registrado para la Región Este de la JP que fue de un 10.5% y el total para Puerto Rico que fue de un 8.1%. El municipio que registró más crecimiento poblacional en la Región Noreste fue Río Grande (14.7%), seguido por Fajardo (10.4%), Luquillo (9.5%) y Ceiba (5%).

La Oficina del Censo de la JP ha proyectado que la Región Noreste tendrá 138,166 habitantes para el año 2008, correspondiente a 56,296 personas en Río Grande, 42,580 en Fajardo, 20,738 en Luquillo y 18,552 en Ceiba.<sup>8</sup> Esto representa un aumento porcentual de 5.55% con respecto al año 2000.

Se proyecta que para el año 2010, la población de la Región Noreste será de 139,692 habitantes, lo que representa un crecimiento de 6.7% con respecto al año 2000. También se proyecta que Río Grande representará el municipio con más crecimiento poblacional entre el año 2000 y el 2010 con un 9.2% de crecimiento, seguido por Luquillo (5.6%), Fajardo (5.5%) y Ceiba (3.5%). Dichas proyecciones reflejan un

<sup>8</sup> Obtenido el 16 de mayo de 2008 de la siguiente dirección:  
[http://www.gobierno.pr/NR/rdonlyres/7764EF33-1ECB-4342-A3F6-93771C797948/0/Resumen\\_Proyeccion\\_JP\\_Municipio\\_2000\\_2010.xls](http://www.gobierno.pr/NR/rdonlyres/7764EF33-1ECB-4342-A3F6-93771C797948/0/Resumen_Proyeccion_JP_Municipio_2000_2010.xls)

aumento en población para todos los municipios de la Región Noreste, aunque no tan marcado como el crecimiento poblacional que se generó durante la década de 1990.

#### **B. Densidad Poblacional**

Según el Censo de Población y Vivienda del 2000, Fajardo era el municipio con mayor densidad poblacional en la Región Noreste (con 1,361.6 habitantes por milla cuadrada (mi<sup>2</sup>)), seguido por Río Grande (con 862.6 habitantes por mi<sup>2</sup>), Luquillo (con 771.1 habitantes por mi<sup>2</sup>) y Ceiba (con 620.8 habitantes por mi<sup>2</sup>). Estas cifras comparan con las densidades poblacionales promedios registradas para toda la Región Este de la JP (con 754 habitantes por mi<sup>2</sup>) y para todo Puerto Rico (1,112 habitantes por mi<sup>2</sup>).

#### **C. Tasa de Desempleo**

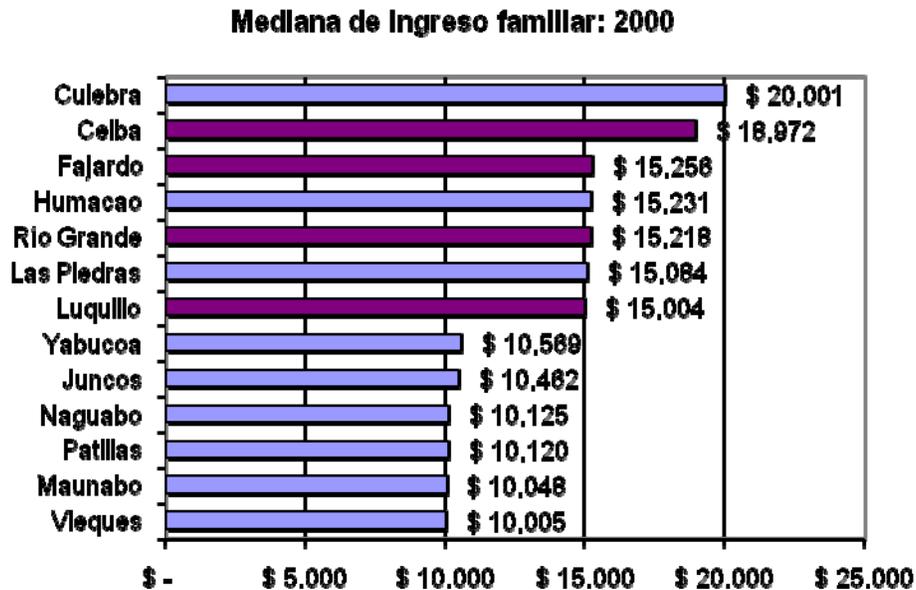
Para el año 2000, el Municipio de Luquillo registro una tasa de desempleo de 23.05%, la más alta de los municipios que componen la Región Noreste; seguido por Río Grande (20.37%), Fajardo (18.61%) y Ceiba (18.35%). Los municipios de Luquillo y Río Grande sobrepasaron la tasa promedio de desempleo para todo Puerto Rico, de 19.2%. Entre los años 1990 y 2000, la tasa de desempleo se redujo para todos los municipios de la Región Noreste, aunque las mismas no fueron muy marcadas.

#### **D. Ingreso Familiar y Familias Bajo el Nivel de Pobreza**

Según el Censo de Población y Vivienda del 2000, la mediana de ingreso familiar de la Región Este de la JP fue de \$15,772. Dentro del área de estudio, el municipio de Ceiba presentó la mediana de ingreso familiar más alta de la Región Noreste con \$18,972, seguido de Fajardo (\$15,256), Río Grande (\$15,218) y Luquillo (\$15,004).

**TABLA 3.2**  
**MEDIANA DE INGRESO FAMILIAR (2000)**

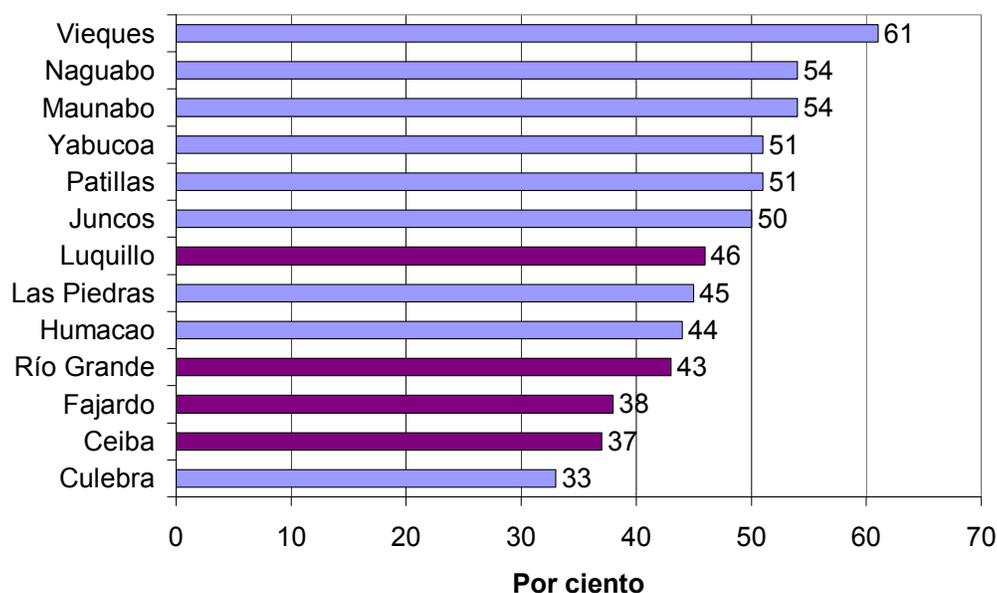
(Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



Según el Censo del 2000, la Región Noreste tenía un total de 14,286 familias bajo el nivel de pobreza. Para el año 2000, se observó una recuperación significativa en la economía de las familias de la Región Noreste, ya que tres de los cuatro municipios presentaron niveles de pobreza inferiores a los de Puerto Rico (44.6%); específicamente Río Grande con 43.2%, Fajardo con 38.1% y Ceiba con 37%. Tan solo el Municipio de Luquillo presenta un nivel de pobreza (46.3%) superior al de la Isla. No obstante, entre 1990 y 2000 el por ciento de familias bajo el nivel de pobreza se redujo en los cuatro municipios de la Región Noreste; en Río Grande (12.2 puntos porcentuales), en Luquillo (9.3 puntos porcentuales), en Fajardo (12.6 puntos porcentuales) y en Ceiba (5.9 puntos porcentuales).

**TABLA 3.3**  
**FAMILIAS BAJO EL NIVEL DE POBREZA (2000)**

(Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



### E. Empleos e Ingresos Por Sector Industrial

Durante el año fiscal 2005, los sectores industriales que en promedio generaron más empleos en la Región Este de la JP fueron: servicios (29.76%), administración pública (21.62%), manufactura (18.80%) y comercio (12.68%). El sector de servicios fue el sector industrial más importante en generación de empleos para los municipios de Río Grande (47.58 %), Luquillo (26.29%), Fajardo (40.45%) y Ceiba (50.12%) (JP, 2007). Según el Perfil Regional del Este de realizado por la JP:

- En Río Grande, el segundo sector en importancia en cuanto a la generación de empleos es la administración pública, seguido por el comercio y la manufactura;
- En Luquillo, el segundo sector en importancia en cuanto a la generación de empleos es también la administración pública, pero es seguido por la manufactura;

- En Fajardo, el segundo sector en importancia en cuanto a la creación de empleos es el comercio, seguido por la administración pública y la manufactura; y
- En Ceiba, el segundo sector en importancia en cuando la creación de empleos es la administración pública, seguido por la construcción y la manufactura (JP, 2007).

Los sectores de agricultura, construcción, transportación y almacenamiento, finanzas, seguros y bienes raíces también aportaron en menor escala a la creación de empleos en la región.

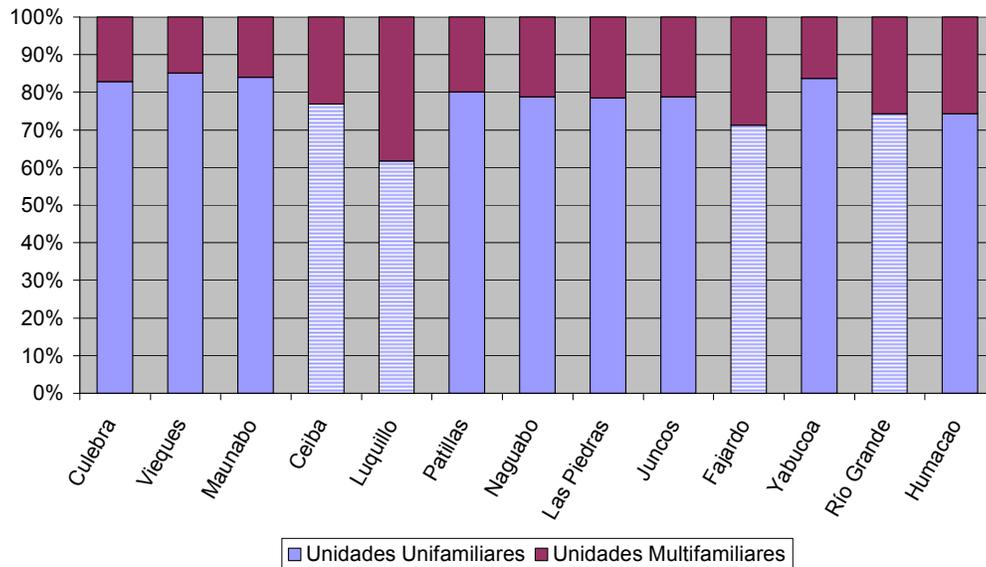
La actividad manufacturera es la principal generadora de ingresos en la Región Este de la JP (36.9%). El segundo generador de ingreso fue el sector de los servicios (17.6%), seguido de la administración pública (14.4%) y el comercio (10.1%). En Río Grande el ingreso principal se concentra en los servicios, en Luquillo en la manufactura, en Fajardo en los servicios y en Ceiba en la administración pública y la agricultura.

#### F. Unidades de Vivienda

Según el Censo de Población y Vivienda de 2000, la Región Noreste tiene 53,103 unidades de vivienda, lo que representa un 3.7 por ciento de Puerto Rico. La distribución de las unidades de vivienda se relaciona con la población, por lo que entre Río Grande (19,928) y Fajardo (17,136) se concentra el 70 por ciento de las viviendas. Las unidades restantes se ubican en Luquillo (9,327) y Ceiba (6,742). De todas estas, la mayoría son unidades unifamiliares.

Dentro de las unidades multifamiliares, existe la categoría de multifamiliar en edificios de 10 o más unidades representando el 3.8% del total de unidades de vivienda en la Región Este de la JP. El municipio de Luquillo tiene el mayor número de unidades multifamiliares en edificios de 10 ó más unidades con 18.0% del total las mismas.

**TABLA 3.4**  
**DISTRIBUCIÓN DE TIPO DE VIVIENDA POR MUNICIPIO, REGION ESTE, JP**  
 (Fuente: Negociado del Censo Federal, Censo de Población y Vivienda, 2000)



Según el Censo del 2000, la Región Noreste cuenta con una gran cantidad de unidades de vivienda desocupadas (10,204). De éstas, tres cuartas partes se utilizan para uso estacional, recreativo u ocasional, lo que se conoce como segundas viviendas. La proporción de viviendas desocupadas en esta Región es significativamente superior al calculado para todo Puerto Rico (11.0%). Río Grande tiene 3,498 unidades vacantes que representan el 34.2% de las unidades vacantes en la Región Noreste. Fajardo tiene 2,960 viviendas vacantes, o el 29.01% de las unidades vacantes de la Región. Luquillo, a pesar de tener mucho menor cantidad de unidades de vivienda, tiene 2,754 vacantes que representan el 27% de la Región y Ceiba tiene 992 vacantes. El comportamiento observado en este indicador de oferta de vivienda indica una preferencia de los dueños por propiedades para uso estacional, u ocasional (segundas viviendas). La región es líder en términos relativos de viviendas reservadas para usos estacionales, recreativos y ocasionales.

En el 2000, existían más de 5,100 unidades vacantes para uso vacacional, lo que representaba el 16 por ciento de todo Puerto Rico. La mayoría de estas viviendas se concentran en Río Grande (1,871), Luquillo (1,699) y Fajardo (1,456), los municipios

más visitados por los turistas. Ceiba solo cuenta con 106 unidades, situación que puede cambiar con la transformación de la Antigua Base de Roosevelt Roads.

## G. Infraestructura

La Región Noreste cuenta con una amplia red de infraestructura, que incluye carreteras, aeropuertos, puertos, embalses y sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario, manejo de desperdicios sólidos, energía eléctrica, comunicaciones y facilidades de salud.

### Carreteras, Aeropuertos y Puertos

La carretera PR-3 es en la actualidad la principal vía de acceso a la región desde el Área Metropolitana de San Juan. Se encuentra en construcción la extensión de la autopista PR-66 a Río Grande, la cual conectará la PR-3 vía expreso desde Río Grande hasta la Zona Metropolitana. La PR-53 conecta la región con los municipios del Sureste, principalmente con Humacao como polo de actividad económica.

**FIGURA 3.3  
CARRETERAS, AEROPUERTOS Y PUERTOS EN LA REGIÓN NORESTE**



A nivel subregional, y en la periferia de la RNCEN, cabe mencionar la carretera PR-193, la cual es el acceso principal al casco urbano del Municipio de Luquillo. La carretera PR-194 tiene su origen en la PR-3, a la altura del Barrio Quebrada Fajardo transcurriendo en dirección este hacia el centro urbano de Fajardo, terminando luego nuevamente en la PR-3. La Ave. El Conquistador conecta la carretera PR-194 con la carretera PR-987 en dirección norte-nordeste, a través de los barrios Quebrada Fajardo y Cabezas. La PR-987 tiene uno de sus extremos en este último barrio, en el sector Las Croabas. En dirección sur cruza el Barrio Sardinera y el poblado de Puerto Real, culminando en el centro urbano de Fajardo.

La Región Noreste también cuenta con dos facilidades de aeropuertos, Diego Jiménez Torres en Fajardo que ofrece viajes diarios hacia Vieques, Culebra, St. Thomas y Santa Cruz, y el de Ceiba que próximamente comenzará a operar. Este último absorberá las operaciones del aeropuerto de Fajardo luego de su cierre a partir del año 2008.

En la Región Noreste existen dos puertos principales, Fajardo y Ceiba, los cuales tienen seis marinas, cinco en Fajardo y una en Ceiba. El puerto de Fajardo es el de mayor movimiento de pasajeros en la Región, el cual cuenta con servicios diarios de transportación marítima con las islas de Vieques y Culebra.

### **Agua Potable**

La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) es la corporación pública encargada de suministrar agua potable a la inmensa mayoría de la población en la Región Noreste. Esta zona pertenece en su mayoría al Área Operativa de Fajardo (AOF) de la AAA, comprendida por los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo, y por el Área Operativa de Humacao, a la que pertenece Ceiba, junto a los municipios de Naguabo, Humacao, Las Piedras, Juncos, Yabucoa, Vieques y Culebra (DRNA, 2007). La RNCEN y las comunidades adyacentes a esta área natural protegida forman parte del AOF. La discusión sobre la infraestructura de agua potable se centrará entonces en esta área operativa.

El AOF cuenta con nueve plantas de filtración, de las cuales sólo cuatro presentan una capacidad de más de un millón de galones diarios (MGD) (DRNA, 2007). Estas se suplen, según corresponda, de un embalse construido fuera de cauce en el Río Fajardo, y una toma de agua en el Río Chiquito o Río Cristal, tributario del Río Sabana en Luquillo. En el municipio de Río Grande, además, existe una toma de agua en el Río Mameyes, y varias tomas en el Río Espíritu Santo y sus tributarios. La planta de El Yunque, en el Río Espíritu Santo, transfiere cerca de 4.6 MGD de su producción a la Región Metropolitana de San Juan, aunque la AAA ha indicado que la totalidad de su rendimiento seguro será reservado para cubrir las necesidades de abasto del AOF (DRNA, 2008a).

La Región Noreste ha padecido históricamente de un servicio pobre de agua potable. Sobre 1,300 familias en las urbanizaciones Brisas del Mar, Luquillo Mar y Vistas de Luquillo, y los barrios Sabana y Pitahaya en Luquillo, la urbanización Montebrisas y las comunidades de La Roca y Las Croabas en Fajardo, y los barrios Zarzal y Jiménez en Río Grande, entre otros sectores, han sufrido especialmente de este problema de forma crónica durante la pasada década (DRNA, 2008a).

Esta situación ha ocurrido aún cuando, en ocasiones, las plantas de filtración en el AOF han extraído más agua que el rendimiento seguro de sus respectivas fuentes de abasto. En el caso del Río Espíritu Santo, el USFWS ha planteado preocupación por entender que no se están dejando flujos mínimos que permitan preservar las funciones ambientales. Esto puede estar afectando a su estuario, designado como reserva natural, entre otros segmentos del río (DRNA, 2008a; 2006a).

Con el fin de resolver esta problemática, la AAA ha iniciado el desarrollo de una serie de mejoras en el sistema de abastos y distribución de agua potable de los que depende la AOF. En el año 2006, comenzó a operar el embalse fuera de cauce del Río Fajardo, haciendo disponible un volumen adicional de 5 MGD (DRNA, 2008a; CSA Architects & Engineers, 1999). También inició la construcción de la nueva planta de filtración en el sector Morovis de Río Grande, aumentando la disponibilidad de agua en época de sequía a 0.9 MGD (DRNA, 2008a).

El Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico contempla un programa de control de pérdidas en el sistema de distribución de la AAA que disminuya las mismas a una razón de un por ciento (1%) anual, junto a un programa de conservación para reducir la demanda de agua. Con la implantación de estas medidas se espera solucionar los problemas en el suministro de agua potable en el AOF (DRNA, 2008a).

### **Alcantarillado Sanitario**

Actualmente, el servicio de alcantarillado sanitario en la Región Noreste se ofrece a través de 2 plantas de alcantarillado sanitario municipales (Río Grande y Luquillo) y una regional (Fajardo) que suman en conjunto una capacidad de tratamiento de 7.8 MGD. Además, el servicio cuenta con más de 20 Estaciones de Bombeo (EB) operadas por la AAA. Las tres plantas de tratamiento de aguas sanitarias (PAS) de la Región Noreste incluyen:

- **PAS Palmer en Río Grande** - fue habilitada en el año 1984 y se localiza sobre la carretera PR-3 justo en el cruce del Río Mameyes. Presenta dos cadenas de tratamiento diferentes: (1) una planta paquete con aeración, clarificador y digestor aeróbico (en desuso y desmantelada); y (2) una planta paquete de aeración, clarificación, digestión y cámara de contacto con deshidratación por lechos de secado por vacío. Esta PAS ofrece servicio a las comunidades de Palmer y Colinas del Yunque y el Hotel Westin Río Mar. Si bien el permiso de descarga prevé la disposición de las aguas tratadas en la quebrada Mameyes, actualmente son enviadas a la planta de Luquillo a través de una línea de fuerza. Esta línea de 12” de diámetro fue construida para evitar la descarga en el Río Mameyes y aprovechar la capacidad de tratamiento disponible que en aquel entonces se disponía en Luquillo.
- **PAS Municipal de Brisas del Mar en Luquillo** - fue habilitada en el año 1968 y presenta un tratamiento tipo secundario con las siguientes unidades de tratamiento: rejas, desarenador, sedimentador primario, aireadores de superficie, clarificadores secundarios, cámara de contacto de cloro, digestor y lechos de secado. Los cienos deshidratados de la planta son llevados al sistema de

relleno sanitario de Humacao. Las aguas tratadas son dispuestas en el Río Sabana en la RNCEN antes de su desembocadura en el mar.

- **PAS Regional en Fajardo** - En mayo del 2005, se finalizó la construcción de la PAS Regional en Fajardo. Este sistema proveerá servicio para el tratamiento terciario de un máximo de 12 MGD de aguas usadas a una población de 100,000 habitantes de los municipios de Ceiba, Fajardo, Luquillo y partes de Río Grande. La construcción de este proyecto regional ha sido dividida en dos fases. La fase I consistió en la construcción de los primeros 6 MGD de la planta regional Fajardo, la cual integró a los municipios de Fajardo y Ceiba. Adicionalmente, la fase I del proyecto incluía la construcción de la troncal Ceiba-Fajardo y varias estaciones de bomba para lograr la eliminación de las PAS municipales de Fajardo y Ceiba. Para el largo plazo, se construirá la fase II del proyecto, cuando se alcanzará la capacidad final prevista en 12 MGD y se culmine la construcción de la troncal Luquillo-Fajardo. La fase II logrará la integración al sistema regional a los municipios de Luquillo y el barrio Mameyes II de Río Grande.

En el pasado, las PAS municipales de la Región Noreste habían presentado problemas para proveer un tratamiento adecuado y en cumplimiento con los estándares de calidad de agua a nivel local y federal. Al integrar todas estas PAS municipales al sistema regional con tratamiento terciario se logrará que el manejo de aguas sanitarias cumpla con estas disposiciones reglamentarias.

### **Manejo y Disposición de Desperdicios Sólidos**

De acuerdo al Plan Estratégico para el Manejo de los Residuos Sólidos en Puerto Rico de la Autoridad de Desperdicios Sólidos, la mayor proporción de los residuos son dispuestos en vertederos, mientras que la proporción que es desviada para reciclaje es limitada. El municipio que más genera desperdicios en la Región Noreste es Fajardo (110.28 toneladas promedio diarias (tpd)), seguido de Río Grande (109.28 tpd), Luquillo (35.83 tpd) y Ceiba (9.45 tpd) (JP, 2006).

Todos los municipios de la Región Noreste depositan sus desperdicios sólidos en el Sistema de Relleno Sanitario (SRS) de Fajardo, el cual también recibe desperdicios de los municipios de Naguabo, Loíza, Las Piedras y Canóvanas, al igual que de compañías privadas y agencias de gobierno. Según la ADS, el SRS de Fajardo recibe en promedio unas 987.7 toneladas de desperdicios diarios (JP, 2006). Al compararse con todos los SRS en Puerto Rico, Fajardo es el quinto SRS que más recibe desperdicios en la Isla, después de los SRS de Humacao, Toa Baja, Ponce y Arecibo.

Algunos municipios de la Región Noreste utilizan una planta de recuperación de materiales ubicada en el municipio de Humacao. Esta planta procesa materiales reciclables limpios (Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006).

La vida útil o capacidad del SRS de Fajardo se estima concluirá entre los años 2012 al 2013. El Municipio de Fajardo está proponiendo, como consecuencia, expandir el SRS de Fajardo a un área aledaña consistente de 60.8 cds. Se estima que dicha expansión proporcionará una capacidad adicional de aproximadamente 4,000,000 toneladas, extendiendo su vida útil hasta el año 2044. La expansión ha sido planificada para llevarse a cabo por etapas mediante la construcción de celdas de disposición. Se espera que esta expansión comience operaciones a partir del año 2013 (Autoridad de Desperdicios Sólidos, 2008; Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006).

### **Energía Eléctrica**

La Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) está a cargo esencialmente de la distribución de energía eléctrica en todo Puerto Rico. El sistema de la AEE se compone de facilidades de generación, transmisión y distribución, sirviendo a aproximadamente 1.3 millones de clientes. La energía eléctrica es producida principalmente por cinco plantas generatrices operadas por la AEE: Costa Sur, Palo Seco, San Juan, y Arecibo, así como dos pertenecientes a empresas privadas: AES en Guayama y EcoEléctrica en Guayanilla. La capacidad de todas estas plantas generatrices es de cerca de 5,400 mega watts (MW). El sistema de transmisión de la AEE está compuesto de 2,182 millas de líneas de transmisión de 230 y 115 kilovatios y líneas de subtransmisión de

38 kilovatios a través de la Isla (AT Kerney Management Consultants y Estudios Técnicos, Inc., 2004).

La AEE ha dividido en distritos las diferentes regiones de la Isla a las que sirve. Los municipios de Fajardo y Luquillo, junto con los de Ceiba, Vieques y Culebra, componen el Distrito de Fajardo. El municipio de Río Grande, junto con los de Canóvanas y Loíza, componen el Distrito de Canóvanas. Ambos distritos atienden las fases de operación y conservación del sistema eléctrico de estos municipios (Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006; 2001).

La infraestructura eléctrica de la AEE en la Región Noreste está compuesta por las facilidades de transmisión y distribución, ya que estos municipios no cuentan con instalaciones de generación, canales de riego o embalses operados por esta corporación pública (Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006; 2001).

Los municipios de Fajardo y Luquillo cuentan con dos líneas de 115 kilovatios (kv) y dos líneas de 38 kv. Estas líneas son la 36200 y 36800 de 115 kv y las líneas 3100 y 15100 de 38 kv. La línea de 36200 sale del patio de interruptores de las instalaciones de Monacillos T. C. en Río Piedras hasta el Centro de Transmisión de Fajardo. La línea 36800 sale del patio de interruptores de Sabana Llana T. C. en Carolina hasta Fajardo T. C. Las dos líneas de 115 kv atraviesan gran parte de la RNCEN en su extremo sur, en dirección oeste-este, comenzando al sur de las fincas San Miguel I, San Miguel II, Las Paulinas, hasta la finca Convento Sur (Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006; 2001).

El circuito de 115 kv está complementado por el sistema de subtransmisión de 38 kv que alimenta las principales instalaciones de distribución en la Región Noreste. La línea 3100 sale de Monacillos T.C. para alimentar todas las subestaciones de distribución de esta región hasta llegar al Centro de Transmisión de Dagua en Naguabo. La línea 15100 sale del Centro de Transmisión de Palmer en Río Grande para alimentar dos instalaciones de la empresa General Electric (Caribe G.E.). Las dos líneas de 38 kv discurren a lo largo del límite sur de la RNCEN en aquellas áreas donde

colinda con la carretera PR #3 (Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers, 2006; 2001).

### **Comunicaciones**

En la Región Noreste, los municipios de Fajardo y Luquillo cuentan cada uno con una Oficina Central Principal de Telecomunicaciones. Dichas Oficinas Centrales se entrelazan al sistema a través de una red de cables convencionales y de fibra óptica y una red de microondas. Esta es una de las redes más modernas que fue completamente digitalizada en 1992. Los municipios de la Región Noreste están entre aquellos para los que hay mayor demanda telefónica proyectada dado el auge en el desarrollo turístico, industrial, comercial y residencial en los últimos años y el que se anticipa.

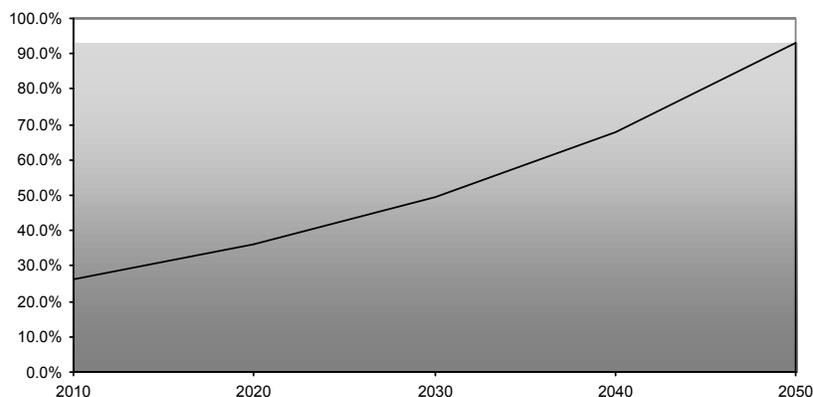
### **H. Tendencias de Desarrollo**

El potencial turístico y la continua demanda de viviendas privadas en esta Región han generado grandes presiones para la construcción de complejos turísticos y otras zonas residenciales en la zona costanera. La alta densidad poblacional, la concentración de actividades económicas y el sistemático crecimiento del Área Metropolitana de San Juan continúan generando la mayor demanda por las tierras llanas de esta área comprometiendo la integridad y calidad de los sistemas ecológicos de la Región (DRNA, 2004d).

Según datos del documento de revisión y actualización del Programa de Manejo de Zona Costanera, la zona noreste de Puerto Rico (definida desde Boca de Cangrejos en Carolina hasta el Río Demajagua en Ceiba) presenta un incremento sustancial en la urbanización del territorio. “Durante un periodo de 22 años, de 1977 a 1999, el área de suelo urbano se duplicó (de 9.4% a 18.7%). La tasa de cambio para este periodo fue de 99.5 por ciento. Si esta razón de crecimiento promedio anual prevalece (3.2%), se espera que casi la totalidad del territorio (93%) se haya urbanizado para el año 2050” (DRNA, 2004d).

**FIGURA 3.4**  
**PROYECCIÓN DE CAMBIO EN SUELO URBANO EN LA**  
**ZONA COSTANERA DE LA REGIÓN NORESTE**

(Fuente: Estudios Técnicos, DRNA, 2004d)



### Permisos de Construcción

En el año fiscal 2007, la Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE) otorgó 724 permisos de construcción en los cuatro municipios que componen el área de estudio. La cifra es 13% inferior a la del año previo, cuando se expidieron 832 permisos. Cuando se comparan con el año anterior, el número de permisos de construcción disminuyó en el 2007 en los municipios de Río Grande (-4%), Fajardo (-30%) y Ceiba (-11%); mientras que Luquillo experimentó un alza de 4%.

**TABLA 3.5**  
**NÚMERO DE PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN**  
**EXPEDIDOS POR ARPE (1998-2007)**

(Fuente: Estadísticas Seleccionadas sobre la Industria de la Construcción, JP, 2007)

<i>Municipios</i>	<b>Número de permisos de construcción expedidos por ARPE</b>									
	<b>Años fiscales</b>									
	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Ceiba	57	142	194	296	137	174	24	131	28	25
Fajardo	363	121	66	254	364	239	164	298	328	231
Luquillo	31	186	251	171	215	104	107	46	140	146
Río Grande	439	212	363	1,432	534	422	393	122	336	322
<b>Total</b>	<b>890</b>	<b>661</b>	<b>874</b>	<b>2,153</b>	<b>1,250</b>	<b>939</b>	<b>688</b>	<b>597</b>	<b>832</b>	<b>724</b>

Los municipios con mayor actividad de construcción son Río Grande, con 322 permisos, y Fajardo, con 231 permisos, según las cifras más recientes de ARPE. En estos dos municipios se concentra el 45% y el 32% de los permisos, respectivamente.

En la última década, se han expedido 9,608 permisos de construcción en los cuatro municipios que componen el área de estudio. Cuando se comparan los datos del año 2007 con los de 1998, se observa que el número de permisos es ahora inferior; se ha reducido de 890 permisos en 1998 a 724 en el 2007. La caída en el número de permisos se observa en los municipios de Ceiba, Fajardo y Río Grande; mientras que en Luquillo es patente que se ha producido un auge en la construcción, sobre todo en los últimos dos años.

De los 890 permisos de construcción de 1998, se pasó a 661 en 1999 y 874 en el 2000. En el año 2001, se produjo un fuerte incremento, y se expidieron 2,153 permisos de construcción en la región, un alza que estuvo impulsada por la actividad de construcción en el municipio de Río Grande, con más de la mitad de los permisos totales del área.

Aunque en el 2007 se construyeron menos viviendas que en el 1998, el valor de éstas ha aumentando 128.8% en el período y 9.4% sólo en el último año. El valor de los permisos concedidos en el área de estudio en el 2007 asciende a \$72 millones. Río Grande es el municipio que concentra la mayor parte de ese valor, con \$46.6 millones en permisos en el 2007, casi un 40% más que el año previo. Le sigue en importancia Fajardo, con \$13.2 millones, un valor que se ha reducido 38.6% en el último año; y Luquillo con permisos valorados en \$10.9 millones, 18% más que en el 2006. Los permisos expedidos en Ceiba apenas alcanzan los \$1.4 millones, una caída de 20.5% con respecto al año anterior.

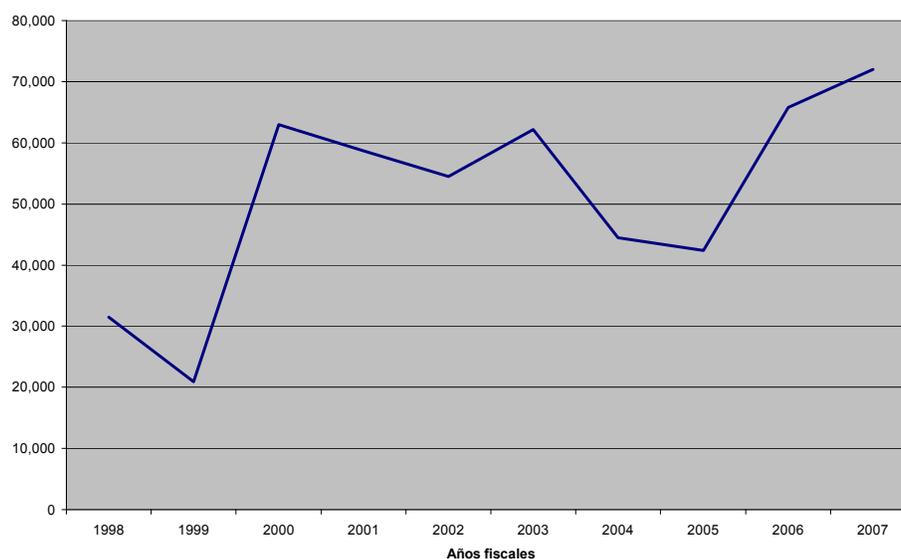
**TABLA 3.6**  
**VALOR DE LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN**  
**EXPEDIDOS POR ARPE (1998-2007) (En miles)**

(Fuente: Estadísticas Seleccionadas sobre la Industria de la Construcción, JP, 2007)

<b>Valor de los permisos de construcción expedidos por ARPE</b>										
	<b>Años fiscales</b>									
<b>Municipios</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Ceiba	2,132	2,985	16,989	12,664	4,745	8,520	1,415	7,743	1,742	1,385
Fajardo	11,605	5,102	2,700	10,427	13,271	23,763	7,607	24,265	21,434	13,157
Luquillo	1,281	6,336	9,124	8,537	8,478	7,017	7,418	2,306	9,246	10,914
Río Grande	16,465	6,513	34,133	27,055	28,007	22,820	28,073	8,065	33,398	46,576
<b>Total</b>	<b>31,483</b>	<b>20,936</b>	<b>62,946</b>	<b>58,683</b>	<b>54,501</b>	<b>62,120</b>	<b>44,513</b>	<b>42,379</b>	<b>65,820</b>	<b>72,032</b>

**FIGURA 3.5**  
**VALOR DE LOS PERMISOS DE CONSTRUCCIÓN**  
**EN LA REGIÓN NORESTE (1998-2007)**

(Fuente: Estadísticas Seleccionadas sobre la Industria de la Construcción, JP, 2007)



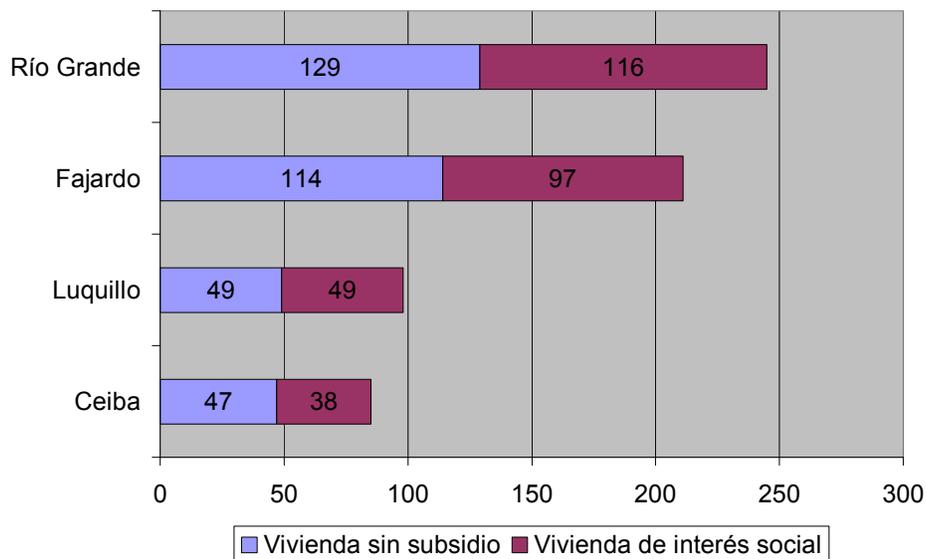
La Región Noreste concentra el 5.2% del total de permisos expedidos en toda la Isla y el 7.2% del valor total. Hay que destacar que mientras el número de permisos se redujo 22% en todo Puerto Rico y el valor de éstos en 19%, en la Región Noreste la reducción en permisos es de sólo 13%, mientras que el valor ha crecido 9.4%; por lo que se puede decir que la actividad de construcción de esta región es mayor que en el resto de Puerto Rico.

### **Demanda de Vivienda**

El más reciente Estudio de Demanda de Vivienda 2008-2012 elaborado por la Asociación de Bancos de Puerto Rico, muestra como se ha producido una drástica reducción en la demanda de vivienda en toda la Región Noreste. Para los próximos 5 años se proyecta que habrá demanda de 639 viviendas en toda la Región Noreste, cuando la proyección del 2005-09 era que se iban a construir unas 3,427 viviendas. Entre el 2008 y el 2012 se prevé una demanda de 639 viviendas en los municipios de Río Grande, Luquillo, Ceiba y Fajardo, de las que casi la mitad serán de interés social.

**FIGURA 3.6**  
**DEMANDA DE VIVIENDA (2008-2012)**

(Fuente: Estudio de Demanda de Vivienda 2008-2012, Asociación de Bancos de Puerto Rico)



### **Desarrollos Turísticos**

La Región Noreste posee numerosos atractivos de alto valor natural e históricos, características sobresalientes y diversas amenidades recreativas que convierten al área en una de gran potencial para el desarrollo turístico. Específicamente, los municipios de Río Grande, Luquillo, Fajardo y Ceiba forman un eje de desarrollo turístico. A su vez, presentan gran potencial para el desarrollo de instalaciones y



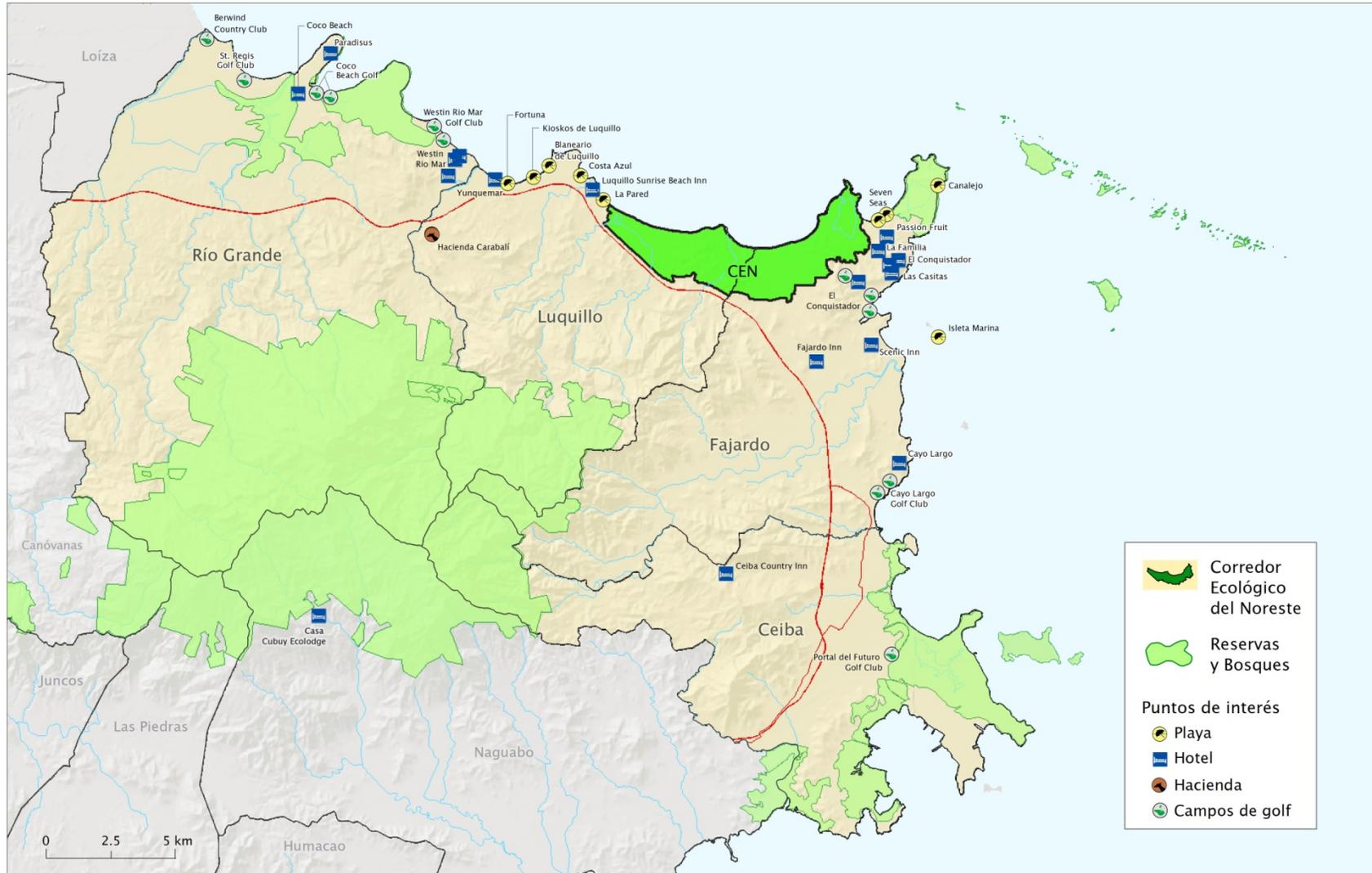
76% de la oferta hotelera de esta nueva región turística. Estos municipios forman parte de lo que se ha delimitado como el Corredor Hotelero Río Grande-Fajardo, en lo que se reconoce como el destino de complejos vacacionales hoteleros (“resort destination”) más importante de todo Puerto Rico. Los mismos cuentan con 13 establecimientos turísticos endosados por la Compañía de Turismo, entre “resorts” (3), hoteles (2), condo-hoteles (1) y casas de huéspedes o “guest-houses” (7) con diversas amenidades, incluyendo nueve campos de golf.

**TABLA 3.7**  
**INVENTARIO DE HABITACIONES EN LA REGIÓN NORESTE**  
**ENDOSADAS POR LA COMPAÑÍA DE TURISMO DE PUERTO RICO**

Nombre	Categoría	Unidades	Municipio
Gran Meliá Puerto Rico Resort & Villas	Resort	486	Río Grande
Río Mar Beach Resort & Spa	Resort	600	Río Grande
Río Grande Plantation	Hotel	15	Río Grande
Hacienda Carabalí	Guest House	15	Luquillo
Yunqueamar	Guest House	15	Luquillo
Luquillo Sunrise Beach Inn	Guest House	14	Luquillo
Villas Margarita Guest House	Guest House	2	Luquillo
El Conquistador Resort & Spa	Resort	750	Fajardo
Las Casitas	Condo-Hotel	162	Fajardo
Fajardo Inn	Hotel	97	Fajardo
Scenic Inn	Guest House	14	Fajardo
Passion Fruit	Guest House	12	Fajardo
Ceiba Country Inn	Guest House	9	Ceiba
<b>TOTAL</b>		<b>2,191</b>	

En la Región Noreste también hay más de 1,000 habitaciones hoteleras y cuatro campos de golf en construcción o planificación. Estas nuevas instalaciones de alojamiento se proponen para los municipios de Río Grande y Fajardo. En construcción, se encuentran el St. Regis Bahia Beach Plantation (150 habitaciones) en Río Grande y el Cayo Largo Resort (314 habitaciones) y el Hotel Conquistador Estates (100 habitaciones) en Fajardo, al igual que la expansión del condo-hotel Las Casitas en

**FIGURA 3.8**  
**HOTELES Y ATRACTIVOS DE LA REGIÓN NORESTE**



Fajardo. En la fase de planificación y en distintos niveles del proceso de adquisición de permisos, se encuentran el Le Meridien Hotel (antes Fairmort Resort con 400 habitaciones), el King's Palace Resort, Spa & Casino (110 habitaciones), el Paraná Tourist Complex (330 habitaciones) y un hotel eco-turístico (24 habitaciones) en Río Grande.

La Compañía de Turismo, al igual que otras agencias gubernamentales, tiene otras iniciativas de desarrollo turístico más amplias en etapas de planificación. Estas incluyen la implantación del Plan de Re-uso de los terrenos de la antigua base naval Roosevelt Roads en Ceiba con un énfasis en el desarrollo turístico a través de la ejecución de diversos proyectos, tales como el desarrollo de la ruta marítima corta entre las islas de Vieques y Culebra y el re-desarrollo del puerto y el aeropuerto para su uso a una escala internacional. También se encuentra en fase de desarrollo el Plan Maestro de la Comunidad de Palmer en Río Grande, ubicada en la entrada principal al Bosque Nacional El Yunque.

### **Proyectos de Impacto**

Actualmente, uno de los proyectos de mayor impacto regional para la Región Noreste es el “Portal del Futuro”, propuesto en los terrenos de la antigua base Roosevelt Roads en Ceiba con una inversión de \$6,700 millones. El Portal del Futuro es un proyecto auspiciado por el Departamento de Desarrollo Económico y Comercio y administrado por la Autoridad del Portal del Futuro, el cual se espera generará cerca de 20,000 empleos permanentes y 50,000 empleos adicionales en sus distintas fases de desarrollo que se extenderán por 30 años.

La Autoridad del Portal del Futuro comenzó a operar en mayo de 2005 con el propósito de implantar un Plan de Re-uso y de coordinar todos los esfuerzos de redesarrollo de los terrenos de la antigua base militar. Su misión es impulsar el pleno desarrollo social y económico del Portal del Futuro enmarcado en un modelo de sustentabilidad a través de la integración y participación del pueblo de Ceiba y Naguabo, la preservación del ambiente y la conservación de los recursos. El contexto espacial del Plan de Re-uso

cubre un área de aproximadamente 8,600 cds de terrenos en la antigua base naval. Entre las propuestas de este plan está la transferencia de las playas al gobierno del ELAPR, para su administración posterior por parte del gobierno municipal. Más de 3,500 cds de terreno serán delimitadas como reserva natural y el aeropuerto y el hospital también serán transferidos al gobierno. El resto de las propiedades en la antigua base cuentan con infraestructura para promover actividades comerciales, industriales y turísticas.



## CAPÍTULO IV

### PROPÓSITO Y NECESIDAD DE LA ACCIÓN PROPUESTA

#### A. Propósito de la Acción Propuesta

El propósito del Plan Integral de la RNCEN es desarrollar e implantar los mecanismos necesarios para el uso adecuado y óptimo del suelo en la RNCEN. Por décadas, la RNCEN ha estado sometida a presiones de desarrollo no planificado que han puesto en peligro su valor natural y su composición. Es por esto que se hace necesario e imperativo la adopción de un Plan que asegure la protección de los medios abióticos y bióticos de la Reserva y fomente la planificación y el manejo integral del área. Entre los problemas que se identificaron para establecer los objetivos de conservación de la RNCEN se encuentran: la pérdida de biodiversidad; el disturbio a especies raras, amenazadas o en peligro de extinción; la destrucción y degradación del hábitat (desequilibrio, desarticulación o fragmentación); los cambios en composición, cobertura y estructura de ecosistemas; y la degradación en la calidad del agua, entre otras.

Las fuentes de presión incluyen elementos de influencia dentro y fuera de la Reserva Natural, al igual que elementos relacionados con los usos y actividades dentro de ésta y la capacidad institucional del manejo y la administración. Algunas de estas fuentes se discuten a continuación:

#### 1. Fuentes de Presión Dentro de la Reserva Natural

- **Disposición incorrecta y quema de desperdicios sólidos y escombros mayores** – En diversas partes de la RNCEN existe un problema de disposición incorrecta de desperdicios sólidos y de creación de vertederos clandestinos. Las entradas a los caminos principales de la Reserva son utilizadas para el depósito y quema de basura y de escombros mayores, tales como carros, neveras y enseres. En las áreas recreativas también hay un problema de acumulación de basura arrojada por visitantes y usuarios. A su vez, en las desembocaduras del

Río Sabana, el Río Pitahaya, el Río Juan Martín y la Quebrada Fajardo y en el litoral costero de la Playa San Miguel y Playa Las Paulinas se acumulan desperdicios sólidos transportados por la escorrentía de las cuencas hidrográficas y por el movimiento de las mareas, respectivamente. En la desembocadura del Río Sabana también se encuentran algunas embarcaciones abandonadas por sus propietarios.

- **Deforestación y movimiento de terreno** – En el pasado, algunos de los dueños de terrenos privados en la RNCEN han incurrido en actividades ilegales de deforestación y movimiento de terrenos. Uno de los casos más dramáticos que evidencia esta amenaza fueron las actividades de movimiento de terreno asociadas a la propuesta construcción del complejo hotelero *Seven Seas Hotel & Resort* dentro de terrenos de la Reserva Natural Finca *Seven Seas* en el año 2001.
- **Amenazas por la propuesta construcción de proyectos residenciales-turísticos** – Antes de la aprobación de la Orden Ejecutiva ordenando la designación del CEN como una Reserva Natural (Boletín Administrativo Núm: OE-2007-37), existían cinco (5) proyectos residenciales-turísticos propuestos dentro de los terrenos que ahora componen el área natural protegida.
- **Corte indiscriminado de vegetación** – Se identificó el corte indiscriminado de vegetación como un impacto en los terrenos de la Reserva Natural. Por ejemplo, algunos usuarios de equipo de kayaks han cortado y podado árboles de mangle en la Laguna Aguas Prietas para ampliar el canal de paso que conecta la Playa de *Seven Seas* con la laguna. Otros visitantes han cortado y removido árboles y arbustos que bordean las áreas de playa para crear espacios de sombra dentro de la vegetación.
- **Especies invasoras** – En la RNCEN se han identificado especies exóticas e invasoras que pueden ser perjudiciales a la biodiversidad de la zona, tales como la iguana verde, la mangosta y las plantas invasivas.
- **Incendios** – La dinámica de fuegos forestales en la RNCEN no ha sido estudiada ni monitoreada sistemáticamente. Sin embargo, la ocurrencia de fuegos en los ecosistemas de pastos es recurrente durante la época seca de la

primavera y el verano. Estos fuegos son causados, en su mayoría, por personas, ya sea por descuido o de forma intencional. Los fuegos limitan la regeneración de bosques en las áreas abandonadas por el pastoreo y favorecen la dispersión de especies invasoras en la Reserva.

## 2. Fuentes de Presión por Usos y Actividades

- **Uso excesivo e inadecuado de vehículos de campo traviesa** – El uso de vehículos de campo traviesa (motoras *motocross*, *four tracks*, planchas, *buggies* de dunas y fango y otros vehículos de todo terreno) se ha intensificado en el último año (2007-2008) en la RNCEN. Estos vehículos destruyen, compactan y abren nuevos caminos, destruyen la vegetación existente, aumentan la erosión y sedimentación, generan contaminación de ruido, levantan polvo fugitivo, alteran humedales, e impactan áreas de playas, zonas de anidaje de tortugas y vida silvestre. A su vez, tienen un impacto negativo sobre la calidad de vida de los vecinos de la RNCEN.
- **Prácticas incompatibles e indiscriminadas de pesca** – Los pescadores recreativos y comerciales que utilizan la RNCEN identificaron una serie de prácticas incompatibles de pesca por algunos usuarios. Específicamente, identificaron la pesca de jueyes con pala, la pesca de pulpo con cloro, los trasmallos enredados en corales, la pesca de carrucho fuera de temporada, la colección de langostas pequeñas y la captura de huevos de tortugas marinas. Por otra parte, el Reglamento de Pesca del DRNA prohíbe la captura de jueyes y cangrejos dentro de terrenos designados como reserva natural. Con la nueva designación del CEN como Reserva Natural, será importante orientar a las personas que capturan jueyes y cangrejos sobre esta prohibición.
- **Extracción de coral e impactos físicos a ecosistemas** – En algunas de las áreas recreativas existen actividades de extracción en los arrecifes de coral e impactos físicos asociados a la pesca recreativa o comercial, particularmente por personas caminando sobre el ecosistema de arrecifes y praderas de yerbas marinas.

- **Prácticas incompatibles de cacería** – Se han identificado personas con equipo de cacería entrando al área natural y se han escuchado las detonaciones. Durante las inspecciones realizadas a la RNCEN, también se observaron cartuchos de escopeta desechados, evidenciando la práctica de la cacería en la zona. Una de las áreas dentro de la RNCEN utilizada para la cacería la Laguna Aguas Prietas. Esto es de especial preocupación ya que en esta laguna residen o visitan especies de aves amenazadas o en peligro de extinción. También se han identificado y escuchado actividades de cacería en las fincas de Convento Sur y San Miguel I y II. Esta actividad no solo constituye un acto ilegal, al no estar la RNCEN dentro de las áreas permitidas en el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza en el ELAPR (Reglamento Núm. 6755 del 12 de marzo de 2004), sino que representa un serio riesgo para la seguridad de las personas que visitan el área con propósitos recreativos, así como para la conservación y manejo de la fauna silvestre amenazada o en peligro de extinción.
- **Exceso de capacidad de carga de visitantes** - Existe una necesidad de conocer si la cantidad de visitantes y usuarios de la RNCEN está excediendo su capacidad de carga. Durante la época de verano y durante días festivos, entra una cantidad sustancial de vehículos los cuales pueden estar excediendo la capacidad de carga. Un aumento significativo en el uso de las playas, puede significar un aumento en la generación de basura, disposición inadecuada de desperdicios sólidos y otros impactos al ecosistema. Los desperdicios sólidos atraen ratas, perros y gatos realengos y otros animales que pueden ser indeseables en áreas de anidaje de tortugas marinas y de alto valor ecológico. Aunque en el presente no se han identificado como una amenaza, si en el futuro se intensifican los usos del ciclismo de montaña y las cabalgatas en la RNCEN, estos podrían causar erosión en los caminos y entrar en conflicto con otros usos, tal como las caminatas. En el pasado, los usuarios de caballos han utilizado las playas de la Reserva para cabalgatas, lo que potencialmente puede impactar negativamente los nidos de tortugas marinas. También existe una preocupación que aumente la cantidad de paseos en kayaks en la Laguna Aguas Prietas sin

un debido control de la cantidad de visitantes que pueden utilizar el área, tal como ocurrió en el pasado en la Laguna Grande dentro de la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan. En la Reserva Natural pueden promoverse usos compatibles con los objetivos de manejo, tales como las caminatas, el uso de la playa, el ciclismo de montaña, la pesca recreativa, las áreas de acampar, los paseos en kayaks y las cabalgatas, entre otros; siempre y cuando estén adecuadamente manejados y alejados de áreas sensitivas.

- **Tránsito vehicular no controlado** – Actualmente, existen tres entradas principales para vehículos en la RNCEN. Estos accesos han estado controlados por portones y tan solo los dueños de los terrenos y algunos usuarios (DRNA, Asociación de Pescadores de Luquillo, etc.) han podido utilizarlos para tránsito vehicular. En los últimos meses, algunos de estos portones han permanecido abiertos, lo que ha aumentado el flujo vehicular a través de los caminos de la RNCEN. En su mayoría, estos accesos vehiculares son utilizados por personas que van a pescar, tener pasadías, practicar el *surfing* y acampar, entre otras actividades. Por otra parte, también se han observado personas que utilizan los accesos vehiculares para cosechar y coleccionar jueyes y cangrejos, extraer clandestinamente arena y grava y llevar a cabo actividades delictivas.
- **Tránsito de embarcaciones a alta velocidad** – En la unidad marina de la RNCEN, se ha reportado el tránsito de embarcaciones a alta velocidad cerca de las áreas de pesca, los sistemas de arrecifes y las áreas de bañistas (por embarcaciones del Cuerpo Fuerzas Unidas de Rápida Acción (FURA) y motoras acuáticas (*jet skis*)). Esto constituye un riesgo a la seguridad pública y a las especies marinas que habitan en la Reserva, tales como los manatíes y las tortugas marinas.
- **Extracción de material de la corteza terrestre** – Se han identificado eventos clandestinos, esporádicos y poco significativos de extracción de arena y grava por personas que entran en sus propios vehículos dentro de la Reserva Natural.
- **Animales realengos y abandonados** – Existen en la RNCEN, en especial en la Playa San Miguel y Playa El Convento, la presencia de animales realengos y abandonados. En su mayoría son perros que provienen de las áreas urbanas

circundantes. También se han encontrado caballos sueltos o abandonados en las playas y terrenos del área natural, propiedad de vecinos de la Reserva que en ocasiones los dejan dentro del área protegida para alimentarlos y/o amarrarlos.

- **Ganadería incompatible** – Hasta hace unos años, parte de los terrenos al centro y oeste de la RNCEN (Finca San Miguel I y II, Finca Las Paulinas y Convento Sur) eran subarrendados para el pastoreo de ganado. Esta práctica tuvo impactos sobre la compactación y la erosión de los suelos, la sedimentación y la contaminación de los cuerpos de agua y la posible destrucción de nidos de tortugas marinas.
- **Cambio de curso de ríos** – El flujo natural del curso del Río Juan Martín ha sido afectado por el uso intenso del camino que cruza sobre este río a través de la Finca Las Paulinas. El cruce de este camino por el río ha llevado a que en eventos extremos de lluvia el río se salga de su curso natural y siga el tramo del camino, lo cual ha llevado a la destrucción de parte de la duna de arena en Playa Las Paulinas. El cambio del curso del río también puede estar impactando el bosque de palo de pollo (*Pterocarpus officinalis*) que se ubica dentro el ecosistema de manglar en la desembocadura del Río Juan Martín.
- **Erosión y avance de la costa** – En ciertas playas de la Reserva Natural, en especial la Playa La Selva y Playa Las Paulinas, hay evidencia de erosión y avance significativo de la costa. La erosión costera es el movimiento o avance de la línea de costa tierra adentro. Actualmente, no existen estudios que determinen la tasa de erosión de estas playas.

### 3. Fuentes de Presión por Capacidad Institucional

- **Falta de vigilancia, control y regulación de actividades** – Actualmente, no existe una entidad que ejerza vigilancia, control y regulación de las diversas actividades y usos compatibles e incompatibles en la RNCEN. Esto lleva a que cierto número de actividades incompatibles puedan tener una presión sobre los recursos naturales de la zona.

- **Falta de mantenimiento de caminos** – En la RNCEN existe una amplia red de caminos en tierra. Algunos de estos tienen graves problemas de erosión, los cuales causan problemas de sedimentación a los cuerpos de agua. Otros caminos cruzan a través de ríos y quebradas al punto de afectar el flujo natural de su curso, tal como ha sido el caso del cruce del camino a través de la Finca Las Paulinas sobre el Río Juan Martín. El cruce de este camino por el río ha llevado a que en eventos extremos de lluvia el río se salga de su curso natural y siga el tramo del camino, lo cual ha resultado en la destrucción de parte de la duna de arena en la Playa Las Paulinas.
- **Robos, vandalismo y actividades delictivas** – Dentro de la Reserva Natural, se han reportado robos, actividades de vandalismo (tal como la quema de vehículos) y actividades delictivas (tales como tiroteos y el trasiego de drogas).
- **Debilidades institucionales** – Existe una preocupación por la capacidad limitada de recursos humanos, financieros y de infraestructura con que cuenta el DRNA para manejar la RNCEN. A su vez, existe preocupación si el DRNA cuenta con los recursos fiscales disponibles para poder adquirir los terrenos privados dentro de la Reserva Natural.
- **Cambio climático** – El cambio climático puede ser considerado una fuente de presión en la medida en que las estrategias de manejo no consideren estudiar y afrontar los impactos que ocasionarán los cambios en la cantidad de precipitación anual, los aumentos en temperatura, los aumentos en la extensión o desplazamiento de las temporadas del año, los aumentos en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes y los aumentos en el nivel del mar sobre los recursos naturales actuales y futuros, la infraestructura y los servicios de los ecosistemas de la RNCEN.

#### 4. Fuentes de Presión Fuera de la Reserva Natural

- **Contaminación del agua** – Los ríos y quebradas que discurren por la RNCEN forman parte de cinco cuencas hidrográficas que reciben agua de terrenos fuera del área natural protegida. La contaminación y la erosión en las partes altas de las cuencas hidrográficas afectan las condiciones de los ecosistemas acuáticos

y marinos de la RNCEN. El manejo inadecuado de las aguas sanitarias, la sedimentación, los contaminantes con sustancias químicas y los desechos sólidos, entre otras fuentes de contaminación dispersas, afectan la calidad de agua de los ríos y quebradas de la Reserva Natural.

- **Expansión de infraestructura vial** – Según datos de la Oficina de Asuntos Ambientales de la Autoridad de Carreteras, no hay propuestas de proyectos viales programados dentro de la RNCEN en el Programa de Mejoras Permanentes de la agencia para los próximos cinco años. No obstante, parte de los terrenos de la Reserva Natural podrían afectarse en un futuro con proyectos propuestos a largo plazo, tal como la conversión en expreso de la carretera PR-3 desde Río Grande hasta Fajardo. Por otra parte, el Municipio de Fajardo había propuesto en el pasado la construcción de una vía entre la urbanización Monte Brisas y la carretera PR-194 en Fajardo, la cual cruzaría por los terrenos al sur del Corredor a través de la Finca Convento Sur y otras. Hasta la fecha, este proyecto no parece estar programado dentro del Programa de Mejoras Permanentes de los próximos cinco años.
- **Urbanización/desarrollo urbano no planificado y desmedido fuera de los límites de la RNCEN** – El desparramamiento urbano en las cuencas hidrográficas al sur de la Reserva Natural tiene posibles impactos sobre la calidad del agua de los ríos y quebradas dentro del área protegida. También impacta las vistas panorámicas dentro y alrededor de la RNCEN. Las amenazas a la cuenca paisajística de la RNCEN incluye la futura construcción de estructuras dentro de la Reserva, la obstrucción de vistas por las líneas del tendido de transmisión de energía eléctrica, y la interrupción en la observación del paisaje al tornarse más aparentes los nuevos desarrollos al sur de la carretera PR-3 y en el área urbana del municipio de Fajardo.
- **Contaminación lumínica** – La contaminación lumínica es “la iluminación de la noche causada por fuentes de luz artificial que impactan adversamente la esencia natural de las noches, nuestro ambiente, los recursos naturales y la salud de los seres humanos” (FCPR, 2007). La contaminación lumínica que

afecta la RNCEN proviene, en su mayoría, de la luz artificial del casco urbano de Luquillo, de las urbanizaciones al sur de la carretera PR-3 y de la casa de playa del gobernador de turno en la Playa El Convento en Fajardo. Esta luz artificial nocturna tiene el potencial de impactar negativamente a la flora y la fauna de la Reserva, a la Laguna Aguas Prietas y a las posibilidades de observación de estrellas en la Reserva.

Estudios científicos han comprobado que la contaminación lumínica perturba los ciclos de vida, patrones de comportamiento y hábitats de la flora y fauna, en especial las tortugas marinas (Rich, 2006). La iluminación artificial nocturna tiene numerosos efectos adversos sobre las tortugas marinas, tales como provocar que se orienten hacia tierra y no hacia el mar durante el proceso de anidaje y eclosión, causándoles la muerte por deshidratación o depredación; una mayor probabilidad de que los neonatos se enreden entre la vegetación o la hojarasca; un mayor riesgo de que los neonatos sean golpeados por vehículos de motor, en carreteras y estacionamientos cercanos a las áreas de anidamiento; la desorientación espacial de los neonatos una vez éstos llegan al agua (al punto de que algunos neonatos tienden a regresar a la playa de donde salieron); y la evasión por parte de las tortugas adultas de las áreas costeras intensamente iluminadas en o cerca de los nidos (Witherington et al., 2003).

En cuanto a los cuerpos de agua bioluminiscentes, la contaminación lumínica afecta la visibilidad y el disfrute de la bioluminiscencia. Esto impacta las estrategias de educación para la conservación de este importante fenómeno natural, único en el mundo, y a su vez, impacta la industria turística que depende del mismo. Por último, la iluminación artificial nocturna compite con la luz de las estrellas y obstaculiza el conteo de objetos celestes que se pueden observar en la noche desde un área natural protegida.

## B. Necesidad de la Acción Propuesta

Se pretende implantar un instrumento de planificación que dirija adecuadamente el desarrollo sustentable del suelo que comprende la RNCEN, teniendo como meta la conservación, protección y restauración de los recursos naturales para el uso y disfrute de presentes y futuras generaciones. El Desarrollo Sustentable ha sido definido como: *“la posibilidad de obtener continuamente condiciones superiores de vida para un grupo de personas y sus sucesores en un ecosistema dado (sustentar o sostener indefinidamente); es prolongar la productividad de uso de los recursos naturales a lo largo del tiempo al mismo tiempo que se mantiene la integridad de esos recursos, viabilizando la continuidad de su utilización para las próximas generaciones (justicia intergeneracional)”* (Cavalcanti, II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental).

La estructura del Plan Integral de la RNCEN se establece para atender las siguientes necesidades:

- Sustener y conducir los procesos ecológicos esenciales, garantizando la conectividad ecológica.
- Elevar la calidad ambiental y balancear la oferta ambiental a través de la Reserva.
- Promover la apropiación sostenible y disfrute público de la oferta ambiental por parte de la ciudadanía.

## C. Planificación Integral de la RNCEN

El valor de la RNCEN y los servicios ecológicos que provee no se limitan exclusivamente a su extensión territorial, ya que también cumple un rol importante en relación a otras áreas naturales en la región noreste de la Isla, particularmente ante la presión ejercida por diferentes actividades humanas.

Los lineamientos del DRNA y los planes de manejo desarrollados por la agencia, denotan un manejo por zonificación y objetivos con énfasis en áreas de preservación,

conservación y restauración. En el ámbito internacional de manejo, este tipo de zonificación es análogo a la categoría de Parque Nacional bajo la cual solamente se permiten usos limitados a la conservación y al manejo recreativo. Un modelo de manejo con sesgo a la conservación puede ser efectivo para permitir la continuidad de los procesos ecológicos, sin embargo demanda la disponibilidad de fondos necesarios para implementar las políticas de uso restrictivo y manejo correctivo en caso de amenazas naturales y antropogénicas.

Los usos a proponerse y/o establecerse en la RNCEN están condicionados a su vez tanto por la condición de Reserva Natural, que requiere que los usos y actividades de la Reserva y su zona de amortiguamiento sean compatibles con su propia naturaleza; así como con los criterios y directrices establecidos en la Orden Ejecutiva de octubre de 2007 (Boletín Administrativo Núm. OE-2007-37), los cuales incluyen:

- (a) Identificar y delimitar aquellas áreas que se deberán reservar para su preservación.*
- (b) Identificar aquellas áreas degradadas en la Reserva Natural del CEN para promover su restauración a un mejor estado natural.*
- (c) Identificar y delimitar aquellas áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo de instalaciones dirigidas a la recreación, según los parámetros del turismo de naturaleza, el turismo sostenible y el ecoturismo, tales como: la ubicación de paseos tablados y veredas interpretativas, torres de observación, áreas de bañistas, áreas de acampar, hospederías, facilidades administrativas y de mantenimiento, centro de visitantes y caminos, acceso e instalaciones para pescadores, así como cualquier otra instalación necesaria para realizar los fines de esta Orden.*

Debido a que la zonificación de la RNCEN se estableció bajo los principios del manejo por ecosistemas, las unidades y zonas de manejo se consideraron unidades dinámicas cuya distribución y estructura será modificada constantemente tanto por los procesos biofísicos y de sucesión ecológica, como por las actividades de manejo dirigidas a la preservación, conservación, mejoramiento y restauración de ecosistemas. Debido a estos agentes transformadores fue necesario establecer una visión de futuro donde

básicamente se reduce la fragmentación de ecosistemas y se incrementa su cobertura y conectividad para crear áreas de cobertura constante y homogénea dedicadas a la conservación de procesos biológicos y a la integración de actividades humanas acordes con los objetivos de creación y manejo de la RNCEN.

Por otra parte, los terrenos de la RNCEN están ubicados en las secciones medias, bajas y de salida de las cuencas de diversos cuerpos de agua. Debido a que los procesos geomorfológicos de las cuencas determinan la distribución y composición de ecosistemas presentes en un territorio, el componente de manejo del Plan Integral utiliza los límites geográficos de las cuencas existentes como límites anidados de zonificación dentro de los cuales se agrupan ecosistemas cuya funcionalidad conjunta determina la dinámica de la cuenca a la que pertenecen.

Cerca de un 50% de la totalidad de los terrenos dentro de la RNCEN son de titularidad privada. Estos terrenos privados serán adquiridos en un futuro por diversas entidades públicas y privadas mediante distintos mecanismos de adquisición (DRNA, 2008). La realidad de la titularidad de los terrenos de la RNCEN requiere de una estructura de manejo e intervención colaborativa, abierta, dinámica y flexible. Aunque existan diversas entidades administrando terrenos particulares en la RNCEN, esta área natural protegida debe ser manejada como una sola unidad con el fin de lograr una administración eficiente y efectiva. Por consiguiente, la estructura de manejo propuesta para esta Reserva Natural estará basada en el manejo colaborativo, guiada por un Consejo Asesor de Manejo y conllevará la implantación de una serie de programas especiales.

En la definición de posibles usos, se atiende la prioridad de conservación, restauración y manejo, con miras a mantener la funcionalidad de sus ecosistemas. Un segundo objetivo de los usos de terrenos incluye la recreación pasiva y el uso sustentable de la Reserva, subordinados a los requerimientos, tratamientos y zonificación necesaria para la conservación y protección del hábitat. Por esta razón, el turismo de naturaleza y el ecoturismo se han planteado como unas de las herramientas para el manejo de la RNCEN. Ambos son considerados componentes estratégicos en el desarrollo sostenible, donde los recursos naturales podrían ser utilizados como atracciones

turísticas sin causar daños o impactos significativos a la Reserva. El turismo de naturaleza y el ecoturismo tienen el potencial de reducir las amenazas planteadas por el turismo convencional a las áreas naturales y a la gente que vive a su alrededor a través de la generación de ingresos para su conservación, el intercambio cultural y el aprecio de los visitantes (A. Drumm y A. Moore). Estas herramientas de desarrollo están íntimamente ligadas a un buen esquema de planificación para guiar el desarrollo y manejo de la Reserva como se ha establecido en el Plan Integral de la RNCEN. Dicho Plan define los objetivos de manejo a largo plazo para la Reserva con un esquema de calificación de suelos que identifica los lugares específicos donde se pueden establecer y operar las distintas actividades de turismo de naturaleza y ecoturismo.

Mediante el Plan Integral de la RNCEN se propone la clasificación y calificación de los terrenos para regular los futuros usos y/o los ya existentes en la RNCEN. La clasificación y calificación de los usos de suelo propuestos en el Plan Integral persiguen aprovechar y proteger los atributos ecológicos de la Reserva, reconociendo a su vez las limitaciones físicas impuestas por la susceptibilidad de las áreas llanas a las inundaciones, así como el riesgo a la erosión y posibles deslizamientos en caso de intervenir con aquellas zonas con pendientes pronunciadas en áreas elevadas.

### **Clasificación del Suelo**

La regulación sobre la clasificación del suelo en la RNCEN adopta el esquema establecido en la Ley de Municipios Autónomos, aún cuando el Plan Integral de la RNCEN es un instrumento de planificación especial de ámbito supramunicipal que incide sobre los municipios de Luquillo y Fajardo. Dentro de las tres clasificaciones principales de suelo, la RNCEN se clasifica como suelo rústico. Entre los objetivos que debe cumplir el suelo rústico está: *“mantener libre dicho suelo del proceso urbanizador; evitar la degradación del paisaje y la destrucción del patrimonio natural; establecer medidas para el uso del suelo de forma no urbana; delimitar el suelo que debe ser especialmente protegido debido a sus características especiales, o establecer planes para el manejo de los recursos naturales y agrícolas”* (Art. 13.005 Plan Territorial. (21

L.P.R.A. sec. 4603)). Como claramente se indica dentro del suelo rústico, se deben establecer dos categorías: suelo rústico común y suelo rústico especialmente protegido. Toda la RNCEN se clasifica como suelo rústico especialmente protegido, ya que cumple con todos los atributos incluidos en el siguiente criterio: *“por su especial ubicación, topografía, valor estético, arqueológico o ecológico, recursos naturales únicos u otros atributos, se identifica como un terreno que nunca deberá utilizarse como suelo urbano”*.

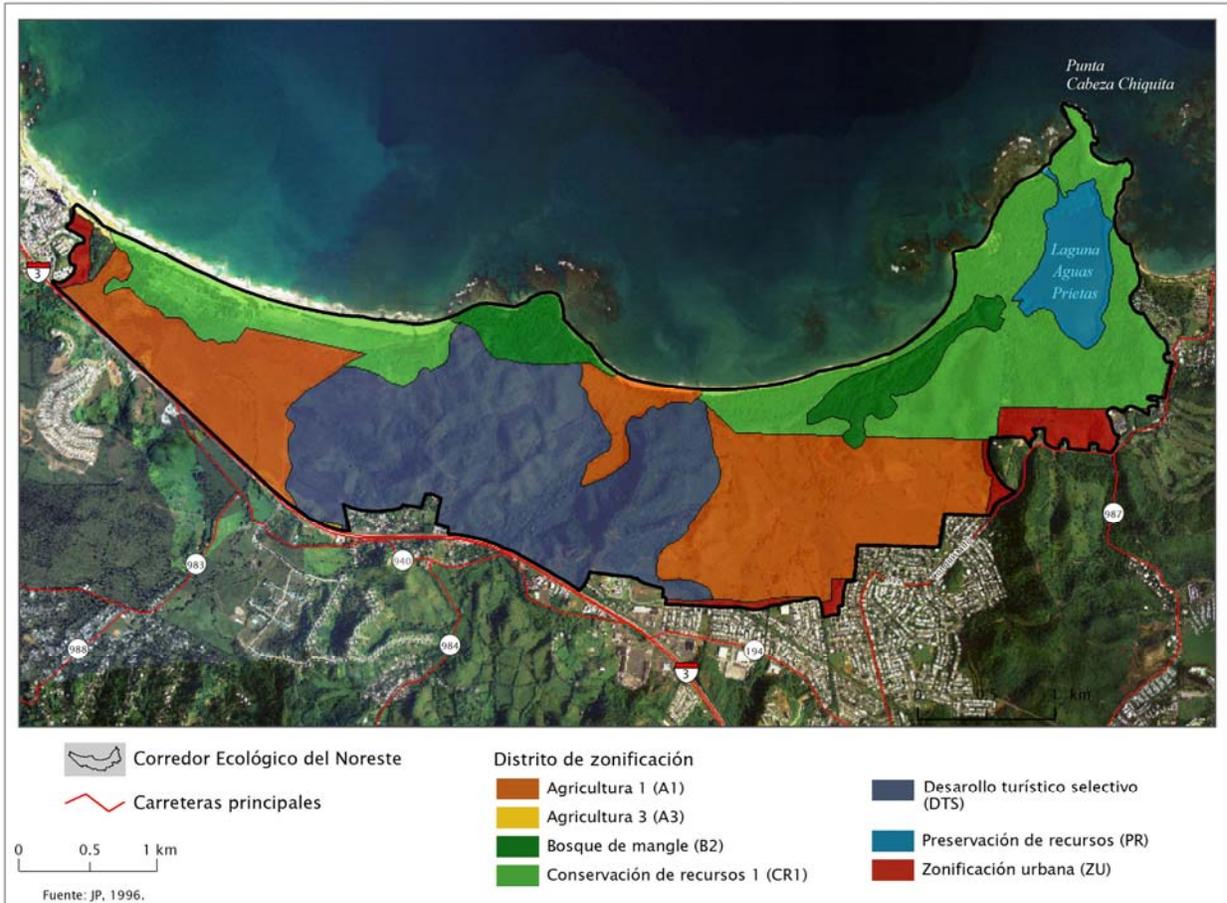
### **Análisis de la Calificación Vigente**

El Plan Integral de la RNCEN propone derogar la calificación vigente establecida por la Zona de Interés Turístico de los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo, de acuerdo a la Resolución Número RP-4-18-93 (ZIT-5) de la Junta de Planificación del 4 de noviembre de 1993 y el Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico del 14 de agosto de 1996 (Ver Figura 4.1), para establecer nuevos distritos cónsonos con la designación de Reserva Natural al igual que el análisis y diagnóstico elaborado.

Los distritos vigentes no permiten cumplir con lo establecido en la Orden Ejecutiva, ni con numerosos estatutos sobre la protección del medio ambiente, la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales y el desarrollo sostenible de los suelos en que está amparada, en virtud de los ecosistemas y atributos naturales de la RNCEN. Por ejemplo:

- El distrito de Zona Urbana (ZU) ubicado en Luquillo en la desembocadura del Río Sabana, corresponde a un área de gran peligrosidad por ser susceptible a inundaciones costeras y marejadas, designada como parte del sistema de barreras costaneras, e incluye suelos arenosos propensos a licuación, así como ecosistemas de manglares, cuerpos de agua y bosques, y áreas de anidaje de tortugas marinas.

**FIGURA 4.1**  
**DISTRITOS DE ORDENACIÓN DE LA ZIT ESTABLECIDOS EN EL**  
**PLAN CONCEPTUAL DE DESARROLLO TURÍSTICO**  
**DE LA COSTA NORESTE DE PUERTO RICO**



- El distrito ZU en el sur de la finca Convento Sur incluye áreas forestadas y de humedales herbáceos, entre otras. Los usos del suelo permitidos en este distrito no son cónsonos con los fines de conservación y restauración establecidos para la RNCEN ya que impactarían negativamente su integridad natural mediante la remoción de la cubierta vegetal, movimiento de terreno, alteraciones a los patrones naturales de escorrentía e impermeabilización del suelo, entre otras actividades perjudiciales al carácter natural del área. A su vez, impondrían una presión de desarrollo urbano sobre el restante de los terrenos comprendidos en la RNCEN.

- El distrito ZU al sur de la finca *Seven Seas* en Fajardo, en la RNCEN, comprende áreas de bosque y humedales herbáceos, incluyendo un segmento de la Quebrada Aguas Prietas, entre otros ecosistemas. Los usos del suelo permitidos en este distrito no son cónsonos con los fines de conservación y restauración establecidos para la RNCEN ya que impactarían negativamente su integridad natural mediante la remoción de la cubierta vegetal, movimiento de terreno, alteraciones a los patrones naturales de escorrentía e impermeabilización del suelo, entre otras actividades perjudiciales al carácter natural del área. El uso urbano de la Quebrada Aguas Prietas tendría además impactos indirectos sobre la Laguna Aguas Prietas, su bioluminiscencia y las especies que dependen de este ecosistema.
- El distrito ZU al Norte de la zona urbana de Fajardo está sobre áreas forestadas y de humedales herbáceos, entre otros ecosistemas o unidades de manejo identificadas. Los usos del suelo permitidos en este distrito no son cónsonos con los fines de conservación y restauración establecidos para la RNCEN ya que impactarían negativamente su integridad natural mediante la remoción de la cubierta vegetal, movimiento de terreno, alteraciones a los patrones naturales de escorrentía, impermeabilización del suelo y de corrientes superficiales de agua, entre otras actividades perjudiciales al carácter natural del área. A su vez, impondrían una presión de desarrollo urbano sobre el restante de los terrenos comprendidos en la RNCEN.
- El distrito Agrícola Mecanizable (A-1) en la cuenca de los ríos Sabana y Pitahaya comprende terrenos con una gran susceptibilidad a inundaciones, designados como parte del sistema de barreras costaneras. Incluye en su inmensa mayoría ecosistemas de humedales herbáceos y pantanos. La utilización de esta área con fines agrícolas, aparte de afectar estos ecosistemas, resultaría también en impactos a la calidad de agua del Río Sabana y el Río Pitahaya.
- El distrito A-1 en la desembocadura del Río Juan Martín, incluye terrenos con una gran susceptibilidad a inundaciones costeras y por ríos, suelos expansivos y propensos a licuación. Incluye a su vez ecosistemas de humedales herbáceos.

La utilización de esta área con fines agrícolas, aparte de afectar este ecosistema, resultaría también en impactos a la calidad de agua del Río Juan Martín.

- El distrito A-1 en la cuenca de la Quebrada Fajardo corresponde a ecosistemas de humedales herbáceos y pantanos, así como a un área inundable de extensión considerable, incluyendo el cauce de la Quebrada Fajardo y varios de sus tributarios. La utilización de esta área con fines agrícolas, a parte de afectar este ecosistema y de ser contraria a los fines de conservación y restauración de la RNCEN, resultaría también en impactos a la calidad de agua de la Quebrada Fajardo.
- El distrito de Conservación de Recursos Uno (CR-1), aunque bastante a fin con los propósitos de restauración y protección de los recursos naturales del área bajo su designación, también permite actividades incompatibles con la política pública establecida para la RNCEN, tales como la ubicación edificios o estructuras (recreativas y públicas); esto en áreas forestadas, contiguas al litoral costero donde anidan tortugas marinas, incluyendo en algunos lugares zonas propensas a inundaciones costeras y designadas como barreras costaneras.
- Los distritos Bosques de Mangles (B-2) y Preservación de Recursos (PR) son distritos que permiten usos bastante cónsonos con los fines de conservación de los ecosistemas que persigue proteger. Sin embargo, el distrito B-2 permite la producción de madera, leña y corteza para tanino, lo cual no es afín con los objetivos de conservación de la RNCEN.
- Finalmente, el distrito Desarrollo Turístico Selectivo (DTS) comprende terrenos densamente forestados en una parte sustancial de la RNCEN, áreas en los llanos inundables del Río Pitahaya y del Río Juan Martín, ecosistemas de humedales herbáceos y corrientes de agua superficiales que nutren los mismos, así como una zona considerable de terrenos escarpados con alto potencial de erosión y deslizamiento. Todas estas áreas sirven de hábitat a varias especies identificadas como elementos críticos. Los usos permitidos en este distrito son incompatibles con su realidad física y natural, ya que permite actividades como

la ubicación de viviendas unifamiliares y desarrollos extensos predominantemente turísticos.

En cuanto a la calificación de los terrenos de la RNCEN, se consideraron los distritos rurales en el nuevo Reglamento de Calificación (Reglamento de Planificación Núm. 4), con vigencia del 28 de junio de 2008. Sin embargo, los distritos que más reflejan la realidad de la RNCEN, tales como el de Conservación de Recursos (CR), o el distrito de Bosques (B-Q), según correspondan, permiten usos incompatibles con su preservación y conservación, o con su desarrollo basado en actividades de turismo de naturaleza y ecoturismo, tales como la vivienda de una o dos familias, la agricultura, la venta de productos cosechados, u otros usos por vía de excepción. Por tal razón, los distritos de calificación adoptados en este reglamento no son apropiados para establecer los usos del suelo a permitirse en la RNCEN, de acuerdo a la política pública vigente, ni a los estatutos que rigen la protección del medio ambiente, el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales y el desarrollo integral y sostenible de los suelos.

El Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17) establece que la JP “podrá adoptar reglamentos especiales para las Áreas de Reservas Naturales y de Planificación Especial del Programa de Manejo de la Zona Costanera” (Sección 1.08). La RNCEN tiene unas características esencialmente diferentes y particulares que ameritan que se apliquen otras disposiciones diferentes a las contenidas en los reglamentos actuales de la JP. Por consiguiente, se recomienda la aplicación de normas especiales para la RNCEN mediante el desarrollo de un Reglamento Especial.

### **Métodos para Establecer Nueva Calificación**

Para desarrollar los nuevos distritos de calificación de la RNCEN, se llevó a cabo un análisis en sistemas de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) con la tecnología *ArcMap 9.2* donde se presentaron los ecosistemas principales de la RNCEN combinados con las zonas susceptibles a amenazas naturales en donde la vida y propiedad pudieran estar en riesgo de sufrir daños. Se tomó como base diversos

mapas sobre los rasgos físicos y naturales de la RNCEN, junto con información detallada que ayudara a caracterizar los recursos del área. Se procedió a identificar entonces aquellos lugares o sitios con potencial para el desarrollo ecoturístico y actividades recreativas a fines con la apreciación de la naturaleza, que permitieran el disfrute y aprovechamiento máximo de la RNCEN, sin menoscabar los atributos y la integridad natural de los recursos en que estarían basados.

Entre las características, condiciones o recursos se identificaron, por ejemplo:

- Áreas de humedales, cuerpos de agua, zonas forestadas y cualquier otra unidad de manejo que necesite ser conservada con el propósito de lograr los fines de una Reserva Natural.
- Lugares en donde habitan elementos críticos, tales como especies designadas como vulnerables o en peligro de extinción, y sus correspondientes hábitats.
- Lugares relacionados con el patrimonio cultural (incluyendo estructuras o ruinas antiguas, yacimientos arqueológicos, etc.).
- Áreas relacionadas particularmente con la educación y la interpretación, la investigación y el monitoreo.
- Sitios de extraordinaria belleza paisajística.
- Sitios con potencial para el esparcimiento y la apreciación del espacio natural.
- Áreas sensitivas, y que por lo tanto, son susceptibles a sufrir impacto debido al uso turístico o recreativo. Debido a su condición, deberán resguardarse del uso intenso estableciendo ya sea zonas de recuperación o de protección absoluta.
- Áreas actualmente alteradas como pastos (no naturales) o bosques secundarios con un alto grado de deterioro, en las cuales podrían ubicarse eventualmente las instalaciones ecoturísticas o recreativas sin causar impactos significativos, o donde se podría realizar trabajos de restauración para mejorar las condiciones de la RNCEN junto a esfuerzos de recuperación de especies vulnerables y en peligro de extinción.
- Áreas de amenazas naturales, tales como terrenos inundables tanto por río, marejadas u oleaje; suelos con un potencial considerable a la erosión, licuación

y expansión; terrenos escarpados con pendiente de más de un 12 por ciento o propensos a deslizamientos.

- Otras áreas que se consideran relevantes o que ameritan una consideración especial, como por ejemplo, las que permanecen aisladas o inaccesibles como consecuencia de algún fenómeno natural (ej. inundaciones), o las que están sujetas a una mayor presión de desarrollo urbano, tales como los terrenos en la periferia dentro de los límites de la RNCEN.

Estas zonas fueron agrupadas según su capacidad para tolerar o mantener las prácticas de preservación, conservación, restauración y de desarrollo recreativo, ecoturístico y de turismo de naturaleza, de acuerdo a los criterios y directrices establecidos en la Orden Ejecutiva del 4 de octubre de 2007 (OE-2007-37). En particular, se definieron los siguientes:

- Áreas con características ecológicas especiales en donde se debe fomentar su preservación, conservación y restauración; incluyendo otras susceptibles a amenazas naturales.
- Áreas capaces de sostener los objetivos relacionados con el esparcimiento, la recreación, la educación y la contemplación de los recursos paisajísticos.
- Áreas con potencial para el desarrollo de infraestructura o instalaciones en apoyo a actividades ecoturísticas especializadas (hospedaje, servicios especializados, tienda, etc.) así como para la administración y el manejo, la educación, la interpretación, la investigación científica y el monitoreo.

### **Nueva Calificación del Suelo de la RNCEN**

Los resultados de este análisis llevaron al establecimiento de los tres distritos de calificación siguientes, cada uno con su propósito y alcance (Ver Tabla 4.1 y Figura 4.2):

1. **Conservación Ecológica (CE-CEN):** Este distrito tiene la intención de preservar y mejorar aquellas áreas en donde se han identificado ecosistemas clasificados en términos generales como Bosques, Cuerpos de agua, Humedales herbáceos, Humedales leñosos y Playas, así como aquellos que

ameritan restauración, identificados como Pastos y Suelos expuestos. Está constituido por áreas comprendidas por elementos bióticos y abióticos más frágiles, en donde el acceso será regulado atendiendo los fines científicos y de conservación; así como por áreas cuya conservación y restauración admite un reducido uso público (tales como veredas y torres de observación) sin que se permita la instalación de estructuras permanentes que no estén relacionadas a la administración de la Reserva. Abarca un área aproximada de 2,945.60 cds, equivalentes a un 96.3 por ciento de la RNCEN.

2. **Desarrollo Recreativo (DR-CEN):** Este distrito comprende espacios en el litoral costero de la RNCEN que tradicionalmente han sido utilizados con fines recreativos y de esparcimiento. Incluyen también espacios que pueden cumplir un destacado papel como áreas de ocio. A su vez, comprenden algunos espacios degradados de difícil recuperación que, sin embargo, presentan una buena disponibilidad para la ubicación de actividades recreativas o de carácter natural. Está constituido por terrenos identificados como Bosques y Pastos. Este distrito tiene la intención de mejorar y ordenar las actividades recreativas llevadas a cabo en áreas utilizadas para estos fines al presente. Además, persigue establecer unas áreas donde se puedan concentrar diferentes actividades recreativas e instalaciones asociadas para evitar impactos ecológicos en otros lugares de la RNCEN. Abarca un área de 49.1 cuerdas que representan el 1.6 por ciento de la Reserva, distribuidas en cuatro parcelas.
3. **Desarrollo Especial (DE-CEN):** Este distrito comprende áreas constituidas por terrenos identificados como Pastos y que al tener una localización privilegiada en términos paisajísticos, fuera de áreas sensitivas y propensas a amenazas naturales, permiten la ubicación de estructuras permanentes asociadas al manejo y el disfrute de la RNCEN. Se identifica como parte de este distrito la residencia de verano del gobernador de turno en Puerto Rico. Abarca un área de 62.9 cuerdas correspondientes al 2.0 por ciento de la RNCEN, distribuidas en seis parcelas.

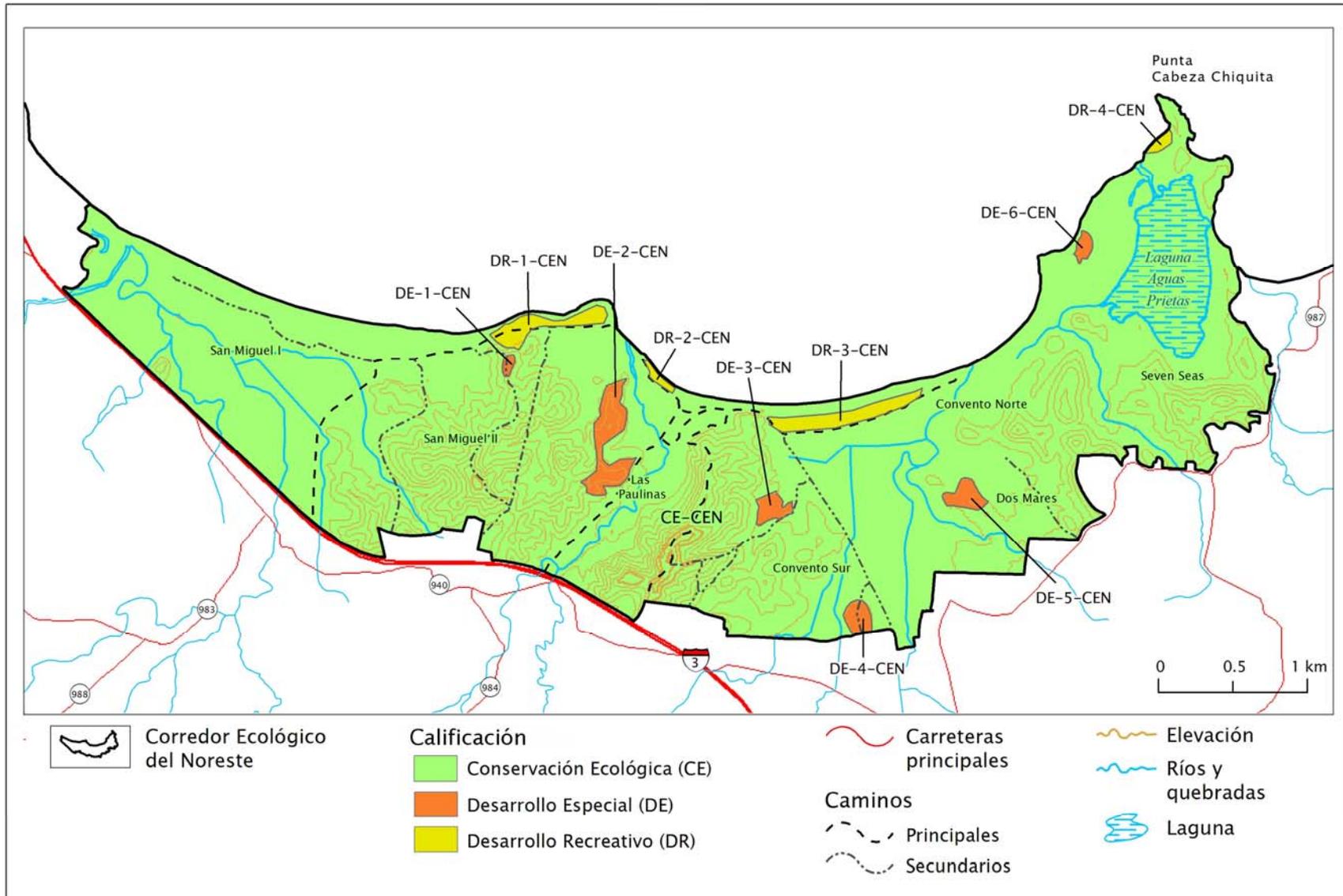
Este distrito tiene la intención de delimitar aquellas áreas donde solamente pueden ubicarse instalaciones y estructuras permanentes asociadas al disfrute de la RNCEN y en apoyo a su manejo, tales como facilidades administrativas y de mantenimiento, centros de visitantes/información, centros de investigación y eco-hospederías. La ubicación y operación de eco-hospederías, aparte de proveer facilidades de alojamiento a los visitantes de la RNCEN, tiene como fin primordial ofrecer una experiencia única de turismo de naturaleza y ecoturismo como parte de los ofrecimientos educativos, interpretativos y recreativos de la Reserva, en función de su preservación y conservación.

El Plan Integral de la RNCEN contiene un Reglamento Especial de Calificación con las normas generales y particulares de las nuevas calificaciones del área natural protegida. Este Reglamento Especial deberá aplicarse en conjunto y como complemento al modelo de manejo establecido en el Capítulo 5 del Plan Integral de la RNCEN.

**TABLA 4.1**  
**CALIFICACIÓN DEL SUELO EN LA RNCEN**

DISTRITOS	CABIDA		PORCENTAJE DE COBERTURA
	CUERDAS	HECTÁREAS	
<b>Conservación Ecológica (CE-CEN)</b>	<b>2,945.603</b>	<b>1,157.621</b>	<b>96.3%</b>
<b>Desarrollo Recreativo (DR-CEN)</b>	<b>49.051</b>	<b>19.275</b>	<b>1.6%</b>
DR-1-CEN	19.144	7.523	0.6%
DR-2-CEN	2.994	1.176	0.1%
DR-3-CEN	23.350	9.176	0.8%
DR-4-CEN	3.563	1.400	0.1%
<b>Desarrollo Especial (DE-CEN)</b>	<b>62.906</b>	<b>24.717</b>	<b>2.0%</b>
DE-1-CEN	2.251	0.884	0.07%
DE-2-CEN	29.757	11.694	0.9%
DE-3-CEN	8.532	3.352	0.3%
DE-4-CEN	8.669	3.406	0.3%
DE-5-CEN	9.511	3.737	0.3%
DE-6-CEN	4.185	1.644	0.1%
<b>TOTAL (Distritos)</b>	<b>3,057.56</b>	<b>1,201.61</b>	<b>100.0%</b>

**FIGURA 4.2**  
**MAPA DE CALIFICACIÓN DEL PLAN INTEGRAL DE LA RNCEN**



## **Densidad en el Distrito DE-CEN**

El Reglamento de Calificación de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm.4) de la JP utiliza el concepto de unidad de vivienda básica (U.V.B.) para determinar la densidad de usos de terrenos a permitirse en los distritos de zonificación o calificación. El concepto de U.V.B. “se utiliza en las casas de apartamentos para obtener un nuevo cálculo de densidad permitida en un solar a base del número de habitaciones de cada unidad de vivienda. Una unidad de vivienda básica se compone de una vivienda de tres (3) dormitorios” (JP, 2008a; JP, 2008b). El Reglamento de Planificación Núm. 4 a su vez establece equivalencias de U.V.B. para otros tipos de usos que no sean viviendas. Por ejemplo, una U.V.B. aparte de ser equivalente a una vivienda de 3 cuartos, también equivale a una vivienda de 1,200 pies cuadrados y 2.5 habitaciones hoteleras.

El Reglamento Especial de Calificación para la RNCEN opta por utilizar el concepto de U.V.B. para establecer la densidad máxima permitida y sus posibles equivalencias en los Distritos de Desarrollo Especial del área natural protegida. El uso de este concepto no puede interpretarse como que en la RNCEN se permite la construcción de unidades residenciales. El Inciso 1 de la Sección 7.01 del Reglamento claramente indica que “queda prohibida la edificación de residencias o viviendas de cualquier clase en la RNCEN, incluyendo condo-hoteles, unidades de tiempo compartido o cualquier otra modalidad que contemple un régimen residencial”, con algunas excepciones.

Para responder a la realidad de un área a ser administrada como una reserva natural, se estableció una densidad de una U.V.B. por 50 cuerdas, utilizando como referencia la densidad más baja permitida dentro del distrito Agrícola Reserva Uno (AR-1) de las áreas designadas como reservas agrícolas bajo el Reglamento de Zonificación Especial para las Reservas Agrícolas de Puerto Rico (Reglamento Núm. 28) de la JP.

Considerando las 3,057.56 cuerdas de la RNCEN, ello equivaldría a una densidad de 61.15 U.V.B, para toda el área. La intención al establecer una densidad para toda la Reserva Natural es crear un parámetro de equidad entre todas las parcelas independientemente de su condición ecológica, riesgo o cualquier otra limitación. La densidad calculada y propuesta finalmente en el Reglamento de este Plan Integral se

distribuye proporcionalmente entre las seis áreas identificadas como Distritos de Desarrollo Especial.

A su vez, y dado que la vivienda no es un uso permitido en la RNCEN, se calculó la densidad de habitaciones para eco-hospederías, asumiendo que una habitación de hotel es equivalente a 0.4 U.V.B. (1,200 pies cuadrados) y en el resto de los distritos por los pies cuadrados de construcción permitida. Esta densidad se distribuye entre los distritos donde se pueden ubicar estructuras, resultando la siguiente distribución:

**TABLA 4.2  
DENSIDAD EN EL DISTRITO DE-CEN**

<b>Distrito</b>	<b>Cuerdas</b>	<b>U.V.B. en DE-CEN</b>	<b>Pies Cuadrados</b>	<b>Habitaciones</b>
DE-1-CEN	2.25	2.19	2,626.38	0 (no permitidas)
DE-2-CEN	29.76	28.93	34,712.70	72.32
DE-3-CEN	8.53	8.29	9,952.35	20.73
DE-4-CEN	8.67	8.43	10,112.21	0 (no permitidas)
DE-5-CEN	9.51	9.25	11,095.35	23.122
DE-6-CEN	4.19	4.17	4,882.45	0 (no permitidas)

Es importante enfatizar que el parámetro U.V.B. se ha utilizado exclusivamente como una referencia para poder calcular y establecer la densidad máxima a permitirse en los Distritos de Desarrollo Especial propuestos en la RNCEN, aún cuando el mismo no integra las limitaciones impuestas por la realidad física de los terrenos en esta área. Por tal razón, es necesario considerar la densidad adoptada por eco-hospederías en operación y que han sido exitosas en diversas jurisdicciones a través del mundo, como otro parámetro de referencia para determinar las densidades a permitirse en los Distritos de Desarrollo Especial en la RNCEN.

En el año 2004, *The International Ecotourism Society*, la organización más antigua y grande en el mundo dedicada a la promoción del ecoturismo, realizó un estudio titulado *Ecolodge Footprint and Justification for Biodiversity Conservation*, con el objetivo principal de evaluar los beneficios e impactos ocasionados por las eco-hospederías en la conservación de la biodiversidad en las áreas donde ubican, incluyendo hasta qué grado las eco-hospederías pueden justificarse como un medio para lograr la preservación de la biodiversidad (The International Ecotourism Society, 2004). Este estudio es posiblemente el más abarcador y completo realizado hasta el presente sobre dicho tema.

El estudio evaluó, entre otros parámetros, la capacidad o número máximo de personas que hospedan como eco-hospederías. Los resultados mostraron que un 78.6% de las eco-hospederías tienen capacidad para hospedar 50 personas o menos, un 11.2% entre 51 a 100 personas, un 7.1% entre 101 a 150 personas y un 2% entre 151 a 200 personas. Tomando estas cifras como un estándar a nivel mundial, y asumiendo una ocupación promedio de dos personas por habitación, es razonable concluir que el 99% de las facilidades de eco-hospederías cuentan con menos de 100 habitaciones. Es importante notar que el 89% de las eco-hospederías evaluadas en el estudio se encuentran localizadas fuera de áreas naturales protegidas, práctica adoptada para evitar impactos sobre los recursos y la biodiversidad que se pretende conservar o proteger.

La densidad de habitaciones propuestas para las áreas donde se permitiría la construcción de eco-hospederías en la RNCEN, basado en el parámetro de U.V.B., y equivalente a un máximo total de 116 habitaciones, aparentaría ser por lo tanto superior a la práctica adoptada a nivel mundial para este tipo de facilidad turística. El espacio máximo de ocupación comprendido por 116 habitaciones propuestas en la RNCEN, sin embargo, incluye también el espacio que ocuparían las facilidades comunes y de servicios complementarios. La cantidad máxima de habitaciones a permitirse reglamentariamente en la RNCEN es entonces en realidad menor a 116 habitaciones, cifra acorde con lo aceptable para este tipo de hospedería en el mundo.

En resumen, la ubicación y la densidad de construcción propuesta en este Plan Integral para los distritos donde se permitiría el desarrollo de eco-hospederías, ha sido determinada tomando en consideración la realidad físico-espacial de su localización dentro de un área natural protegida. Esto, con el propósito de asegurar el mínimo impacto posible sobre la biodiversidad y demás recursos naturales de la RNCEN, y de ayudar a proveer una verdadera experiencia de inmersión o contacto con la naturaleza entre aquellas personas que se hospeden en dichas facilidades, como complemento a los ofrecimientos educativos, didácticos y recreativos a ofrecerse en el área.



## CAPÍTULO V

### DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS

#### A. Impacto Reglamentario

El impacto significativo de mayor probabilidad en términos de la adopción del Plan Integral de la RNCEN en todos sus componentes será uno positivo ya que reducirá la especulación del uso del suelo trayendo como resultado una planificación juiciosa, balanceada y de desarrollo sustentable para la Reserva Natural. Tanto la Junta de Planificación como la Administración de Reglamentos y Permisos tienen la facultad en ley para considerar proyectos ya sea mediante consulta de ubicación y/o los mecanismos de variación y excepción. El Reglamento de Calificación de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 4) permite que estas agencias consideren cualquier tipo de proyecto en los distritos de calificación vigentes mediante estos mecanismos.

La clasificación y calificación del territorio establecida en el Plan Integral de la RNCEN propuesto tiene el propósito de identificar la intensidad y diversidad de usos que pueden considerarse para las diferentes áreas dentro de la Reserva a base de la información disponible hasta el presente así como lograr un uso planificado, balanceado y juicioso de la misma siempre tomando como punto de partida la protección y conservación de estos terrenos. Por consiguiente, resulta importante evaluar la interrelación y compatibilidad del Plan Integral de la RNCEN con otros reglamentos, programas y planes locales, regionales y estatales, tales como:

- Programa de Manejo de la Zona Costanera (12 de julio de 1978),
- Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17) (31 de marzo de 1983),
- Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional El Yunque (31 de marzo de 1983),

- Zona de Interés Turístico (4 de noviembre de 1993),
- Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico (14 de agosto de 1996),
- Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) (31 de diciembre de 2005) y el
- Plan para la Región Este de Puerto Rico, Borrador Preliminar (2007).

### **1. Programa de Manejo de la Zona Costanera (12 de julio de 1978)**

El Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico fue desarrollado en virtud de la Ley Federal de Manejo de Zonas Costeras de 1972, según enmendada (P.L. 92-583). El Programa fue adoptado por la JP como el elemento costero del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico, mediante la Resolución PU-002 del 12 de julio de 1978.

El Programa define a la zona costanera como “la franja de terreno costero mil metros lineales (1,000 m) tierra adentro medidos a partir de la línea de costa, así como distancias adicionales necesarias para incluir sistemas naturales claves de la costa. Incluye, además, las aguas territoriales de Puerto Rico y el suelo oceánico o marino bajo éstas (tres leguas marinas, 9 millas náuticas o 10.35 millas terrestres), las islas de Vieques, Culebra, Mona, Monito, Desecheo, Caja de Muertos y todos los cayos e islotes dentro de ellas” (DRNA, 2004d).

El Programa también definió el concepto “reserva natural” como las “áreas importantes de recursos costeros, sujetas a serios conflictos de uso presentes o potenciales, que deben preservarse en lo que sustancialmente es su condición actual, o donde sea practicable, restaurarlas a su condición natural previa”. En el referido Programa, la designación de un área como reserva natural acarrea dos consecuencias importantes. Primero, las áreas así designadas se especifican como merecedoras de prioridad en la asignación de los escasos recursos públicos disponibles para tareas de inventario, planificación, reglamentación, vigilancia y provisión de instalaciones y servicios públicos, de manera consecuente con los usos planeados. Segundo, se orienta la política pública dominante en dichas áreas hacia la preservación, la conservación y la

restauración de los recursos costeros, por lo que se excluyen aquellos usos o actividades no compatibles con dicha política pública.

La agencia líder para la implantación del Programa es el DRNA a través de la Unidad de Zona Costanera, mientras que la JP es responsable de administrar el proceso de Certificación de la Compatibilidad Federal con el Programa. La JCA y ARPE, entre otras, son agencias con injerencia directa y responsabilidades fundamentales asociadas a la promoción de un desarrollo ambiental y ecológicamente sostenible de la zona costanera.

La Zona Costanera es uno de los recursos más preciados, por su incalculable valor ecológico, histórico y paisajístico con que cuenta la RNCEN y su región.

## **2. Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17) (31 de marzo de 1983)**

Este Reglamento se establece para “guiar y controlar el uso y desarrollo de terrenos y cuerpos de agua en la zona costanera de Puerto Rico, sus costas y sus playas y para requerir, fomentar o prohibir, basado en el bienestar general, los accesos a las playas de Puerto Rico” (JP, 1983).

Este reglamento tiene el propósito de lograr el acceso adecuado a la costa y a las playas de Puerto Rico y el uso óptimo de las mismas. Igualmente, requiere que todo nuevo proyecto de desarrollo con frente a la zona marítimo terrestre, provea nuevos accesos a las costas y playas de Puerto Rico. Además, protege los recursos naturales y las reservas naturales al no permitir nuevas lotificaciones o desarrollos que puedan deteriorarlos o destruirlos.

En la Sección 1.08 del Reglamento se indica que la “Junta de Planificación podrá adoptar reglamentos especiales para las Áreas de Reservas Naturales y de Planificación Especial del Programa de Manejo de la Zona Costanera y para otros sectores que por sus características esencialmente diferentes y particulares ameritan que se alteren algunas de las normas de este Reglamento. La reglamentación especial, dentro de la Zona Costanera de Puerto Rico, se considerará como parte de

este Reglamento y en aquellas playas y costas que estén cubiertas por la reglamentación especial, las disposiciones de este Reglamento serán de carácter supletorio, en tanto no conflijan con las normas especiales” (JP, 1983).

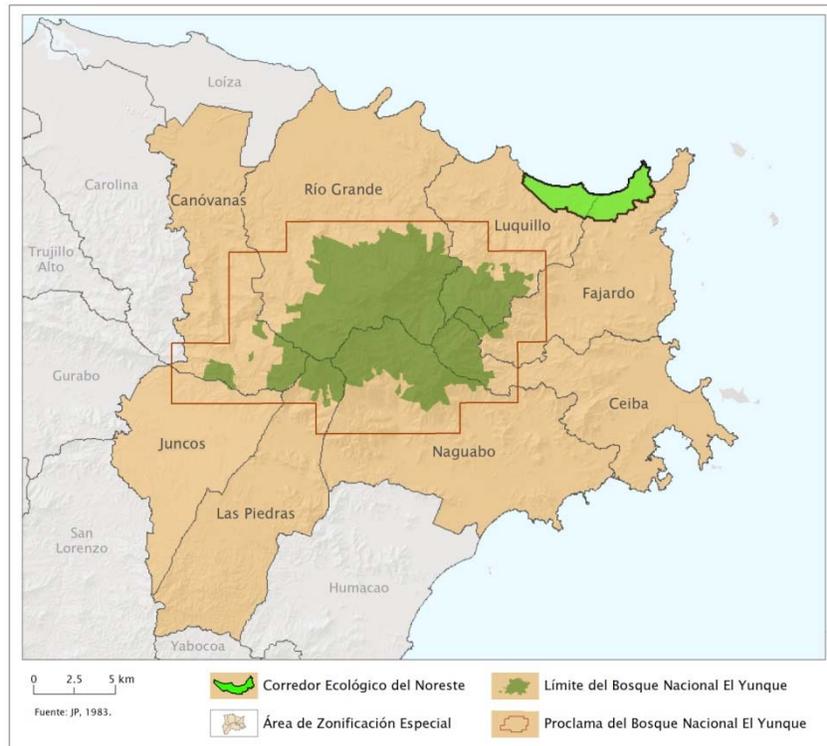
### **3. Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional El Yunque (31 de marzo de 1983)**

La preocupación sobre el posible efecto de la expansión urbana tanto dentro como fuera de los terrenos del Bosque Nacional El Yunque motivó el desarrollo y la adopción del Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional El Yunque (en adelante el Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque) por la JP el 31 de marzo de 1983 con el propósito de utilizar la zonificación como herramienta de conservación de los terrenos en la periferia del bosque. La región de zonificación especial para la periferia de El Yunque consta de aproximadamente 190,840 cds (75,000 ha) en los municipios de Canóvanas, Ceiba, Fajardo, Juncos, Las Piedras, Luquillo, Naguabo y Río Grande, las cuales han sido clasificadas de acuerdo a 21 distritos de zonificación. El Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque se incluye como un suplemento al Reglamento de Zonificación de Puerto Rico de la JP (Reglamento Núm. 4), por lo que no incluye disposiciones de carácter general contenidas en este último.

La intención principal del Reglamento de El Yunque se recoge en la siguiente cita del memorial que acompañó al reglamento en 1983:

“Durante los últimos años la periferia de El Yunque ha estado sujeta a una presión de desarrollo de naturaleza desarticulada que ha puesto en peligro la integridad ecológica del bosque. Tanto la fauna como la flora, así como los cuerpos de agua y los suelos propios para el cultivo agrícola en toda la región, se han visto amenazados. Dicho desarrollo se manifiesta, principalmente, como una expansión de las áreas urbanas con usos residenciales y comerciales. Como resultado existe la necesidad, cada vez mayor, de establecer un mecanismo regulador que guíe adecuadamente los usos de terrenos de la región” (JP, 1983).

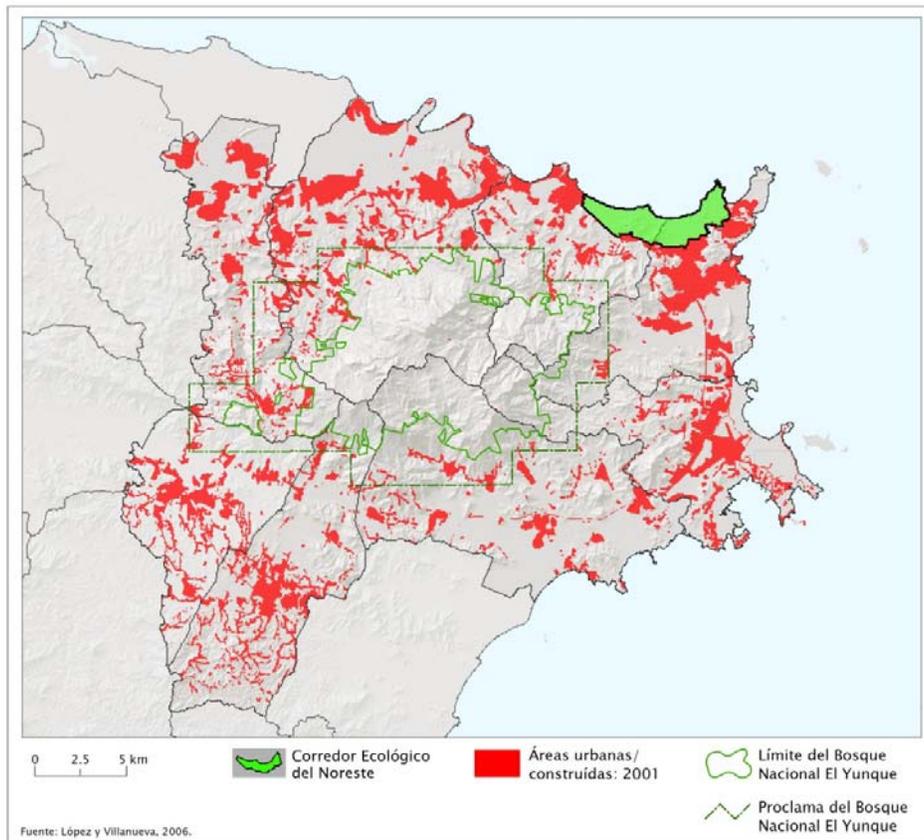
**FIGURA 5.1**  
**ZONIFICACIÓN ESPECIAL DEL YUNQUE**



Como resultado de ciertas enmiendas al Reglamento en 1991 y 1994, se ha observado que los usos intensivos y urbanos en la periferia de El Yunque continúan en aumento. Esto ha despertado la preocupación de varios sectores gubernamentales y sociales (López et al., 2006). En el año 2004, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos llevo a cabo un estudio titulado *Urbanización de los terrenos en la periferia de El Yunque*. El propósito de este estudio fue evaluar los cambios en la cobertura de terrenos en la periferia del Bosque Nacional El Yunque y la eficacia del Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque. El estudio determinó que un 86% de las áreas urbanas nuevas construidas entre los años 1985 a 2001 en el área de zonificación especial no cumplían con los distritos de zonificación del Reglamento (López et al., 2006; Lugo et al., 2004). Según el estudio, la urbanización de los distritos de zonificación agrícolas y de conservación de bosques que ocurrió entre el 1985 y 1995 contradice la intención original del Reglamento y pone en peligro la conservación de El Yunque. El estudio concluyó que el Reglamento no protege adecuadamente la periferia de El Yunque y

que es urgente diseñar nuevas estrategias para conservar esta región, tales como reformular una nueva zona de protección en la periferia de El Yunque, proveerle la fuerza de ley a la nueva zona protectora y mejorar la capacidad técnica de las agencias responsables por la planificación y regulación de los terrenos en Puerto Rico (Lugo et al., 2004).

**FIGURA 5.2**  
**COBERTURA URBANA EN EL ÁREA DE**  
**ZONIFICACIÓN ESPECIAL DE EL YUNQUE**



La designación de la RNCEN ayuda a mitigar las consecuencias negativas de la fragmentación de bosques y paisajes y del acercamiento de zonas urbanas a las naturales en la periferia de El Yunque. Sin embargo, la experiencia del crecimiento de cobertura urbana en terrenos zonificados como agrícolas o bosques en el área de zonificación especial de El Yunque debe ser motivo de preocupación para el futuro manejo de la Reserva Natural. En especial, en los terrenos ubicados al sur de la carretera PR-3 en Luquillo y Fajardo que proveen una conexión funcional entre la

RNCEN y el Bosque Nacional El Yunque. Por esta razón, el uso de terreno y el manejo futuro de la RNCEN debe conceptualizarse utilizando como unidad de planificación a las cuencas hidrográficas de los ríos y quebradas que fluyen desde la Sierra de Luquillo hasta la Reserva Natural.

#### **4. Zona de Interés Turístico (4 de noviembre de 1993)**

La Ley de Zonas Antiguas o Históricas y Zonas de Interés Turístico (Ley 374 del 14 de mayo de 1949, según enmendada) tiene entre sus propósitos el preservar los valores históricos de Puerto Rico y desarrollar el turismo mediante la conservación y protección de lugares y estructuras especiales, a través de la planificación armoniosa en estas zonas. Originalmente, esta ley sólo cobijaba a las zonas antiguas o históricas de Puerto Rico. Por esta razón, la Ley 374 fue enmendada en 1972 para incluir dentro su alcance la designación de Zonas de Interés Turístico (ZIT) (Ley Núm. 8 del 8 de junio de 1972, según enmendada, conocida como “Ley de Zonas de Interés Turístico”).

Una ZIT se define como cualquier área de Puerto Rico que disponga como parte integrante de su ubicación geográfica o dentro de las inmediaciones de su localización una serie de atractivos naturales y artificiales que estén actualmente desarrollados o que tengan un potencial turístico tales como: playas, lagos, bahías, lugares históricos, edificaciones o ambientes de valor histórico-arquitectónico y parajes de gran belleza natural y otros elementos que son de básica y vital importancia para el desarrollo del turismo en Puerto Rico.

La Ley de ZIT establece un mecanismo mediante el cual la JP en consulta con la Compañía de Turismo de Puerto Rico establece la demarcación de las ZIT, así como la reglamentación especial que existe dentro de las mismas. Así mismo, requiere el informe favorable de la Compañía de Turismo para la aprobación de proyectos ubicados en dichas zonas, tanto de los sometidos a la JP, a la ARPE y a las Oficinas Municipales de Permisos.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Ley Núm. 270 del 4 de septiembre de 2004. Para adicionar un párrafo 5 al Artículo 17 de la Ley Núm. 76 de 24 de junio de 1975, según enmendada, conocida como la “Ley Orgánica de la Administración de Reglamentos y Permisos” a fin de incluir que dicha administración, antes de la

Las ZIT deben ser designadas mediante resolución por la JP, conforme a las leyes aplicables. La ZIT de Río Grande-Luquillo-Fajardo fue adoptada a través de la Resolución Núm. RP-4-18-93 (ZIT-5) del 4 de noviembre de 1993, como parte del desarrollo del Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico, el cual incorpora la totalidad de los terrenos de la RNCEN dentro de sus áreas de intervención. Antes de designar oficialmente esta ZIT, la JP elaboró zonas de ordenamiento y desarrollo turístico que se tradujeron en enmiendas a los mapas de zonificación de Río Grande, Luquillo y Fajardo que estaban vigentes en ese momento bajo el Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque.

#### **5. Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico (14 de agosto de 1996)**

El Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico de la JP del 14 de agosto de 1996 se estableció con la meta de “fomentar un desarrollo turístico sustentable que propicie una solidez socio-económica que lo convierta en una actividad de gran competitividad ante la dinámica del mercado internacional, en aquellos terrenos que por sus características tienen el máximo potencial” (JP, 1996). El área de estudio de este Plan comprende los Municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo y ocho (8) áreas específicas de intervención e implantación, seis (6) de las cuales forman parte de la totalidad de los terrenos de la RNCEN.

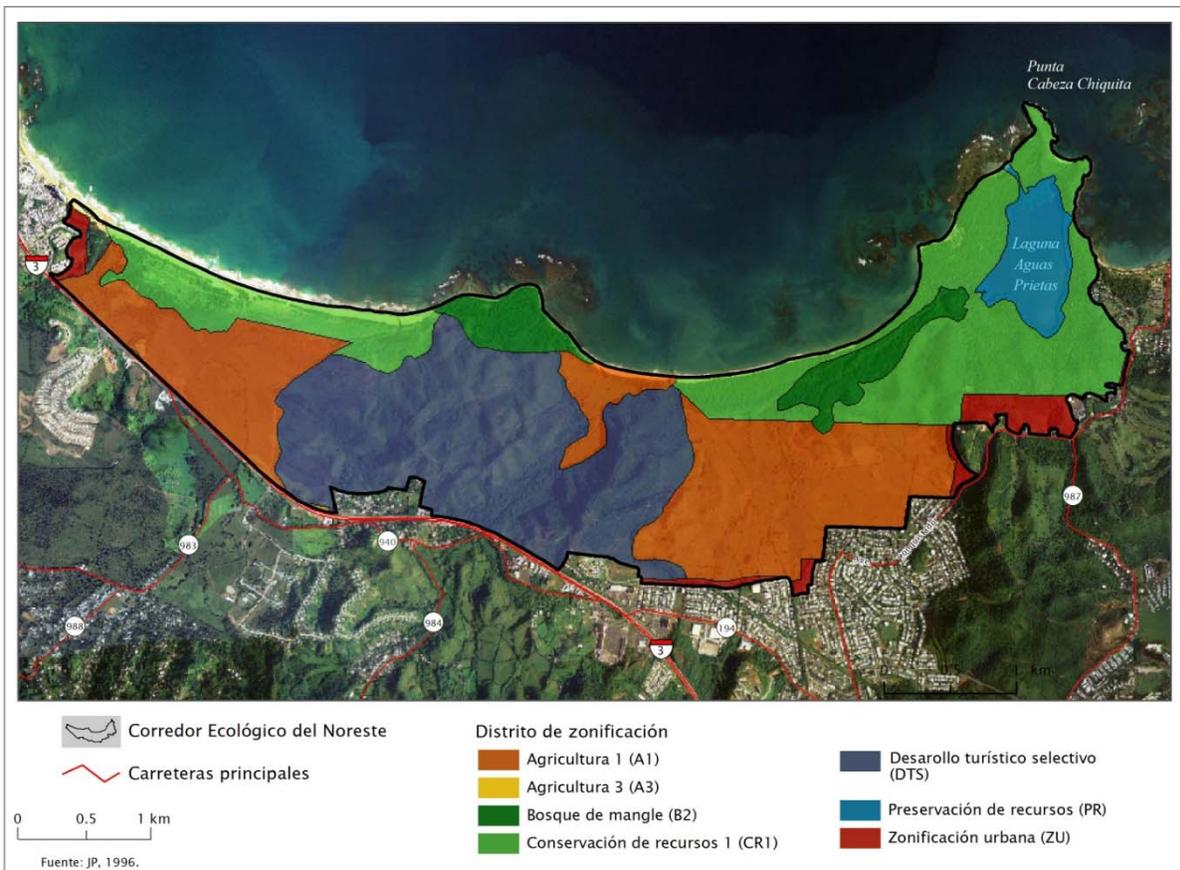
El Plan Conceptual establece que el criterio primordial al evaluar proyectos en las áreas de intervención “será el impacto del desarrollo en los recursos del lugar específico donde se desarrollarán. Los ecosistemas existentes tienen los atributos para definirlos como reservas naturales y por esta razón el desarrollo de estos terrenos tiene que ser sumamente responsable con la conservación de los recursos y valores naturales correspondientes” (JP, 1996). Por tales características, es que esta zona se designa como una Zona de Interés Turístico (ZIT) y también se define como un área de planificación especial.

---

aprobación de la construcción de un hotel, parador u otro proyecto o atracción turística requiera un informe favorable vía certificación de la Compañía de Turismo de Puerto Rico.

Como parte del proceso de elaboración del Plan Conceptual, se estableció la ZIT Rio Grande-Luquillo-Fajardo con los nuevos distritos de ordenación que sustituyeron los que existían de acuerdo al Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque (JP, 1983 y JP, 1991). Estos distritos vigentes utilizaban las disposiciones del Reglamento de Zonificación de Puerto Rico (Reglamento de Zonificación Núm. 4) de la JP.

**FIGURA 5.3**  
**DISTRITOS DE ORDENACIÓN DE LA ZIT ESTABLECIDOS EN EL**  
**PLAN CONCEPTUAL DE DESARROLLO TURÍSTICO**  
**DE LA COSTA NORDESTE DE PUERTO RICO**



La RNCEN actualmente contiene siete distritos de ordenación, que se resumen a continuación:

- **Desarrollo Turístico Selectivo (DTS)** – “Este distrito se establece para facilitar la ubicación de proyectos turísticos y recreativos fuera de los ámbitos de expansión urbana, sujeto a la disponibilidad de infraestructura en el área y donde es necesario mantener el carácter paisajista y las condiciones naturales del lugar”.

Se permitirán los siguientes usos, siempre que tales usos estén en armonía con otros usos existentes en el lugar, no pongan en peligro la salud, bienestar y seguridad de los presentes y futuros habitantes, no pongan en peligro la estabilidad ecológica del área y esté disponible o puede proveerse infraestructura adecuada al uso propuesto. Cualquier segregación o propuesta en este distrito será evaluado por la JP:

1. Siembra de productos agrícolas, crianza de animales y usos agro-industriales.
2. Vivienda para una familia.
3. Venta al detal de productos cosechados en la finca siempre que el área de la estructura no exceda de doscientos 200 m<sup>2</sup>.
4. Edificios y usos accesorios de acuerdo a las disposiciones de la Sección 73.00 del Reglamento 4.
5. Otros usos de acuerdo a las Secciones 81.00 y 84.00 del Reglamento 4.
6. Desarrollos extensos donde el uso predominante será el turístico.

- **Zona Urbana (ZU)** - Cuenta con distritos urbanos residenciales y comerciales.
- **Agrícola Mecanizable (A-1)** – “Este distrito agrícola compuesto por terrenos con ninguna o escasa población, cuya continuidad en uso agrícola se declara de importancia para el País, se establece para identificar áreas de gran productividad o de gran potencial agrícola”. Los usos permitidos en este distrito son los siguientes:

1. Cafeterías hasta 2,000 pies cuadrados.
  2. Centros de cuidado para envejecientes o para niños.
  3. Hospedajes especializados.
  4. Otros usos de acuerdo con lo establecido en la Sección 79.00 del Reglamento 4.
  5. Usos agrícolas, tales como siembra de productos agrícolas y la cría de ganado, de aves, de animales domésticos, de caza y de abejas, independientemente de la intensidad.
  6. Usos y edificios accesorios estrechamente relacionados o complementarios a los cultivos o crianzas llevadas a cabo como un uso principal de la finca, que incluya entre otros empaque, almacenaje y venta de los productos cosechados en la finca.
  7. Vivienda para una familia.
- **Agropecuario (A-3)** – “Este distrito agrícola se establece para identificar áreas utilizadas o con potencial reconocido para ser utilizadas en actividades agropecuarias en las que generalmente predominan los suelos de las Clases V, VI y VII según clasificados por el Servicio Federal de Conservación de Suelos (hoy día, Servicio de Conservación de Recursos Naturales). Estas son áreas cuyo patrón general de desarrollo agropecuario se afecta adversamente con la introducción de usos residenciales en forma dispersa”. Los usos permitidos en este distrito son los siguientes:
    1. Centros de cuidado de envejecientes, o para niños.
    2. Hospedajes especializados.
    3. Usos agrícolas tales como siembra de productos agrícolas y la crianza de ganado, de aves, de animales domésticos, de caza y de abejas. Se incluye, además, charcas para la crianza de peces y crustáceos, vaquerías, facilidades para la crianza de cerdos y cultivo de flores y hortalizas por métodos convencionales o hidropónicos.

4. Proyectos de carácter comercial que no excedan de 10,000 pies cuadrados de área bruta de piso para la venta de animales y productos agrícolas y para venta al detal de artículos de consumo o uso corriente en el hogar, incluyendo ferreterías. Proyectos de la misma naturaleza, en exceso de 10,000 pies cuadrados, mediante autorización de la Junta.
  5. Proyecto de carácter industrial que no excedan de 15,000 pies cuadrados de área bruta de piso a excepción de las polleras las cuales podrán ser de hasta 30,000 pies cuadrados de área bruta de piso. Se tomará en consideración que la actividad industrial no produzca en forma significativa humo, polvo, gases, ruidos, vibraciones, riesgos de fuego o explosión, u otras condiciones que puedan resultar perjudiciales a las áreas adyacentes. Proyectos de la misma naturaleza, en exceso de 15,000 pies cuadrados, mediante autorización de la JP.
  6. Vivienda para una familia.
  7. Clubes cívicos sin fines pecuniarios en solares que no excedan de una cuerda; en exceso de una cuerda, mediante autorización de la JP.
  8. Uso y edificios accesorios estrechamente relacionados o complementarios al uso principal de la propiedad conforme a lo establecido en la Sección 73.00 del Reglamento 4.
  9. Otros usos de acuerdo a lo establecido en la Sección 79.00 del Reglamento 4.
- **Bosques de Mangle (B-2)** – “Este distrito de conservación se establece para identificar los distintos tipos de bosques de mangle y salitrales y lodazales asociados a los sistemas de mangles que existen en Puerto Rico con el propósito de protegerlos de los daños irreparables producidos por el mal uso y la falta de previsión en atender el efecto adverso de otras actividades sobre estos sistemas”. Debido “a que cada uno de los tipos de mangles poseen un valor especial y unas características distintivas con diferentes necesidades de manejo”, los usos a permitirse en este distrito se establecen conforme a las limitaciones impuestas por la naturaleza, los cuales son los siguientes:

1. Islotes de Mangle - Estos mangles se podrán usar para actividades relacionadas con su valor estético, refugios y criaderos de especies y para la protección de la costa. Se podrá permitir, además, la investigación científica y la recreación pasiva limitada.
  2. Manglares de Borde - Se permitirán los siguientes usos:
    - a. Producción limitada de madera con cortes cuidadosos y selectivos mediante autorización del Departamento de Recursos Naturales.
    - b. Facilidades para recreación pasiva siempre y cuando éstas no entorpezcan el balance ecológico y funcionamiento natural del sistema.
    - c. Estudios científicos
    - d. Muelles de pescadores siempre y cuando se construya en pilotes y no implique el corte y relleno del mangle.
  3. Manglares Enanos o Achaparrados - Debido a que su regeneración es extremadamente lenta (más de 50 años) sólo se permitirán estudios científicos.
  4. Manglares Ribereños - Se podrá permitir:
    - a. La producción de madera, leña y corteza para tanino, tomándose precauciones para mantener la productividad natural y mediante autorización del Departamento de Recursos Naturales.
    - b. Estudios científicos.
  5. Manglares de Cuenca - Se podrá permitir:
    - a. La producción de madera, leña y corteza para tanino, tomándose precauciones para mantener la productividad natural y mediante autorización del Departamento de Recursos Naturales.
    - b. Recreación pasiva limitada que no implique corte, relleno y dragado del mangle y de los sistemas de salitrales y lodazales asociados.
    - c. Actividades y estudios científicos.
- **Conservación de Recursos Uno (CR-1)** – “Este distrito de conservación se establece para identificar porciones de fincas cuyas características existentes

deben mantenerse y mejorarse, tales como áreas de dunas, tramos de carreteras donde los árboles a ambos lados forman un túnel, porciones de fincas donde habitan especies de singular valor, las márgenes de lagos y otros cuerpos de agua, áreas costeras de valor escénico y fajas de amortiguamiento adyacentes a un recurso de valor especial”. Se permitirán los siguientes usos, siempre que no confluyan con la conservación del tipo o clase de recurso o la estabilización de los terrenos:

1. Facilidades recreativas
  2. Facilidades públicas
- **Preservación de Recursos (PR)** – “Este distrito de preservación de recursos se establece para clasificar y designar áreas específicas que constituyen recursos naturales cuya condición existente es única, frágil, en peligro de extinción y que es necesario proteger para la contemplación o el estudio científico”.

Será política de uso de terrenos el preservar al máximo la condición natural existente de estas áreas. Los terrenos comprendidos en este distrito serán utilizados para:

1. Realizar estudios científicos supervisados por instituciones de educación, personas, organismos, asociaciones o grupos científicos "bonafide", debidamente reconocidas y acreditadas por los organismos pertinentes.
2. La contemplación bajo la supervisión de oficiales custodios de los recursos. Se permitirá la visita de grupos interesados en realizar caminatas previamente autorizadas.
3. Otros usos a permitirse de acuerdo a lo establecido en la Sección 84.00 del Reglamento 4.

Tal como se indicó anteriormente, la mayoría de los distritos de ordenación vigentes del Plan Conceptual (tales como los Distritos DTS, ZU, A-1, A-3 y CR-1) no garantizan los objetivos planteados en las ordenes ejecutivas para la designación del CEN como una Reserva Natural (OE-2007-37 y OE-2008-22), ni tampoco corresponden al valor de los

ecosistemas ni a las condiciones de vulnerabilidad a riesgos naturales presentes en la RNCEN, a la luz de la información conocida al presente.

#### **6. Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13) (31 de diciembre de 2005)**

El Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento Núm. 13) de la JP controla el desarrollo de los terrenos y edificaciones en áreas declaradas como de riesgo a inundación. El Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación es el mapa oficial preparado y aprobado por FEMA que adopta la JP y que identifica las áreas especiales de riesgo a inundación de acuerdo a las siguientes zonas:

- **Zona A** - Área especial de riesgo a inundación con periodo de recurrencia de 100 años; determinada por métodos aproximados y para la cual no se ha determinado la elevación de la inundación base.
- **Zona AE** - Área especial de riesgo a inundación con periodo de recurrencia de 100 años, determinada por métodos específicos y para la cual se indican las elevaciones de la inundación base. Según el alcance del estudio, puede incluir la determinación del Cauce Mayor.
- **Zona AO** - Área especial de riesgo a inundación poco profunda con periodo de recurrencia de 100 años, para la cual la profundidad de la inundación base fluctúa entre 0.30 metros (un pie) y 0.91 metros (tres pies). Las profundidades promedio de la inundación se derivan de un análisis hidráulico detallado.
- **Zona D** - Área donde el riesgo de inundación está sin determinar pero es posible.
- **Zona V** - Área costanera de alto peligro a inundación por marejadas con periodo de recurrencias de 100 años para la cual no se han determinado las elevaciones de la inundación base.
- **Zona VE** - Área costanera de alto peligro a inundación con periodo de recurrencia de 100 años con velocidad y energía (marejada ciclónica) para la cual se ha determinado la elevación de la inundación base.
- **Zona X (con puntos negros)** - Área de inundación con 0.2% de probabilidad de ocurrir cada año, área para inundación de 100 años con profundidad del agua

menor de 0.3 metros o con áreas de drenaje menor de 2.6 kilómetros cuadrados y áreas protegidas por diques contra la inundación de 100 años.

- **Zona X (no oscurecida)** - Área determinada fuera de la inundación de la tormenta de 500 años.

Los datos del Mapa sobre Tasas del Seguro de Inundación de FEMA del 2005 son los que la Junta de Planificación utiliza actualmente en la toma de decisiones sobre uso de suelo para esta zona. En agosto de 2007, FEMA publicó unos nuevos mapas de seguros contra inundaciones preliminares con el fin de actualizar y mejorar los mapas vigentes publicados en el 2005. Ambos mapas fueron utilizados en la delimitación de los distritos de calificación propuestos en el Plan Integral de la RNCEN; especialmente los distritos de desarrollo especial (DE-CEN), los cuales permiten el establecimiento de estructuras y facilidades permanentes que deben estar ubicadas fuera de áreas inundables.

#### **7. Plan para la Región Este de Puerto Rico, Borrador Preliminar (2007)**

La RNCEN forma parte de la Región Este de la JP, la cual cuenta con un Plan para la Región Este vigente desde el año 2000. Como parte de la elaboración del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico, la JP sometió a vista pública en febrero de 2006 un Perfil Regional de la Región Este. Esta actualización del Perfil Regional del Plan para la Región Este se realizó para diseñar estrategias de implantación a nivel regional. La JP ha continuado actualizando estos documentos y existe un documento Borrador del Plan de la Región Este de mayo de 2007, que ha sido discutido con los municipios.

Destacamos las recomendaciones y estrategias del Borrador del Plan de la Región Este que más están relacionadas con el Plan Integral de la RNCEN:

- Estimular el desarrollo de la actividad turística mediante el aumento y segmentación de la oferta de hospederías tipo resort, villas turísticas, *time-sharing*, condo-hoteles, casa de huéspedes, eco-hospederías y lugares para acampar.

- Colaborar con la Compañía de Turismo para promover los proyectos turísticos que eventualmente puedan ser sustentables aprovechando las fortalezas de la Región como lo son su patrimonio natural y cultural.
- Integrar a las comunidades en las fases de diseño, construcción, operación y mantenimiento de estos proyectos.
- Considerar la alternativa de integración de iniciativas de proyectos cooperativos entre los sectores públicos y privados dirigidos a fomentar las siguientes actividades: turismo de naturaleza, ecoturismo, agroturismo y turismo rural.
- Mantener el impulso del proyecto Portal del Futuro en los terrenos de la antigua base de Roosevelt Roads como un Polo de Crecimiento Económico para la Región con el propósito de diversificar la base económica y fomentar la creación de empleos.
- Desarrollar un sistema alternativo – doméstico para la recolección, almacenaje y uso de agua potable.

En conclusión, la propuesta adopción del Plan Integral de la RNCEN y su Reglamento Especial de Calificación, requiere que se enmienden o derogen, según aplique, el Reglamento de Calificación de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 4) del 28 de junio de 2008; el Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional del Caribe (El Yunque) del 31 de marzo de 1983, la Zona de Interés Turístico de los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo, de acuerdo a la Resolución Núm. RP-4-18-93 (ZIT-5) de la JP del 4 de noviembre de 1993 y el Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico del 14 de agosto de 1996, en lo que concierne específicamente a los terrenos de la RNCEN.

## B. Impacto Físico

Existe la preferencia de algunas personas de mantener las áreas naturales preservadas sin que haya ningún tipo de interacción entre el ambiente y el ser humano. A esto le conocemos como una filosofía biocéntrica. Por otra parte, existen personas que prefieren disfrutar de las áreas naturales y tener una interrelación más directa donde obtengan algún beneficio de las mismas, tales como beneficios educativos, recreativos y económicos. A esto se le conoce como una perspectiva antropocéntrica. Esta perspectiva nos puede llevar a lograr un desarrollo sustentable de la RNCEN; la cual, como se ha señalado anteriormente, permite el uso y el disfrute de la misma de una forma planificada.

El Plan Integral de la RNCEN contempla establecer varios usos, los cuales son completamente cónsonos con los objetivos de los distritos de calificación propuestos. Entre los usos, se encuentran el establecimiento de instalaciones para el manejo de la Reserva y para la investigación científica, al igual que áreas para eco-hospederías y la recreación pasiva. Se han identificado las áreas específicas para establecer estos usos de manera que no causen un impacto mayor, ni alteren la ecología del sistema (Ver Figura 4.1).

Se reconoce que el establecimiento de estas instalaciones requiere de la construcción de cierta infraestructura como lo son los sistemas de abasto de energía y agua potable, el manejo de aguas sanitarias y la operación de las servidumbres de vías de acceso. Por consiguiente, la DIA-E, al igual que el Reglamento Especial de Calificación del Plan Integral de la RNCEN, recomienda una serie de medidas de prevención y mitigación para evitar o controlar los impactos sobre el medioambiente. Estas medidas se presentan en el Capítulo VIII de la DIA-E.

## C. Impacto Socioeconómico

Las áreas naturales protegidas son uno de los principales atractivos de un municipio y de una región. Por tal razón, desarrollarlas y conservarlas no constituye un gasto sino una inversión social. Tanto es así que, para muchos, estos espacios se han convertido

en una estrategia para atraer nuevos residentes y negocios, lo que favorece tanto la calidad de vida, como la salud de la economía de un municipio (Lerner & Poole citados en CPN y CEDES, 2005).

Las Naciones Unidas han definido los recursos naturales como todos aquellos que encuentra el hombre en su ambiente natural y que puede en alguna forma utilizar en beneficio propio. Los recursos se definen, entonces, en función de la capacidad de la naturaleza para satisfacer necesidades humanas. Hay dos consideraciones adicionales: la relación demanda-oferta y el aspecto de distribución. Se entiende que aquellos elementos que tienen características para satisfacer ciertas necesidades pueden considerarse como recurso por lo que los recursos están valorados más en función de su demanda efectiva que de las necesidades. A los recursos naturales le asignamos valor económico en función de sus características únicas, sus años de vida, los componentes que posee (flora y fauna), entre otros. Desde este punto de vista, la RNCEN es un sistema con una variedad inmensa de recursos naturales los cuales dan gran valor a la misma.

Por otra parte, el establecimiento de los usos propuestos en el Plan Integral de la RNCEN redundará en beneficio no solo de los objetivos contemplados para la conservación y protección de la Reserva sino que también fomentará la atracción de turismo interno y externo lo cual generará ingresos generales para la Región Noreste de Puerto Rico. Es importante recordar que la RNCEN está situada en una región de crecimiento turístico con un gran número de hoteles, turistas y visitantes los cuales se beneficiarán del uso y disfrute de este sistema natural de gran valor. Todo esto siempre teniendo presente que el uso y disfrute será uno regulado para asegurar su conservación.

En términos de la salud, se ha reconocido que el esparcimiento y disfrute en zonas naturales resulta en gran beneficio para la calidad de vida del ser humano logrando así una mejor sociedad.



## CAPÍTULO VI

### ALTERNATIVAS DE LA ACCIÓN PROPUESTA

La evaluación y selección de alternativas se viene realizando a lo largo de las distintas fases del proceso de elaboración y redacción del Plan Integral de la RNCEN. En atención a los principios y objetivos de sostenibilidad territorial que inspiran y guían los planteamientos del Plan Integral se ha optado en todos los casos por las alternativas con menores impactos ambientales y más eficaces en términos de conservación, considerando además de manera integrada la dimensión social y económica.

La selección de alternativas y la toma consiguiente de decisiones, en el marco de los criterios y de las orientaciones generales sobre el modelo de territorio planteados por quienes tienen la responsabilidad de gobernar, está fundamentando en las opiniones del equipo del DRNA y de la Junta de Planificación, en la contribución del personal técnico de las distintas agencias estatales que han comentado preliminarmente sobre Plan Integral, así como en el proceso de planificación participativa.

La selección final de las alternativas presentadas a lo largo del proceso se ha hecho en consonancia con los criterios definidos para la obtención de modelo de territorio que se desea promover y conseguir, resultando en la redacción de una clasificación, calificación y reglamento de aplicación que garantizaran un desarrollo equilibrado, gradual y asumible por el entorno, mediante una distribución equitativa y racional de los recursos disponibles, minimizando los conflictos que suelen generarse entre las expectativas e intereses particulares en relación con la preservación del medio natural.

La consideración de alternativas a la acción propuesta, a saber, la adopción del Plan Integral de la RNCEN, permite comparar los posibles efectos de diferentes estrategias para alcanzar la meta del Plan.

A. Modelo Actual de Planificación (Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico)

El Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico (PCDTCN) de la JP del 14 de agosto de 1996 se estableció con la meta de “fomentar un desarrollo turístico sustentable que propicie una solidez socio-económica que lo convierta en una actividad de gran competitividad ante la dinámica del mercado internacional, en aquellos terrenos que por sus características tienen el máximo potencial” (JP, 1996). El área de estudio de este Plan comprende los terrenos en los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo que colindan por el Norte con el Océano Atlántico, por el Sur con la Carretera Estatal Núm. 3, por el Este con la Bahía Demajagua y por el Oeste con el Río Herrera. A su vez, el Plan establece ocho (8) áreas específicas de intervención e implantación, seis (6) de las cuales forman parte de los terrenos de la RNCEN.

Para lograr su meta, el Plan presenta varios objetivos, tales como: estimular el desarrollo del turismo descentralizado, diversificando y mejorando la calidad de oferta de facilidades turísticas; promover el desarrollo del turismo como actividad económica esencial; y promover un desarrollo socioeconómico que propicie un balance entre el desarrollo y conservación. El Plan reconoce *“el desorden y desarmonía en los usos de terrenos de la zona así como la presión de desarrollo a la cual están sometidos los mismos”*. El PCDTCN también reconoce la importancia ecológica de las fincas principales que forman parte de la RNCEN, específicamente las Fincas San Miguel I y II, la Finca Las Paulinas, la Finca Convento Sur y la Finca Convento Norte por sus humedales, mangles, lagunas, especies en peligro de extinción y áreas de bosque, entre otros aspectos. No obstante, identifica estas fincas como áreas con potencial de desarrollo o “áreas de intervención”.

Por esta razón, el Plan establece que el criterio primordial al evaluar proyectos en las áreas de intervención “será el impacto del desarrollo en los recursos del lugar específico donde se desarrollarán. Los ecosistemas existentes tienen los atributos para definirlos como reservas naturales y por esta razón el desarrollo de estos terrenos

tiene que ser sumamente responsable con la conservación de los recursos y los valores naturales correspondientes” (JP, 1996). Por tales características, es que esta área de estudio se designa como una Zona de Interés Turístico (ZIT) y también se define como un área de planificación especial.

Como parte del proceso de elaboración del Plan Conceptual, se estableció oficialmente la ZIT Rio Grande-Luquillo-Fajardo con los nuevos distritos de ordenación que sustituyeron los que existían de acuerdo al Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque (JP, 1983 y JP, 1991). Estos distritos utilizaban las disposiciones del Reglamento de Zonificación de Puerto Rico (Reglamento de Zonificación Núm. 4) de la JP. Entre las calificaciones de usos de suelos del PCDTCN están: Desarrollo Turístico Selectivo (DTS) , Zona Urbana (ZU), Agrícola Mecanizable (A-1), Conservación de Recursos 1 (CR-1), Bosque de Mangle (B-2) y Preservación de Recursos (PR). Algunos de los usos contemplados en estas calificaciones incluyen: villas turísticas, desarrollos extensos, edificios de apartamentos de 40 unidades de vivienda básica (uvb)/cuerda, hoteles de 25 uvb/cuerda, proyectos residenciales de interés social, campos de golf, plazas y proyectos agroindustriales, entre otros.

El Plan Conceptual se define como un instrumento de planificación que reconoce las características y potencialidades de una zona, pero no establece reglas específicas de ordenamiento territorial que propendan en el desarrollo planificado de la misma. El Plan se limita a presentar un concepto de lo que se podría estar desarrollando en la zona en forma general sin entrar en los detalles y características particulares de cada ambiente que comprende la zona en su totalidad.

Dado a que la meta del PCDTCN es fomentar la actividad económica en el área de estudio, establece el desarrollo turístico como eje principal de desarrollo. No obstante, a pesar de que reconoce la importancia de conservar y proteger aquellas áreas de importancia ecológica, fomenta el desarrollo de proyectos intensos que a largo plazo tendrán un impacto negativo sobre los sistemas y recursos naturales del área. El Plan dispone que la JP puede considerar, mediante el mecanismo de consultas de ubicación, usos no conformes a los distritos de calificación establecidos en el mismo. El Plan carece de la presentación de alternativas al turismo convencional, tal como el

turismo de naturaleza y el ecoturismo, que respondan a la dinámica cambiante y competitiva del mercado turístico internacional.

Tal como se indicó anteriormente, la mayoría de los distritos de ordenación vigentes del PCDTCN (tales como los Distritos DTS, ZU, A-1, A-3 y CR-1) no garantizan los objetivos planteados en las ordenes ejecutivas para la designación del CEN como una Reserva Natural (OE-2007-37 y OE-2008-22), ni tampoco corresponden al valor de los ecosistemas ni a las condiciones de vulnerabilidad a riesgos naturales presentes en la RNCEN, a la luz de la información conocida al presente.

En conclusión, el PCDTCN no atiende las necesidades reales de la RNCEN en términos de su conservación, preservación, restauración y desarrollo sostenible. El Plan Conceptual contiene usos totalmente incompatibles y que están en completa contraposición a lo que debe ser un desarrollo balanceado en una Reserva Natural según declarada en la Orden Ejecutiva OE-2007-37. Por lo tanto, el continuar con la implantación del modelo actual de planificación a través del PCDTCN no es una alternativa viable.

#### B. Adopción del Plan Integral de la RNCEN

El progreso y desarrollo económico no planificado son los agentes principales para la degradación de un sistema natural. Las reservas ecológicas en casi todo el mundo han estado bajo mucha presión, pues la expansión de zonas urbanas y las actividades comerciales las ponen en riesgo. Una de las presiones mayores lo es la construcción de carreteras y caminos que las cruce. Otras presiones que sufren en la actualidad las reservas ecológicas son la invasión de especies exóticas, la deforestación clandestina, la caza furtiva y la sobreexplotación turística.

Con la adopción del Plan Integral de la RNCEN, se logra la conservación y el desarrollo del suelo de forma planificada cumpliendo con las disposiciones de las leyes que rigen el uso del suelo y la conservación de los recursos naturales en Puerto Rico, así como con la Orden Ejecutiva del Gobernador designando el CEN como Reserva Natural. Además, se logra la protección de esta área de gran importancia natural, ecológica e

histórica para el disfrute de presentes y futuras generaciones. Se espera un beneficio socioeconómico al convertirse eventualmente esta área en uno de los principales atractivos ecoturísticos de la Región Noreste del país.

Con la implantación del Plan, habrá una reducción en la escorrentía hacia los ríos y quebradas; la conservación de los ecosistemas existentes en la Reserva, la reducción de impacto sobre las especies de flora y fauna y de toda actividad que actualmente está siendo llevada a cabo de manera indebida y descontrolada en el sistema. Por definición, el manejo sustentable de un área fomenta la restauración de la misma en aquellas zonas donde se haya ocasionado un impacto al ambiente natural. El Plan propone la planificación sostenible estableciendo usos específicos y cónsonos con los propósitos de conservación, restauración y preservación del mismo. Los distritos de calificación y los programas especiales de manejo propuestos en el Plan Integral regulan los usos y las actividades en la Reserva.

Al implantar el Plan se lograrán los siguientes objetivos:

- Mantener y restaurar la integridad ecológica y paisajística de la RNCEN de tal modo que permanezca relativamente libre de alteración humana.
- Ordenar los usos y actividades recreativas y de uso especial dentro de la RNCEN, armonizándolas y supeditándolas a la conservación de sus valores naturales.
- Fomentar la educación ambiental y el conocimiento público de los valores ecológicos y paisajísticos del área.
- Compatibilizar el disfrute público del litoral con los objetivos de conservación y restauración de la Reserva Natural.
- Proteger los ecosistemas y las especies más frágiles de la RNCEN, así como sus procesos.
- Proteger el funcionamiento natural del sistema, evitando las alteraciones y los usos que puedan afectarle.
- Restablecer las condiciones ambientales que permitan asegurar la dinámica de las comunidades naturales actuales y la reintroducción de las especies de flora y fauna propias de la RNCEN.

- Garantizar un manejo integrado de la RNCEN, independientemente de la clasificación y calificación del suelo.
- Diseñar e implementar un marco administrativo eficaz para la RNCEN.
- Integrar el manejo de la RNCEN con el manejo del Bosque Nacional El Yunque y la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan, con especial atención en la protección de las cuencas hidrográficas y el valor del paisaje.

### C. No Adopción del Plan Integral de la RNCEN

El uso masivo y acelerado de los recursos naturales, y la presión sobre los mecanismos naturales de éstos, se lleva a cabo a un ritmo y en una forma que supera los tiempos normales de regeneración y asimilación del sistema natural, resultando en un agotamiento acelerado de los recursos y la degradación del medio.

No adoptar el Plan Integral de la RNCEN propuesto significaría mantener la reglamentación vigente donde la JP y/o la Administración de Reglamentos y Permisos, pueden considerar a discreción, usos de terrenos no permitidos bajo las calificaciones de suelos que actualmente están vigentes en esta zona. También resultaría en el continuo uso indiscriminado de la Reserva, llevando a este sistema de gran valor natural a su posible degradación y pérdida de recursos bióticos de singular valor y en peligro de extinción. A su vez, no adoptar el Plan resultaría en la especulación del uso del terreno y ocasionará los siguientes impactos negativos al sistema:

- Reducción del hábitat para las diferentes especies de flora y fauna existentes y de aquellas que podrían establecerse en el mismo;
- Aislamiento de los sistemas y ecosistemas existentes que están conectados y dependen de esas conexiones para funcionar;
- Empobrecimiento del valor ecológico y económico de la Reserva;
- Reducción en la calidad visual;
- Cambios en las condiciones físicas del sistema; y
- Degradación de un área de patrimonio natural y cultural.

La calidad del agua de los ríos y quebradas en la RNCEN se encuentra amenazada por diversas actividades antropogénicas, especialmente por descargas sanitarias provenientes de los efluentes de los pozos sépticos que sirven a las comunidades del área, impactando como consecuencia la biodiversidad de estos cuerpos de agua. Una cantidad considerable de desperdicios sólidos y escombros es depositada inadecuadamente en la parte media y alta de estas corrientes. Estos desperdicios llegan eventualmente a la RNCEN, afectando el hábitat de numerosas especies acuáticas y marinas. La sedimentación también es un problema considerable, particularmente en la Quebrada Aguas Prietas. La misma está siendo afectada por actividades de movimiento de terreno relacionadas a la construcción de un proyecto residencial-turístico justo al sur de los límites de la RNCEN. Este proyecto también ha obstruido el libre flujo de esta corriente al levantar un dique en tierra en forma transversal a su cauce para convertir el mismo en una charca de retención. Estas intervenciones han afectado a su vez la calidad del agua de la Laguna Aguas Prietas, debido a que la Quebrada Fajardo es su tributario principal.

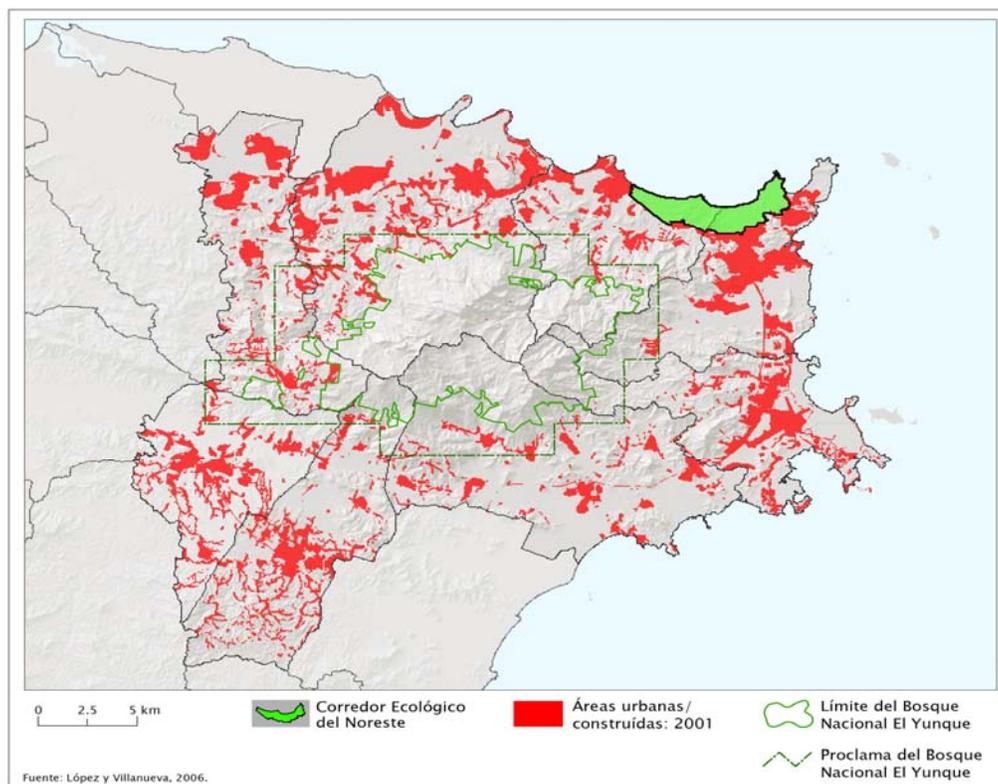
La construcción de caminos a través de la RNCEN ha tenido también impactos significativos en las corrientes de agua dulce que discurren por el área. Tal y como se ha señalado anteriormente, los caminos han provocado el desvío del flujo en el Río Pitahaya y el Río Juan Martín, provocando daños tanto sobre los ecosistemas de humedales leñosos como en las dunas de arena. El tránsito de vehículos de motor, especialmente de tipo todo terreno (Ej. “four tracks”) ha ocasionado además la erosión y desestabilización de los bancos de estas corrientes en aquellos lugares utilizados para atravesar sus cauces.

Por último, hay que analizar el contexto del aumento en los usos intensivos y urbanos en la periferia de El Yunque. En el año 2004, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos llevó a cabo un estudio titulado *Urbanización de los terrenos en la periferia de El Yunque*. El propósito de este estudio fue evaluar los cambios en la cobertura de terrenos en la periferia del Bosque Nacional El Yunque y la eficacia del Reglamento de Zonificación Especial de El Yunque. El estudio determinó que un 86% de las áreas urbanas nuevas construidas entre los años 1985 a 2001 en el área de zonificación

especial no cumplían con los distritos de zonificación del Reglamento (López et al., 2006; Lugo et al., 2004). Según el estudio, la urbanización de los distritos de zonificación agrícolas y de conservación de bosques que ocurrió entre el 1985 y 1995 contradice la intención original del Reglamento y pone en peligro la conservación de El Yunque. El estudio concluyó que el Reglamento no protege adecuadamente la periferia de El Yunque y que es urgente diseñar nuevas estrategias para conservar esta región, tales como reformular una nueva zona de protección en la periferia de El Yunque, proveerle la fuerza de ley a la nueva zona protectora y mejorar la capacidad técnica de las agencias responsables por la planificación y regulación de los terrenos en Puerto Rico (Lugo et al., 2004).

La adopción del Plan Integral de la RNCEN ayudará a mitigar las consecuencias negativas de la fragmentación de bosques y paisajes y del acercamiento de zonas urbanas a las naturales en la periferia de El Yunque. En especial, ayudará a evitar el crecimiento de la cobertura urbana en terrenos zonificados como agrícolas o bosques.

**FIGURA 6.1**  
**COBERTURA URBANA EN LA REGIÓN**



## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL – ESTRATÉGICA

La figura anterior refleja la presión de desarrollo a la cual está sometida la Región Noreste de Puerto Rico y por ende, la RNCEN. En conclusión, el no adoptar el Plan Integral de la RNCEN tampoco es una alternativa de acción viable.



## CAPÍTULO VII

### EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE USOS A CORTO PLAZO DEL MEDIOAMBIENTE Y LA CONSERVACIÓN, Y EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD A LARGO PLAZO

El Plan Integral de la RNCEN promueve una serie de enmiendas a la reglamentación de los usos de terrenos vigentes, así como una serie de programas especiales y acciones estratégicas que serán implantados en los próximos años en función de la visión que se ha trazado para el futuro de la Reserva. Conforme al análisis que se ha presentado anteriormente, la adopción del Plan Integral de la RNCEN aumenta la posibilidad de conservar y mejorar las condiciones del medio ambiente de la RNCEN.

Una de las estrategias consideradas en el campo de la planificación para la conservación de los recursos naturales a largo plazo lo es establecer áreas protegidas. La política pública propuesta en el Plan Integral para la RNCEN se sustenta en objetivos de protección de ecosistemas, recursos naturales y culturales así como en estrategias de planificación, que a largo plazo serán de beneficio para presentes y futuras generaciones. La clasificación y calificación del terreno propuestas y la planificación de acciones estratégicas específicas y cónsonas con éstas, serán las herramientas principales para guiar el desarrollo y el uso de la Reserva en una forma balanceada evitando finalmente, la especulación de uso de estos terrenos que requieren protección especial.

Entre los cambios que introduce el Plan está la adopción de la clasificación de toda la RNCEN como suelo rústico especialmente protegido (SREP), así como unos nuevos distritos de calificación para conservación, recreación y desarrollo especial. Uno de los impactos positivos de aprobarse el Plan Integral de la RNCEN propuesto, es que desde el momento que entre en vigencia (corto plazo) todos los terrenos identificados como SREP no pueden estar sujetos a una propuesta de desarrollo urbanizador. Esta situación es muy importante, pues aunque parte de la reglamentación vigente es la de El Yunque, la JP deja de tener la discreción para evaluar un proyecto de urbanización

en los distritos rurales, con lo que se garantiza la conservación de estos suelos. Los ejemplos de los pasados 20 años de las consultas de ubicación alrededor de El Yunque, muestran los beneficios que esta clasificación y su respectiva calificación significarán para la calidad del medio ambiente.

Mediante la implantación del Plan Integral de la RNCEN se espera lograr a largo plazo las siguientes metas y objetivos de los Programas Especiales de la Reserva mediante la ejecución de un sinnúmero de acciones estratégicas delineadas para la estructura de manejo:

- 1. Preservación, Conservación y Restauración de Ecosistemas** - Lograr la preservación, conservación y restauración de los diferentes sistemas naturales que componen la RNCEN para mejorar, proteger y asegurar la integridad ecológica y la biodiversidad de la Reserva Natural. Permitir el uso racional y sustentable de los recursos naturales y culturales de la RNCEN sin menoscabo del ambiente, para el disfrute de presentes y futuras generaciones. Los objetivos para lograr estas metas incluyen:
  - a. Asegurar la continuidad de los procesos biológicos y de sucesión de cada una de las unidades de ecosistemas identificadas en las fichas de manejo.
  - b. Coordinar actividades de restauración de ecosistemas que fueron afectados en el pasado por eventos naturales y/o actividades antropogénicas.
  - c. Controlar o eliminar las fuentes de presión en todas las zonas de manejo de la RNCEN.
  - d. Promover la protección de los recursos arqueológicos e históricos de la RNCEN.
  
- 2. Adquisición de Terrenos** - Lograr la adquisición de todos los terrenos privados comprendidos en la RNCEN, mediante compra, donación, legado, permuta, expropiación forzosa, o de cualquier otro modo legal que proceda en derecho. Para lograr esta meta se deben implantar las estrategias de adquisición de terrenos que delinea el Plan de Adquisición de Terrenos de la RNCEN.

- 3. Educación e Interpretación** – Fomentar el conocimiento sobre los recursos naturales y ambientales excepcionales de la RNCEN para crear una conciencia ambiental y un sentido de pertenencia por parte de las comunidades adyacentes, los visitantes y otros grupos de interés. Los objetivos para lograr esta meta incluyen:
- a) Desarrollar materiales y herramientas educativas sobre la RNCEN.
  - b) Establecer y operar la infraestructura educativa e interpretativa de la RNCEN.
  - c) Permitir que se lleven a cabo actividades y servicios educativos dentro de la RNCEN y coordinar estas iniciativas con entidades de la Región Noreste y de todo Puerto Rico.
  - d) Capacitar a los administradores, concesionarios y usuarios de la RNCEN sobre sus atributos para asegurar la conservación y restauración de sus sistemas naturales e históricos y la ejecución de mejores prácticas de manejo y uso.
- 4. Investigación Científica** – Incrementar el conocimiento científico y técnico interdisciplinario aplicado al manejo de los ecosistemas naturales y los usos permitidos en la RNCEN. Los objetivos para lograr esta meta incluyen:
- a) Establecer un Comité Científico-Técnico Asesor encargado de implantar el Programa de Investigación de la RNCEN.
  - b) Aclarar las necesidades de información e investigación para el manejo efectivo de la RNCEN.
- 5. Uso Sustentable, Recreación y Manejo de Visitantes** - Estimular actividades que promuevan la recreación pasiva, el desarrollo del ecoturismo, el turismo de naturaleza y el desarrollo económico a través del aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales que ofrece la RNCEN. Los objetivos para lograr esta meta incluyen:
- a) Manejar y utilizar juiciosamente los recursos naturales y ambientales de la RNCEN, especialmente las áreas donde se promueven usos especiales.
  - b) Asegurar el acceso público a la RNCEN acorde con la visión de usos de terrenos y de manejo de la RNCEN.

- c) Ordenar las actividades y amenidades a ofrecerse en los Distritos de Conservación Ecológica.
- d) Establecer y operar las facilidades, edificaciones y/o servicios de los Distritos de Desarrollo Recreativo.
- e) Establecer y operar las facilidades, edificaciones y/o servicios de los Distritos de Desarrollo Especial.
- f) Fomentar oportunidades de desarrollo recreativo y económico en lugares aledaños y fuera de la RNCEN para distribuir su demanda, y con ello, sus efectos.

**6. Infraestructura y Mantenimiento** - Proveer y mantener la infraestructura necesaria para el desarrollo deseado de los distritos de uso, tomando en cuenta la fragilidad y el balance ecológico de los sistemas naturales y ambientales de la RNCEN.

**7. Vigilancia y Seguridad** - Velar por los recursos naturales, ambientales e históricos de la RNCEN. Los objetivos para lograr esta meta incluyen:

- a) Asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas aplicables a esta Reserva Natural.
- b) Establecer un sistema efectivo de vigilancia y seguridad para la RNCEN.

**8. Evaluación y Monitoreo** - Medir la efectividad de la implementación de las acciones estratégicas, sus objetivos y el logro de la visión para la RNCEN, al igual que las condiciones cambiantes de la RNCEN. Esta meta se logra mediante la implantación de un Plan de Evaluación y Monitoreo.

Actualmente, algunas de las acciones estratégicas de estos programas especiales ya son palpables en la RNCEN, tales como las actividades de investigación científica, de educación e interpretación y de recreación. Tantas estas actividades como las propuestas en la RNCEN no causarán pérdidas a largo plazo de recursos naturales. Por el contrario, el Plan Integral pretende lograr un desarrollo planificado que tenga como norte la conservación y protección de la RNCEN.

## CAPÍTULO VIII

### MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y REDUCCIÓN DE LOS IMPACTOS

La adopción del Plan Integral de la RNCEN no conlleva un compromiso irrevocable e irreparable de los recursos naturales. Por el contrario, la política pública propuesta redundará en beneficios, tanto de conservación de recursos como socioeconómicos. La acción propuesta guiará el posible desarrollo y uso de la RNCEN en forma planificada protegiendo así todos sus ecosistemas y recursos naturales, sobretodo los más importantes y limitados, el recurso tierra y el recurso agua. El Plan Integral de la RNCEN propone la restauración de aquellas áreas que por falta de un instrumento de planificación adecuado y específico para la Reserva, han sido previamente impactadas.

Por otra parte, el Plan Integral de la RNCEN contempla establecer varios usos, los cuales son completamente cónsonos con los objetivos de los distritos de calificación propuestos. Entre los usos, se encuentran el establecimiento de instalaciones para el manejo de la Reserva y para la investigación científica, al igual que áreas para eco-hospederías y la recreación pasiva. Se han identificado las áreas específicas para establecer estos usos de manera que no causen un impacto mayor, ni alteren la ecología del sistema (Ver Figura 4.1).

Se reconoce que el establecimiento de estas instalaciones requiere de la construcción de cierta infraestructura como lo son los sistemas de abasto de energía y agua potable, el manejo de aguas sanitarias y la operación de las servidumbres de vías de acceso. Por consiguiente, la DIA-E, al igual que el Reglamento Especial de Calificación del Plan Integral de la RNCEN, recomiendan una serie de medidas de prevención y mitigación para evitar o controlar los impactos sobre el medioambiente. Estas medidas se presentan en la sección sobre las normas generales de regulación de usos y actividades y las normas de construcción de obras, infraestructuras, instalaciones y edificaciones del Reglamento Especial de Calificación, las cuales se resumen a continuación:

## A. Protección de recursos hidrológicos

### 1. Cauces, riberas, bancos y márgenes de los cursos de agua

- a) Quedan prohibidas las obras o construcciones (tales como aterramientos, relleno y drenaje, entre otras) que puedan dificultar o modificar el curso de las aguas en los cauces de los canales, quebradas y ríos, así como en las zonas inundables delimitadas, cualquiera que sea el régimen de propiedad y la calificación de los terrenos, con la excepción de aquellas que pudieran ser necesarias para propósitos de manejo. Podrán considerarse la restauración y/o construcción de puentes sobre estos cuerpos de agua, siempre y cuando se establezca que su desarrollo no tendrá un impacto adverso significativo sobre los mismos u otros ecosistemas relacionados.
- b) En la tramitación de autorizaciones y concesiones, así como en los expedientes para la realización de obras, con cualquier finalidad, que puedan afectar a los cauces y sus zonas de protección, se exigirá la presentación del documento ambiental correspondiente, en el que se justifique que no se producirán consecuencias que afecten adversamente la calidad de las aguas y el medio ambiente.
- c) Las riberas de los canales y quebradas se dedicarán preferentemente a usos de carácter forestal, bien mediante su reforestación con especies nativas apropiadas, o mediante la conservación de las especies existentes.
- d) Previo a la realización de actividades de limpieza y dragado de canales, quebradas y sus márgenes, deberá solicitarse la autorización del DRNA que, a tal efecto, dictará las correspondientes recomendaciones a que deberán ajustarse dichas acciones. Cualquier obra o actividad de este tipo deberá hacerse con el fin exclusivo de lograr su restauración o conservación.
- e) Queda prohibido la disposición inadecuada de desperdicios sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación y degradación de los cursos de agua y su entorno.

## **2. Lagunas y charcas**

- a) Con carácter general, quedan prohibidos aquellos usos y actividades (tales como aterramientos, relleno y drenaje, entre otras) que contribuyan a deteriorar la calidad y a disminuir la cantidad de las aguas en las lagunas y charcas, así como aquellas obras e infraestructuras que alteren o modifiquen el flujo hídrico o supongan un manejo abusivo del mismo y de sus recursos naturales, salvo las acciones que pudieran ser necesarias para mejorar su calidad.
- b) Quedan prohibidas en la Laguna Aguas Prietas y demás lagunas el uso de embarcaciones de motor, con excepción de aquellas autorizadas por el DRNA con fines científicos o de manejo. Se permitirá el uso de vehículos de navegación (Ej. kayaks, canoas) con fines recreativos en aquellas áreas expresamente delimitadas por el DRNA.
- c) Se prohíben las obras de dragado del fondo de la laguna, con excepción de aquellas que pudiesen ser necesarias para lograr su preservación o conservación, debiendo ser justificada suficientemente mediante un estudio y el correspondiente documento ambiental.

## **3. Protección de aguas subterráneas**

- a) Queda prohibido, el establecimiento de pozos, zanjas, galerías o cualquier dispositivo destinado a facilitar la absorción por el terreno de aguas residuales que resulten en la contaminación de las aguas subterráneas por su toxicidad o su composición química y bacteriológica en violación a los Estándares de Calidad de Agua de la JCA.

## **4. Vertidos**

- a) Se prohíbe el vertido directo o indirecto a los cauces, lagunas o acuíferos subterráneos, de aguas residuales cuya composición química o contaminación bacteriológica puedan alterar las aguas y causar daño a la salud pública o a la

vida silvestre y acuática en violación a los Estándares de Calidad de Agua de la JCA.

- b) Para la concesión de permiso de uso relacionada con cualquier actividad que pueda generar vertidos de cualquier naturaleza, exceptuando las autorizadas para conectar directamente con la red general de alcantarillado, se exigirá la justificación del tratamiento que haya de darse a los mismos a fin de evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas. El tratamiento de aguas residuales deberá cumplir con las condiciones de calidad exigidas para los usos destinados, para no causar daño a la salud pública o a la vida silvestre y acuática, en conformidad con los Estándares de Calidad de Agua de la JCA.

## **5. Captaciones de agua**

- a) Se prohíbe la extracción de agua de los ríos y quebradas de la RNCEN, excepto para fines de manejo y restauración de ecosistemas.
- b) Se prohíbe el hincado de pozos dentro de los límites de la RNCEN, excepto para fines de manejo y restauración de ecosistemas.

## **B. Protección de la vegetación silvestre**

### **1. Tala y recolección**

- a) La tala, desbroce, poda y recolección de especies de plantas y semillas silvestres en áreas no cultivadas en el ámbito de la RNCEN queda prohibida, a excepción de cuando sea autorizado por el DRNA con fines científicos o de manejo.

### **2. Especies exóticas**

- a) Queda prohibida la introducción y repoblación con especies exóticas en el ámbito de la RNCEN, según establece el Reglamento para Regir la

Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza del DRNA (Reglamento Núm. 6765 del 12 de marzo del 2004).

- b) Solo se permitirá la siembra de especies de plantas o árboles exóticas y la utilización de animales domésticos, en caso de determinarse como deseable y una vez aprobado por el DRNA, como medida temporera para acelerar la restauración de aquellas áreas que requieran intervención, con la finalidad de ayudar al crecimiento y permanencia de las especies nativas en el área, o como parte de las prácticas de agricultura orgánica que puedan autorizarse por esta agencia.

### **3. Restauración de la vegetación**

- a) Se promoverá la restauración natural o asistida con especies forestales nativas de aquellas áreas identificadas como perturbadas o degradadas (Ej. pastos, suelos expuestos), así como la reforestación, enriquecimiento o mejoramiento, según determine el DRNA, de aquellas áreas, ecosistemas o bosques existentes.

### **C. Protección de la fauna**

- a) Con carácter general se prohíben las actividades que puedan resultar en la destrucción o deterioro irreversible de la fauna silvestre nativa tales como la destrucción de nidos e instalación de trampas y ceptos.
- b) Queda prohibida la introducción y el uso de especies de fauna exóticas en la RNCEN, con excepción de su utilización para el control biológico de plagas que realice el DRNA o la entidad responsable del manejo, solamente luego de llevarse a cabo los estudios correspondientes que justifiquen su utilización como la medida más eficaz y eficiente disponible, y en cumplimiento con el Reglamento para Regir la Conservación y el Manejo de la Vida Silvestre, las Especies Exóticas y la Caza (Reglamento Núm. 6765 del 12 de marzo del 2004).

- c) Se prohíbe la recolección, caza y captura de especies de fauna silvestre protegidas por las leyes y reglamentos locales y federales, con excepción de aquellas actividades autorizadas por el DRNA con el fin de ayudar a la recuperación de sus poblaciones, y en cumplimiento con el Reglamento para Regir las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción del DRNA (Reglamento Núm. 6766 del 12 de marzo del 2004).
- d) Los administradores de la RNCEN podrán, cuando así lo estimen conveniente, delimitar puntualmente aquellos sectores del territorio de acceso público donde se controlará, con carácter transitorio, la permanencia y el tránsito de personas y/o vehículos, embarcaciones y vehículos de navegación por razones ecológicas, como por ejemplo áreas de anidaje, ecosistemas en regeneración y áreas de mayor concentración de flora y fauna.

#### D. Protección de los suelos

- a) Movimiento de terrenos. Se evitará al mayor grado posible actividades de movimiento de terrenos, extracción, aterramiento, relleno y nivelación con el fin de mantener la topografía natural de la RNCEN. Cualquiera de estas actividades estarán sujetas a la autorización previa del DRNA. Se reforestarán las áreas que sean despojadas de su cubierta vegetal, cumpliendo con el Reglamento de Siembra, Corte y Forestación para Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 25).
- b) Protección de pendientes. En las laderas con pendientes superior al 12% no se admitirá, en ningún caso, el movimiento de terreno ni la destrucción de la vegetación existente para su transformación agrícola o cualquier otro uso, a excepción del desarrollo de veredas u otras vías de acceso complementarias a los usos designados en la RNCEN. En estas áreas se promoverá como uso preferente el forestal, fomentándose las actividades de regeneración de la cubierta vegetal con especies nativas, con el fin de conservar y mejorar la

biodiversidad, reducir problemas de erosión y mejorar la calidad paisajística de estos espacios.

## E. Protección del paisaje

### 1. Publicidad estática

- a) Se prohíbe, la colocación de carteles o letreros informativos de propaganda, inscripciones o artefactos de cualquier naturaleza con fines publicitarios, incluyendo la publicidad apoyada directamente o construida tanto sobre elementos naturales del territorio (Ej. árboles o laderas) como sobre las edificaciones (Ej. postes). Se admitirán, únicamente, los indicadores de actividades, establecimientos y lugares que por su tamaño, diseño y colocación estén adecuados a la estructura ambiental donde se instalen, así como todos los de carácter institucional que se consideren necesarios para el manejo de la RNCEN.
- b) Se consideran como usos no conformes los elementos de publicidad actualmente existentes que se hallen en contradicción con lo dispuesto en el punto anterior, por lo que no podrán renovarse las concesiones actualmente vigentes y deberá procederse a su desmantelamiento una vez concluidos los plazos de concesión.

### 2. Hitos y elementos naturales y paisajísticos singulares

- a) Las instalaciones a construirse tendrán presente la integración en el paisaje de aquellos hitos y elementos singulares de carácter natural, para los que se establecerán perímetros de protección sobre la base de cuencas visuales que garanticen su prominencia en el entorno.

## F. Protección del litoral costero

- a) En el dominio público marítimo-terrestre no podrán realizarse más construcciones que las directamente vinculadas a la conservación del mismo o

los servicios de salvamento y socorrismo, conforme a lo establecido por ley y bajo el Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico, Reglamento de Planificación Núm. 17 (en adelante “Reglamento de la Zona Costanera”) y el Reglamento para el Aprovechamiento, Vigilancia, Conservación y Administración de las Aguas Territoriales, Terrenos Sumergidos y la Zona Marítimo Terrestre del DRNA (Reglamento Núm. 4860 del 30 de diciembre de 1992) (en adelante “Reglamento de la ZMT”).

- b) Las actividades constructivas en los espacios situados en la franja costera respetarán las servidumbres legales establecidas en el Reglamento de Zona Costanera y el Reglamento de la ZMT.
- c) En los espacios calificados Distritos de Conservación Ecológica (DE-CEN) no se podrá realizar la limpieza de playas por medios mecánicos, ni llevar a cabo obras e infraestructuras marítimo-terrestres de carácter permanentes, terrestres, o sumergidas.
- d) Se prohíbe la extracción de arena en las playas y formaciones arenosas incluidas en el ámbito del la RNCEN, con excepción de las obras de restauración de playas que puedan emprenderse.
- e) Las obras de restauración de playas y de las formaciones de dunas que se deban llevar a cabo en el ámbito de la RNCEN habrán de contar con la autorización del DRNA previo a la concesión de permiso.

#### **G. Disposiciones sobre construcción de obras, infraestructuras, instalaciones y edificaciones**

- a) Queda prohibida la edificación de residencias o viviendas de cualquier clase en la RNCEN, incluyendo condo-hotels, unidades de tiempo compartido o cualquier otra modalidad que contemple un régimen residencial. Las únicas viviendas permitidas en la RNCEN son la casa de playa del Gobernador de turno, incluyendo las facilidades que le prestan servicios, y la residencia que

corresponda al Oficial de Manejo, la cual estará ubicada adyacente a las oficinas de manejo de la RNCEN.

- b) Cualquier estructura de índole residencial, establecida en la RNCEN antes de la fecha de aprobación de su designación oficial como Reserva Natural (24 de abril de 2008) y que resulte en un uso no conforme legal con este Reglamento, no podrá efectuar ampliaciones o construcciones nuevas que superen la extensión de su planta y altura.
- c) Las actividades de urbanización estarán prohibidas en cualquiera de los distritos de este Reglamento.
- d) La realización de obras para la instalación de infraestructuras, instalaciones y edificaciones de cualquier clase deberá atenerse, además de a las disposiciones que le sean propias según los distritos de calificación correspondientes, a los siguientes requisitos y condiciones:
  - Los trazados y emplazamientos deberán diseñarse teniendo en cuenta las condiciones ecológicas y paisajísticas del territorio, para evitar la creación de obstáculos en la libre circulación de las aguas o rellenos en las mismas, degradación de la vegetación natural o impactos paisajísticos.
  - Durante la construcción de las obras deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar al máximo grado posible la destrucción de la vegetación y cambios a la topografía. Al concluir las obras, se deberá proceder con la restauración del terreno y de la cubierta vegetal. Asimismo, se evitará la realización de obras en aquellos períodos en que puedan resultar en alteraciones y riesgos significativos a la fauna.
  - El diseño, construcción y funcionamiento de las estructuras e instalaciones deberá responder a un conjunto de “buenas prácticas ambientales” (*best management practices*) que abarcará el uso de energías renovables, preferiblemente solar, la utilización de equipos eficientes en el consumo de energía y agua, almacenamiento y utilización de agua de lluvia, tratamiento, reuso y disposición adecuada de aguas grises y sanitarias, manejo integrado

de desperdicios, e integración al medio ambiente circundante. Se promoverá la arquitectura bioclimática (Ej. ventilación cruzada, iluminación natural, etc.) que considere los factores ambientales desde el propio diseño del edificio.

- Todos los paramentos visibles desde el exterior deberán tratarse con iguales materiales y calidad que las fachadas. Las fachadas laterales y posteriores se tratarán con condiciones de composición y materiales similares a los de la fachada principal.
- Los cuerpos construidos sobre la cubierta del edificio: torreones de escalera, depósitos de agua, paneles de captación de energía solar, etc., quedarán integrados en la composición del edificio u ocultos. Se procurará especialmente la integración, ocultándolos o empotrándolos en los paramentos. Las líneas de conducción eléctrica y telefónica, no han de ser visibles desde punto alguno exterior.
- Las obras de nueva edificación deben proyectarse considerando las características naturales del terreno, así como su posición respecto a hitos u otros elementos paisajísticos, su incidencia visual e integración con el entorno (altura del edificio, volumen de edificación, etc.) y el perfil de la zona. Se podrán exigir que se presente un estudio de visualización y del paisaje en sus estados actuales y futuros, con la implantación de las estructuras propuestas.
- El diseño arquitectónico y de conjunto deberá tomar en cuenta las condiciones climáticas (lluvias, ángulo solar, dirección del viento, etc.) y la existencia o eventualidad de riesgos naturales (huracanes, inundaciones, etc.).
- En la medida de lo posible, deben fomentarse edificaciones pequeñas que se “mezclen” con el paisaje.
- Los edificios altos no se permiten, ninguna estructura tendrán más de dos (2) plantas o 31 pies de altura. Para efecto del cálculo de las plantas, la primera

planta no será mayor de 18 pies de piso a techo y la siguiente no será mayor de 14 pies de piso a techo ni menor de 12 pies.

- En la construcción de caminos y veredas se deberá utilizar preferiblemente materiales que permitan la infiltración del agua. Solamente se considerará como última opción y en orden de prioridad, el uso de cemento, materiales de fábrica o asfalto en su construcción.
- La iluminación artificial de las instalaciones deberá estar limitada y controlada para evitar que se perturben los ciclos vitales nocturnos de plantas y animales, para reducir los gastos energéticos y reducir la contaminación lumínica.

#### H. Permisos

- a) Toda nueva construcción o ampliación de las facilidades administrativas y de manejo de visitantes (Ej. oficinas, centros de visitantes, centros de investigación y talleres), estructuras de hospedaje y sus servicios complementarios (Ej. tiendas, restaurantes), y el trazado de caminos vehiculares en la RNCEN deberá contar con una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y una Consulta de Conformidad aprobadas por la Junta de Calidad Ambiental y la JP, respectivamente, previo a la radicación de permisos ante la Administración de Reglamentos y Permisos (ARPE). Cualquiera de estas obras deberá contar con el endoso favorable del DRNA como una de las condiciones requeridas en el Reglamento Especial para su aprobación. No se permitirá la presentación, evaluación y aprobación de Consultas de Ubicación para proyectos dentro de la RNCEN.
- b) Toda nueva construcción o ampliación de facilidades y estructuras deberá cumplir con los requerimientos de las agencias con inherencia. De igual forma, se prepararán y someterán para su consideración los permisos correspondientes al Plan de Control de Erosión y Sedimentación (Permiso CES), el Permiso Polvo

Fugitivo (PFE), el Permiso de Generación de Desperdicios Sólidos (Permiso DS-3) y cualquier otro permiso que tengan a bien solicitar y requerir.

Las Normas Generales del Reglamento Especial de Calificación de la RNCEN complementan las disposiciones de las Normas Particulares de cada uno de los distritos de calificación propuestos: (1) Distrito de Conservación Ecológica, (2) Distrito de Desarrollo Recreativo y (3) Distrito de Desarrollo Especial. A su vez, todas estas normas están reforzadas por los programas especiales de manejo y las acciones estratégicas propuestas para la estructura de manejo de la RNCEN.

El Plan Integral fomenta el desarrollo sustentable de la RNCEN logrando el uso óptimo de sus terrenos y reduciendo y/o eliminando el impacto en esta área de gran importancia ecológica. El Plan Integral constituirá la herramienta de planificación necesaria para lograr la preservación, conservación y restauración de la RNCEN y el control de usos de terrenos tanto en la propia Reserva como en su periferia.

## CAPÍTULO IX

### CONCLUSIÓN

El proceso urbanizador que tuvo su origen en la década de 1950 tocó muy de cerca la RNCEN. Varios proyectos se planificaron dentro de esta área pero solo uno, la casa de playa del Gobernador, se culminó. No obstante, en la periferia y colindancia de la RNCEN sí se concluyeron varios proyectos residenciales, turísticos y comerciales.

Como se ha mencionado anteriormente, la RNCEN es un área de gran importancia ecológica cuya protección y conservación debe ser asegurada para el uso y disfrute de presentes y futuras generaciones. El modelo de manejo de la RNCEN se enfoca en corregir la problemática que afecta la continuidad de los procesos biológicos y ecológicos y prevé que el manejo de la RNCEN debe ser complejo en respuesta al efecto conjunto de los factores descritos a continuación:

- *La presencia de 12 ecosistemas en una superficie relativamente pequeña.* El segmento más ancho de la RNCEN mide 1.6 millas (2.5 km) desde la costa hasta su límite sur; en esta distancia relativamente pequeña, se presenta un cambio altitudinal de 0 a 328 pies (100 m) sobre el nivel del mar. En este pequeño gradiente se presenta una transición de ecosistemas que van desde arrecifes de coral, praderas de yerbas marinas, playas y lagunas, hasta humedales de agua dulce y montañas de baja altura que contienen bosques subtropicales húmedos y secos. Cada uno de los ecosistemas de la RNCEN presenta diversos grados de fragmentación a consecuencia del cambio histórico del uso del suelo. Todo en su conjunto, constituye un mosaico cambiante de tipos de vegetación que representa un reto importante para el manejo a largo plazo, como también una gran oportunidad para lograr su conservación.
- *La presencia de 866 especies de flora y fauna.* La diversidad de ecosistemas terrestres, acuáticos y sus áreas de transición proporcionan una gran diversidad de hábitats y nichos para la vida silvestre. Los bosques, manglares y humedales

junto a otras áreas asociadas a los ríos y quebradas, se consideran ecosistemas críticos para la conservación, por su alta diversidad de organismos.

- *Compleja tenencia de la tierra.* La RNCEN cuenta con terrenos de dominio público, y de tenencia pública como privada. Ello hace necesario la coordinación de diversos esfuerzos y estrategias para asegurar el manejo integral de toda esta área. Una de las estrategias principales para lograr este fin será mediante la colaboración y el manejo compartido entre agencias de gobierno, organizaciones conservacionistas privadas, grupos comunitarios y entidades de interés.
- *Entorno fragmentado y presión de desarrollo.* Al interior de la RNCEN se encuentran grandes porciones de terrenos con cobertura vegetal adecuada para permitir la continuidad de procesos biológicos. La gran mayoría de sus terrenos posee cubierta vegetal, permitiendo así un grado mínimo de conexión. Sin embargo, la complejidad estructural de la vegetación es variable, lo que produce un efecto de fragmentación y aislamiento, particularmente entre diversas áreas de alto valor ecológico. La conectividad biológica de la RNCEN con las áreas protegidas ubicadas en su área de influencia es afectada a su vez por el desarrollo y desparrame urbano. Esta situación confiere a la RNCEN un valor crítico para su conservación y manejo como corredor ecológico. En términos de manejo de áreas protegidas, la categoría de corredor ecológico conlleva el desarrollo de políticas de uso y conservación de alta complejidad.

La conservación de un sistema ecológico está íntimamente ligada a la preservación de sus recursos naturales y el uso sabio de los mismos: “todos los seres vivos tiene el derecho de supervivencia por lo que nuestra especie no tiene justificación alguna para provocar la extinción de otras especies o la destrucción de los sistemas naturales” (A. Lugo, 2006).

Se dice que el manejo sustentable fomenta la restauración de los ecosistemas en donde actividades llevadas a cabo por el ser humano han degradado el ambiente natural. El ordenamiento ambiental es el instrumento esencial que busca armonizar la oferta ambiental con la demanda del desarrollo sostenible, a través de un ordenamiento

adecuado de la ocupación del suelo basado en la identificación y asignación de áreas especializadas para usos específicos. El ordenamiento ambiental del territorio debe entenderse como un proceso planificado que lleva a organizar y administrar el uso y ocupación del suelo, en conformidad con las condiciones naturales y de los recursos naturales y las necesidades sociales.

El Plan Integral de la RNCEN establece los objetivos y estrategias necesarias y adecuadas enmarcadas en la teoría de manejo sustentable para esta Reserva Natural. Dicho documento contiene una visión a largo plazo que busca conservar este patrimonio natural para futuras generaciones. Con la implantación del Plan Integral de la RNCEN se logrará entre otras cosas: un alto nivel de manejo de la Reserva, asegurar el bienestar de la comunidad en general, que la gestión gubernamental en la evaluación y planificación de las áreas aledañas a la Reserva sea eficiente y la participación comunitaria activa mediante la incorporación de sus trabajos e ideas a favor de la Reserva. Mediante la implantación del Plan no solo se propone y espera la protección y conservación de la RNCEN, sino también la restauración de aquellas áreas que han sido impactadas por actividades previas del ser humano.

La clasificación y la calificación de suelos constituyen herramientas indispensables en la elaboración de los planes de ordenamiento ya que proveen la localización geográfica y cuantificación de áreas con características físicas, biológicas y socioeconómicas propias, distinguibles entre ellas, por su potencial de recursos naturales y su capacidad de soporte de los impactos ambientales. El Plan Integral de la RNCEN establece una clasificación de Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP) para toda la Reserva lo que asegura su protección y conservación. Además, el Reglamento Especial de Calificación del Plan Integral incorpora tres nuevos distritos de ordenación: Distrito de Conservación Ecológica – Corredor Ecológico del Noreste (CE-CEN), Distrito de Desarrollo Recreativo (DR-CEN) y Distrito de Desarrollo Especial (DE-CEN). Estos distritos se establecen para guiar y controlar el uso y desarrollo de los terrenos dentro de la RNCEN con el fin de calificar y proteger dicha área de alto valor natural, para asegurar que los usos y las actividades en esta área y zonas adyacentes sean compatibles con su propia naturaleza. Por consiguiente, la propuesta adopción del Plan Integral de la RNCEN y su Reglamento Especial de Calificación, requiere que se

enmienden o derogen, según aplique, el Reglamento de Calificación de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 4) del 28 de junio de 2008; el Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional del Caribe (El Yunque) del 31 de marzo de 1983, la Zona de Interés Turístico de los municipios de Río Grande, Luquillo y Fajardo, de acuerdo a la Resolución Núm. RP-4-18-93 (ZIT-5) de la JP del 4 de noviembre de 1993 y el Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico del 14 de agosto de 1996, en lo que concierne específicamente a los terrenos de la RNCEN.

Por todo lo anteriormente expuesto, el Plan Integral de la RNCEN constituirá la herramienta principal para la planificación estratégica de esta área natural protegida. El Plan Integral de la RNCEN cuenta con los elementos fundamentales de planificación ambiental que representan un uso responsable del suelo y que protegerán los ecosistemas que posee la RNCEN. Por esta razón, se concluye que la adopción del Plan Integral de la RNCEN no representa un impacto ambiental significativo.

## CAPÍTULO IX

### RECURSOS, REFERENCIAS, AGENCIAS Y ENTIDADES CONSULTADAS

#### A. Personal Técnico

Vicente Quevedo, Asesor Técnico, Área de Planificación Integral, DRNA

Luis García Pelatti, Planificador, LGP Consultoría

Brenda Ortiz Martínez, Consultora Ambiental

#### B. Agencias y Entidades Consultadas

La DIA-E Preliminar del Plan Integral de la RNCEN estará disponible para consulta vía Internet en la página web (<http://www.jca.gobierno.pr>) de la JCA, según se informará a través de anuncio de periódico de circulación general donde se indicará que estará para la disposición del público. Además, estará para consulta en la página web del DRNA (<http://www.drna.gobierno.pr>). La DIA-E se enviará a las siguientes agencias y entidades:

1. Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
2. Autoridad de Desperdicios Sólidos
3. Autoridad de Energía Eléctrica
4. Autoridad de Carreteras y Transportación
5. Bosque Nacional El Yunque del Servicio Forestal Federal
6. Compañía de Fomento Industrial
7. Compañía de Parques Nacionales
8. Compañía de Turismo
9. Departamento de Desarrollo Económico y Comercio

10. Departamento de Transportación y Obras Públicas

11. Instituto de Cultura Puertorriqueña.

12. Instituto Internacional de Dasonomía Tropical

13. Junta de Calidad Ambiental

14. Municipio de Luquillo

15. Municipio de Fajardo

16. Oficina Estatal de Conservación Histórica

17. Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre

#### C. Participación Ciudadana

El proceso de participación ciudadana para la evaluación de la DIA-E Preliminar incluye tener disponible el borrador de este documento para revisión ciudadana tan pronto inicie el proceso de revisión administrativa del Plan Integral de la RNCEN ante la Junta de Planificación (JP) (julio 2008). Una vez se recojan e integren los comentarios públicos al Plan Integral presentados ante la JP, el DRNA y la JP presentarán un borrador enmendado de la DIA-E Preliminar ante la Junta de Calidad Ambiental, donde se iniciará el proceso de revisión administrativa ante esta agencia. Cada uno de los comentarios recogidos en los futuros procesos de revisión administrativa serán presentados, evaluados e integrados en esta sección la DIA-E.

#### D. Referencias Consultadas

- Abbad y Lasierra, F. I. (1979). *Historia Geográfica, Civil y Natural de la Isla de San Juan Bautista de Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Abruña, F. (2004). *Guías de Diseño para Instalaciones Ecoturísticas*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- Adams, D. B. y J. M. Hefner. (1996). *Puerto Rico – Humedales*. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2425.

- Aide, T. M. (2005). La regeneración de bosques después del abandono agrícola en Puerto Rico. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas – Serie de Historia Natural* (1era. ed., pp. 545-548). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Aide, T. M., Zimmerman, J. K., Herrera, L., Rosario, M. and M. Serrano. (1995). *Forest Recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico*. *Forest Ecology and Management* 77. 77-86.
- Álvarez Nazario, M. (1992). *El Habla Campesina del País – Orígenes y desarrollo del español en Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- A.T. Kearny Management Consultants y Estudios Técnicos, Inc. (2004). *Puerto Rico 2025 – Una Nueva Visión para el Futuro de Puerto Rico*. San Juan, PR: Departamento de Desarrollo Económico y Comercio.
- Autoridad de Desperdicios Sólidos. (2008). *Itinerario Dinámico para Proyectos de Infraestructura – Documento de Política Pública Mayo 2008*. San Juan, PR.
- Beierle, T. y D. Konisky. 2000. Values, conflict and trust in participatory environmental planning. *Journal of Policy Analysis and Management*, 19 (4): 587-602.
- Brandeis, T. J., Helmer, E. H. and S. N. Oswalt. (2007). *The Status of Puerto Rico's Forests, 2003*. Resour. Bull. SRS-119. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture Forest Service's, Southern Research Station. 72 p.
- Briggs, R.P., and Aguilar-Cortes, E. (1980). *Geologic map of the Fajardo and Cayo Icacos Quadrangles, Puerto Rico*. U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map I-1153, scale 1:20,000.
- Briscoe, C.B. (1966). *Weather in the Luquillo Mountains of Puerto Rico*. Institute of Tropical Forestry. Research Paper ITF-3. Río Piedras, PR.
- Boccheciamp, R. A. (1977). *Soil Survey of the Humacao Area of Eastern Puerto Rico*. San Juan, PR: U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service.
- Bush, D. M., Webb, R. M. T., González-Liboy, J., Hyman, L., & Neal, W. J. (1995). *Living with the Puerto Rico Shore*. New York.
- Cámara de Representantes de Puerto Rico. (2005). *Proyecto de la Cámara de Representantes de Puerto Rico Núm. 2105 para Designar la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste*. San Juan, PR: Comisión de Recursos Naturales, Conservación y Medio Ambiente.
- Carlos R. Garrett Associates. (1991). *Finca San Miguel Environmental Site Assessment*. San Juan, PR: Puerto Rico Conservation Trust.
- Casillas Santos, A. (1984). *Luquillo: Notas para su Historia*. San Juan, PR: Oficina Estatal de Preservación Histórica.
- Colón, J. (1977). Parte II: Climatología. En: De Galiñales, M. T. B. (Ed.), *Geovisión de Puerto Rico*. (pp. 47-101). San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.

- Collazo, J. A. & Klaas, E. E. (1986). *Recovery Plan for the Brown Pelican (Pelicanus occidentalis) in Puerto Rico and the US Virgin Islands*. Atlanta, GA: US Fish and Wildlife Service.
- Commonwealth of Puerto Rico. (1994). *State Comprehensive Outdoor Recreational Plan 1994-1998*.
- Commonwealth of Puerto Rico. (2003). *State Comprehensive Outdoor Recreational Plan 2003-2007*.
- Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico. (2005). *Infraestructura Verde y Nuestros Parques*.
- Conant, R., and J. Collins. (1998). *Reptiles and Amphibians Eastern/Central North America*. Houghton, Mifflin Company. New York. 640pp.
- Consultores Educativos Ambientales, C.S.P. (2006). *Política Ambiental de la Compañía de Turismo de Puerto Rico – Resumen Primer Borrador*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- Cowardin, L. M., Carter, V., Golet, F. C. and E. T. LaRoe. (1979). *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*. FWS/OBS-79/31. Washington D.C.: U.S. Department of the Interior.
- Cross, V. A., Schwab, W. C., B. A. Raker. (1998). *High Resolution Marine Geologic Maps Showing Sediment Distribution on the Insular Shelf off Luquillo, Puerto Rico*. U. S. Geological Survey Open-File Report 98-204.
- CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group, Inc. (2001a). Estudio Limnológico del Río Pitahaya y del Río Juan Martín, Luquillo, Puerto Rico: Proyecto San Miguel Resort. In CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. Apéndice N. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group, Inc. (2001b). Hydrogeologic and Groundwater Investigation for the San Miguel Resort, Luquillo, Puerto Rico. In CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. Apéndice E. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group, Inc. (2001c). Estudio de Flora y Fauna Terrestre San Miguel Resort, Luquillo, Puerto Rico. In CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. Apéndice H. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group, Inc. (2001d). Evaluación Ecológica San Miguel Resort. In CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. Apéndice C. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Group, Inc. (2003a). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar Actualizada San Miguel Four Seasons Resort (JCA-01-0030(CT))*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.

- CSA Group, Inc. (2003b). *Memorial Explicativo San Miguel Four Seasons Resort Consulta 2001-23-0961-JPU*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- CSA Architects & Engineers. (1999). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar para el propuesto Acueducto Regional del Noreste*. San Juan, PR: Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura.
- Daly C., E. H. Helmer and M. Quiñones. (2003). *Mapping the Climate of Puerto Rico, Vieques and Culebra*. Int. J. Climatol. 23: 1359-1381 (2003). Royal Meteorological Society
- Dávila, O. (2005). *Ruinas de Ladrillo y Mampostería Area Cabo Cabeza Chiquita en el Municipio de Fajardo*. Negociado de Servicios Especializados. Comunicación del 5 de abril de 2005 dirigida a la Plan. Clarimar Díaz Rivera, Directora de la División de Recursos Terrestres del Area de Planificación Integral del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- De Torres Vargas, D. (1995). Descripción de la Isla y Ciudad de Puerto Rico, y de su Vecindad y Poblaciones, Presidio, Gobernadores y Obispos; Frutos y Minerales. Enviada por el Licenciado Don Diego de Torres Vargas, Canónigo de la Santa Iglesia de esta Isla en el Aviso que llegó a España en 23 de abril de 1647. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 171-217). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Departamento de Recursos Naturales. (1978). *Los Sistemas de Mangles de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales. (1979). *Critical Wildlife Areas of Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales. (1981). *Suplemento Técnico para el Documento de Designación de la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan (El Faro)*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales. (1988). *Critical Coastal Wildlife Areas of Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales. (1992). *Documento de Designación para la Extensión de la Reserva Natural Cabezas de San Juan, Segmento El Convento*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1995). *Los Humedales: Un Recurso Natural Valioso en Puerto Rico*. Vol. 2. Núm. 1. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1998). *Guías de Reforestación para las Cuencas Hidrográficas de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2002). *Informe Técnico para el Plan de Manejo Reserva Natural Finca “Seven Seas”*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2003). *Plan de Manejo para el Área de Planificación Especial de los Manglares de Puerto Rico*. San Juan, PR.

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004a). *Informe a la Asamblea Legislativa: Fondo para la Adquisición y Conservación de Terrenos con Valor Ecológico*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004b). *Inventario de los Recursos de Agua de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004c). *Reglamento para Regir el Manejo de las Especies Vulnerables y en Peligro de Extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico*.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2004d). *Revisión y Actualización Preliminar del Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico*. Noviembre de 2004.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2006). *Plan de Manejo para la Reserva Natural de la Finca “Seven Seas”, Fajardo*. Secretaria Auxiliar de Planificación Integral. División de Planificación de Recursos Terrestres.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2006a). *Borrador Preliminar para Discusión del Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2007). *Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico – Borrador Final para Vistas Públicas*. San Juan, PR.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2008). *Plan de Adquisición de Terrenos – Corredor Ecológico del Noreste*. Área de Planificación Integral. Borrador. Abril 2008.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2008a). *Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Dinno, A. (2000). *Rio Sabana Water Quality Project Summary*. USDA Forest Service International Institute of Tropical Forestry Annual Letter 1997-98. p 43-45.
- Domínguez Cristóbal, C. M. (2000). *Panorama Histórico Forestal de Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Eagles, P. F. J., McCool, S. F. and Haynes, C. D. (2002). *Sustainable Tourism in Protected Areas – Guidelines for Planning and Management*. In: Phillips, A. (Ed.) *Best Practice Protected Areas Management Series No. 6*. Cambridge, UK: World Commission on Protected Areas.
- Engoman, R. H., H.T., Smith, and Constantin. (2005). *Invasive Green Iguana as airstrike hazard at San Juan International Airport, Puerto Rico*. *Journal of Aviation-Aerospace and Research* 14: 45-50.
- Environmental Laboratory. (1978). *Preliminary guide to wetlands to Puerto Rico*. Technical Report Y-78-3, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS. NTIS No. AD A055 114.

- Environmental Quality Board. (2008). *305(b) and 303(d) Integrated Report*. San Juan, PR.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (2006). *Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para Crear el Programa Herencia Cien Mil (100,000)*. San Juan, PR: Boletín Administrativo Núm. OE-2005-71.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (2007). *Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para Ordenar a la Junta de Planificación de Puerto Rico a Establecer la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste y Ordenar al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales Adquirir los Terrenos en ella Comprendidos, y para Otros Fines y Propósitos Relacionados*. San Juan, PR: Boletín Administrativo Núm. OE-2007-37.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (2008a). *Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para Crear, Declarar, Designar y Delimitar la Reserva Natural del Corredor Ecológico del Noreste*. Boletín Administrativo Núm. OE-2008-22.
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (2008b). *Orden Ejecutiva del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico para Crear y Demarcar la “Región Turística Este Central – Puerto Rico”; así como la Junta Ejecutiva para su Desarrollo, la Marca, el Plan Estratégico y las Guías Correspondientes*. Boletín Administrativo Núm. OE-2008-20.
- Estudios Científicos y Técnicos, Inc. (1999). *Declaración de Impacto Ambiental Final – Proyecto Residencial Turístico “Dos Mares”*. San Juan, PR: Junta de Planificación.
- Estudios Científicos y Técnicos, Inc. (2004). *Declaración de Impacto Ambiental Final Proyecto Residencial Turístico y Hotel Dos Mares (DIA 98-0015 (JP) Consulta Número 98-24-0681-JPU)*. San Juan, PR: Junta de Planificación.
- Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers. (2001). *Avance del Plan Territorial 2001 Fajardo, Luquillo y Río Grande*. San Juan, PR: Plan Territorial del Consorcio de los Municipios de Fajardo, Luquillo y Río Grande.
- Estudios Técnicos, Inc. & CMA Architects and Engineers. (2006). *Memorial del Plan Territorial de Fajardo*. San Juan, PR: Municipio de Fajardo.
- Ewel, J.J. & Whitmore, J. L. (1973). *The Ecological Life Zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. (Forest Service Research Paper ITF-18). Río Piedras, PR: US Department of Agriculture.
- Federal Emergency Management Agency. (2005). *Flood Insurance Rate Maps #72000CO445H, #72000CO805H and, #72000CO810H*.
- Fernández de Oviedo, G. (1995). Fragmentos de la Historia General y Natural de las Indias por Gonzalo Fernández de Oviedo 1535 - Libro XVI y Algunos Capítulos de otros libros referentes a Puerto Rico. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 33-106). San Juan, PR: Ediciones El Cemi.

- Fernández Méndez, E. (1995). Informe del Cabildo de San Juan al Rey, Dándole Noticias de la Situación de la Propiedad en la Isla – Año 1775. En: Fernández Méndez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 271-280). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. (2002). *Bioluminiscencia ... mares de fuego*. Serie Educativa. Tomo 1, Núm. 6.
- Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. (2004). *Iniciativa para la Conservación de Biodiversidad de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico. (2007). *Puerto Rico Brilla Naturalmente: Reduce el Impacto de la Contaminación Lumínica*. Folleto educativo impreso con fondos de la *National Fish and Wildlife Foundation*.
- Figuroa Álamo, C., Aquino, Z., Guzmán Ríos, S., and A. V. Sánchez. (2006). *Water Resources Data Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands Water Year 2004*. U.S. Geological Survey. Water Data Report PR-04-01. San Juan, PR.
- García Camba, A. (1842). Carta Particular Esférica y Corográfica de la Isla de Puerto Rico y las Adyacentes que a la Misma Pertenecen, Vieques, Culebra, Culebrita, Caja de Muertos, Mona, Monito y Desecheo. En: Sepúlveda Rivera, A. (2004). *Puerto Rico Urbano – Atlas Histórico de la Ciudad Puertorriqueña*. (1era. ed.). San Juan, PR: Carimar.
- García Ríos, C. I. (1990). *Las Praderas de Thalassia de Puerto Rico – Guía de Ecosistemas Marinos de Puerto Rico*. Programa de Colegio Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.
- García Ríos, C. I. (2003). *Los Quitones de Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial Isla Negra.
- García Ríos, C. I. (2005). Las playas de arena. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas – Serie de Historia Natural* (1era. ed., pp. 359-393). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- García Sais, J., Richard Appeldoorn, R., Bruckner, A., Caldow, C., Christensen, J. D., Lilyestrom, C., Monaco, M. E., Sabater, E., Williams, E., Díaz, E. (2005). The State of Coral Reef Ecosystems of the Commonwealth of Puerto Rico. In: Waddell, J. E. (Ed.), *The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States*. (pp. 91-134). NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 11. Silver Spring, MD: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Gelpí Baíz, E. (2000). *Siglo en Blanco: Estudio de la Economía Azucarera en el Puerto Rico del Siglo XVI (1540-1612)*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Gingell F., Biology of Amphibians and Reptiles and J. Harding. 2005. "Iguana iguana". (On-line), Animal Diversity Web. Accessed May, 16, 2008 at [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Iguana\\_iguana.html](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Iguana_iguana.html)

- Goenaga, C., and G. Cintrón. (1979). *Inventory of the Puerto Rican Coral Reefs*. Report submitted to the Coastal Zone Management of the Department of Natural Resources, San Juan, P.R. 190pp.
- González, A., y Ríos, V. (1997). Guía para el manejo de la Iguana Verde, Iguana iguana Linneo. Convenio Andrés Bello y Asociación Nacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Gould, W., C. Alarcón, B. Fevold, M.E. Jiménez, S. Martinuzzi, G. Potts, M. Quiñones, M. Solorzano, and E. Ventosa. (2007). *Puerto Rico Gap Analysis Project – Final Report*. USGS, Moscow ID and the USDA FS International Institute of Tropical Forestry, Río Piedras, PR. 157 pp. and 8 appendices.
- Gould, W. (2008). Carta del 14 de febrero de 2008, enviada al Sr. Vicente Quevedo, Secretario Auxiliar del Área de Planificación Integral del DRNA, con comentarios sobre el Plan Integral de Uso de Terrenos y Manejo del Corredor Ecológico del Noreste.
- Grana Raffucci, F. A. (2007). *Nomenclatura de los Organismos Acuáticos y Marinos de Puerto Rico e Islas Vírgenes*. Volumén 10 y 11. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. San Juan, PR.
- Granizo, Tarsicio et al. (2006). *Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA*. Quito: The Nature Conservancy y United States Agency for International Development
- Geoghegan, T y V. Barzetti. 1994. “Protected Areas and Community Management”. *Community & The Environment: Lessons from the Caribbean*. Number One. PANOS Institute and Caribbean Natural Resources Institute.
- Hecht, A., Avrin, D., Melvin, S., Nicholls, J., Raithel, C., & Terwilliger, K. (1996). *Piping Plover (*Charadrius melodus*) Atlantic Coast Population Revised Recovery Plan*. Hadley, MA: US Fish and Wildlife Service.
- Hernández Delgado, E. A. (2005). Arrecifes de coral. En Joglar, R. L. (Ed.). *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas – Serie de Historia Natural* (1era. ed., pp. 283-357). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Herrera, B. y L. Corrales (2004). *Metodología para la selección de criterios e indicadores y análisis de verificadores para la evaluación del manejo forestal a escala de paisaje*. Serie de Documentos Técnicos No. 14. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente.
- Horta, H. (2007). “20 Years of Monitoring and Management of Leatherback Seaturtle Nesting Population in the Northeastern Coast of Puerto Rico (1986-2006)”. Poster presentado en el XXVI Simposio del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, 24-25 de octubre de 2007.
- International Sea Turtle Society. (2006). *Resolution Requesting the Designation of Puerto Rico's Northeastern Ecological Corridor as a Nature Reserve*. In: 26th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. April 2-8, 2006. Crete, GR.

- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, Pachauri, R. K and Reisinger, A. (eds.)] IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Joglar, R. L. (2005). Anfibios y Reptiles. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas – Serie de Historia Natural* (1era. ed., pp. 39-168). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Junta de Calidad Ambiental. (2003). *Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Junta de Calidad Ambiental. (2004). *Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente de Puerto Rico 2003*. San Juan, PR.
- Junta de Calidad Ambiental. (2005). *Informe sobre el Estado y Condición del Ambiente de PR 2004*. San Juan, PR.
- Junta de Calidad Ambiental. (2007). *Informe Ambiental 2006*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (1983). *Reglamento de Zonificación de la Zona Costanera y de Accesos a las Playas y Costas de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 17)*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (1986). *Octava Extensión, Resolución P.U. 002 – Designando Área de Reserva Natural el Área Conocida como Cabezas de San Juan, en Fajardo*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (1991). *Reglamento de Zonificación Especial para las Zonas No Urbanas de los Municipios Circundantes al Bosque Nacional del Caribe (El Yunque)*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (1995). *Objetivos y Políticas Públicas del Plan de Usos de Terrenos de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (1996). *Plan Conceptual de Desarrollo Turístico de la Costa Nordeste de Puerto Rico*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (2000). *Reglamento de Zonificación de Puerto Rico (Reglamento de Planificación Núm. 4)*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (2000b). *Planes Regionales – Región Este*. San Juan, PR.
- Junta de Planificación (2006b). *Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico, Perfil Regional Este, Borrador Preliminar*. Febrero 2006. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (2006). *Borrador Preliminar del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico*. Febrero 2006. San Juan, PR.
- Junta de Planificación (2007). *Planes Regionales de Puerto Rico, Región Este, Borrador*. Mayo 2007. San Juan, PR.
- Junta de Planificación. (2008). *Glosario de Términos de los Reglamentos de Planificación*.

- Krushensky, R. D. and J. H. Schellekens. (1998). *Geology of Puerto Rico*. In: Bawiec W. J. (Ed.), *Geology, Geochemistry, Geophysics, Mineral Occurrences and Mineral Resource Assessment for the Commonwealth of Puerto Rico*. U.S Geological Survey Open-File Report 98-38.
- Larsen, M. C. (2000). *Analysis of 20<sup>th</sup> Century Rainfall and Streamflow to Characterize Drought and Water Resources in Puerto Rico*. In: *Physical Geography*, 2000, 21, 6 pp. 494-521.
- Layfield, J. (1995). *Relación del Viaje a Puerto Rico de la Expedición de Sir George Clifford, Tercer Conde de Cumberland, escrita por el Reverendo Doctor John Layfield, Capellán de la Expedición – Fragmentos Año 1598*. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 135-156). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Ley de Bosques de Puerto Rico. (Ley Núm. 133 de 1 de julio de 1975, según enmendada).
- Ley de la Reserva Natural de la Finca “Seven Seas”. (Ley Núm. 228 del 12 de agosto de 1999).
- Ley del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico. (Ley Núm. 150 del 4 de agosto de 1988).
- Ley de Municipios Autónomos. (Ley Núm. 81 del 30 de Agosto de 1991, según enmendada).
- Ley de Política Pública sobre Humedales en Puerto Rico. (Ley Núm. 314 de 24 de diciembre de 1998, según enmendada).
- Ley Orgánica de la Junta de Planificación. (Ley Núm. 75 del 24 de junio de 1975, según enmendada).
- Ley para Establecer la Política Pública sobre la Prevención de Inundaciones y Conservación de Ríos y Quebradas. (Ley Núm. 49 de 4 de enero de 2003, según enmendada).
- Ley para la Conservación, el Desarrollo y Uso de los Recursos de Agua de Puerto Rico, según enmendada.
- Ley para la Unificación de Bosques Estatales de Maricao, Susúa, Guánica, Guilarte, Pueblo de Adjuntas y Toro Negro. (Ley Núm. 14 de 9 de Enero de 1999).
- Ley sobre Política Pública Ambiental. (Ley Núm. 416 de 22 de septiembre de 2004, según enmendada).
- Ley sobre Política Pública de Desarrollo Sostenible. (Ley Núm. 267 de 10 de septiembre de 2004).
- López Marrero, T. del M., Aide, T. M., & Thomlinson, J. R. (2001). *Urban Expansion and the Loss of Prime Agricultural Lands in Puerto Rico*. *Ambio* 30(1), 49-54.
- López Marrero, T. del M. & N. Villanueva Colón. (2006). *Atlas Ambiental de Puerto Rico*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.

- Lugo, A. E. (1994). “Terrenos públicos, fragmentación y la biodiversidad de Puerto Rico”. *Acta Científica*. 8:31-35.
- Lugo, A. E. & Helmer, E. (2004). *Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico’s new forests*. *Forest Ecology and Management* 190, 145-161.
- Lugo, A. E. (2005). Los Bosques. En Joglar, R. L. (Ed.), *Biodiversidad de Puerto Rico Vertebrados Terrestres y Ecosistemas – Serie de Historia Natural* (1era. ed., pp. 397-548). San Juan, PR: Editorial Instituto de Cultura Puertorriqueña.
- Lugo, A. E., López, T. del M., & Ramos, O. M. (2000). *Zonificación de Terrenos en la Periferia de El Yunque*. (General Technical Report IITF-16). San Juan, PR: US Department of Agriculture International Institute of Tropical Forestry.
- Lugo, A. E., López, T. del M., Ramos, O. M. & Vélez, L. L. (2004). *Urbanización de los terrenos en la periferia de El Yunque*. (General Technical Report WO-66). San Juan, PR: US Department of Agriculture International Institute of Tropical Forestry.
- Martinuzzi, S., Gould, W. A., and Ramos González, O. M. (in press). *Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census*. In: *Landscape and Urban Planning*.
- Mckie, A.C., Hammond, J.E., Smith, H.T., and, W.E., Meshaka. (2005). Invasive Green Iguana Interactions in a Burrowing Owl Colony in Florida. *Florida Field Naturalist* 33: 125-127.
- Meffe, G.K., C.R. Carroll, and Contributors. 1994. *Principles of Conservation Biology* (Second Edition). Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, 600 pp.
- Melgarejo, J. (1995). Memoria y Descripción de la Isla de Puerto Rico Mandada a Hacer por S. M. El Rey Don Felipe II en el año 1582 y sometida por el Ilustre Señor Capitán Jhoan Melgarejo, Gobernador y Justicia Mayor en esta Ciudad e Isla. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 107-134). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Mercado Irizarry, A., Grindlay N., Lynett, P., Liu, P. L. F. (2002). *Investigation of the Potencial Tsunami Hazard on the North COSAT of Puerto Rico Due to Submarine Landslides along the Puerto Rico Trench*. San Juan, PR: Puerto Rico State Emergency Management Agency and Sea Grant College Program, University of Puerto Rico.
- Miner Solá, E. (1995). *Historia de los Huracanes en Puerto Rico*. San Juan: PR.
- Miyares González, F. (1995). Noticias Particulares de la Isla y Plaza de San Juan Bautista de Puerto Rico. Acutal Estado, Noticia de los Pueblos Siguiendo de Norte a Sur, y Diferencia que se Advierte según el Antiguo Estado de Plaza e Isla y el Presente – Año 1775. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 171-217). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.

- Molina Méndez, J. A. (1993). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar Campo de Golf Barrio Cabezas, Fajardo, Puerto Rico*. San Juan, PR: Compañía de Fomento Industrial.
- Molina Méndez, J. A. (1993a). *Wetland Study El Conquistador Golf Course*. San Juan, PR: Puerto Rico Industrial Development Company.
- Molinelli Freytes, J. (1992). *Terremoto*. San Juan, PR: Defensa Civil de Puerto Rico.
- Molinelli Freytes, J. (1994). *Cómo protegerse en caso de Terremoto*. San Juan, PR: Defensa Civil del Municipio de San Juan.
- Monroe, W. H. (1979). *Map Showing Landslides and Areas of Susceptibility to Landsliding in Puerto Rico*. Miscellaneous Investigation Series Map I-1148. U.S. Geological Survey.
- Morelock, J. (1978). *Shoreline of Puerto Rico*. Department of Natural Resources. Coastal Zone Program. San Juan: PR.
- Mueller, C. S., Frankel, A. D., Petersen, M. D., and E. V. Leyendecker. (2003). *Documentation for Seismic Hazard Maps for Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Golden, CO: U.S. Geological Survey.
- National Marine Fisheries Service and US Fish and Wildlife Service. (1992). *Recovery Plan for Leatherback Turtles in US Caribbean Sea, Atlantic Ocean, and Gulf of Mexico*. Washington, D.C.
- National Marine Fisheries Service and US Fish and Wildlife Service. (1993). *Recovery Plan for Hawksbill Turtles in US Caribbean Sea, Atlantic Ocean, and Gulf of Mexico*. St. Petersburg, FL.
- National Oceanic and Atmospheric Administration, US Environmental Protection Agency, US Coast Guard, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales & US Department of the Interior. (2000). *Sensitivity of Coastal and Inland Resources to Spilled Oil Puerto Rico Atlas*. Seattle, WA.
- Naumann, M. (1994). *A water use budget for the CNF of Puerto Rico*. European Postgraduate Programme in Environmental Management. Thesis. University Trier. Germany.
- Negrón González, L. (1986). Lagunas de Puerto Rico. En Vivaldi J. L y C. Paniagua (Ed.), *Compendio Enciclopédico de los Recursos Naturales de Puerto Rico 3*. Editorial Librotés, Inc. San Juan, PR: Programa de Manejo de la Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales.
- Nellis, D. W. (1994). *Seashore Plants of South Florida and the Caribbean – A guide to identification and propagation of xeriscape plants*. Sarasota, FL.
- Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico. (Ley Núm. 241 del 15 de agosto de 1999, según enmendada).
- O'reilly, A. (1995). Memoria de D. Alejandro O'Reilly sobre la Isla de Puerto Rico, Año 1765. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la*

- conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 237-269). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Owenby, J. R. and D. S. Ezell. (1992). *Monthly Station Normals of Temperatura, Precipitation and Heating and Cooling Degree Days 1961-90 Puerto Rico*. North Carolina: National Climatic Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Parrotta, J. A. (1993). *Casuarina equisetifolia* L. ex J.R. & G. Forst. Casuarina, Australian pine. En Francis, J. K. y Carol A. Lowe. (Ed.), *Bioecología de Árboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Islas Occidentales* (1era. ed., pp. 107-117). Reporte Técnico General IITF-15. San Juan, PR: Departamento de Agricultura Federa, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.
- Pérez Blair Consulting Engineers. (2003). Hydrologic/Hydrogeologic Assessment of Ground Water Availability in the Río Pitahaya-Río Juan Martín Area, Luquillo, Puerto Rico for the San Miguel Four Seasons Resort. In: CSA Group, Inc. (2003). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar Actualizada San Miguel Four Seasons Resort (JCA-01-0030(CT))*. Appendix C. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- Pérez Blair, F. (1997). *Ground-Water Resources of Alluvial Valleys in Northeastern Puerto Rico – Río Espíritu Santo to Río Demajagua Area*. (Water-Resources Investigations Report 96-4201). San Juan, PR: US Geological Service.
- Pérez Blair, F. and R. A. Carrasquillo. (1996). *Discharge and water quality of streams in the alluvial valleys of northeastern Puerto Rico, March 1994, Río Espíritu Santo to Río Demajagua*. U.S. Geological Survey Open File Report 95-370, 1 sheet.
- Pierre Ledru, A. (1957). *Viaje a la Isla de Puerto Rico en el Año 1797*. San Juan, PR: Ediciones del Instituto de Literatura Puertorriqueña de la Universidad de Puerto Rico.
- Post, Buckley, Schuh and Jernigan, Inc. (1994). *Hurricane Storm Tide Atlas – Municipalities of Yabucoa, Humacao, Naguabo, Ceiba, Fajardo, Luquillo & Río Grande*. Federal Emergency Management Agency, US Army Corps of Engineers & PR State Civil Defense.
- Questell Rodríguez, E y E. J. Maíz López. (2001). Informe de Evaluación Arqueológica Fase II – Proyecto San Miguel Resort. Investigaciones Arqueológicas del Sur, Inc. En: CSA Group, Inc. (2001). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT))*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- Quevedo Bonilla, V. (1995). *La Flora de los Humedales*. Proyecto Protección de Humedales. Vol. 2. Núm. 3. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Raffaele, H., Wiley, J., Garrido, O., Keith, A. and J. Raffaele. (1998). *A Guide to the Birds of the West Indies*. Princeton, NJ.
- Rathbun, G. B. & Possardt, E. (1986). *Recovery Plan for the Puerto Rico Population of the West Indian (Antillean) Manatee (Trichechus manatus manatus L.)*. Atlanta, GA: US Fish and Wildlife Service.

- Ray Melendez & Associates. (1993). *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar Campo de Golf Barrio Cabezas, Fajardo, PR*. San Juan, PR: Compañía de Fomento Industrial.
- Rich, C. and T. Longcore. (2006). *Ecological Consequences of Artificial Night Lighting*. Island Press. Washington, DC. 2006.
- Rivera Colón, N. (1983). *Fajardo: Notas para su Historia*. San Juan, PR: Oficina Estatal de Preservación Histórica.
- Rivera Ocasio, E., Aide, T. M. and N. Ríos López. (2007). *The effects of salinity on the dynamics of a Pterocarpus officinalis forest stand in Puerto Rico*. Journal of Tropical Ecology, 23: 559-568. Cambridge University Press.
- Rivero, J. A. (1998). *Los Anfibios y Reptiles de Puerto Rico*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico. 510 pág.
- Rodríguez, J. C. y F. Grana. *Fauna de los Humedales de Puerto Rico*. Proyecto Protección de Humedales. Vol. 3, Núm. 1. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Roig Bachs, C. (2001). *Complejo Ecoturístico Las Paulinas*. Ms. Disertación, Escuela de Arquitectura, Universidad de Puerto Rico, San Juan, PR.
- Saliva, J. E. (1993). *Caribbean Roseate Tern (Sterna dougallii) Recovery Plan*. Atlanta, GA: US Fish and Wildlife Service.
- Saliva, J. E. (1996). *Stahlia monosperma (Cobana negra) Recovery Plan*. Atlanta, GA: US Fish and Wildlife Service.
- Scullion Littler, D., Littler M. M., Bucher, K. E. and J. N. Norris. (1989). *Marine Plants of the Caribbean – A field guide from Florida to Brazil*. Washington, D.C.
- Sepúlveda Rivera, A. (2004). *Puerto Rico Urbano – Atlas Histórico de la Ciudad Puertorriqueña*. (1era. ed.). San Juan, PR: Carimar.
- Sierra Club. (2004). *Latino Communities at Risk: How Bush Administration Policies Harm Our Communities*. Washington, D.C.
- Sierra Club. (2005). *America’s Great Outdoors: Sierra Club’s Vision for Protecting Our Natural Heritage*. Washington, D.C.
- Sierra Club. (2007). *America’s Wild Legacy*. Washington, D.C.
- Schwartz, A., and R. W. Henderson. (1991). *Amphibians and reptiles of the West Indies- descriptions, distributions, and natural history*. University of Florida Press. 720pp.
- The International Ecotourism Society. (2004). *Ec lodge Footprint and Justification for Biodiversity Conservation*. International Finance Corporation.
- The Nature Conservancy and Fundación Puertorriqueña de Conservación. (2003). *An Ecoregional Plan for Puerto Rico: Portfolio Design (Draft)*.
- Thomas, L. and J. Middleton. (2003). *Guidelines for Management Planning of Protected Areas*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ix + 79pp.

- Tomás de Córdoba, P. (1995). Memoria sobre todos los Ramos de la Administración de la Isla de Puerto Rico (Año 1838) por el Coronel de Infantería D. Pedro Tomás de Córdoba [Fragmentos]. En: Fernández Mendez, E. (Ed.), *Crónicas de Puerto Rico – desde la conquista hasta nuestros días (1493-1955)* (7ma. ed., pp. 373-387). San Juan, PR: Ediciones El Cemí.
- Torres, F. (1973). *Ecological Study and Evaluation of Coral Reefs System for “Playas de Luquillo Development”*.
- Torres Sierra, H. (1996). *Storm-Tide Elevations caused by Hurricane Hugo on the U.S. Virgin Islands and Puerto Rico, September 18, 1989*. (USGS Open File Report 92-87). San Juan, PR: U.S. Geological Survey.
- Trejo Torres, J. C., Caraballo Ortiz, M. A. y T. A. Carlo Joglar. (Sin publicar) *Rediscovery of Eugenia fajardensis (Myrtaceae), A Rare Tree from Eastern Puerto Rico*.
- U.S. Coastal Barrier Improvement Act of 1990. 16 U.S.C.A. 3501-3510.
- U.S. Department of Commerce and the Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. (1978). *Puerto Rico Coastal Management Program and Final Environmental Impact Statement*.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (1986). *Puerto Rican Boa (Epicrates inornatus) Recovery Plan*. Atlanta, GA.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (1987). *Beautiful Goetzea (Goetzea elegans) Recovery Plan*. Atlanta, GA.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (1991). *Recovery Plan for Schoepfia arenaria*. Atlanta, GA.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (\_\_\_\_ a). *Los Ríos de Nuestra Isla*.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (\_\_\_\_ b). *Peces de Ríos del Caribe*.
- U.S. Fish and Wildlife Service. (\_\_\_\_ c). *Crustáceos de Agua Dulce del Caribe*.
- U.S. Geological Survey. (2008). *Advance National Seismic System*.
- U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration. (2001). *Benthic Habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. CD-ROM. National Oceanic Service, National Centers for Coastal Ocean Science Biogeography Program. Silver Spring, MD.
- Vélez-Vélez, J. G. (2000). Evaluación de Recursos Culturales Fase IA y IB – Proyecto Residencial Turístico Dos Mares. En: *Declaración de Impacto Ambiental Final Proyecto Residencial Turístico Dos Mares*. San Juan, PR.
- Ventosa-Febles, E. A., Camacho-Rodríguez, M., Chabert-Llompert, J. L., Sustache-Sustache, J., & Dávila-Casanova, D. (2005). *Puerto Rico Critical Wildlife Areas*. San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- Veve, T. D., and Taggart, B.E., (editors). (1996). *Atlas of ground-water resources in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*: U.S. Geological Survey Water Resources Investigations Report 94-4198, 151 p.

- Vicente & Associates, Inc. (1998). Evaluación Preliminar de la Playa El Convento para el Establecimiento de una Vereda Submarina con Fines Ecoturísticos para el Proyecto Dos Mares. En: Estudios Científicos y Técnicos, Inc. (2004). *Declaración de Impacto Ambiental Final Proyecto Residencial Turístico y Hotel Dos Mares (DIA 98-0015 (JP) Consulta Número 98-24-0681-JPU)*. Volumen 2, Apéndice 12. San Juan, PR: Junta de Planificación.
- Villarubia Cruz, J. (2001). Estudio de Viabilidad Agrícola de la Finca San Miguel localizada en el Municipio de Luquillo. En: CSA Group, Inc. *Declaración de Impacto Ambiental Preliminar San Miguel Resort (JCA-01-0030(CT) – Apéndice F*. San Juan, PR: Compañía de Turismo.
- Weaver, P. L. (1997). *Pterocarpus officinalis* Jacq. Bloodwood. En Francis, J. K. y Carol A. Lowe. (Ed.), *Bioecología de Arboles Nativos y Exóticos de Puerto Rico y las Islas Occidentales* (1era. ed., pp. 443-449). Reporte Técnico General IITF-15. San Juan, PR: Departamento de Agricultura Federa, Servicio Forestal, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical.
- Weaver, P. L. and J. L. Coll Rivera. (1998). *Las Cabezas de San Juan Nature Reserve (El Faro)*. Report for the Puerto Rico Conservation Trust. San Juan, PR. 55 p.
- Willey, J., Cotte, R., Parker, W. T., Raffaele, H., Vivaldi, J. L. & Snyder, N. (1982). *Puerto Rican Plain Pigeon (Columba inornata wetmorei) Recovery Plan*. Atlanta, GA: US Fish and Wildlife Service.
- Witherington, B. & Martin, E. (2003). *Entendiendo, Evaluando y Solucionando los Problemas de Contaminación de Luz en Playas de Anidamiento de Tortugas Marinas*. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. Traducción al Español de la Tercera Edición, Revisada. 75 p.
- Wondolleck, J. y Yaffee, S. 2000. *Making Collaboration Work: Lessons from Innovation in Natural Resource Management*. Island Press. California.
- Wunderlee, J. (Sin Publicar). List of Birds Reported as part of the National Audubon Society's Christmas Bird Count, Fajardo Count Circle, from 1994 to 2007.
- Yaffee, S. y Wondolleck J. Ecosystem Management Initiative. Obtenido el 9 de mayo de 2008 en <http://www.snre.umich.edu/ecomgt/collaboration/whatIs.htm>
- Zug, G. R., L. J. Vitt, and J. P. Caldwell. 2001. Herpetology. *An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Second Edition. Academic Press, San Diego. 630pp.