

RESERVA NATURAL DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA DE BAHÍA DE JOBOS

Plan de Manejo 2017-2022

Final, septiembre 2017



Involucrar

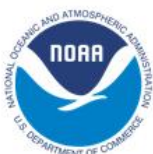
Inspirar

Informar



BAHÍA DE JOBOS

...un estuario diferente



Agradecimientos



El apoyo financiero para esta publicación fue provisto mediante las subvenciones NA14NOS4200135, NA16NOS4200164 y NA15NOS4200138 en virtud de la Ley Federal de Manejo de la Zona Costanera, administrada por la División de Reservas Estuarinas, la Oficina de Manejo de Costas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) del Departamento de Comercio de EE.UU.

Este documento fue redactado por Estudios Técnicos, Inc. con información provista por el personal de la Reserva Natural Estuarina Bahía de Jobos, la contribución de sus comités asesores, así como del personal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). También se proveyó orientación de parte de la NOAA, a través de Nina Garfield. Oficial de Programa de la División de *Stewardship*.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

Hon. Tania Vázquez Rivera, Secretaria

Dr. Idelfonso Ruíz Valentín, Director Interino, Negociado de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Servicios Forestales

Personal de la Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos

Aitza Pabón: Directora

Milton Muñoz Hincapié: Coordinador del Programa de *Stewardship*

Angel Dieppa: Coordinador del Programa de Investigación y Monitoreo

Enid Malavé Quiñones: Química Técnico de Laboratorio del *System-Wide Monitoring Program*

Edwin Omar Rodríguez: Coordinador del Programa de Adiestramiento Costero

Ernesto Olivares: Coordinador del Programa de Educación

Nilda Peña: Educadora Ambiental

Luis Ortiz: Mantenimiento

Comités Asesores y Colaboradores del DRNA

Alberto Mercado Vargas	Ayudante Especial de la Secretaria del DRNA
Alexis Cruz	Autoridad de Energía Eléctrica
Álida Ortiz	Consultora Educativa
Ariel Lugo	Instituto Internacional de Dasonomía Tropical
Astrid Green	Relaciones con la Comunidad - DRNA
Berliz Morales	Programa Sea Grant
Carlos Maldonado	Municipio de Guayama
Carlos Rodríguez	Escuela de Salud Pública, Recinto de Ciencias Médicas

Carlos Vega	Agrimensor
Clarimar Díaz Rivera	Directora, División de Planificación de Recursos Terrestres
Coralys Ortiz	Oficina de Manejo de la Zona Costanera y Cambio Climático - DRNA
Craig Lilyestrom	Director División de Recursos Marinos - DRNA
Delmis Alicea	Programa Sea Grant
Edwin Mas	Servicio de Conservación de Recursos Naturales
Efraín López	Guardia Costera de EE.UU.
Frank A. Martínez	Oficina de Gerencia de Permisos
Glorimar Lorenzo	Junta de Calidad Ambiental
Imar Mansilla Rivera	Escuela de Salud Pública, Recinto de Ciencias Médicas
Iván Llerandi	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU.
Jesús Rodríguez	Empleado Retirado del Servicio Geológico de EE.UU.
Jorge Capella	Sistema de Observación Oceánica Costera del Caribe (CariCOOS), UPRM
José M. Rodríguez	Servicio Geológico de EE.UU.
Lillian Ramírez	Programa Sea Grant UPRM
Lisamarie Carruba	Servicio Nacional de Pesca Marina de la NOAA
Maritza González	Escuela Elemental Woodrow Wilson
Miriam Gallardo	Maestra Retirada
Nelson Torres	Iniciativa de Ecodesarrollo de Bahía de Jobos (IDEBAJO)
Raúl Santini	Oficina de Manejo de la Zona Costanera y Cambio Climático del DRNA
Ricardo Carrión	Servicio de Extensión Agrícola de Guayama
Ricardo Colón	Oficial de Manejo de las Reservas Naturales: Corredor Ecológico del Noreste, Canal Luis Peña y Arrecifes La Cordillera/ Colaborador en el Desarrollo del Proyecto de Lugar de Referencia (Sentinel Site)
Roberto J. Thomas	IDEBAJO
Ruth Santiago	IDEBAJO
Shirley Droz	Escuela San Conrado, Ponce
Yanitz Rodríguez	Escuela Elemental Woodrow Wilson

Mapas: Estudios Técnicos, Inc.

Autor de las fotos: Personal de JBNERR, a menos que se indique lo contrario.

Contenido



1	RESUMEN EJECUTIVO	10
1.1	PROPÓSITO Y ALCANCE DEL PLAN	10
2	INTRODUCCIÓN AL SISTEMA NACIONAL DE RESERVAS DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA 17	
2.1	INTRODUCCIÓN AL SISTEMA NACIONAL DE RESERVAS DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA.....	17
2.2	METAS ESTRATÉGICAS DEL SISTEMA NACIONAL DE RESERVAS DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA	18
2.3	REGIONES BIOGEOGRÁFICAS Y LÍMITES DEL SISTEMA NACIONAL DE RESERVAS DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA	19
2.4	MARCO ADMINISTRATIVO DE LA RESERVA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA.....	20
3	INTRODUCCIÓN A LA RESERVA	23
3.1	HISTORIA Y MANEJO LOCAL DE LA RESERVA.....	23
3.2	ATRIBUTOS ECOLÓGICOS	24
3.3	RESUMEN DE AMENAZAS Y ESTRESORES.....	43
3.4	DESCRIPCIÓN DE LOS LÍMITES DE LA RESERVA	53
4	PLAN ESTRATÉGICO DE LA RESERVA	77
4.1	VISIÓN Y MISIÓN DE JBNERR	77
4.2	PRINCIPIOS RECTORES.....	78
4.3	ASUNTOS PRIORITARIOS EN JBNERR	78
4.4	METAS Y OBJETIVOS	81
5	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO	84
5.1	PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y MONITOREO	84
5.2	CONTEXTO, CAPACIDADES Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	86
5.3	NECESIDAD Y OPORTUNIDADES DE INVESTIGACIÓN.....	98
5.4	OBJETIVOS Y ACCIONES	101
6	PROGRAMA DE EDUCACIÓN.....	109
6.1	PROGRAMA DE EDUCACIÓN DE NERRS	109
6.2	CONTEXTO, CAPACIDADES Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	110
6.3	NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE EDUCACIÓN	116
6.4	OBJETIVOS Y ACCIONES	119
7	PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO COSTERO	125
7.1	PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO COSTERO DE NERRS.....	125
7.2	CONTEXTO, CAPACIDADES Y EJECUCIÓN DEL PROGRAMA	126
7.3	NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE ADIESTRAMIENTO	131
7.4	OBJETIVOS Y ACCIONES	133
8	PLAN ADMINISTRATIVO	141
8.1	MARCO ORGANIZACIONAL Y AUTORIDADES PARA EL MANEJO.....	141
8.2	ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE JBNERR	143

8.3	VEHÍCULOS Y EMBARCACIONES	148
8.4	NECESIDADES Y OPORTUNIDADES DE ADMINISTRACIÓN	149
8.5	OBJETIVOS Y ACCIONES	152

9 PLAN DE PROTECCIÓN DE RECURSOS..... 155

9.1	ENTIDADES ADMINISTRADORAS Y REGLAMENTARIAS DEL ESTADO LIBRE ASOCIADO	155
9.2	USOS PERMITIDOS Y PROHIBIDOS	156
9.3	CAPACIDADES DE VIGILANCIA Y CUMPLIMIENTO.....	162
9.4	RETOS DE LA PROTECCIÓN DE RECURSOS	163
9.5	OBJETIVOS Y ACCIONES	164

10 PLAN DE ACCESO PÚBLICO Y USUARIOS..... 168

10.1	ACCESO PÚBLICO EXISTENTE.....	168
10.2	RETOS Y OPORTUNIDAD DE ACCESO PÚBLICO.....	176
10.3	OBJETIVOS Y ACCIONES	177

11 PLAN DE DESARROLLO Y MEJORAS A LAS INSTALACIONES 180

11.1	PROPÓSITO DE LAS INSTALACIONES	180
11.2	DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES	181
11.3	RETOS Y BRECHAS ASOCIADAS A LAS INSTALACIONES	186
11.4	INSTALACIONES PLANIFICADAS	186
11.5	OBJETIVOS Y ACCIONES	188

12 PLAN DE ADQUISICIÓN Y EXPANSIÓN DE LOS LÍMITES DE LA RESERVA..... 191

12.1	VALORES DE LAS ADQUISICIONES	191
12.2	ÁREAS DE EXPANSIÓN DE LOS LÍMITES DE LA RESERVA.....	193
12.3	OBJETIVOS Y ACCIONES	197

13 PLAN DE RESTAURACIÓN.....201

13.1	AVANCES EN EL MEJORAMIENTO DE HÁBITATS Y DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS FUTUROS.....	201
13.2	OBJETIVOS Y ACCIONES	202

APÉNDICES

APÉNDICE 1	REGLAMENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE RESERVAS DE INVESTIGACIÓN ESTUARINA
APÉNDICE 2	MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO ENTRE NOAA Y DRNA
APÉNDICE 3	MEMORANDO DE ENTENDIMIENTO CARICOOS Y ACUERDO COOPERATIVO DE IDEBAJO
APÉNDICE 4	DETERMINACIÓN DE CONSISTENCIA FEDERAL
APÉNDICE 5	RESUMEN DE LAS LEYES Y REGLAMENTOS DEL DRNA
APÉNDICE 6	INVESTIGACIONES REALIZADAS BAJO EL PROGRAMA DE BECAS PARA LA INVESTIGACIÓN GRADUADA EN JBNERR
APÉNDICE 7	ATRIBUTOS DETALLADOS DE LA RESERVA, AMENAZAS Y ESTRESORES
APÉNDICE 8	COMENTARIOS PÚBLICOS SOBRE EL PLAN DE MANEJO Y ANUNCIO EN EL REGISTRO FEDERAL

TABLAS

Tabla 1. Especies listadas a nivel federal y estatal en JBNERR	38
Tabla 2. Incorporaciones futuras a los límites de JBNERR.....	56
Tabla 3. Área de los límites de JBNERR y futuras inclusiones	57
Tabla 4. Metas y objetivos de manejo	81
Tabla 5. Comité Asesor de Investigación	96
Tabla 6. Comité Asesor del CPT.....	129
Tabla 7 . Puestos y responsabilidades del personal	144
Tabla 8. Entidades representadas en el Comité Asesor de Manejo	147
Tabla 9. Usos permitidos y prohibidos en JBNERR	160
Tabla 10. Áreas con prioridad de adquisición	197

FIGURAS

Figura 1. Mapa del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina.....	17
Figura 2. Geografía.....	25
Figura 3. Hidrología	29
Figura 4. Comunidades e industrias en la cuenca de JBNERR	41
Figura 5. Proyecto propuesto Puerto de gas marítimo Aguirre	46
Figura 6. Aumento de 2 pies en el nivel del mar en JBNERR	52
Figura 7. Límites de JBNERR	54
Figura 8. Límite actual de la Reserva e incorporaciones terrestres y marinas propuestas	55
Figura 9. Unidades de manejo en JBNERR: Zonas núcleo y zonas de amortiguamiento.....	59
Figura 10. Unidad Mar Negro.....	61
Figura 11. Unidad Aguirre	62
Figura 12. Cayos de Barca	63
Figura 13. Cayos Caribe	64
Figura 14. Cayo Pájaros	65
Figura 15. Unidad Bahía de Jobos.....	66
Figura 16. Unidad Hábitat de Coral	67
Figura 17. Titularidad.....	69
Figura 18. Clasificación general de la cobertura de terreno en la cuenca hidrográfica de JBNERR	70
Figura 19. Clasificación de hábitats 2002.....	72
Figura 20. Clasificación de hábitats 2012.....	73
Figura 21. Clasificación de usos de terrenos en la cuenca de JBNERR (JP, 2015)	75
Figura 22. Estaciones de monitoreo en JBNERR	92
Figura 23. Usos recreacionales permitidos en JBNERR	161
Figura 24. Área de reproducción del tiburón gata.....	166
Figura 25. Accesos terrestres y acuáticos a JBNERR	170
Figura 26. Sistema de veredas en JBNERR	175
Figura 27. Ubicación de la infraestructura en JBNERR.....	184
Figura 28. Terrenos adquiridos 2000-2016	192
Figura 29. Adquisiciones propuestas	195
Figura 30. Proyectos para mejorar el hábitat en JBNERR.....	203

Siglas y abreviaturas



AC	Antes de Cristo
ACS	American Community Survey (Encuesta sobre la Comunidad Puerto Rico)
AEE	Autoridad de Energía Eléctrica
ALMC	Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe
AMP	Área Marina Protegida
ANDA	Asociación Nacional de Derecho Ambiental
APE	Área de Planificación Especial
As	Arsénico
ATPR	Autoridad de Tierras de Puerto Rico
BMPs	Best Management Practices (Buenas Prácticas de Manejo)
CariCOOS	Caribbean Regional Association for Coastal Ocean Observing (Sistema Integrado de Observación Costera Oceánica para el Caribe)
C-CAP	Coastal Change Analysis Program (Programa de Evaluación de Cambio Costero)
CCVATCH	Herramienta de Evaluación de la Vulnerabilidad del Cambio Climático para los Hábitats Costeros
CDMO	Centralized Data Management Office (Oficina de Manejo de Datos Centralizados)
CEAP	Conservation Effects Assessment Project (Proyecto de Evaluación de los Efectos de Conservación)
CFMC	Caribbean Fishery Management Council (Consejo de Manejo Pesquero del Caribe)
CIS	Centre for Social Innovation (Centro de Innovación Social)
CORS	Continually Operating Reference Stations (Estaciones de Referencia de Operaciones Continuas)
CTP	Coastal Training Program (Programa de Adiestramiento Costero)
Cu	Cobre
CZMA	Coastal Zone Management Act (Ley de Manejo de la Zona Costera)
DBH	diameter at breast height (diámetro a la altura del pecho)
DECEP	División de Educación Continua y Estudios Profesionales
DRNA	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
EBA	Ecosystem-based adaptation (Adaptación basada en ecosistemas)
EE.UU.	Estados Unidos de Norteamérica
ELAPR	Estado Libre Asociado de Puerto Rico
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.)
ERD	Estuarine Reserves Division (División de Reservas Estuarinas)
ESA	Endangered Species Act (Ley Federal de Especies en Peligro)
FEMA	Federal Emergency Management Agency (Agencia Federal de Manejo de Emergencias)

FERC	Federal Energy Regulatory Commission (Comisión Federal Reguladora de la Energía)
FIRM	Flood Insurance Rate Maps (Mapas de Tasas de Seguro contra Inundaciones)
FMP	Facilities Master Plan (Plan Maestro de Instalaciones)
FURA	Fuerzas Unidas de Rápida Acción
GIS	Geographic Information System (Sistema de Información Geográfica)
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite (Satélite Geoestacionario Operacional Ambiental)
GRF	Graduate Research Fellowship (Programa de Becas para la Investigación Graduada)
HMC	Habitat Mapping and Change (Plan para Cartografiar Hábitats y sus Cambios)
IDEBAJO	Iniciativa de Eco-Desarrollo de Bahía de Jobos
INCICO	Instituto de Ciencias para la Conservación de Puerto Rico
IOOS	Integrated Ocean Observing System (Sistema Integrado de Observación Oceánica)
JBNERR	Reserva Nacional de Investigación Estuarina de la Bahía de Jobos
JCA	Junta de Calidad Ambiental
JP	Junta de Planificación de Puerto Rico
KEEP	Programa de Educación Estuarina K-12
Km ²	Kilómetros cuadrados
LIDAR	<i>Light Detecting and Ranging</i>
LNG	Liquid Natural Gas (Gas Natural Licuado)
MA	Market Analysis (Análisis de Mercado)
MOA	Memorandum of Agreement (Memorando de Acuerdo)
MOU	Memorandum of Understanding (Memorando de Entendimiento)
NA	Needs Assessment (Evaluación de Necesidades)
NAI	National Association for Interpretation (Asociación Nacional para la Interpretación)
NCCOS	National Centers for Coastal Ocean Science (Centros Nacionales para la Ciencia Oceánica Costera)
NERR	National Estuarine Research Reserve (Reserva Nacional de Investigación Estuarina)
NERRS	National Estuarine Research Reserve System (Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina)
NERRSCS	National Estuarine Research Reserve System classification scheme (Esquema Nacional de Clasificación del Sistema de Reserva de Investigación Estuarina)
NGS	National Geodetic Survey (Estudio Geodésico Nacional)
NGSS	Next Generation Science Standards (Estándares de Ciencia de la Próxima Generación)
NMFS	National Marine Fisheries Service (Servicio Nacional de Pesca Marina)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica)

NRCS	Natural Resources Conservation Service (Servicio de Conservación de Recursos Naturales)
Núm.	Número
OA	Orden Administrativa
OCM	Office for Coastal Management (Oficina de Manejo Costero)
OECH	Oficina Estatal de Conservación Histórica de Puerto Rico
OGPe	Oficina de Gerencia de Permisos
ONG	Organización no Gubernamental
OPAS	Organización Pro Ambiente Sustentable
PAHs	Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)
PEBSJ	Programa del Estuario de la Bahía de San Juan
PMZCPR	Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico
PPR	Policía de Puerto Rico
PRCCC	Puerto Rico Climate Change Council (Consejo de Cambios Climático de Puerto Rico)
PRWRERI	Puerto Rico Water Resources and Environmental Research Institute (Instituto de Investigaciones Sobre Recursos de Agua y el Ambiente de Puerto Rico)
QA/QC	Quality Assured / Quality Controlled (Garantía de Calidad/Control de Calidad)
s.f.	sin fecha
SAV	Submerged Aquatic Vegetation (Vegetación Acuática Sumergida)
SET	Surface Elevation Table (instrumento para medir los cambios relativos en los niveles de los sedimentos en los humedales)
SoCMon	Socioeconomic Monitoring (Monitoreo Socioeconómico)
SOPI	Sociedad Ornitológica Puertorriqueña, Inc.
SWMP	System-Wide Monitoring Program (Programa de Monitoreo del Sistema de Reservas)
TOTE	Teachers on the Estuary (Maestros en el Estuario)
TRI	Toxic Release Inventory (Inventario de Emisiones Tóxicas)
UPR	Universidad de Puerto Rico
UPRM	Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez
USACE	US Army Corps of Engineers (Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU.)
USCG	US Coast Guard (Guardia Costera de EE.UU.)
USDA	US Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de EE.UU.)
USFS	US Forest Service (Servicio Forestal de EE.UU.)
USFWS	US Fish and Wildlife Service (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU.)
USGS	US Geological Survey (Servicio Geológico de EE.UU.)
Uv	Ultravioleta
VIMS	Virginia Institute of Marine Science (Instituto de Ciencias Marinas del Estado de Virginia)

1 RESUMEN EJECUTIVO



1.1 Propósito y alcance del Plan

La Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos (en adelante JBNERR o la Reserva) fue designada en el año 1981 como parte del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina (NERRS por sus siglas en inglés), establecido por la Sección 315 de la Ley Federal de Manejo de la Zona Costanera, según enmendada.

JBNERR es la única Reserva de Investigación Estuarina en Puerto Rico y el Caribe y es una de las dos Reservas que representan la Región Biogeográfica de las Indias Occidentales. La Reserva se administra a través de un acuerdo entre la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA).

La reglamentación federal le requiere a las reservas tener un plan de manejo aprobado por la NOAA, el cual debe ser actualizado cada cinco años. El Plan de Manejo vigente de JBNERR es del año 2000, se hicieron revisiones parciales, pero estas nunca llegaron a ser formalmente aprobadas, y desde entonces ha habido progreso sustancial en las áreas programáticas. Por tanto, es necesario revisar el plan para: incorporar los resultados de investigaciones y monitoreos recientes, actualizar la información sobre el estado de la Reserva y su cuenca hidrográfica, e identificar asuntos de manejo y problemas emergentes que deben ser abordados.

Esta revisión del plan de manejo guiará las acciones de la Reserva durante el periodo de 2017-2022. La revisión se llevó a cabo siguiendo las disposiciones de 15CFR Parte 921.13, incluyendo aquellas asociadas a la participación ciudadana y las "Guías y recursos para el desarrollo de planes de manejo del Sistema de Reservas". (Un resumen de los comentarios sobre el Plan recibidos durante el período de revisión pública se incluye en el Apéndice 8).

Contexto de la Reserva

JBNERR está ubicada en la costa Sureste de la isla de Puerto Rico, entre los municipios de Salinas y Guayama. La Reserva abarca una superficie de 2,800 hectáreas de hábitats diversos, incluyendo salitrales, lodazales, lagunas poco profundas, cayos y bosques de mangle. La misión de JBNERR es practicar y promover el manejo costero y estuarino a través de la investigación innovadora, el monitoreo, la educación, el adiestramiento y la participación ciudadana.

Los límites formales de la Reserva incluyen Mar Negro, Cayos Caribe y las aguas costeras de la Bahía de Jobos, excluyendo el canal de navegación. Durante los pasados años se realizó una delimitación formal para aclarar los límites entre JBNERR y las comunidades y se instalaron monumentos y letreros para demarcar la parte oeste de Mar Negro, adyacente a Las Mareas y a Camino del Indio.

Este plan de manejo también integra las adquisiciones realizadas desde la aprobación del último plan de manejo, las cuales no han sido formalmente incorporadas a los límites de la Reserva. Se planifica incorporar estas adquisiciones a los límites de la Reserva, según la reglamentación aplicable en 15 CFR 921.33, como un proceso separado de este plan de manejo. Los límites de la Reserva consistirían en dos componentes: terrestre y marino. El componente terrestre incluirá: el salitral de Las Mareas, el bosque Jagüeyes, el componente de Aguirre, y los cayos de Barca y Pájaros. La expansión propuesta del límite marino incluirá toda la Bahía de Jobos, desde la línea de pleamar alta (excluyendo puertos, el canal de navegación, muelles y áreas desarrolladas) y los hábitats de coral a una milla de la costa de Cayos Caribe, Cayos La Barca y Cayos de Pájaros.

Una vez formalmente incorporadas, estas propiedades y el componente marino agregarán aproximadamente 8,233.9 acres al límite formal, creando un área más continua a ser administrada como parte de la Reserva. Todos estos terrenos y aguas son administrados por el DRNA y cuentan con una protección adecuada bajo las leyes del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (ELAPR) para apoyar la misión de la Reserva.

La Reserva también planifica influir en las actividades dentro de su cuenca de 34,000 acres. Al utilizar activamente este Plan para guiar la protección y manejo de la Reserva, JBNERR se convertirá en un recurso más efectivo para la NOAA, el DRNA, la comunidad científica, las instituciones académicas y los expertos en manejo, lo que les permitirá atender problemas de manejo en toda la región del Caribe.

Asuntos prioritarios de manejo costero y metas del Plan

El Plan de Manejo se organiza en torno a los siguientes temas prioritarios que afectan a JBNERR, su cuenca y a las comunidades adyacentes:

- **Cambio climático-** Los efectos como el aumento en el nivel del mar, la acidificación, el incremento en las temperaturas superficiales y oceánicas y los fenómenos meteorológicos extremos, incluyendo sequías, tormentas, huracanes y precipitación, representan un reto para los ecosistemas de la Reserva y las comunidades vulnerables. Se necesitan investigaciones adicionales para evaluar los impactos en los ecosistemas.

- **Pérdida y degradación de hábitat-** Esto ocurre en la Reserva y su cuenca, como resultado de las descargas de nutrientes a las aguas superficiales y subterráneas, el corte y relleno de los manglares, los usos inadecuados de terrenos, la sedimentación por las construcciones sin controles apropiados y la extracción excesiva de aguas subterráneas para la agricultura y usos urbanos. Al abordar estos asuntos no solo los ecosistemas, sino las comunidades serán más resilientes.
- **Limitaciones fiscales-** Este Plan de Manejo se desarrolla bajo un escenario fiscal desafiante. Como resultado, muchas de las actividades propuestas dependen de la colaboración y del esfuerzo conjunto de muchas agencias estatales y federales, municipios, empresas, la academia, comunidades y organizaciones no gubernamentales.

Estas prioridades locales se alinean con los temas prioritarios del Sistema de Reservas, que incluyen el cambio ambiental, la calidad del agua y la protección del hábitat. Estos asuntos no solo afectan a la Reserva y a sus comunidades adyacentes, sino que también son relevantes para Puerto Rico y el Caribe en general. Por tanto, JBNERR se posicionará como un laboratorio vivo, un aula y un lugar de referencia para entender las consecuencias de los estresores climáticos y de los usos de terrenos, sobre los hábitats y las comunidades de Puerto Rico y el Caribe.

Las metas de JBNERR son:

- ✿ Fortalecer la protección y el manejo de JBNERR para fomentar la conservación, la investigación y la educación sobre los estuarios.
- ✿ Aumentar el uso del conocimiento científico generado en la Reserva para abordar asuntos de manejo costero que sean prioritarios.
- ✿ Mejorar la alfabetización ambiental de los ciudadanos, aumentando su capacidad y disposición para tomar decisiones informadas y acciones responsables al interactuar con los ecosistemas asociados a los corales.
- ✿ Mejorar el entendimiento sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas, entre los responsables de la toma de decisiones y las comunidades y proveerles el conocimiento y las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas para la adaptación.
- ✿ Mejorar la capacidad administrativa y la infraestructura de JBNERR para abordar los retos administrativos y de las áreas programáticas de investigación, educación, y adiestramiento costero.

Resumen de los programas de la Reserva

Este Plan de Manejo se enfoca en: aumentar el conocimiento de los efectos del cambio climático sobre los recursos de la Reserva, reducir los estresores antropogénicos en sus ecosistemas, educar a los estudiantes y al público para que sean custodios de los recursos costeros y proporcionar herramientas a las comunidades y a los responsables de tomar decisiones para tener recursos costeros y comunidades más resilientes. El plan se divide en las siguientes nueve áreas programáticas.

Programa de Investigación y Monitoreo: Los proyectos de investigación y monitoreo son la base para el desarrollo de las acciones de manejo, de educación y de adiestramiento en JBNERR. Un área prioritaria de investigación será aumentar el conocimiento sobre los efectos potenciales del cambio climático en los ecosistemas costeros y las comunidades vulnerables. Por consiguiente, los esfuerzos de investigación se centrarán en: el desarrollo de redes de colaboración para fortalecer el Programa; la integración de investigaciones en las disciplinas de las ciencias sociales e históricas y aumentar el conocimiento sobre la hidrología y la hidrodinámica de la Reserva, los procesos de carbono azul y los efectos de la acidificación de los océanos y el aumento en el nivel del mar en los hábitats costeros de la Reserva. Con el fin de divulgar y aumentar el acceso a la información, la Reserva mantendrá una página web activa y actualizada, coordinará un simposio bienal de investigación y desarrollará una base de datos georreferenciada de investigación y monitoreo. Para fortalecer los esfuerzos de monitoreo, se ampliará el Programa de Monitoreo del Sistema de Reservas (SWMP). Al menos un lugar de referencia (sitio centinela) completo estará listo para el 2018 (SSAM-1). La Reserva también desarrollará un plan para cartografiar los cambios en hábitats y monitoreará la calidad del agua subterránea, la columna de agua, los lodazales y las especies clave; prioridades que también fueron identificadas en conjunto con el Comité Asesor de Investigación. También se trabajará en la búsqueda de fuentes de fondos para reclutar un técnico de SWMP para apoyar los esfuerzos críticos de investigación y monitoreo, según se menciona en el Plan Administrativo.

Programa de Educación: Este Programa se enfocará en las siguientes audiencias: maestros y estudiantes, comunidades locales y visitantes. La participación de estas audiencias incrementará mediante: la provisión de actividades educativas, el incremento en la gestión de los recursos y la promoción de la participación en actividades dirigidas a atender los temas de manejo prioritarios.

Para incrementar la participación de estudiantes y maestros en el uso de la Reserva y sus recursos, el Programa proporcionará actividades educativas de alta calidad basadas en el lugar. La Reserva desarrollará un "Programa de Educación para la Acción en la Conservación" con el propósito de aumentar el conocimiento y el compromiso entre los miembros de la comunidad y también aumentar el voluntariado. Además,

aumentará el número de visitantes expuestos a JBNERR como un área de importancia ecológica e histórica y como una herramienta de aprendizaje para la resiliencia climática.

En general, el Programa busca promover una gestión activa de la Reserva entre la población actual y futura, así como entre audiencias más amplias, quienes también serán exhortados a ver la Reserva como un lugar de aprendizaje sobre adaptación y resiliencia. El Programa evaluará la efectividad y satisfacción de los participantes en sus actividades, mediante el desarrollo de métodos de evaluación y la modificación de las actividades y contenidos, según sea necesario. Esto con el fin de asegurar que los participantes adquieran los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para convertirse en custodios, no sólo el estuario, sino también los recursos costeros y marinos adyacentes.

Programa de Adiestramiento Costero (CTP): Este Programa se enfoca en mejorar la capacidad y las habilidades de los responsables de la toma de decisiones para que utilicen y apliquen información científica en las determinaciones que afectan a los estuarios y a las cuencas costeras. El CTP se enfocará en proveer a los responsables de la toma de decisiones, el conocimiento y las habilidades necesarias para implementar estrategias y acciones que efectivamente protejan y mejoren los ecosistemas marinos y terrestres de la Reserva. Las iniciativas propuestas también mejorarán la capacidad para evaluar la vulnerabilidad de las comunidades costeras y seleccionar las medidas de adaptación adecuadas. Para lograr sus objetivos, el CTP proporcionará adiestramiento asistencia técnica y trabajará para expandir su red de colaboración con organizaciones estatales, federales y comunitarias, para que se conviertan en socios comprometidos con trabajar los asuntos prioritarios.

Plan Administrativo: El Plan Administrativo reconoce que la situación fiscal de Puerto Rico ha dado lugar a diversas medidas de reducción de costos, que incluyen la restricción en la contratación de recursos humanos adicionales. Ante esta situación, JBNERR fortalecerá su capacidad interna para satisfacer las necesidades de manejo, al mismo tiempo que desarrollará los acuerdos y las iniciativas voluntarias necesarias para subsanar las necesidades de recursos humanos. Además, se buscarán recursos y fuentes de fondos alternas para reclutar a tres empleados que son esenciales para apoyar los programas de la Reserva, incluyendo un Asistente Administrativo/Coordinador de Instalaciones, un Técnico de SWMP y un Coordinador de Voluntarios. También, se identifica la necesidad de adquirir una embarcación y un vehículo adicional para apoyar las áreas programáticas de la Reserva.

Plan de Protección de Recursos: En la actualidad ciertas actividades ilícitas amenazan la salud de la Reserva las cuales incluyen: la sobrepesca y el uso de artes de pesca ilegales, incendios provocados, vandalismo y destrucción de propiedades y la tala y

relleno de humedales. Para abordar estas actividades ilícitas, es fundamental mejorar los esfuerzos dirigidos a asegurar el cumplimiento legal de las leyes que protegen los recursos. La Reserva y el DRNA han desarrollado un plan de vigilancia que incluye el patrullaje del área y un proceso para mejorar la vigilancia. La Reserva seguirá implementando dicho plan con el objetivo de reducir las actividades no autorizadas y eliminar las amenazas a la Reserva y sus alrededores, mediante una coordinación efectiva con agentes de ley y orden y otras unidades del DRNA. También se trabajará para aumentar los esfuerzos de concienciación para la protección de los hábitats sensitivos y las especies clave.

Plan de acceso público y usuarios: Se continuará enriqueciendo la experiencia de los visitantes, mediante el mejoramiento de las veredas y la conectividad entre las áreas de interés dentro de la Reserva. Las mejoras a las veredas se diseñarán para balancear el acceso, promover la gestión de los recursos y evitar impactos negativos en los ecosistemas. Se promoverá el acceso a la Reserva por la vereda de Camino del Indio. El acceso general al área se fundamentará en un análisis de la capacidad de carga de la Reserva.

Plan de Instalaciones: Los proyectos prioritarios para los próximos cinco años serán: 1) completar la renovación de la antigua estación de tren y transformarla en el Centro de Reunión Comunitaria y Resiliencia al Cambio Climático y 2) renovar el antiguo restaurante de la Central Azucarera como un Centro de Educación y Adiestramiento. La antigua estación del tren ha sido renovada en gran medida, pero requiere la instalación de baños y electricidad para obtener el permiso de uso, y exhibidores para completar su transformación. Otras prioridades incluyen: la renovación de dos casitas antiguas para permitir que los investigadores y voluntarios puedan pernoctar por periodos de tiempo más largos; la construcción de un quiosco en Camino del Indio; actualizar las exhibiciones y la recepción en el Centro de Visitantes, y la renovación de un edificio de mantenimiento detrás del Centro de Visitantes.

Plan de adquisición de terrenos y expansión de los límites de la Reserva: El plan propone la adquisición de dos propiedades: una se encuentra adyacente al Centro de Visitantes y la otra está en la parte este de Cayos de Barca. Estas adquisiciones añadirán aproximadamente 76.2 acres a la Reserva. Las adquisiciones no solo promoverán el propósito de la Reserva de proteger el patrimonio natural, sino que permitirán el desarrollo de corredores migratorios para especies vulnerables y en peligro de extinción. Los fondos para la adquisición de la propiedad Sucesión Vázquez-Bruno, adyacente al Centro de Visitantes, han sido identificados y provienen de un acuerdo logrado tras un derrame de combustible en 2007. La Reserva está investigando si el acuerdo podría proporcionar financiamiento total o parcial para la adquisición de la propiedad en Cayos de Barca. Se continuarán explorando nuevas fuentes de financiamiento y aliados potenciales para las adquisiciones futuras. Además, los límites de la Reserva se

modificarán para incluir las adquisiciones ocurridas durante los pasados años, las clarificaciones a los límites y las aguas costeras. Este proceso ocurrirá dentro del primer año después de la aprobación de este Plan de Manejo.

Plan de Restauración: Durante el próximo período de manejo, se llevará a cabo el mejoramiento para la vida silvestre en una charca en la Unidad Mar Negro, como un proyecto de restauración prioritario. Este proyecto beneficiará a las poblaciones de aves residentes y migratorias. La Reserva continuará explorando otros proyectos de mejoramiento y restauración del hábitat, incluyendo la conexión hidrológica de Mar Negro con el Mar Caribe.

2 Introducción al Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina

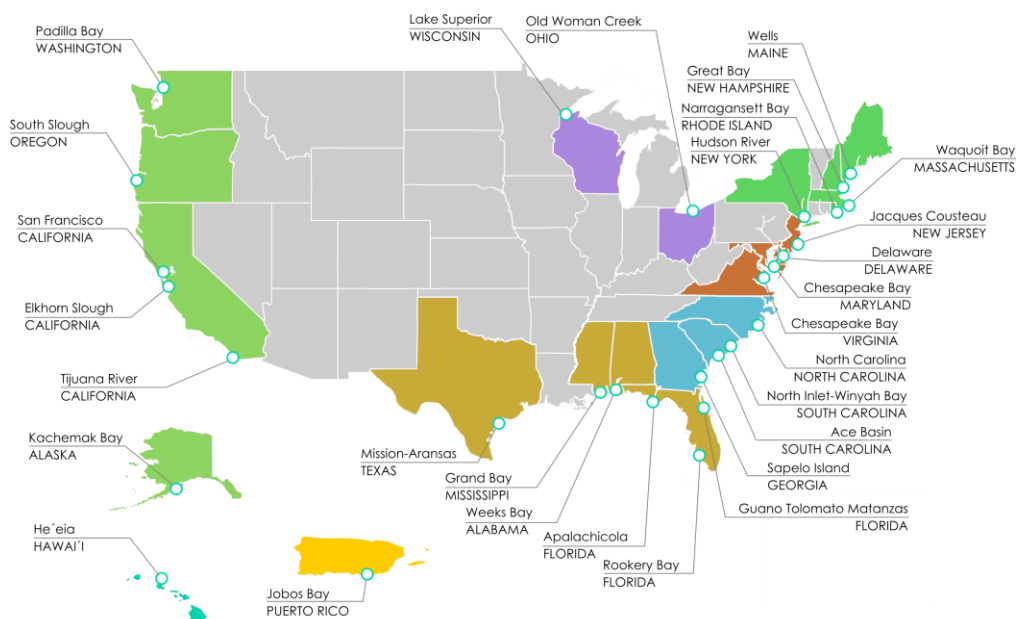


2.1 Introducción al Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina

El Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina fue creado por la Ley de Manejo de la Zona Costanera de 1972 (CZMA, por sus siglas en inglés), según enmendada, para propulsar el Programa Nacional de Manejo de Zonas Costaneras que se dedica al manejo integral y sostenible de las costas de la nación.

El Sistema de Reservas es una red de áreas protegidas representativa de las diversas regiones biogeográficas y tipos de estuarios en los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.). Las reservas se establecen para la investigación a largo plazo, la educación y la interpretación para promover un manejo informado de los estuarios y hábitats costeros de la nación (15 C.F.R. Parte 921.1 (a)). El Sistema de Reservas actualmente consta de 29 reservas en 24 estados y territorios, protegiendo en conjunto más de un millón de acres de tierras y aguas estuarinas (Figura 1).

Figura 1. Mapa del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina



El Sistema de Reservas es un programa conjunto entre la NOAA y los estados y territorios costeros. La NOAA provee fondos, orientación y asistencia técnica. El estado, por su parte, maneja los recursos de la reserva, diariamente trabajando en colaboración con aliados locales y regionales.

2.2 Metas estratégicas del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina

Los estuarios son ecosistemas biológicamente ricos, económicamente valiosos y altamente vulnerables. La visión y la misión del Sistema de Reservas reflejan la importancia de estos sistemas dentro de nuestras comunidades.

Visión: Estuarios resistentes y cuencas costeras donde las comunidades humanas y naturales prosperen.

Misión: Practicar y promover la administración local de costas y estuarios a través de la investigación innovadora, la educación y el adiestramiento a través de un sistema de áreas protegidas ubicadas en el lugar:

1. Garantizar un entorno estable para la investigación, mediante la protección a largo plazo de los recursos de la Reserva;
2. Abordar los problemas de manejo costero identificados como significativos a través de investigaciones estuarinas coordinadas dentro del sistema;
3. Aumentar la conciencia pública y la comprensión de las áreas estuarinas y proporcionar oportunidades adecuadas para la educación e interpretación pública;
4. Promover el uso federal, estatal, y público y privado de una o más reservas dentro del sistema cuando dichas entidades realicen investigaciones estuarinas; y
5. Realizar y coordinar investigaciones estuarinas dentro del sistema, reuniendo y haciendo accesible la información necesaria para mejorar la comprensión y el manejo de las áreas estuarinas.

Estas metas fundamentales se complementan con las que el programa establece sistemáticamente cada cinco años. La planificación estratégica ha sido parte integral del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina durante casi veinte años. El proceso de planificación está diseñado para vincular la dirección del programa nacional con las necesidades locales de manejo costero, a través de un proceso representativo y participativo que apoya la misión de NOAA de ciencia, servicio y administración. El Plan Estratégico del Sistema de Reservas 2017-2022 se centra en la protección de los lugares, la aplicación de la ciencia y la educación de las comunidades.

Las metas del Plan Estratégico del Sistema de Reservas son:

1. Protección de los lugares: Mejorar e inspirar la administración local, protección, y manejo de los estuarios y sus cuencas hidrográficas en las comunidades costeras a través de enfoques basados en el lugar.
2. Aplicación de ciencia: Mejorar la comprensión científica de los estuarios y sus cuencas, mediante el desarrollo y aplicación de la investigación, datos y herramientas generados en la Reserva.
3. Educar a las comunidades: Promover la apreciación del medio ambiente y la alfabetización científica, permitiendo la toma de decisiones basadas en la ciencia lo que afectará positivamente los estuarios, las cuencas hidrográficas y las comunidades costeras.

2.3 Regiones biogeográficas y límites del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina

La NOAA ha identificado once regiones biogeográficas distintas y 29 subregiones en los EE.UU., cada una de las cuales contiene varios tipos de ecosistemas estuarinos (15 C.F.R. Parte 921, Apéndice 1 y 2). Cuando esté completo, el Sistema de Reservas contendrá ejemplos de tipos hidrológicos y biológicos estuarinos, característicos de cada región biogeográfica. Al 2017, el Sistema de Reservas cuenta con 29 reservas.

El tamaño de la reserva varía mucho, dependiendo de la naturaleza del ecosistema. Los límites deben incluir una porción adecuada de las áreas clave de tierra y agua del sistema natural para aproximar una unidad ecológica y asegurar una conservación efectiva. Los límites de la Reserva abarcan áreas para las cuales existe o estará por establecerse el control estatal adecuado por la entidad manejadora de las actividades humanas que ocurren dentro de la Reserva. Los límites de la Reserva incluyen un área "núcleo" que comprende recursos clave de tierra y agua que abarcan recursos representativos del ecosistema total, los cuales si están comprometidos podrían poner en peligro los objetivos de investigación de la Reserva, así como un área de amortiguamiento diseñada para proteger el núcleo y proporcionar protección adicional a las especies dependientes de estuarios, incluidas aquellas que son escasas o en peligro de extinción. Las áreas de amortiguamiento también pueden incluir áreas necesarias para las instalaciones que se necesitan para la investigación y la interpretación. Además, las áreas de amortiguamiento se identifican para acomodar un desplazamiento del área del núcleo como resultado de un cambio biológico, ecológico o geomorfológico que razonablemente se podría esperar que ocurra (15 CFR Parte 921.11 (c)(3)).

2.4 Marco administrativo de la Reserva Nacional de Investigación Estuarina

El proceso para la designación federal de una Reserva Nacional de Investigación Estuarina tiene muchos pasos e involucra a muchas personas y organizaciones. Aunque cada reserva es un programa de alianzas entre la NOAA y un estado costero, hay muchas entidades que colaboran para apoyar la designación de una reserva. Otros colaboradores incluyen agencias federales y estatales, grupos de asociaciones sin fines de lucro, universidades y miembros de la comunidad local. Para obtener más información sobre el proceso de designación, vea nerrs.noaa.gov/background.

Una vez designada, la reserva implementa el plan de manejo aprobado y es elegible para la asistencia financiera de la NOAA sobre una base de costo compartido con el estado. Una reserva puede solicitar a la NOAA fondos para ayudar a apoyar la implementación del plan de manejo en gran parte, mediante el financiamiento de operaciones, investigación, monitoreo, educación/interpretación, adiestramiento, administración, proyectos de desarrollo, construcción de instalaciones y adquisición de terrenos. Los planes de manejo proveen una visión y un marco para guiar las actividades de la reserva durante un período de cinco años y permitir que las reservas y la NOAA monitoreen el progreso y reconozcan oportunidades de crecimiento. Cada plan de manejo contiene las metas de la reserva, los objetivos y las estrategias apoyadas por programas enfocados en la investigación y monitoreo, educación y alcance, adiestramiento y administración. También se esbozan los planes y necesidades de administración, acceso público, adquisición de terrenos e instalaciones, así como los planes de restauración y manipulación de recursos, si aplica. Las reservas se enfrentan cada vez más a preguntas complejas sobre nuevos usos en o cercanos a las reservas que pueden o no ser compatibles con la misión del Sistema de Reservas. Un plan de manejo detallado y exhaustivo proporciona una base para abordar estos desafíos para proteger y administrar los recursos de la reserva con sabiduría y asegurar que los responsables de tomar decisiones públicas en la costa valoren y protejan los recursos costeros.

La NOAA administra el Sistema de Reservas y establece estándares para designar y operar reservas, provee apoyo para las operaciones y programación a nivel de sistema, emprende proyectos que benefician al Sistema de Reservas e integra información de reservas y programas individuales para apoyar la toma de decisiones a nivel nacional. Además, la NOAA evalúa periódicamente las reservas para el cumplimiento de los requisitos federales y con el plan de manejo aprobado por el gobierno federal, según lo dispuesto en la Sección 312 del CZMA (15 C.F.R. Parte 921.40). Actualmente, la NOAA brinda liderazgo y apoyo a tres programas de todo el sistema, incluyendo el Programa de Monitoreo del Sistema de Reservas (SWMP, por sus siglas en inglés), el Programa de

Educación Estuarina K-12 y el Programa de Adiestramiento Costero (CTP por sus siglas en inglés), así como la Colaborativo Científico del Sistema de Reservas (*NERRS Science Collaborative*). También brindan apoyo a iniciativas enfocadas en las prioridades del Sistema de Reservas: cambio ambiental, calidad del agua y protección del hábitat.

INTRODUCCIÓN A JENERR



3 Introducción a la Reserva



3.1 Historia y manejo local de la Reserva

En el año 1981, la NOAA designó a la Bahía de Jobos como Reserva Nacional de Investigación Estuarina (NERR). Esta es la única Reserva Nacional de Investigación Estuarina en Puerto Rico y el Gran Caribe¹ y cubre un área de aproximadamente 2,800 acres de ecosistemas costeros.

JBNERR es administrada a través de una alianza entre la Oficina de Manejo Costero de la NOAA y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA). Hay muchas otras agencias y organizaciones asociadas que ayudan en la implementación de las áreas programáticas de la Reserva, entre las cuales se encuentran el Servicio de Conservación de Recursos Naturales y el Programa Sea Grant.

JBNERR forma parte del Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas de la NOAA² y también fue designada por la Junta de Planificación de Puerto Rico (JP) como parte de un Área de Planificación Especial (APE) en 1978, con la aprobación del Programa de Manejo de la Zona Costanera para Puerto Rico (PMZCPR³). El PMZCPR también recomendó la protección de Bahía de Jobos y Mar Negro como Reserva Natural. En la actualidad, el DRNA y la JP están trabajando en los procedimientos administrativos para su designación.

En las siguientes secciones se presenta una breve descripción de los atributos ecológicos, sociales y culturales de JBNERR, así como sus amenazas y estresores. Información detallada y actualizada se encuentra en el Perfil de la Reserva [https://coast.noaa.gov/data/docs/nerrs/Reserves_JOB_SiteProfile.pdf] y en el Apéndice 7.

¹ El Gran Caribe según definido por el Programa Ambiental de las Naciones Unidas.

² 2015 Marco para el Sistema Nacional de Áreas Marinas Protegidas de los Estados Unidos de Norteamérica:

<http://marineprotectedareas.noaa.gov/nationalsystem/framework/final-mpa-framework-0315.pdf>

³ Las APE se definen como "zonas importantes de recursos costeros sujetas a graves conflictos de uso actuales o potenciales y, por lo tanto, requieren una planificación detallada". Esta APE tiene un plan de manejo y un plan de uso de terrenos que están bajo consideración para su aprobación por la Junta de Planificación.

3.2 Atributos ecológicos

Geomorfología

Geografía

JBNERR se encuentra en el llano costero del sur de Puerto Rico, entre los municipios de Guayama y Salinas (ver Figura 2). El llano costero del Sur es más estrecho que el llano costero del Norte, con ríos más cortos y más pequeños, y con una plataforma insular irregular que se extiende de dos a cinco millas (3-8 km) hacia el mar.

JBNERR es el segundo estuario de mayor tamaño en Puerto Rico, con tres veces más costa que cualquier otro estuario de la Isla. Se compone de bosques de mangles y diversos hábitats que varían desde el abanico deltaico costero y los depósitos aluviales de la zona de transición terrestre, hasta cayos en el Mar Caribe (Kuniansky y Rodríguez, 2010). La corriente ecuatorial Norte, que fluye en dirección oeste-noroeste, domina toda la costa Sur de Puerto Rico (Laboy, 2009).



La cuenca hidrográfica de Bahía de Jobos cubre 137.3 km² (34,000 acres) del llano costero del sur (Whitall, Costa, Bauer, Dieppa & Hile, 2011). El límite norte de la cuenca comienza en las laderas de la Cordillera Central Interior y se extiende unos 6 km a 11 km en dirección al mar hasta la costa de la Bahía de Jobos. Alcanza elevaciones de más de 700 m en su límite terrestre (Whitall et al., 2011). La cuenca está enmarcada por dos redes de cuerpos de agua perennes: el Río Nigua al Oeste y Río Guamaní al Este. Su altura varía desde el nivel del mar hasta aproximadamente 130 pies sobre el nivel del mar a lo largo del borde norte de las laderas (Kuniansky, E. y Rodríguez J, 2010).

Figura 2. Geografía



LEYENDA:

 Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos

 Cuenca hidrográfica de Bahía de Jobos
 Carreteras principales

Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU., 2005.



Geología

La cuenca de JBNERR está formada por un abanico deltaico con un grosor de 10 a 200 pies y por aluvión que pertenecen al Periodo Cuaternario. Los depósitos en JBNERR consisten predominantemente de pantanos, playas y aluvión.

Los depósitos de pantano cubren la mayor parte de la superficie de la Reserva. Estos depósitos, que consisten en arcilla no consolidada, limo y materia orgánica, están cubiertos casi por completo por manglares. Las playas a lo largo del margen costero consisten, principalmente, de arena carbonatada derivada de los arrecifes bordeantes. Los depósitos de aluvión dominan la parte norte de la Reserva y consisten en arena, grava y guijarros no consolidados.

A lo largo de la costa, la superficie del abanico deltaico se separa del mar Caribe por una estrecha zona de transición marino-terrestre de marismas y manglares, salitrales supra-mareales y depósitos de playa. En el área de la Bahía de Jobos, los manglares, las marismas y los lodazales están en su mayoría restringidos a las áreas protegidas por los arrecifes bordeantes. Dentro de la zona de pantanos de marismas y mangles, el abanico deltaico está cubierto en su mayoría por depósitos orgánicos ricos en arcilla.

Los cayos están compuestos de arena, grava, roca volcánica y fragmentos de conchas. Las playas a lo largo del margen costero consisten principalmente de arena carbonatada derivada de los arrecifes bordeantes cercanos.

Clima y tiempo

JBNERR está en el lado de sotavento de la Isla. Se encuentra en la llanura costera del sur dentro de la Zona de Bosque Seco Subtropical, caracterizada por una precipitación promedio anual que oscila entre un mínimo de aproximadamente 600mm y un máximo de 1,000-1,100mm (Ewel y Whitmore, 1973).

Los factores orográficos dan lugar a una zona de baja precipitación a lo largo de toda la costa Sur (Whitall et al., 2011). Como resultado, la llanura costera del sur es más cálida y más seca que el resto de la Isla. La temperatura en JBNERR muestra poca fluctuación estacional. La temperatura promedio anual es de 78.8 grados Fahrenheit (26,8 ° C), con un máximo de 81.6 grados Fahrenheit (27,5 ° C) en agosto y un mínimo de 75.7 grados Fahrenheit (24,3 ° C) en enero (NCDC, 2010, citado en Whitall et al., 2011).

Los datos de las estaciones climatológicas de la NOAA indican que la precipitación normal de 30 años para el período 1991-2010 fue de 37.74 pulgadas en la costa Sur y 61.61 pulgadas en las laderas del sur (Torres y Rodríguez, 2016). Septiembre y octubre han sido registrados como los meses más húmedos, con una precipitación promedio de

167 mm, mientras que enero fue el mes más seco, con una precipitación promedio de 20 mm (0.8 pulgadas) (NCDC, 2010, citado en Whitall et al., 2011).

En Puerto Rico, la precipitación disminuye significativamente durante los meses de diciembre a abril. Los períodos de sequía típicamente comienzan a observarse durante los meses de abril-mayo y pueden extenderse hasta agosto, debido a cambios en el clima regional del Caribe (Quiñones, 2010). Se han registrado precipitaciones por debajo del promedio en la costa Sur durante un período de 12 años (1986-2004) (Kuniansky & Rodríguez, 2010). En la segunda mitad del mes de julio la porción sureste de Puerto Rico, donde se ubica la Reserva, fue clasificada por el Programa de Monitoreo de Sequía de EE.UU. como una de Sequía Extrema (D3). Esta clasificación persistió a lo largo de agosto de 2015.

Los vientos alisios en la Reserva soplan regularmente (46.8%) desde una dirección este, con un promedio de seis a siete nudos (Laboy, 2009; Whitall et al., 2011). Los vientos más fuertes ocurren en el invierno con una ligera disminución de la fuerza durante el verano (Comisión Federal Reguladora de la Energía, 2015).

JBNERR está expuesto a los efectos causados por los sistemas meteorológicos que tienen el potencial de crear eventos de precipitación e inundación superiores a lo normal en períodos cortos de tiempo, así como fuertes vientos y marejada ciclónica. La temporada de huracanes en el Atlántico y el Caribe es de junio a noviembre. La trayectoria de los huracanes y las costas poco profundas, hacen que la costa del sur y el este de Puerto Rico sean las zonas más vulnerables a la marejada ciclónica. Esta vulnerabilidad está aumentando debido al cambio climático.

Hidrología

Las condiciones hidrológicas de la zona son típicas de una región semiárida. La cuenca de Bahía de Jobos no contiene ríos que acumulen agua superficial a través de la misma. Esta cuenca contiene una variedad de vías distintas por las cuales las aguas superficiales fluyen hasta llegar a la Bahía de Jobos. Estos incluyen descargas de quebradas perennes, descargas de corrientes intermitentes que se unen y fluyen directamente a la bahía, y las escorrentías superficiales (Whitall et al., 2011).

El Río Seco, en el este, es el único río importante que descarga de manera estacional en la Bahía Jobos a través de la Reserva (Whitall et al., 2011). Muchas corrientes no llegan a los sistemas costeros porque se filtran en el acuífero en el valle superior, limitando las entradas de agua dulce a los estuarios río abajo.

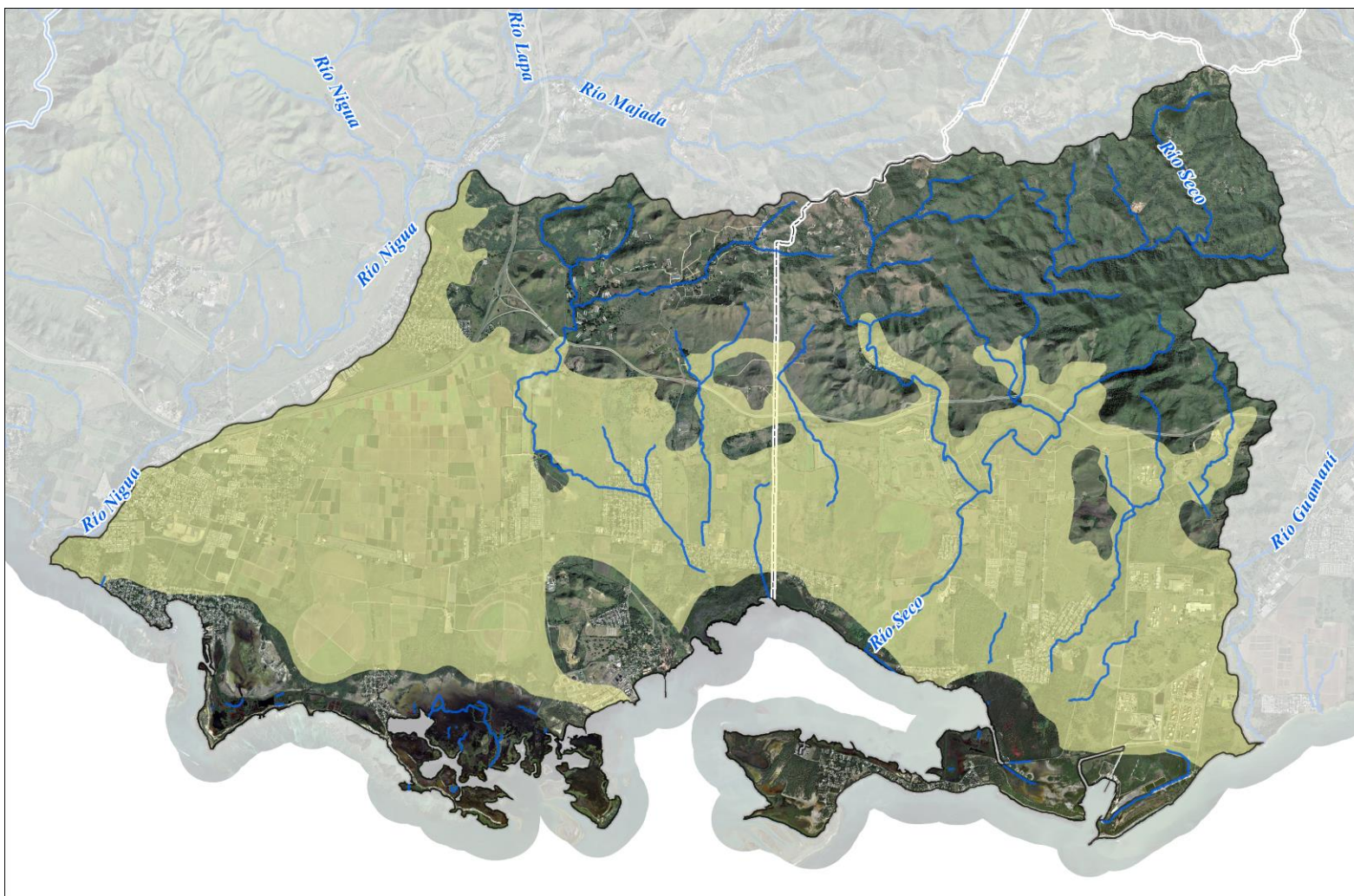
Las aguas subterráneas son la principal fuente de agua dulce para el estuario de Bahía de Jobos. JBNERR se encuentra a lo largo del acuífero de la costa Sur, que se extiende desde los municipios de Ponce hasta Patillas. La fuente de agua dulce de este acuífero

se encuentra más arriba, en las laderas montañosas de la Cordillera Central, donde ocurre una alta precipitación y el acuífero no está confinado. La entrada de agua dulce a los manglares ocurre a través de la filtración de aguas subterráneas desde el acuífero poco profundo y la cuenca adyacente (Quiñones-Aponte y Gómez-Gómez, 1987).

El agua subterránea del acuífero de la costa Sur es la principal fuente de agua potable para los municipios en dicha costa de la Isla, y también es una fuente primaria de agua para el riego (Torres y Rodríguez, 2016).

La combinación de factores que incluyó una reducción en la precipitación, cambios en las prácticas agrícolas de riego y el aumento en las extracciones, han reducido significativamente el aporte de agua dulce al acuífero, limitado su recarga. Esto puede afectar la disponibilidad de agua dulce para la agricultura y el abasto público de agua, así como la cantidad que llega al estuario. Además, hay evidencia de que la calidad del agua en el acuífero se ha deteriorado, debido a la intrusión lateral de agua salina, así como otros contaminantes (Torres y Rodríguez, 2016).

Figura 3. Hidrología



LEYENDA:



Cuenca hidrográfica
de Bahía de Jobos




Ríos y quebradas



Acuífero del Sur



--- Límites municipales

1
Millas 

Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU., Programa Nacional Geoespacial

Recursos biológicos

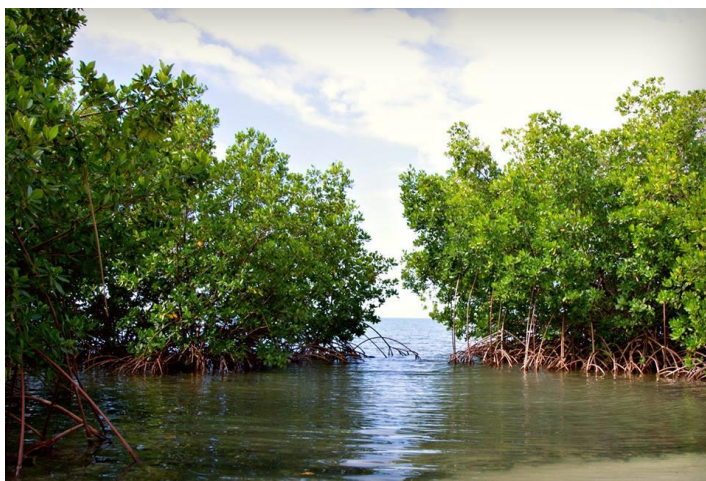
Hábitats

Según el *Inventario detallado de usos de terrenos y hábitats, de la cuenca de la Reserva Nacional Estuarina de Bahía de Jobos, 2012 (Detailed Land Use and Habitat Inventory, 2012 of the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve Watershed)*, la mayor parte de la Reserva y el límite propuesto consiste de hábitat estuarino (submareal e intermareal), hábitat marino (39.1%) y humedales palustres, cobertura de terrenos clasificada como cultural y tierras firmes (12.94%). (La sección 3.4 Descripción del Límite de Reserva, subsección de Unidades de Manejo, presenta información adicional sobre los hábitats para cada uno de los componentes de la Reserva).

Hábitats estuarinos

Los hábitats estuarinos en la Reserva incluyen bosques de mangle, salitrales y lodazales.

- Manglares son la cobertura biológica dominante del ecosistema de JBNERR, aunque durante los años 90 los cambios hidrológicos en la cuenca afectaron el bosque de mangles. Del área de 8.3 km² dentro de los límites de JBNERR cartografiados en el estudio de Whitall et al., 2011, aproximadamente el 41% está colonizado por manglares. Tres de los seis tipos fisiográficos de bosques de mangle se encuentran en la Bahía de Jobos: de cuenca, de borde e islote de mangle (Lugo y Snedaker, 1974; Laboy, 2009). En JBNERR existen cuatro especies de mangle: mangle rojo, mangle negro, mangle blanco y mangle botón. Mayormente su costa está dominada por el mangle rojo, el cual es tolerante al agua salada.



Mangle rojo en la Unidad de Mar Negro

Fuente: Personal de JBNERR

Su sustrato rico y protegido proporciona un hábitat para una gran variedad de organismos que, a su vez, sirven como base alimenticia para el ambiente marino. Los manglares constituyen un vivero importante para las especies de peces y crustáceos de importancia comercial y recreativa, así como anidaje para aves

nativas y migratorias, incluyendo la mariquita de Puerto Rico (*Agelaius xanthomus*), especie amenazada.

- **Lagunas hipersalinas y los salitrales** ocurren en el interior de los manglares y bordean el límite propuesto al oeste de la Reserva, al norte de Mar Negro (Field et al., 2008). Se forman como resultado de la escorrentía reducida, poco intercambio mareal, altas tasas de evaporación y la reducción de la precipitación. El área experimenta intercambio de agua durante la marea viva (o marea de alineación). Durante este período, los cristales de sal se acumulan y dejan condiciones particulares incluyendo regímenes hipersalinos que alcanzan más de 100 PSU. La gran cantidad de materia orgánica transportada a la zona durante este periodo también resulta en un bajo nivel de oxígeno en los sedimentos y, como resultado, inhibe en gran medida el crecimiento de plantas.

La vegetación se limita principalmente al mangle negro que a su vez lucha con altas concentraciones de sales. Donde existe vegetación adicional, esta se encuentra dominada por especies tolerantes a la sal, como la planta de sal (*Batis maritima*) y la verdolaga de mar (*Sesuvium portulacastrum*), que tienen hojas espesas y carnosas, adaptadas para el almacenamiento de agua. Ambos son arbustos bajos que estabilizan el suelo, evitando así la erosión.

Entre las especies de fauna, se pueden observar aves como palometas, garzas grandes, garzas azules entre otras especies migratorias de patos, durante los períodos de sequía. Los artrópodos, como el cangrejo de tierra y el cangrejo violinista se pueden encontrar en la zona y en su fase larvaria, los cuales proporcionan una fuente de alimento para las aves.

- **Lodazales** son sistemas de litoral de fondo blando importantes, formados en el interior del bosque de mangle, como resultado de la escorrentía reducida,

mayores tasas de evaporación y ambiente seco (Laboy, 2009). Los lodazales son expuestos durante la marea baja y contienen cantidades considerables de detrito, una mezcla de arena, lodo y de restos de plantas y animales. El fondo húmedo le da soporte a bacterias, hongos, diatomeas y un espectro de animales



Unidad Mar Negro

Fuente: personal de JBNERR

marinos, incluyendo almejas, gusanos y nemátodos, desde ¼ "(2-3 mm) por debajo de la superficie del lodo, a veces hasta más de 3 pies (1 m) de profundidad. De acuerdo a Laboy (2009), los lodazales son la comunidad menos estudiada en JBNERR. Mediante un análisis detallado de fotografías aéreas entre 1937 y 2004 este investigador encontró que la superficie de los lodazales está aumentando detrás de los manglares de la Bahía de Jobos, particularmente en Mar Negro y Punta Pozuelo (Laboy, 2009).

Hábitats marinos

En relación a los hábitats marinos, una Evaluación Base de los Recursos Ecológicos de la Bahía de Jobos (*Baseline Assessment of the Ecological Resources of Jobos Bay*), reportó que los sedimentos no consolidados⁴ se encuentran colonizados comúnmente por yerbas marinas (31%), seguidos por ningún tipo de cubierta (28%) y algas (20%) (Whitall et al., 2011). El arrecife de coral y el suelo marino de sustrato duro comprendían alrededor del 7% del área estudiada (Whitall et al., 2011).

- **Algas-** En el fondo marino con sustrato duro las algas de césped representaron el porcentaje promedio más alto de cobertura, seguido por macro algas, coral duro, esponjas, abanicos de mar y zoántidos. Otros grupos de algas incluyeron algas coralinas incrustantes, cianobacterias y algas filamentosas, así como rodolitos (Whitall et al., 2011). Las algas verdes (*Chlorophyta*) crecen en ambientes con estrés, donde los nutrientes son altos y la herbivoría baja. Las algas rojas (*Rhodophyta*) son el grupo más grande y diverso. Estos son organismos de construcción de arrecifes extremadamente importantes, que pueden formar crestas arrecifales (por ejemplo, *Lithophyllum spp.*) y grandes láminas calcáreas (*Sporolithon spp.*).
- **Yerbas marinas-** Del área de 8.3 km² cartografiados dentro de los límites de JBNERR, aproximadamente el 18% de la cobertura biológica está colonizada por yerbas marinas. Las yerbas marinas proporcionan alimento y refugio a las especies de pesca comercial y recreativa, así como a invertebrados, pájaros y manatíes. Las yerbas marinas también reducen la acción de las olas y de la corriente y mejoran la claridad y calidad del agua.
- **Arrecifes de coral-** En total, se identificaron 93 concatenaciones únicas de zona, estructura principal, estructura detallada, porcentaje de fondo duro, cobertura principal, porcentaje de cobertura y cobertura de coral vivo a partir de las imágenes ópticas y acústicas (Whitall et al., 2011). La comunidad coralina

⁴ Los sedimentos no consolidados se refieren a un área en el fondo marino que consiste en pequeñas partículas (<0,25 m) con menos del 50% de cobertura de un sustrato grande y estable.

observada en el estudio estuvo representada por 24 especies, 22 de las cuales se observaron en fondos duros, mientras que la riqueza de especies varió de 0 a 13 especies en sitios individuales. El estudio encontró un patrón espacial similar al de cobertura de corales vivos dentro de la Bahía de Jobos, los cuales fueron caracterizados por una baja riqueza de especies, mientras que el arrecife agregado adyacente a los cayos y el fondo duro mar afuera, tenía mayor riqueza (Whitall et al. 2011).

En la Bahía de Jobos, el porcentaje de cobertura de coral vivo fue <10% para el 95% del área cartografiada, mientras que el resto fue cartografiado como $10\% \leq 50\%$. La mayoría de los arrecifes de coral de la Bahía de Jobos son de formación lineal, que se extienden a lo largo de los cayos que rodean la bahía central (García-Sais et al., 2003). Whitall et al., 2011, reportaron que los arrecifes individuales de parcho, arrecifes agregados de parcho y arrecifes agregados, comprendían el 3.1% de la superficie total cartografiada: el fondo marino y la costa intermareal en y alrededor de JBNERR. La cobertura de coral duro alcanzó un promedio del 6.5%, con mayores cantidades de arrecifes agregados en el arrecife frontal adyacente a los cayos.

El coral más abundante fue coral mostaza (*Porites astreoides*), seguido del coral estrella masivo (*Siderastrea siderea*), el coral estrella gigante (*Montastraea cavernosa*) y el complejo de especies de coral estrella (*Orbicella annularis*) (Whitall et al., 2011). Dos especies adicionales, coral de rosa (*Manicina areolata*) y el coral arbusto de marfil (*Oculina diffusa*) fueron observados solo en sedimentos no consolidados (Whitall et al., 2011).

La cobertura de gorgóneos osciló entre 0-12.3% y exhibió patrones espaciales similares a la cobertura de coral duro. Los sitios muestreados en el arrecife agregado adyacente a los cayos, así como un sitio muestreado más lejos de la costa, exhibieron la mayor cobertura de gorgóneos. Los gorgóneos incrustantes fueron el tipo de gorgónea dominante en el fondo duro en términos de porcentaje de cobertura, seguido de plumas de mar / barras / látigos de mar y abanicos de mar. Las plumas/barras /látigos de mar también fueron más abundantes que los abanicos de mar en el número promedio de individuos por metro cuadrado (Whitall et al., 2011).

Acropora palmata (coral cuerno de alce) y *Acropora cervicornis* (coral cuerno de ciervo), se observaron en dos sitios a lo largo del arrecife frontal de Cayos Caribe (Whitall et al., 2011). La presencia de remanentes de *Acropora* en varios lugares observados durante un estudio de García-Sais et al., 2003, es evidencia adicional de su abundancia previa (Whitall et al., 2011). De hecho, en 2009, Laboy informó que el coral de fuego (*Millepora complanata*) y el coral cuerno de alce eran las especies de coral dominantes en esta área.

La caracterización béntica de referencia para el Aguirre Offshore GasPort identificó las siete especies listadas como amenazadas, según la Ley Federal de Especies en Peligro (ESA, por sus siglas en inglés) al sur de los cayos, en la entrada de Boca del Infierno. Estos son coral cuerno de alce, coral cuerno de ciervo, coral estrella, coral estrella laminar (*Orbicella faveolata*), coral estrella masivo (*Orbicella franksi*), coral cactus áspero (*Mycetophyllia ferox*) y coral pilar (*Dendrogyra cylindrus*).⁵

Los arrecifes de coral y los hábitats estuarinos en Puerto Rico y en todo el Caribe están bajo una creciente presión por estresores ambientales y antropogénicos que amenazan a estas importantes comunidades marinas (García-Sais et al., 2008 citado en Whitall, et al). La sedimentación, la contaminación termal y química, y los daños mecánicos son los principales factores que han prácticamente exterminado a los arrecifes de coral en la zona media de la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). Los huracanes recientes han roto grandes pedazos de corales típicos de la zona de rompiente. Las descargas de inundaciones extremas del Río Seco, Río Melanía y Río Guamaní, asociadas a precipitaciones anormales, parecen haber bajado los límites fisiológicos de transparencia y salinidad que los corales pueden tolerar, produciendo una mortandad masiva, similar a la reportada por Laboy-Nieves y Conde en 2001 (Laboy, 2009).

Además, JBNERR ha estado sujeto a estresores en toda la región, los cuales han afectado al Caribe en las últimas décadas, incluyendo una extinción generalizada de *D. antillarum* en los años ochenta, la mortandad masiva de las especies de *Acropora* debido a la enfermedad de la banda blanca y el blanqueamiento de los corales (Whitall et al., 2011). Todos estos factores han llevado a una reducción significativa de la cobertura de coral vivo.

Hábitats terrestres

La vegetación terrestre de la Reserva es característica de bosque seco subtropical. Pequeñas variaciones en la elevación, la hidrología y el clima, así como los pulsos de eventos catastróficos, como los huracanes, parecen ser responsables de la diversidad fisiográfica de los hábitats terrestres de JBNERR (Laboy, 2009). Los pastizales fueron descritos como la comunidad más representativa de los hábitats terrestres en la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). Los bosques de litoral de la Bahía de Jobos están representados por más de 220 especies, de las cuales el 26% son árboles y la mayoría son nativos. El matorral de litoral o costero (hábitat lacustre) es una comunidad seca, principalmente

⁵ Benthic Resources Mitigation Plan, preparado por Tetra Tech (2014) en la Declaración de Impacto Ambiental Final:[https://elibrary.ferc.gov/idmws/file_list.asp?accession_num=20150220-4001]

de hoja perenne.

En algunas áreas de la Unidad Aguirre, el tamarindillo (*Leucaena leucocephala*) se encuentra entre las especies dominantes, debido a las perturbaciones antropogénicas. En el área más cercana al mar, las halófitas dominan la zona, las cuales están sujetas a altas concentraciones de sal que van desde salinidad media (~35 PSU) a condiciones hipersalinas (> 70 PSU).

En la Unidad de Mar Negro, hacia el ecotono del manglar, el área está dominada por flora perenne como el tamarindillo y la bayahonda (*Prosopis* spp.), Aunque son especies no nativas, las flores de ambos arbustos proporcionan refugio y alimento para muchas especies de aves. La guácima se encuentra hacia el área de bosque de tierras firmes, al igual que la emajagüilla (*Thespesia populnea*), el roble blanco (*Tabebuia* spp.) y el jagüey (*Ficus laevigata*).

Por otro lado, el matorral costero (hábitat lacustre) es una comunidad seca, mayormente siempreverde, que sostiene una franja de árboles como uvas de playa (*Coccoloba uvifera*), roble blanco (*Tabebuia* spp.), el manzanillo (*Hippomane mancinella*) y el almácigo (*Bursera simaruba*). Se asemeja a la cobertura de matorral costero que se desarrolla detrás del borde del manglar, el cual es podado por el viento y el ambiente salado. Puede incluir grupos de sebucán (*Pilosocereus royenii*).



***Ficus laevigata* en la vereda Jagüeyes**

Fauna

Invertebrados

La Bahía de Jobos cuenta con una gran variedad de especies endémicas, nativas, migratorias y exóticas. Asociadas a las raíces sumergidas del mangle rojo, existe una epibiota abundante. La competencia por el espacio en estas raíces es alta (Kolehmainen, 1972). Entre los grupos más abundantes se encuentran ostras, tunicados, esponjas, crustáceos, cnidarios y algas (Laboy, 2009). En 2001, Laboy reportó 16 especies de holoturias. Los crustáceos (larvas de Brachyuran, anfípodos y copépodos), tunicados y larvas de gastrópodos componen la mayor parte del zooplancton de la Bahía de Jobos (PRWRA, 1972).

Los manglares son comúnmente habitados por caracoles (*Melampus coffeus*), termitas (*Coptotermes brevis*) y abejas (*Apis mellifera*). El bosque de litoral muestra una mayor biodiversidad con una variedad de insectos. La presencia de dinoflagelados *Pyrodinium bahamensis* y *Ceratium furca* también se ha documentado en la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). Los corales han sido discutidos previamente.

Vertebrados

La Reserva es el hogar de una variedad de comunidades de vertebrados, incluyendo anfibios, reptiles, peces, mamíferos y aves. Entre los reptiles se encuentran la culebra corredora (*Alsophis portoricensis*) que es una especie endémica y la jicotea (*Pseudemys terrapen*). Estas comparten el hábitat terrestre en la Bahía de Jobos junto con 11 lagartos.

En la Reserva y en la Bahía de Jobos se han documentado tres especies de reptiles que han sido incluidos en la lista federal de especies en peligro: una amenazada, la tortuga verde (*Chelonia mydas*); y dos en peligro de extinción, el tinglar (*Dermochelys coriacea*) y el carey (*Eretmochelys imbricata*).

El conjunto de hábitats acuáticos provee para una diversidad de especies de peces. La comunidad de peces varía según el tipo de hábitat y consta de 34 familias taxonómicas y 112 especies (Whitall et al., 2011).

JBNERR es uno de los pocos lugares de reproducción para el tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*) en Puerto Rico. El personal de JBNERR ha observado durante los últimos diez años (2006-2016) la llegada de tiburones gata durante el verano, concretamente de junio a julio a un área específica dentro de la Bahía de Jobos, así como su actividad de apareamiento. Las áreas de reproducción en Bahía de Jobos fueron previamente identificadas a principios de los años 70 por el Centro Nuclear mientras realizaban estudios de evaluación para la Central Aguirre.

Los tiburones gata a menudo se congregan en aguas poco profundas y se desplazan lentamente en el fondo marino. Esta especie es un depredador nocturno y se alimenta principalmente de peces, especialmente rayas, moluscos (pulpos, calamares y almejas) y crustáceos. Esto hace que sea susceptible a ser atrapado como pesca incidental.

Una especie de mamífero marino en peligro de extinción federal, el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*), frecuentemente se alimenta en las praderas de yerbas marinas de la Bahía de Jobos. La Bahía de Jobos es una de las cuatro áreas en Puerto Rico con las concentraciones relativamente más altas de manatíes (US Fish and Wildlife Service, 2014). La razón por la cual los manatíes prefieren esta área es desconocida y necesita ser estudiada, pero es evidente que la protección de este ecosistema es crítica

para la conservación y supervivencia de la especie. El delfín hocico de botella (*Tursiops truncatus*), es otro mamífero marino que ha sido documentado en la zona.



1. Manatí antillano en la unidad de Mar Negro 2. Delfín hocico de botella 3. Tiburón gata
Fuente: Personal NERR Bahía de Jobos

Sólo seis especies de mamíferos habitan en los terrenos firmes de la Bahía de Jobos, incluyendo principalmente murciélagos y roedores.

Las aves son la fauna vertebrada más prominente en la Bahía de Jobos (Laboy, 2009). JBNERR es un Área Importante para las Aves (IBAPR-013), según Bird Life International.⁶ El sistema de manglares poco perturbados de JBNERR lo convierte en un área importante para pelícanos, garzas, aves acuáticas y costeras, con un total de 87 especies de aves identificadas en la Bahía de Jobos. Hay dos especies de aves listadas como amenazadas a nivel federal que se encuentran en JBNERR: la paloma sabanera (*Columba inornata wetmorei*) y la mariquita. Ambos son endémicos.

La siguiente tabla presenta las especies listadas presentes en JBNERR, las cuales están protegidas bajo la ESA, la Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 de 1999, según enmendada y el Reglamento del DRNA Núm. 6766. Hay un total de 14 especies listadas a nivel federal que se han identificado en JBNERR y sus aguas circundantes.

⁶ Ver: <http://www.birdlife.org/datazone/sitefactsheet.php?id=19902>

Tabla 1. Especies listadas a nivel federal y estatal en JBNERR

	Nombre Común (Inglés)	Nombre Común (Español)	Nombre Científico	Estatus Federal	Estatus Local
1	Puerto Rican plain pigeon	paloma sabanera	<i>Columba inornata wetmorei</i>	E	E
2	Roseate tern	palometa	<i>Sterna dougallii</i>	T	V
3	Yellow-shouldered blackbird	mariquita	<i>Agelaius xanthomus</i>	E	E
4	Hawksbill sea turtle	carey	<i>Eretmochelys imbricata</i>	E	E
5	Green sea turtle	tortuga verde	<i>Chelonia mydas</i>	T	E
6	Leatherback sea turtle	tinglar	<i>Dermochelys coriacea</i>	E	E
7	Antillean manatee	manatí Antillano	<i>Trichechus manatus manatus</i>	E	E
8	Elkhorn coral	coral cuerno de alce	<i>Acropora palmata</i>	T	T, CH
9	Lobed star coral	coral estrella	<i>Orbicella annularis</i>	T	T
10	Staghorn coral	coral cuerno de ciervo	<i>Acropora cervicornis</i>	T, CH	T, CH
11	Pillar coral	Coral pilar	<i>Dendrogyra cylindrus</i>	T	T
12	Rough cactus	Coral cactus áspero	<i>Mycetophyllia ferox</i>	T	T
13	Mountainous star coral	Coral estrella laminar	<i>Orbicella faveolata</i>	T	T
14	Knobby star coral	Coral estrella masivo	<i>Orbicella franksi</i>	T	T

E=Endangered(En peligro de extinción) T=Threatened(Amenazada) CH= Critical Habitat(Hábitat Crítico) NL= Not Listed(Sin enlistar) V =Vulnerable
Fuentes: DRNA 2009, NOAA, 2011 y USFWS, 2014. FERC. (2015). Benthic Resources Mitigation Plan, prepared por Tetra Tech (2014) en el Final Environmental Impact Statement. Vol II.

Atributos sociales

JBNERR está ubicada en los barrios Aguirre y Jobos en los municipios de Salinas y Guayama, respectivamente. Aguirre, con una población de 13,505 habitantes, tiene un 44.3% de la población de Salinas, que es de 30,506 habitantes. Mientras que Jobos, con 7,510 habitantes, alberga el 17% de la población de Guayama, que es de 44,261 personas, según la Encuesta sobre la Comunidad Puerto Rico de 2014 (ACS).



Casa típica en la comunidad Las Mareas

Fuente: Ernesto M. Olivares and Víctor Cuadrado

Se estima que la cuenca tiene una población de 30,811⁷ habitantes, lo que constituye aproximadamente el 41% de la población de ambos municipios. La distribución de la población por edad en la cuenca sugiere una reducción en el número de menores y un marcado envejecimiento de la población. Mientras que la mayoría de la población de la cuenca (67%), tiene un grado de escuela superior, el 20% no alcanzó el 9^{no} grado. Según el Monitoreo Socioeconómico (SocMon) realizado para la Reserva en 2009, la tasa de deserción escolar es alta en la cuenca (CIEL, 2009). Aproximadamente 61% de la población en la cuenca no participa en la fuerza laboral y el 54.1% de las familias vive bajo los niveles de pobreza, según el ACS, 2014.

La mayoría de la población de la cuenca que está empleada se desempeña en el sector de servicios educativos, cuidado de la salud y asistencia social, el cual representa el 21% del empleo; seguido de la administración pública (14%); artes, entretenimiento, recreación y servicios de alojamiento y comida (13%), manufactura (11%) y comercio al detal (11%).

La Reserva tiene importancia social, cultural y económica para el diario vivir de los residentes de las 13 comunidades costeras circundantes (García et al., 2013).⁸ Sus hábitats, incluidos los arrecifes de coral, yerbas marinas y manglares, albergan una diversidad de organismos marinos que proporcionan valiosos servicios ecosistémicos a la comunidad local, incluida la pesca, el turismo y la protección costera (DRNA, 2002 citado en Whitall et al., 2011).

En Guayama, la comunidad Pozuelo tiene una industria pesquera activa. La misma concentra restaurantes de mariscos y otros establecimientos de comida. El estudio encontró un "vínculo evidente" entre la industria pesquera y el negocio de restaurantes, donde se vende la captura fresca. Pozuelo es el hogar de la navegación recreativa y la navegación asociada a la seguridad en la zona. Existen dos asociaciones de pescadores, con un total de al menos 50 pescadores, el *Guayama Yatch Club*, la policía marítima y la Fuerzas Unidas de Rápida Acción (FURA).

La comunidad de Pozuelo ha estado activa en la protección del estuario, con el fin de proteger la salud del ecosistema, la cual perciben como esencial para su sustento y bienestar (García et al., 2013). El estudio también encontró áreas en Guayama donde

⁷ La población de la cuenca de la Bahía de Jobos se estimó utilizando SIG. La cuenca no cubre los municipios de Salinas y Guayama por completo. Solo cubre porciones de ambos municipios. También sus centros urbanos están fuera de la cuenca. Eso explica por qué la población en la cuenca hidrográfica es menor que la población de ambos municipios.

⁸ Esta información se obtuvo de un estudio realizado para explorar las relaciones entre el uso de los recursos costeros y el bienestar y la calidad de vida de las personas que viven a lo largo de la costa del sureste de Puerto Rico. Se basó en un extenso proyecto de investigación de tres años llevado a cabo por García y colaboradores. Fue financiado por el Programa de Subvenciones Marinas de la Universidad de Puerto Rico. El estudio, publicado en 2013, incluye comunidades ubicadas en la región de JBNERR, específicamente las comunidades de Pozuelo, Jobos y áreas circundantes en Guayama, así como Playa, Playita, Aguirre y áreas circundantes en Salinas. El estudio incluyó extensas investigaciones y análisis de campo, incluyendo trabajo de campo etnográfico, cartografía cultural, entrevistas, talleres y reuniones, entre otros métodos.

existe "el uso intenso de manglares y productos forestales costeros, especialmente cangrejos, ostiones y almejas". Se observó que muchas casas tienen jaulas con cangrejos, y hay señales en toda la zona que indican que estos comúnmente se venden en puestos locales (García et al., 2013).

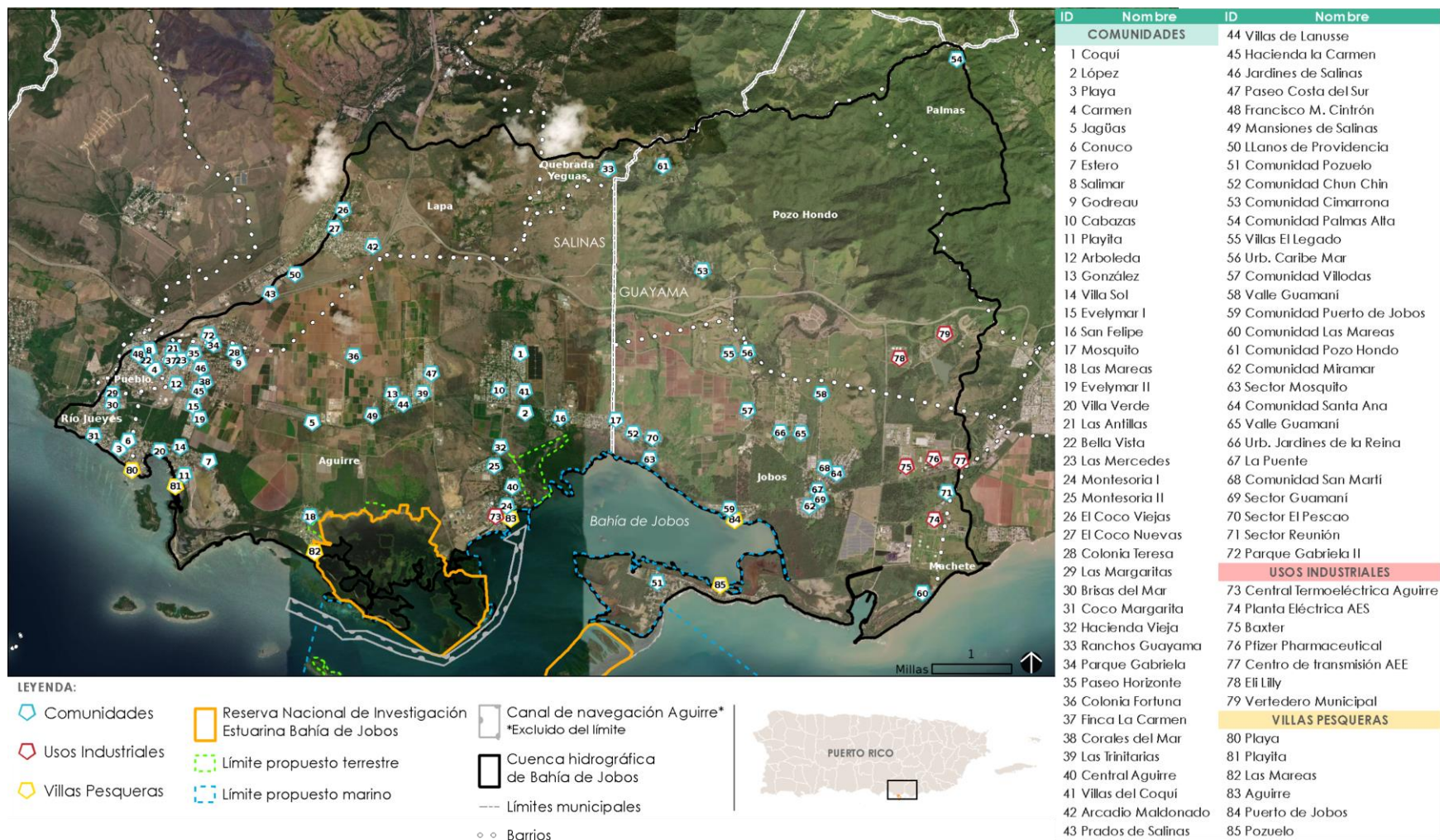
En Salinas, la comunidad de Aguirre es vecina inmediata de la Reserva. El estudio identifica los siguientes asentamientos principales asociados a Aguirre: El Coquí, casas que solían pertenecer al Complejo Aguirre, Montesoria I y II y *Eugene Rice*. Se identificaron de 10 a 12 pescadores activos en Aguirre, aunque el número se ha estado reduciendo. Sin embargo, el estudio observó mucha actividad pesquera en Aguirre, una comunidad cuyo estilo de vida está orientado al mar (García et al., 2013).

Las comunidades de Playa y Playita también se encuentran dentro de la cuenca de JBNERR, aunque no son vecinos inmediatos a la Reserva. La industria de los mariscos, la captura de cangrejos, la navegación y la pesca recreativa son industrias importantes en estas comunidades, proporcionando "una abundancia de oportunidades económicas". Con respecto a los recursos forestales costeros, las comunidades fueron observadas utilizando los manglares, las llanuras mareales, los canales y las lagunas para capturar cangrejos, almejas y ostiones de mangle, cocos y corteza del mavi.

Las Mareas, que no se describió en el estudio antes citado, es una comunidad de pescadores, pequeña y económicamente deprimida. La misma se ubica adyacente al extremo oeste de la Bahía de Jobos. También cuenta con una comunidad pesquera activa. (Información adicional sobre los atributos sociales de las comunidades se encuentra en el Apéndice 7.)

Las comunidades que rodean la Reserva, así como las industrias y las villas pesqueras se presentan en la siguiente figura.

Figura 4. Comunidades e industrias en la cuenca de JBNERR



Fuente: Servicio Geológico de los EE.UU., Programa Nacional Geoespacial. PT Guayama, 2008. PT Salinas, 2012.

Recursos arqueológicos y culturales

La Reserva y las áreas adyacentes contienen recursos históricos importantes. El Distrito Histórico de la Central Aguirre fue incluido en el Registro Nacional de Lugares Históricos en octubre de 2002. El Distrito Histórico de Aguirre es el único poblado de Puerto Rico, legado de las empresas azucareras. Este es un complejo corporativo que incluye el ingenio azucarero y la refinería, así como áreas administrativas, comerciales, institucionales, recreativas (campo de golf, hotel, piscina y club social) y áreas residenciales.

Algunos de los edificios, estructuras e instalaciones de la Central Aguirre (sector Central) han sido demolidos. Sólo unos pocos han sido remodelados tras el cierre de la central, algunos de los cuales se encuentran dentro de los predios de la Reserva, como el Centro de Visitantes, anteriormente el *Club House* Americano y la estación de tren.



Casa Histórica en el Distrito Histórico de Aguirre
Fuente: Ernesto M. Olivares and Víctor Cuadrado

Según los registros arqueológicos de la Oficina Estatal de Conservación Histórica de Puerto Rico (OECH), hay siete sitios arqueológicos dentro de los límites de la Reserva. Cayo Cofresí, que se encuentra ubicado en Mar Negro, pertenece al período arcaico con una fecha que data del 300 A.C. Se considera importante entender la ocupación humana antigua (OECH, n.d.). El descubrimiento casual de figuras de piedra (conocidas como 'Cemí') en el área de la Central de Aguirre, es evidencia de los asentamientos de los indios taínos, el grupo cultural indígena más importante de la Isla.

3.3 Resumen de amenazas y estresores

La Reserva está sujeta a numerosos factores de estrés de origen natural y antropogénico que afectan sus ecosistemas y a los asentamientos humanos circundantes. Algunos de estos estresores ocurren dentro de la Reserva, otros ocurren en la cuenca y las aguas circundantes. Las amenazas y estresores incluyen: la competencia por usos del agua, los cuales afectan la disponibilidad de agua en el acuífero de la costa Sur; los contaminantes y sedimentos provenientes de las prácticas agrícolas y de los usos de terrenos; las industrias y la descarga de aguas residuales de los hogares; y las prácticas recreativas ilegales o conflictivas. Estos estresores antropogénicos son exacerbados por los efectos del cambio climático. Éstos se resumen y se describen brevemente en la siguiente sección. En el Apéndice 7 se incluye una descripción más detallada.

Competencia por el uso de agua subterránea

La competencia por los usos comerciales, recreativos, industriales, agrícolas y residenciales de los terrenos, suponen un factor estresor adicional en los ecosistemas de la Reserva. Las aguas subterráneas son la principal fuente de agua dulce del estuario de la Bahía de Jobos. Son también la única fuente de abasto de agua para el municipio de Salinas. Diversos factores, como la extracción de agua del acuífero para fines industriales, la impermeabilización del suelo debido al proceso urbanizador y los cambios en las prácticas agrícolas, combinados con una reducción de la precipitación, han reducido significativamente la recarga del acuífero. Esto ha causado la muerte del bosque maduro de mangle negro en la Unidad Mar Negro. Según el Servicio Geológico de EE.UU. (USGS, por sus siglas en inglés), períodos de tiempo prolongados con una menor recarga del acuífero pueden tener implicaciones sustanciales para los niveles de agua subterránea y la disponibilidad de agua subterránea fresca (Torres y Rodríguez, 2016).

Degradación de la calidad del agua

Además de la cantidad de agua, la calidad del agua también se ve afectada. Las prácticas agrícolas, las fuentes precisadas industriales, los pozos sépticos, las escorrentías urbanas y las hidromodificaciones aguas arriba son las causas principales del deterioro de las aguas de la Bahía de Jobos (Junta de Calidad Ambiental, 2014). La principal corriente marina que proveniente desde el este de la Bahía de Jobos y circula a lo largo de la costa, entra en contacto con posibles fuentes de contaminación, como fincas agrícolas, una planta de carbón, una refinería de petróleo- Phillips Core (cerrada en 2005) y otras industrias (NERRS, 2011, citado en Withall et al., 2011).

Los estresores relacionados con las prácticas agrícolas incluyen el uso de pesticidas en los terrenos agrícolas circundantes. Una investigación realizada como parte del

Proyecto de Evaluación de los Efectos de Conservación (CEAP, por sus siglas en inglés) con la colaboración del NRCS detectó un pico de pesticida en muestras de agua después de un evento de lluvia intensa, confirmando una relación directa entre la escorrentía de fuentes dispersas provenientes de la cuenca y la calidad del agua en la Reserva. El estudio reportó un lugar de muestreo en JBNERR con una alta concentración del pesticida atrazina después de un evento de lluvia (Potter et al., 2013).⁹

La sedimentación causada por prácticas inapropiadas de usos de terrenos también afecta la calidad del agua. Las observaciones recientes de los esfuerzos de cartografía llevados a cabo por el Centro Nacional de Ciencias Náuticas y Oceánicas de la NOAA revelaron que los corales de la Bahía de Jobos están siendo afectados por sedimentación severa, lo que ha reducido las tasas de crecimiento de los corales y el reclutamiento; no obstante, los efectos varían de acuerdo con la especie de coral, los tipos de sedimentos y las condiciones ambientales (Whitall et al., 2011).

La falta de infraestructura adecuada para manejar las descargas de aguas residuales en las comunidades circundantes es otro factor de estrés para los ecosistemas de la Reserva. La calidad del agua en la Unidad Mar Negro se caracteriza por una alta concentración de nutrientes, resultado de la falta de infraestructura adecuada para el manejo de las aguas residuales en las comunidades Las Mareas y Camino del Indio.

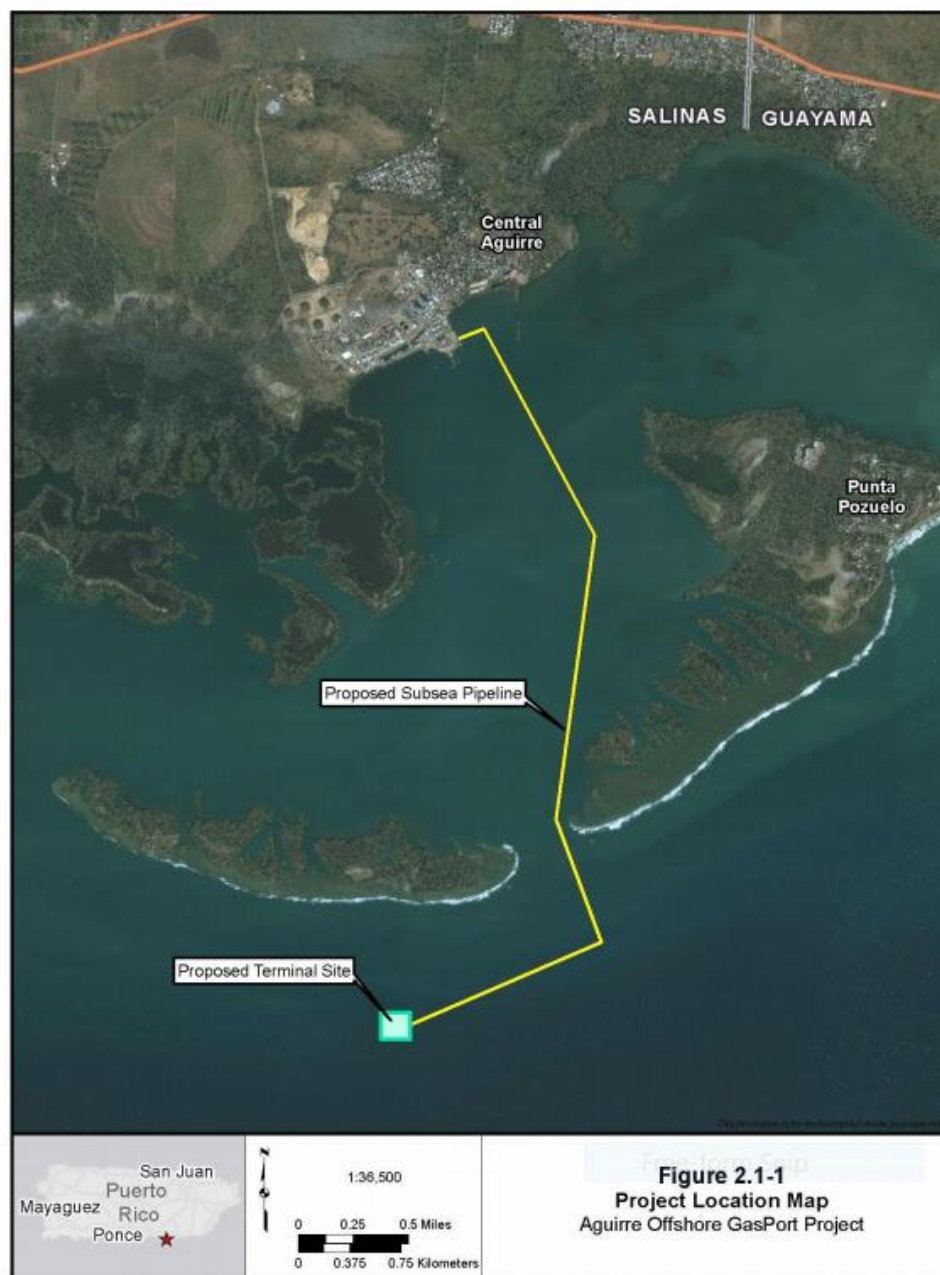
Existen otras actividades industriales en la cuenca de JBNERR que pueden afectar sus aguas. Estas son la operación de la Central Termoeléctrica de Aguirre y otras instalaciones industriales (Laboy et al, 2002). Estos impactos incluyen la re-suspensión de sedimentos por el tráfico de barcas, los derrames de petróleo y descargas térmicas y químicas que, como resultado, podrían tener impactos acumulativos en la ecología del fondo de la Bahía (Laboy et al, 2002).

Además, la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (AEE) está proponiendo el desarrollo del proyecto *Aguirre Offshore Gasport* con el propósito de recibir, almacenar y re gasificar Gas Natural Licuado que se utilizará en la Central Termoeléctrica de Aguirre (ver siguiente figura). El proyecto propuesto incluye la construcción y operación de una instalación receptora de Gas Natural Licuado mar afuera (Offshore GasPort) ubicada en el lado sur de Cayos de Barca y Cayos Caribe y una tubería submarina de 6.4 km que conectará el Offshore GasPort con la Central Termoeléctrica de Aguirre, a través del paso de Boca del Infierno. Existe preocupación por los impactos potenciales de la tubería sobre los ecosistemas marinos y los modos de vida de las comunidades del área.

⁹ La atrazina es un herbicida utilizado para detener el crecimiento de las malezas de hoja ancha y las malezas gramíneas en los cultivos.

La Declaración de Impacto Ambiental preparada por la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC por sus siglas en inglés, 2015), informó que la construcción de las instalaciones mar afuera, incluyendo el GasPort Offshore, la tubería de interconexión submarina y las áreas de construcción de barcazas, podrían impactar de forma directa aproximadamente 129.9 acres del fondo marino. La FERC concluyó, en su Evaluación Biológica, que es probable que el proyecto afecte negativamente a la tortuga verde, el carey, el manatí antillano, las siete especies de coral listadas y dos hábitats críticos para especies de coral (*A. palmata* y *A. cervicornis*). Como resultado solicitó una Opinión Biológica al Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. (USFWS, por sus siglas en inglés) y al Servicio Nacional de Pesca Marina (NMFS) de la NOAA. La opinión biológica del USFWS encontró que "no es probable que el proyecto ponga en peligro la existencia del manatí antillano, el carey y las tortugas verdes". Además, no se ha designado ningún hábitat crítico para estas especies dentro del Área de Acción. Mientras que la NOAA-NMFS está trabajando actualmente en las evaluaciones correspondientes a su Opinión Biológica.

Figura 5. Proyecto propuesto puerto de gas marítimo Aguirre



Fuente: Comisión Federal Reguladora de Energía (2015). Aguirre Offshore GasPort Project Final Environmental Impact Statement.

Las preocupaciones principales sobre este proyecto están relacionadas con los impactos de la Perforación Horizontal Dirigida (HDD, por sus siglas en inglés) propuesta sobre los hábitats bénticos, incluyendo las especies de coral listadas. Especialmente la posibilidad de una liberación inadvertida de lodo, como resultado de la perforación que se utilizará durante todo el proceso de ampliación del agujero. Este lodo está compuesto de bentonita y agua, y sería presurizado y bombeado a través de la barra

de perforación para lubricar el barrenador, mantener el agujero y eliminar los cortes resultantes de la perforación.¹⁰ Estas y otras preocupaciones, que también han sido expresadas por la comunidad¹¹ incluyen, pero no se limitan a, las aguas más profundas donde se llevaría a cabo la perforación. La operación de las instalaciones mar afuera impactaría de forma permanente aproximadamente 22.9 acres del fondo marino. Este proyecto también implica el paso de embarcaciones que pueden alterar y dividir el paisaje, además de impactar el desarrollo del ecoturismo en el área.

Degradación de la calidad del aire

La cuenca de la Bahía de Jobos es la segunda zona más industrializada de la Isla (Laboy et al., 2002) y recibe emisiones de dos fuentes principales de contaminantes tóxicos: la Planta Termoeléctrica del Complejo Aguirre y la AES Puerto Rico. El complejo Aguirre representa el 92% de las emisiones del Inventario de Emisiones Tóxicas (TRI) en Salinas, de acuerdo con la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés).¹² Sus emisiones incluyen, entre otros, naftaleno, compuestos aromáticos policíclicos y compuestos de plomo, los cuales han sido reportados como carcinógenos.

La otra planta de energía existente, AES, ubica en el lado noreste de JBNERR y utiliza el carbón como combustible para producir electricidad. Representa el 97% de las emisiones del TRI en Guayama, que incluyen, entre otros, compuestos de plomo y dioxinas y compuestos similares a las dioxinas. Existe la necesidad de información sobre los efectos de los residuos de la combustión de carbón en los ecosistemas de JBNERR. Sin embargo, los datos disponibles sugieren posibles efectos sobre los ecosistemas marinos que deberían estudiarse más a fondo.

Withall et al., 2011, reportó concentraciones de arsénico (As) en los tejidos de coral en la Bahía Jobos que fueron más altos que los reportados en otros estudios en Puerto Rico. Las concentraciones de arsénico en los corales fueron más altas en los estratos ubicados mar afuera que los más cercanos a la costa. Este patrón podría ser el resultado de la deposición atmosférica de arsénico, producido por la combustión de fuentes de energías fósiles (carbón y petróleo) en las plantas generadoras de energía cercanas. En relación con otras regiones de Puerto Rico, las concentraciones de metales en las partículas aerotransportadas fueron más altas en la cuenca de Salinas, la cual incluye a la Bahía Jobos (Jiménez-Vélez et al., 2003 citada en Withall et al., 2011).

¹⁰ Fuente: Informe de Situación Núm. 50 del Aguirre Offshore GasPort, LLC bajo CP13-193/ Recuperado de: <https://www.ferc.gov/CalendarFiles/20150724171945-CP13-193-000.pdf>.

¹¹ Referirse al Apéndice 8-E.

¹² Toxic Release Inventory: facility Report:[<https://myrtl.epa.gov/info/report.jsp?ID=TRI&ID=00751PRPGRPRO3K>]

El agregado de estas emisiones producidas por las generatrices de energía eléctrica, las industrias farmacéuticas, los vertederos y de otras industrias y actividades, impactan a JBNERR. Sin embargo, no se han realizado estudios a gran escala que intenten establecer una correlación entre los compuestos tóxicos transportados por el aire como resultado de los usos urbanos, industriales y agrícolas, y sus efectos sobre la Reserva (Laboy et al, 2002).

Usos y actividades conflictivas e ilegales

La práctica de actividades ilegales en la Reserva y la falta de cumplimiento y procesamiento adecuado de los infractores, son asuntos importantes que han afectado sus recursos durante los pasados años. Las violaciones al marco legal incluyen: prácticas ilegales de pesca, incluyendo la captura del juey común; el corte ilegal de mangles; el relleno de humedales; la construcción ilegal de rampas, muelles y estructuras en la zona marítimo terrestre y los terrenos de JBNERR, obstruyendo el acceso público y el vandalismo de la propiedad pública. Otras actividades no autorizadas incluyen el uso de vehículos en los terrenos de la Reserva.

Entre las amenazas a las especies marinas, como el tiburón gata en las aguas de la Bahía de Jobos, se encuentran la pesca y captura, y el acoso durante el periodo de apareamiento y reproducción. Otra amenaza es la celebración de festivales y actividades multitudinarias en los cayos privados y las aguas de la Bahía de Jobos. Aunque fuera de la Reserva, estas actividades afectan este delicado ecosistema. Estos eventos suponen una presión sustancial sobre los recursos marinos de la Reserva y su periferia. En ocasiones, las embarcaciones son ancladas a los manglares en los cayos. Mientras que algunos operadores han causado cicatrices y grandes agujeros a las praderas de yerbas marinas al intentar desencallar sus embarcaciones. Aunque la Reserva llevó a cabo un proyecto de restauración de yerbas marinas en estas áreas, el riesgo de daño continúa. Algunos usuarios también dejan basura, la cual es visible en el ambiente marino y en algunas veredas.

Esto se ve exacerbado por el hecho de que en la actualidad sólo hay un vigilante asignado por el DRNA a la Reserva, lo que dificulta considerablemente la implantación adecuada de las leyes ambientales.

Efectos del cambio climático

Los efectos del cambio climático que impactan a los ecosistemas del JBNERR y las comunidades circundantes incluyen: aumento de la temperatura superficial terrestre y marina, aumento en la intensidad de eventos climáticos extremos, aumento del nivel del mar y acidificación de los océanos. Aunque JBNERR carece de un análisis de

vulnerabilidad detallado, una evaluación existente llevada a cabo para Puerto Rico¹³ ofrece una visión general de los principales desafíos que enfrenta la Reserva, los cuales son resumidos a continuación.

- Aumento en la temperatura superficial terrestre: Es probable que los eventos de temperatura extrema conduzcan a un aumento en el número de días más cálidos y una disminución en el número de días más fríos (PRCCC, 2013). La vida silvestre, particularmente las especies ectotérmicas, son más vulnerables a un aumento en la temperatura superficial. Un aumento en las temperaturas puede alterar la atención de las especies adultas a sus nidos, además de afectar el comportamiento de los peces que le sirven de alimento, lo que contribuye a que los juveniles no se desarrollen adecuadamente (PRCCC, 2013). Temperaturas promedio más altas de la arena, puede conducir a cambios en las proporciones del sexo de las tortugas marinas o prevenir la eclosión de los huevos.
- Aumento de la temperatura de la superficie del mar: El PRCCC (2013) reportó que las aguas superficiales al sur de Puerto Rico se están calentando más rápidamente que las aguas superficiales al Norte. Un efecto común de temperaturas más cálidas en el océano es el blanqueamiento y enfermedades de los corales.

Un estudio que utilizó un modelo de simulación mostró que el aumento en la temperatura superficial del mar provoca cambios en las comunidades faunísticas y aumenta el potencial de especies invasoras entre especies de ballocas (Svenson et al., 2006, citado en PRCCC, 2013). Los moluscos, particularmente en las primeras etapas de su vida, son particularmente vulnerables a los cambios de la radiación ultra violeta, el pH y la temperatura del agua (Przeslawski et al., 2005, citado en PRCCC, 2013).

Los mamíferos marinos son más vulnerables a los efectos del cambio climático relacionados con el aumento de las temperaturas y la degradación del hábitat. Los impactos pueden incluir: cambios en la abundancia; distribución, tiempo y rango de migración; estructura de la comunidad; presencia y composición de especies de competidores y depredadores; disponibilidad y distribución de presas; tiempo de reproducción, éxito reproductivo y, en última instancia, supervivencia (Defra 2005, según citado en PRCCC, 2013). En este informe se afirma que, combinado con el estresor toxicológico, el estresor térmico puede aumentar la mortalidad. Además, las temperaturas más cálidas pueden aumentar la toxicidad de los contaminantes ya existentes en las aguas costeras.

¹³ "Estado del Clima de Puerto Rico (2010-2013)", preparado por el Consejo de Cambios Climáticos de Puerto Rico (PRCCC, por sus siglas en inglés).

En la Reserva esto es motivo de preocupación, dado que los factores de estrés actuales, como las descargas termales del Complejo Aguirre, podrían exacerbar las condiciones ya cálidas de las aguas, entre otros factores.

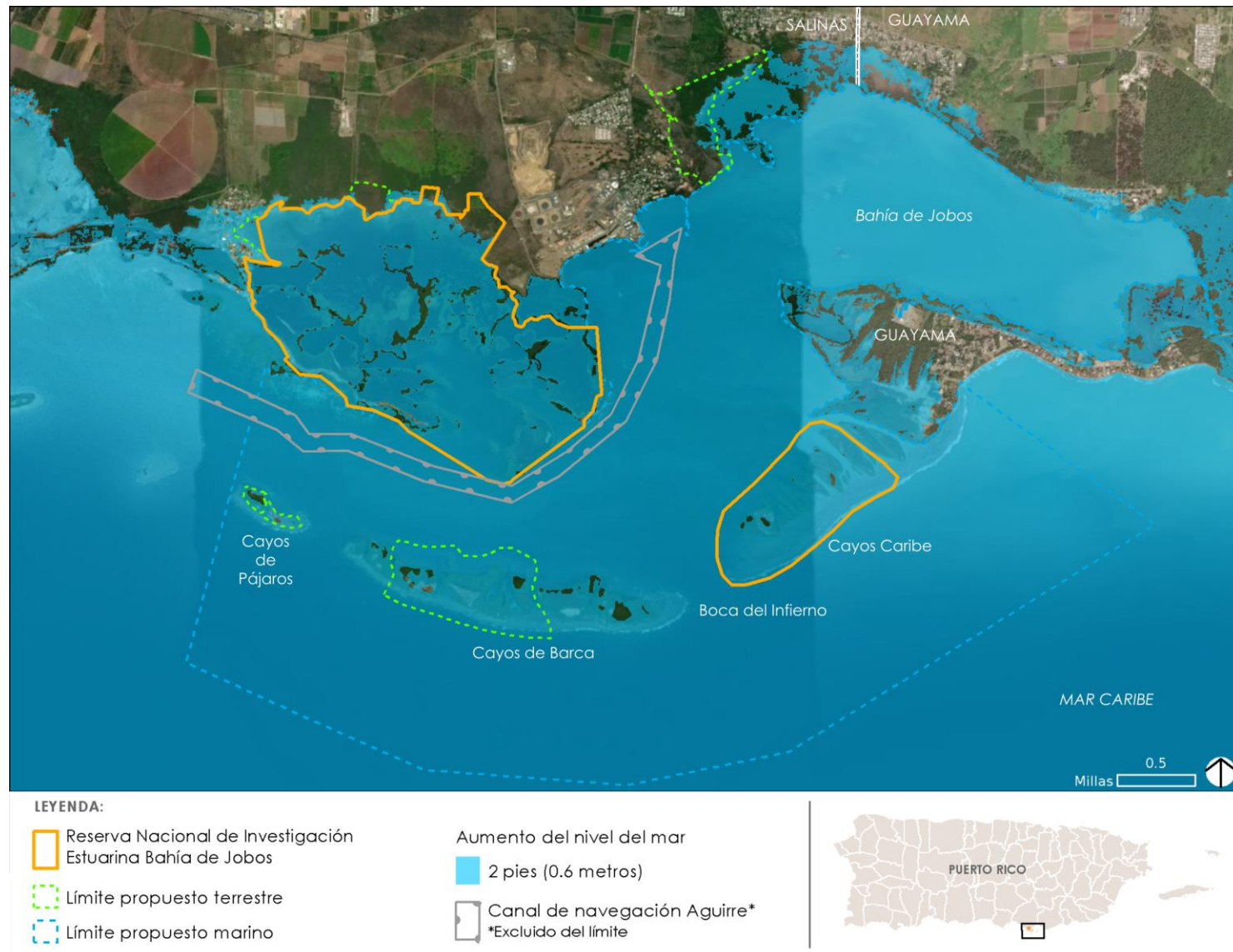
- Acidificación de los océanos: La acidificación de los océanos podría interferir con procesos críticos como la construcción de arrecifes, el secuestro de carbono a través de la sedimentación del fitoplancton y las interacciones entre el consumidor y los recursos, debido al aumento en las concentraciones de CO₂ y la reducción en el pH del agua del mar. En la Bahía de Jobos, las especies más afectadas son los arrecifes de coral y otros organismos como el carrucho y muchos otros moluscos, poliquetos, algas coralinas, balloacas y una gran variedad de especies que producen esqueletos o conchas de carbonato de calcio.
- Disminución de la precipitación: La evidencia actual sugiere que, en Puerto Rico, son más probables las condiciones más secas que las condiciones más húmedas (PRCCC, 2013). Una reducción en la precipitación, lo que ha sido documentado en la cuenca, empeoraría la recarga del acuífero de la costa Sur. Las sequías podrían resultar en la extracción excesiva, lo que reduciría sustancialmente la disponibilidad de agua y hasta causar subsidencia, situación que podría empeorar por el aumento del nivel del mar. La intrusión salina también podría ocurrir, lo que a su vez afectaría el balance hídrico necesario por especies como los manglares. Además, la cantidad de agua dulce que entra en la Bahía podría reducirse, afectando a los manatíes. Estos son sólo dos ejemplos de los impactos potenciales de la disminución de las lluvias en la flora y fauna de la Reserva.
- Aumento de eventos climáticos extremos: Incluye un aumento en la frecuencia e intensidad de lluvias fuertes y un aumento en la intensidad de huracanes y tormentas tropicales. Los disturbios naturales, como los huracanes, pueden alterar la estructura física y biológica de los arrecifes de coral. Aunque el arrecife, en ausencia de factores de estrés adicionales, puede recuperarse a través del crecimiento y el reclutamiento, los eventos intensos pueden causar daños graves y duraderos. Otros efectos incluyen: inundaciones costeras, daños potenciales a la vegetación debido al viento y la marejada, y un aumento de la erosión costera que puede ser severa en los cayos de la Reserva, causando una reducción del hábitat para el anidaje de tortugas marinas.
- Aumento en el nivel del mar: La Reserva es altamente vulnerable al incremento en el nivel del mar. Los impactos incluyen la intrusión salina en el acuífero de la costa Sur y los impactos resultantes en los ecosistemas, la agricultura y los medios de subsistencia. El aumento en el nivel del mar provoca cambios en la estructura y migración de los manglares. Si el manglar y el bosque seco al norte de la Reserva no se expanden a la misma tasa, las aves migratorias que dependen de ambos hábitats se verían afectadas (Rodríguez, 2012).

La pérdida y degradación de los ecosistemas tendrá efectos adversos en las comunidades económicamente deprimidas que rodean la Reserva, las cuales dependen de los ecosistemas para su protección, la pesca y el turismo, entre otros servicios. Las actividades económicas que dependen del acuífero también se verán afectadas negativamente.

De acuerdo con el modelo de aumento en el nivel del mar de la NOAA¹⁴, un incremento de dos pies impactaría el 82% de los predios de la Reserva, particularmente los cayos y la Unidad Mar Negro, según se muestra en la siguiente figura.

¹⁴ Departamento de Comercio (DOC), Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), Servicio Nacional del Océano (NOS), Centro de Servicios Costeros (CSC). Centro de Servicios Costeros de la NOAA Datos sobre la elevación del nivel del mar: Extensión de la Inundación por el aumento de 2 pies en el nivel del mar, 2012. Obtenido de: [<https://coast.noaa.gov/>]

Figura 6. Aumento de 2 pies en el nivel del mar en JBNERR



Fuente: NOAA Digital Coast, Oficina para el manejo costero, 2013.

3.4 Descripción de los límites de la Reserva

La Reserva de Bahía de Jobos cubre un área aproximada de 2,800 acres e incluye la propiedad principal de Mar Negro, también conocida como "Finca Lugo Viña" contigua al norte con terrenos de la Autoridad de Tierras de Puerto Rico (ATPR); al noreste con el Complejo Termoeléctrico de Aguirre y la antigua central azucarera de Aguirre; al oeste con la comunidades Las Mareas y Camino del Indio; y hacia el sur se extiende en las aguas costeras de la Bahía de Jobos, donde no hay asuntos conflictivos al momento (JP, DRNA y NOAA, 2000). Hacia el sur también se incluyen los Cayos Caribe. (Ver figura 7).

Futuras inclusiones a los límites de JBNERR

Desde la adopción del plan de manejo original en el año 2000, el DRNA ha adquirido terrenos, clarificado límites e identificado especies importantes en las aguas de la Bahía de Jobos. Esta revisión del plan de manejo identifica estas áreas como "límites propuestos", puesto que aún no han sido incorporados formalmente a los límites de la Reserva (Ver Figura 8). Una enmienda a los límites será sometida siguiendo los procesos establecidos en 15 CFR 921.33, con el fin de expandir los límites de la Reserva.

Estos límites propuestos incluyen los terrenos que fueron adquiridos (Ver Tabla 2) y las aguas costeras de dominio público que son administradas por el DRNA. Estas áreas, una vez incorporadas, proporcionarán un mejor control sobre los recursos de la Reserva y acceso directo a la costa de Bahía de Jobos. La Figura 8 y la Tabla 2 muestran los límites actuales y las futuras inclusiones a los límites de la Reserva.

Figura 7. Límites de JBNERR



Figura 8. Límite actual de la Reserva e incorporaciones terrestres y marinas propuestas



LEYENDA:

- | | | |
|--|--|---|
|  Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos |  Límite propuesto Terrestre |  Canal de navegación de Aguirre* Excluido de los límites de la Reserva |
| |  Límite propuesto Marino | |

Fuente: Cooperativa para la Conservación del Paisaje en el Caribe, 2015. Base de datos de Áreas Naturales Protegidas [versión de septiembre, 2015]. Datos de GIS. San Juan, PR. Programa de Manejo de la Zona Costanera, DIRNA, JBNERR, NOAA. *Canal de navegación se incluye sólo para propósitos ilustrativos.



Tabla 2. Incorporaciones futuras a los límites de JBNERR

# en el mapa	Área	Acres	Descripción
1	El Salitral	13.9	El Salitral (o las salinas de Las Mareas) es el nombre común de la marisma salina. Es muy importante como una zona de amortiguamiento entre los terrenos de la cuenca y los bosques de mangle marginales. Era propiedad del Departamento de Vivienda de Puerto Rico y fue adquirida como resultado de transacciones interagenciales para brindar mejor protección al límite oeste de la Reserva.
2	Bosque Jagüey	26.4	Situado al norte de Mar Negro e incluye bosques de mangle, salitrales, lodazales y bosque siempreverde de litoral. Su nombre proviene del jagüey blanco (<i>Ficus citrifolia</i>). El área también fue afectada por los intensos usos agrícolas a principios de siglo pasado hasta los años 1980's. La adquisición de este bosque de tierras firmes resultó de transacciones interagenciales con la ATPR y la Orden por Consentimiento de la EPA.
3	El Batey de Aguirre	103.00	La Hacienda El Batey de Aguirre fue adquirida por la ATPR mediante fondos para la adquisición de NOAA/NERRS. Estas tierras ubicadas detrás del Centro de Visitantes mejoran el acceso a la bahía y facilitan los esfuerzos de protección y restauración de esta área ecológicamente crítica. Además, permite diversificar las experiencias educativas y recreativas de los visitantes de la Reserva. El área incluye bosques de mangle, salitrales y bosque siempreverde de litoral. Fue afectada por los intensos usos agrícolas del principio del siglo pasado hasta los años 80.
4	Cayos de Barca	73.80	Cuatro de los siete cayos han sido adquiridos. Cayos Barca es una formación lineal de siete islas en forma de lágrimas, bordeadas de arrecifes, islas de manglares, que se extienden hacia el oeste desde el paso de Boca del Infierno y Cayos Caribe hacia el Este. Los Cayos de Barca cubren un área de aproximadamente 275.1 acres. Formado por depósitos de playa, ambas formaciones de islas de arrecife proporcionan una excelente protección a la bahía del viento y el oleaje. Los cuatro cayos fueron adquiridos del Tribunal Federal con fondos del ELAPR. Estos habían sido expropiados de su propietario original.
5	Cayo Pájaros	16.27	Los manglares son la cubierta forestal dominante. Aproximadamente 1.5 hectáreas son terrenos firmes. Comprado a un titular privado en el año 2011.
6	Aguas de la Bahía de Jobos	5,217.96	Incluye todas las aguas de la Bahía de Jobos, excepto el canal de navegación de la Termoeléctrica de Aguirre, que tiene aproximadamente 150 pies de ancho por 27 pies de profundidad. Esta unidad se define por la línea media de la marea alta, y en dirección al mar desde una línea trazada a 100 m de los puertos existentes y las líneas de costa desarrolladas. Es importante aclarar que los límites originales incluían la Bahía de Jobos, pero no en la misma extensión que se describe aquí. Estas son aguas costeras y terrenos sumergidos que son de dominio público bajo las leyes del ELAPR, y administrados por el DRNA.
7	Unidad de Arrecife de Coral	4,233.70	Incluye los terrenos sumergidos y aguas territoriales las cuales se extienden una (1) milla en dirección al mar a partir de los Cayos Caribe, Cayos La Barca y Cayo Pájaros. Unifica de una forma eficaz todo el ecosistema asociado a los corales.

Con estas incorporaciones propuestas, la Reserva tendría dos componentes principales: un componente terrestre propuesto de aproximadamente 1,598.47 acres, y un componente marino propuesto de 9,451.66 acres de agua, para un total aproximado de 11,050.13 acres.

Tabla 3. Área de los límites de JBNERR y futuras inclusiones

Unidad	Área (acres)
Aguirre	139.17
Cayos Caribe	155.38
Cayos de Barca	73.80
Cayo Pájaros	16.27
Mar Negro	1,213.85
Total del componente terrestre propuesto	1,598.47
Bahía de Jobos	5,217.96
Hábitat de Coral	4,233.70
Total del componente marino propuesto	9,451.66
Área total propuesta	11,050.13

Fuente: Las áreas de Cayos Caribe, Cayos de Barca y Pájaros fueron proporcionadas por la División de Bienes Inmueble del DRNA. Todas las demás áreas fueron estimadas por Estudios Técnicos, Inc. utilizando ArcGIS y capas de información digitales proporcionadas por el DRNA en 2016.

El límite propuesto abarcaría los bosques de mangle y diversos hábitats de la zona de transición terrestre del abanico aluvial y depósitos aluviales, hacia los cayos de la costa en el Mar Caribe. Los hábitats representados en JBNERR incluirían salitrales y marismas, lagunas poco profundas, arrecifes de borde, varios cayos fuera de la costa y un diverso bosque de mangle.

Unidades de manejo

Para propósitos de manejo, los límites actuales y propuestos para JBNERR se subdividen en cinco unidades de manejo. Las unidades terrestres son: 1) Unidad Mar Negro; 2) Unidad Aguirre 3) Unidad de Cayos (incluye Cayos de Barca (4 de 7 islas), Cayos Caribe (15 de 17 islas) y Cayo Pájaros. El componente marino incluye: 4) Unidad de arrecifes de coral y 5) Unidad de Bahía de Jobos (Ver Figura 9).

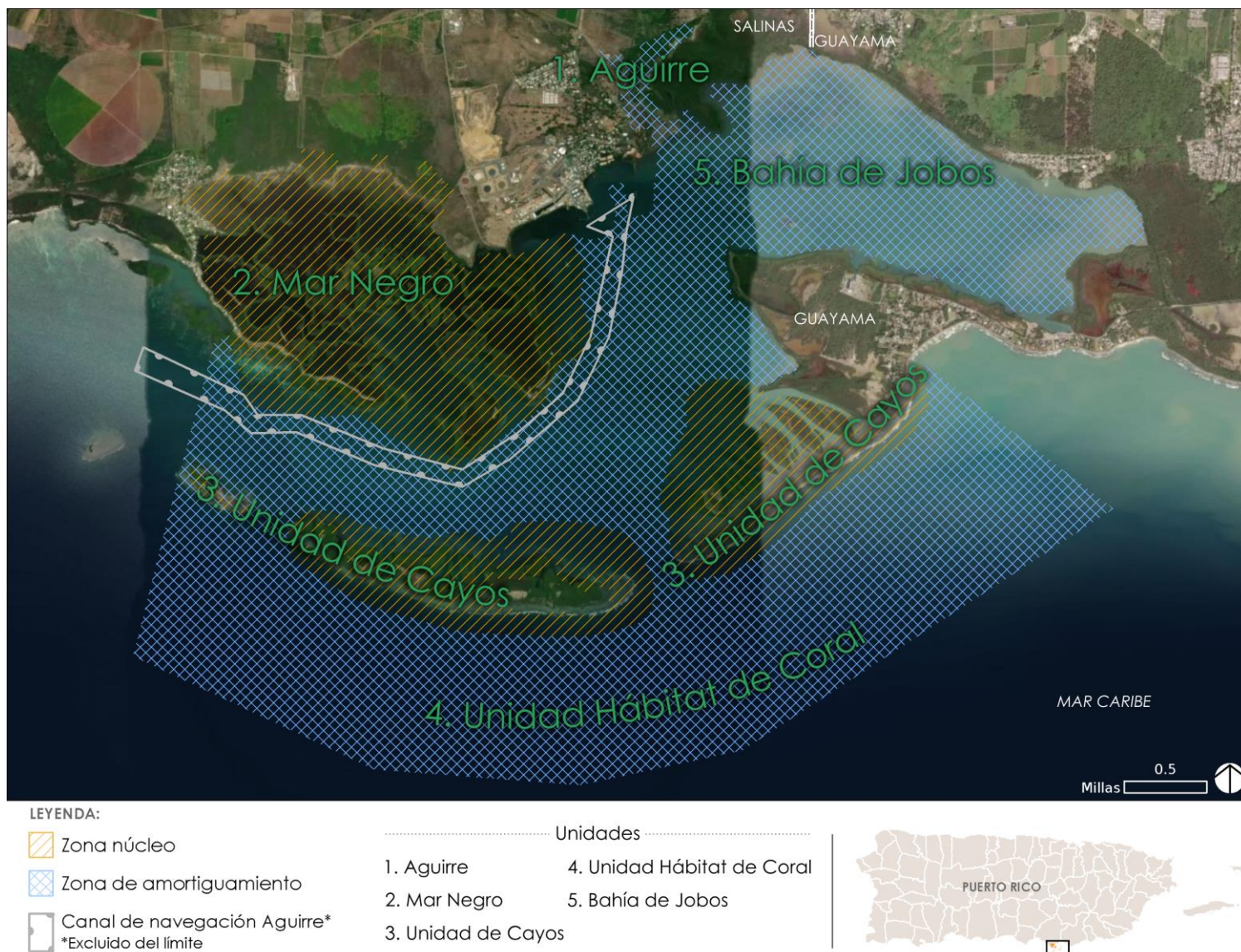
El manejo de los usos dentro de cada unidad se basa en si la unidad, o partes de la misma, se designan como áreas núcleo o áreas de amortiguamiento. Las áreas núcleo en JBNERR son aquellas que incluyen hábitats esenciales para el funcionamiento del ecosistema estuarino. Estos protegen una gama completa de importantes atributos físicos, químicos, biológicos y ecológicos que apoyan la diversidad de la flora, fauna y procesos naturales que ocurren dentro de la Bahía de Jobos. El acceso del público se

limita a actividades de bajo impacto, tales como la observación de la naturaleza, visitas guiadas por el personal de la Reserva, la investigación y la educación. Las áreas núcleo de la Reserva incluiría: las unidades de Mar Negro y los Cayos.

Las áreas de amortiguamiento dentro de la Reserva protegen las áreas núcleo y proporcionan protección adicional para las especies dependientes del estuario, incluyendo las especies en peligro de extinción. Las áreas de amortiguamiento también incluyen instalaciones para el acceso público. La unidad de Aguirre, donde se encuentra el Complejo del Centro de Visitantes, la Unidad de la Bahía de Jobos y la Unidad de Hábitat de Coral, sirven como áreas de amortiguamiento.

A continuación, se presenta una descripción de las unidades de manejo dentro de los límites de la Reserva y las incorporaciones propuestas. Estas reflejan las distintas regiones ecológicas de la Reserva y su clasificación como áreas núcleo o de amortiguamiento.

Figura 9. Unidades de manejo en JBNERR: Zonas núcleo y zonas de amortiguamiento



Fuente: JBNERR. Programa de Manejo de la Zona Costanera, DRNA. NOAA.

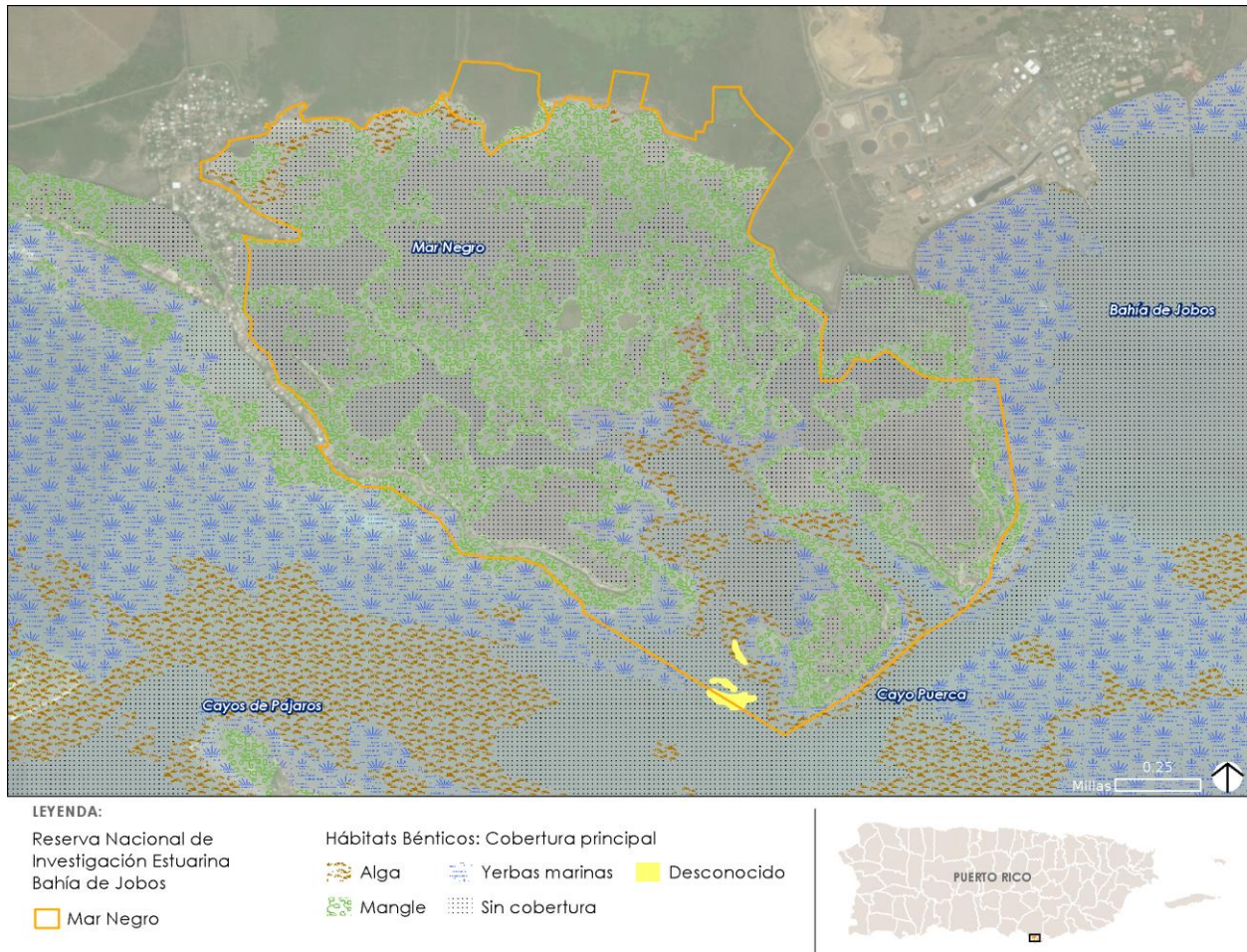
Unidad Mar Negro

La Unidad de Mar Negro cubre 1,213.85 acres e incluye hábitats de mangle rojo y negro, así como lodazales y salitrales, los cuales son ampliamente utilizados por las aves costeras como áreas de forraje y de anidaje (Ver Figura 10). Las aguas poco profundas de Mar Negro proporcionan refugio para el manatí antillano, especie en peligro de extinción; mientras que los bosques de mangle sirven de vivero a más del 80% de las especies de corales y especies recreativas y comerciales de peces y mariscos.

Esta unidad es el foco principal de la vereda de kayak de la Reserva, la vereda Jagüeyes y la vereda conocida como Charca de Vida Silvestre. Está rodeada por las comunidades Las Mareas y Camino del Indio, y es manejada para el acceso público guiado y la investigación. Hay un paseo tablado mantenido por el personal de la Reserva, el cual es utilizado por investigadores y empleados en Camino del Indio. A lo largo del límite Norte de esta unidad se encuentran extensos salitrales que son áreas de reproducción importantes para las aves costeras migratorias. La vereda Jagüeyes atraviesa estos hábitats y se conecta con la comunidad de Las Mareas. Porciones de esta unidad también incluyen los estanques o lagunas excavadas que se han convertido en un hábitat valioso para las aves costeras.

La Unidad de Mar Negro también ha sido impactada por los usos agrícolas adyacentes al límite Norte (amortiguamiento). La ATPR invadió estos terrenos en un esfuerzo por drenar los terrenos agrícolas, lo que impactó los manglares en esta área. Como parte de una Orden por Consentimiento de la EPA, la ATPR restauró las zanjas que fueron creadas para drenar el área y trabajó con el NRCS para el desarrollo de una franja de amortiguamiento para proteger los hábitats de la Reserva.

Figura 10. Unidad Mar Negro



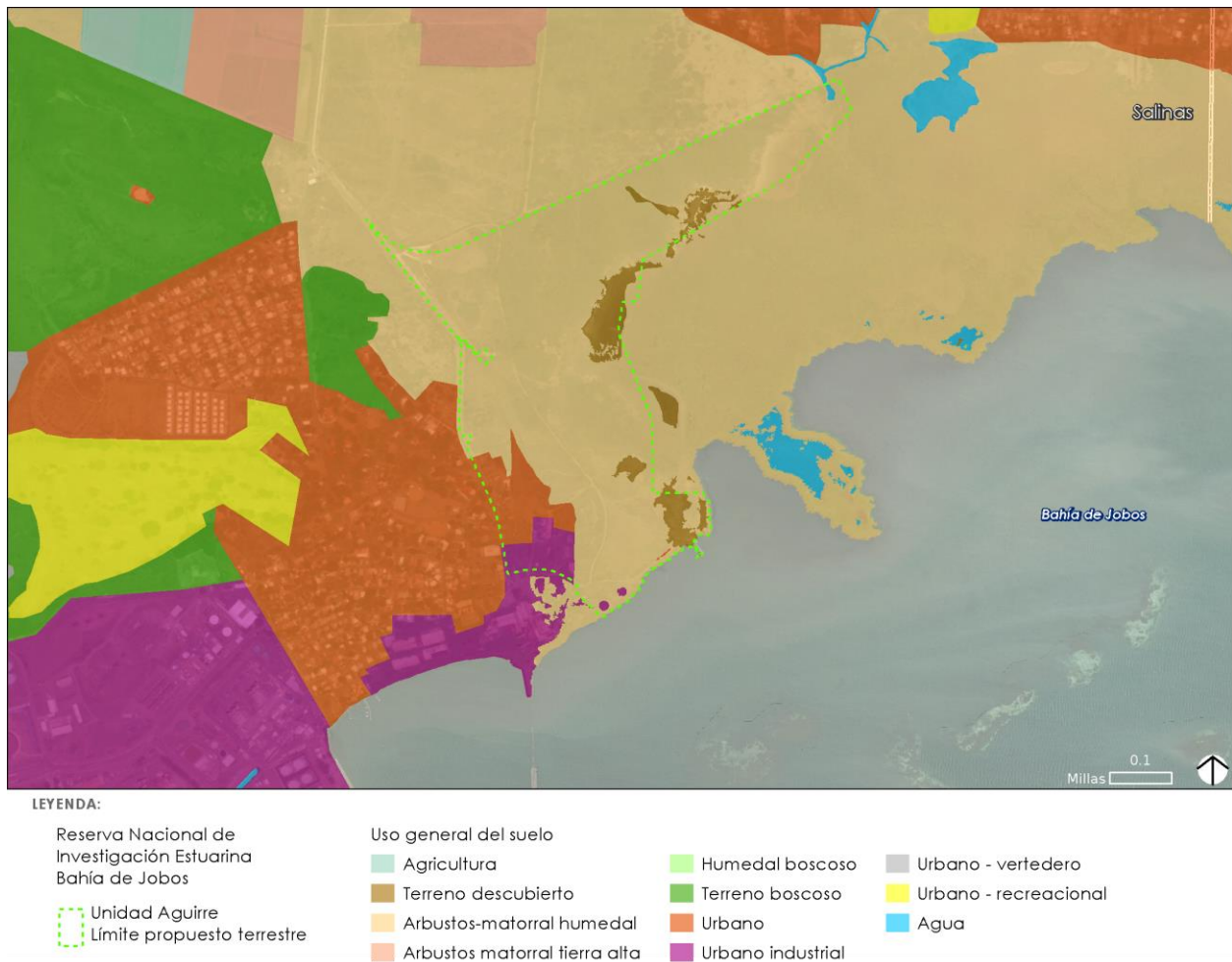
Fuente: NOAA/NOS/NCCOS/CCMA Biogeography Branch, 2010. CEAP.

Unidad Aguirre –Oficina central y terrenos asociados

La Unidad Aguirre cubre aproximadamente 139.17 acres y está clasificada como área de amortiguamiento. Apoya el complejo del Centro de Visitantes de la Reserva y la vereda de la Central Azucarera. Los límites de esta área se extienden desde la PR-3 hasta el pueblo de Aguirre. Los hábitats en la parte norte de la Unidad Aguirre incluyen bosques secos de tierras firme los cuales han sido afectados por la industria de la caña de azúcar. Estos terrenos firmes previamente perturbados proporcionan un espacio apropiado para las necesidades de expansión futura de las instalaciones (Ver Figura 11). La vereda de la Central Azucarera se extiende desde el Centro de Visitantes hasta el nuevo muelle y rampa para embarcaciones, que es el principal punto de acceso a la Bahía de Jobos.

Las aves típicas de las zonas costeras que se han documentado en la Reserva se pueden observar aquí, entre las que se encuentran los playeros, garzas reales, garzón cenizo y pelícanos entre otras especies migratorias.

Figura 11. Unidad Aguirre



Fuente: JBNERR, Instituto de Investigación Ambiental y de Recursos Hídricos de Puerto Rico (PRWRRI) de la Universidad de Puerto Rico recinto de Mayagüez (UPRM), 2012.

Unidad de Cayos

Esta unidad consiste en Cayos de Barca, Cayos Caribe y Cayo Pájaros.

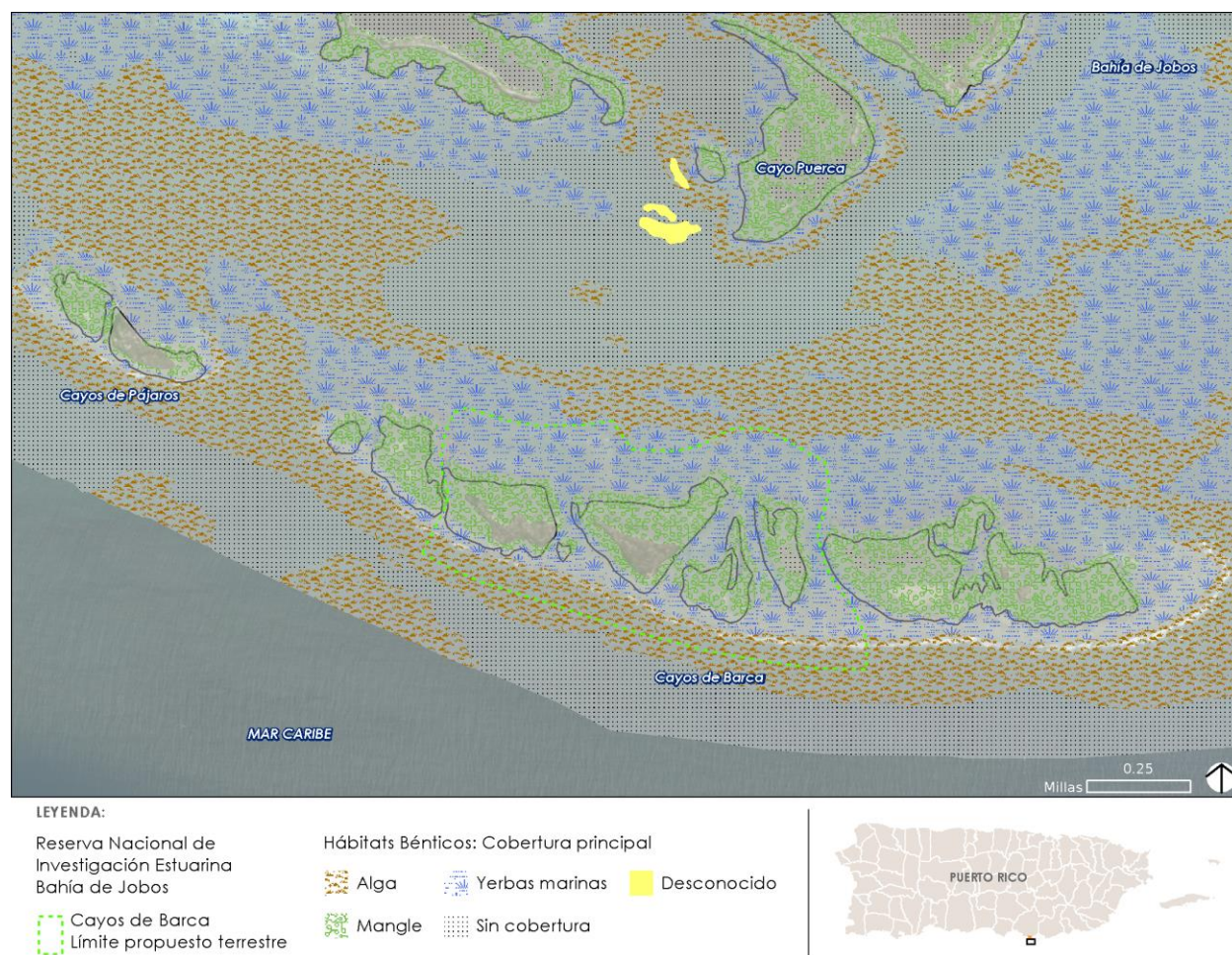
Cayos de Barca es una red de siete islas que cubre aproximadamente 73.8 acres. El DRNA ha comprado cuatro de los siete cayos (ver Figura 12). Las tres islas restantes son propiedad privada y están catalogadas como prioridad de adquisición para la Reserva. Estas islas protegen los manglares y están bordeadas por hábitats de coral.

La parte sumergida de los cayos está rodeada por la formación de arrecifes de coral al sur, este y oeste, y por praderas de yerbas marinas al norte. Algunas de las islas tienen lagunas internas con condiciones de hipersalinidad, mientras que otras tienen terrenos de baja elevación que sustentan la vegetación del bosque seco. Estos cayos cuentan con un bosque de manglar dominado por mangle rojo y negro, pero el mangle blanco y el botón también se encuentran presentes. La planta de sal y la verdolaga de mar

crecen en los depósitos de playa no sumergidos. Muy pocos árboles crecen en el área de tierra firme, la cual es muy limitada en tamaño.

En Cayos de Barca no se fomenta el acceso al público, con excepción de Dos Palmas donde se ha establecido un área de uso limitado.

Figura 12. Cayos de Barca



Fuente: NOAA/NOS/NCCOS/CCMA Biogeography Branch, 2010. CEAP.

Cayos Caribe cubre 155.38 acres y es una red de diecisiete (17) islas que se extienden desde la Península de Pozuelo en el límite sureste de la Reserva en dirección al oeste hacia Cayos de Barca. Quince (15) de las islas forman parte de los límites de la Reserva. Los dos restantes forman parte del Bosque de Aguirre. Por lo tanto, todos son propiedad de DRNA. De las quince islas administradas por la Reserva, en una, Cabeza de Cayos Caribe, se apoya el acceso público y cuenta con una vereda, una torre de observación y un pequeño muelle. La misma se utiliza para la educación, actividades de alcance y recreación.

Cayos Pájaros cubre aproximadamente 16.27 acres. Se compone principalmente de mangle rojo y blanco, y en el interior posee vegetación costera limitada. En este cayo, se promueve la investigación, la educación y la interpretación.

Figura 13. Cayos Caribe

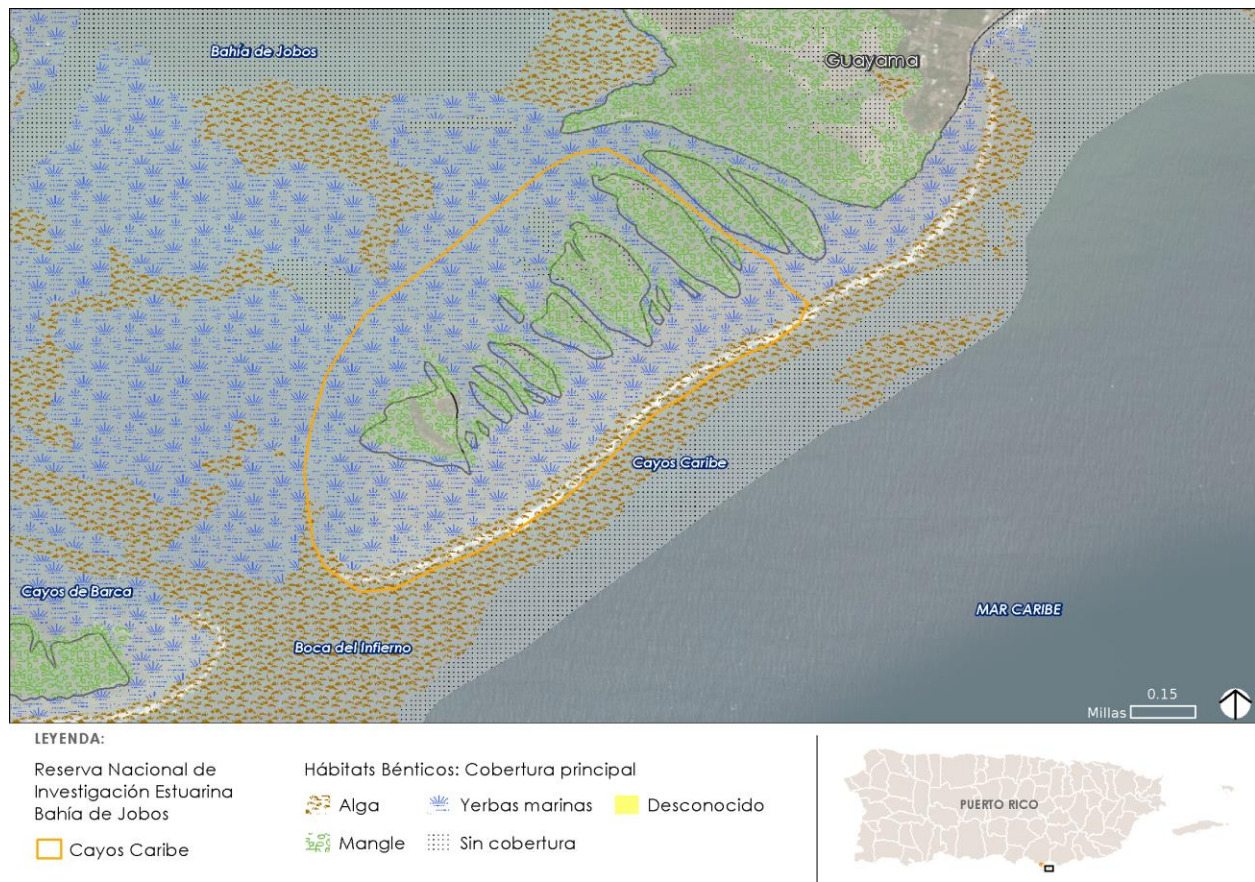
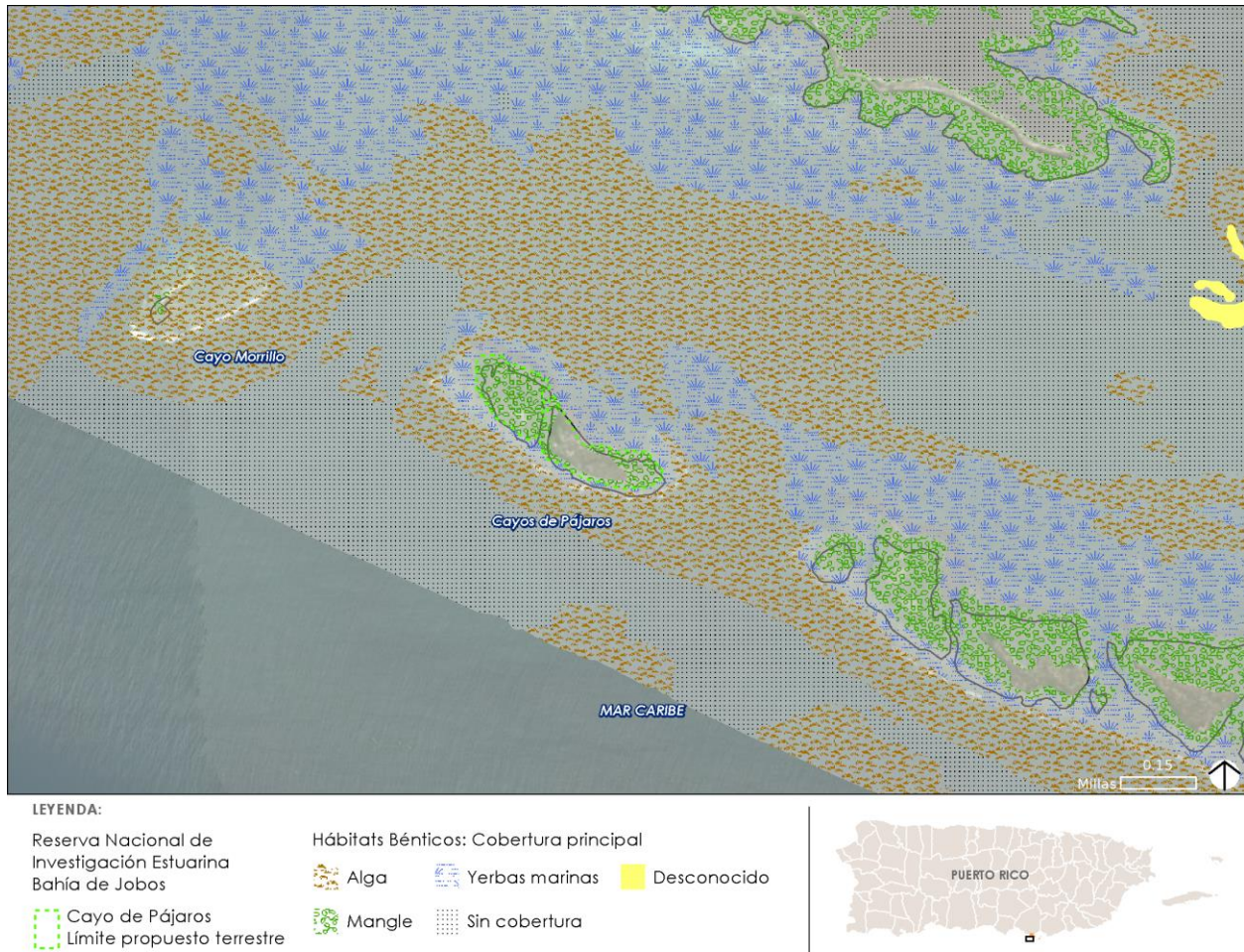


Figura 14. Cayo Pájaros



Fuente: NOAA/NOS/NCCOS/CCMA Biogeography Branch, 2010. CEAP.

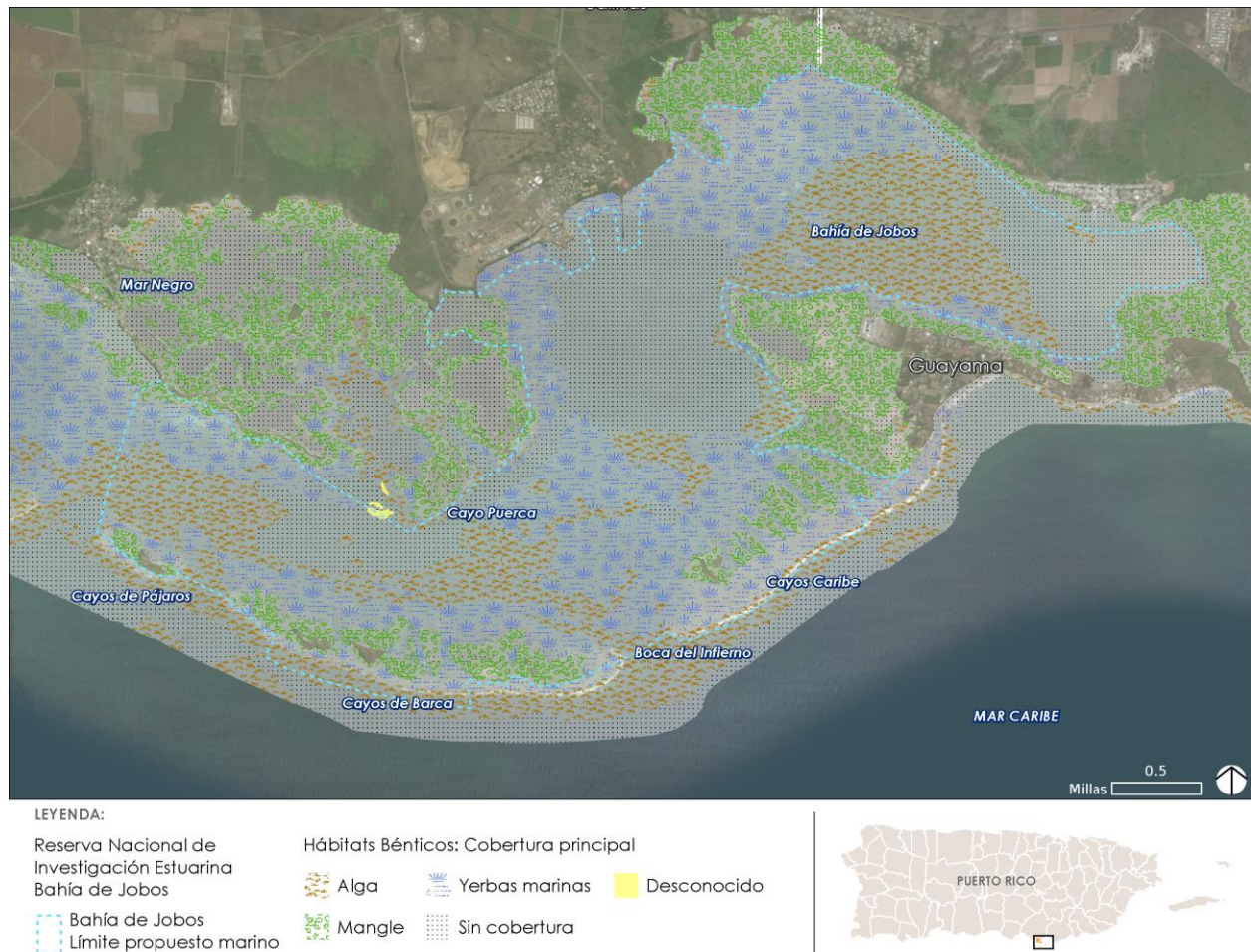
Unidad Bahía de Jobos

La totalidad de la unidad de Bahía de Jobos, que se estima en 5,217.96 acres, se define desde la línea de pleamar alta, y en las áreas costeras desarrolladas, parte hacia el mar desde una línea trazada a 100 metros de los puertos existentes. Se clasifica como zona de amortiguamiento. Los usos en la Bahía de Jobos incluyen el mantenimiento de los canales de navegación para apoyar los puertos, la pesca comercial y recreacional, y la navegación recreativa. El canal de navegación principal, el cual está excluido de los límites de la Reserva, es de 150 pies de ancho por 27 pies de profundidad.

El ecosistema de la Bahía de Jobos se caracteriza por la interacción entre manglares y vegetación acuática sumergida. Los dos tipos de vegetación acuática sumergida que se encuentran en la Bahía de Jobos son las praderas de yerbas marinas y las algas. Juntas, éstas cubren casi el 66% de la Bahía (Whitall et al., 2011).

La presencia de estos tipos de cobertura béntica permite una variedad de fauna marina abundante y compleja. Muchos organismos, como el manatí, no están asociados con un solo hábitat, sino que diariamente se mueven libremente entre varios hábitats para la búsqueda de alimento y las necesidades de refugio. Además, un solo individuo puede utilizar hábitats distintos durante diferentes etapas de su ciclo de vida. Por ejemplo, muchas especies de peces usan las raíces del manglar de borde como áreas de vivero en etapas tempranas de su ciclo de vida, migrando luego hacia el mar a medida en que maduran para vivir en el arrecife de coral.

Figura 15. Unidad Bahía de Jobos

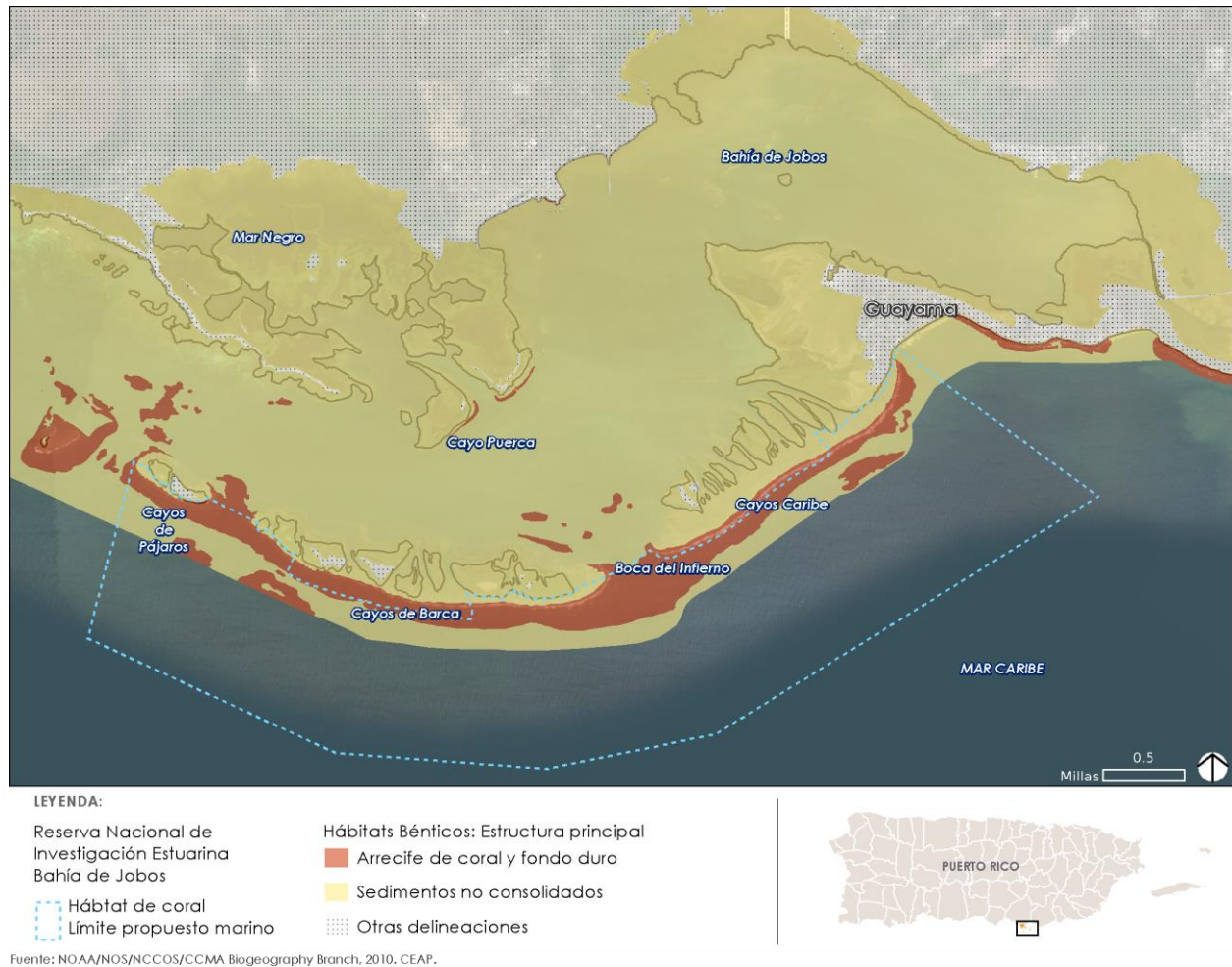


Unidad Hábitat de Coral

La Unidad de Hábitat de Coral está comprendida por las aguas costeras que se extienden a una (1) milla en dirección al mar desde la Unidad de los Cayos. Esta unidad cubre aproximadamente 4,233.7 acres. Se observaron mayores cantidades de cubierta de coral duro en el arrecife frontal junto a los cayos (Whitall et al, 2011). *A. palmata* y *A. cervicornis* se observaron en dos sitios a lo largo del arrecife de Cayos Caribe. Esta área

no tiene infraestructura para apoyar usos públicos. Sin embargo, se apoya la investigación, la educación y la interpretación.

Figura 16. Unidad Hábitat de Coral



Titularidad en la Reserva y sus alrededores

Todas las tierras y aguas que comprenden JBNERR, así como los propuestos para ser incorporados, son terrenos públicos o bienes de dominio público. Los terrenos de la Reserva están bajo la titularidad del DRNA. Mientras que el componente marino (aguas y terrenos sumergidos) es de dominio público, que según el marco jurídico del ELAPR (Código Civil, Subtítulo 2, Parte I, Capítulo 127), “no pertenece a nadie en particular.” Sin embargo, estos son administrados por el DRNA, a través de su Ley Orgánica, la cual dispone que la agencia tiene el deber de ejercer vigilancia y asegurar la conservación de las aguas territoriales, los terrenos sumergidos y la zona marítimo terrestre.

Al oeste, JBNERR está rodeada por dos áreas naturales protegidas: El Bosque Estatal Aguirre y el Área Natural Protegida Punta Pozuelo. El Bosque Estatal de Aguirre, que cubre 1,054.19 acres, fue proclamado en 1908 y es propiedad del DRNA. Punta Pozuelo, cubre 124.57 acres y desde 2015, es propiedad de la organización sin fines de lucro (ONG) local el Fideicomiso de Conservación y su unidad Para La Naturaleza. Ambas áreas protegidas representan una oportunidad para un manejo integral de estos recursos costeros.

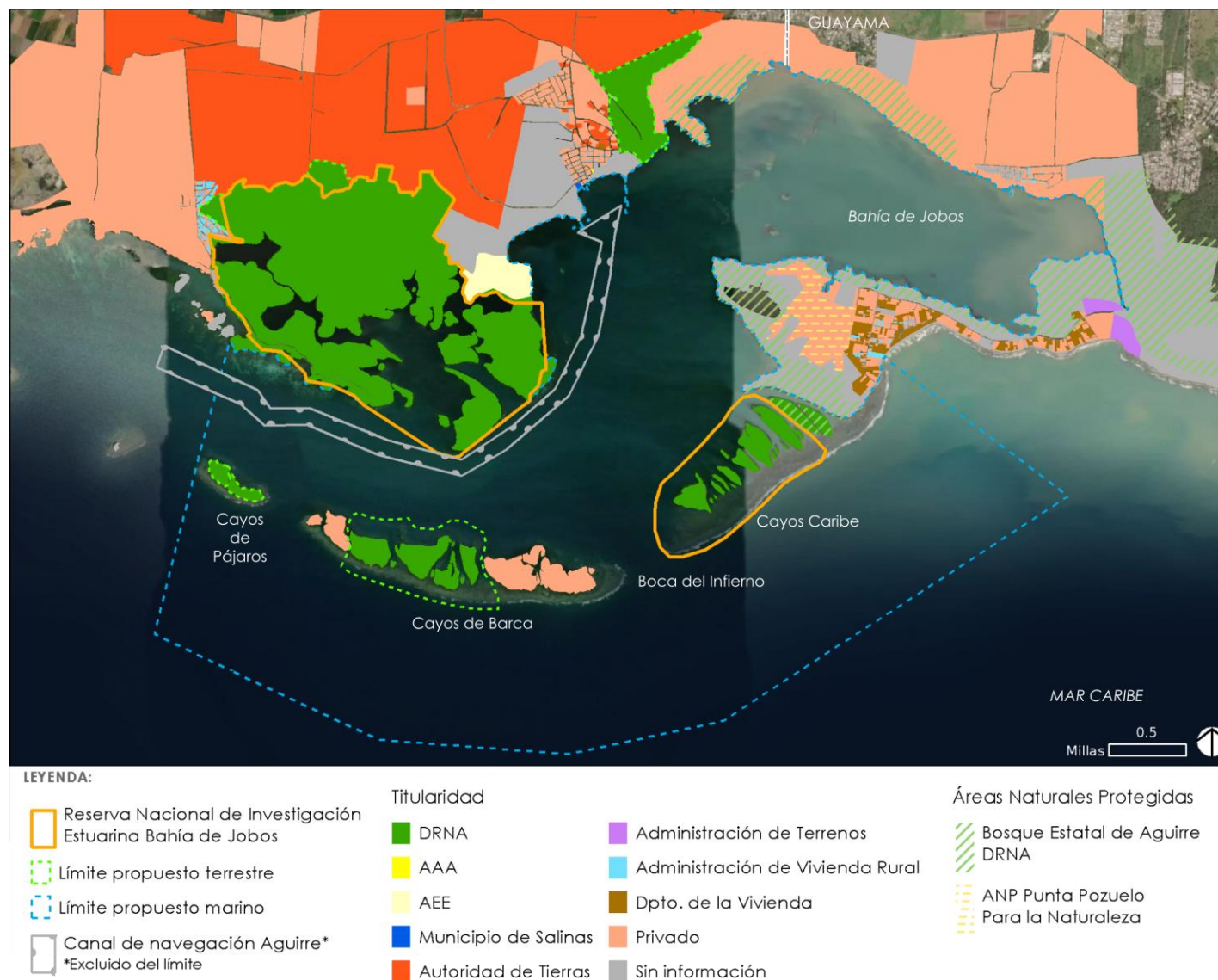
Al norte, la Reserva es bordeada por terrenos agrícolas, propiedad de la ATPR, los cuales son arrendados a particulares para actividades agrícolas, específicamente para cultivos. Estas áreas deben ser manejadas apropiadamente para evitar impactos a los recursos costeros y a la fauna circundante.

Entre las unidades Mar Negro y Aguirre se encuentra la Central Termoeléctrica de Aguirre, propiedad de la AEE y la antigua Central Azucarera de Aguirre. Algunos de los terrenos y propiedades de la antigua Central Azucarera de Aguirre fueron transferidos al municipio de Salinas en el año 2010¹⁵, con el fin de preservar seis de las estructuras históricas y promover el turismo. Otras tierras permanecen bajo la titularidad de la ATPR.

La Reserva también está rodeada de tierras privadas donde se han establecido varias comunidades. Bordeando el límite oeste de la Reserva se encuentra la comunidad Las Mareas y otros desarrollos residenciales a lo largo de Camino del Indio.

¹⁵ Transferido mediante la Resolución Conjunta del Senado Núm. 169 del 2010.

Figura 17. Titularidad



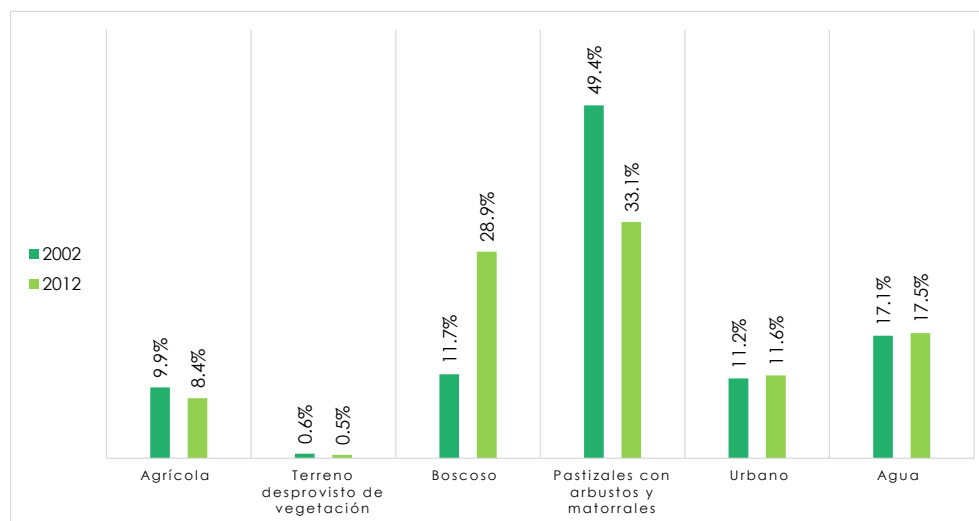
Fuente: Catastro Digital, CRIM. Via <https://www.satagis.crimpr.net/catastrodigital>. Accedido en febrero de 2016. DRNA.

Tipos de hábitats y usos de terrenos en la cuenca

El *Inventario detallado de usos de terrenos y hábitats de la cuenca de la Reserva Nacional Estuarina de Bahía de Jobos, 2012* evaluó los cambios en la cobertura del terreno de 2002 a 2012 (PRWRERI, 2013). Se encontró que los usos de terrenos en la cuenca han experimentado cambios que podrían afectar los ecosistemas. Algunos de estos incluyen: el crecimiento del desarrollo urbano, el cambio de usos agrícolas a comerciales o residenciales, los cambios en los métodos de riego y el establecimiento de nuevas industrias (PRWRERI, 2013).

La proporción mayor corresponde a pastizales y pastizales con arbustos y matorrales, con 12,063.7 acres (33.1%). Sin embargo, el mayor incremento se observó en los terrenos forestados (144.4%), los cuales cubrían 9,366.8 acres de la cuenca en 2012. Los pastizales con arbustos y matorrales, que fue la principal cobertura del terreno en la cuenca durante el 2002, disminuyeron en un -33.6% en 2012. La diferencia se puede explicar por los cambios en los usos del terreno durante el periodo. En la clasificación de usos de terrenos en el 2002, predominó el pastizal con arbustos y matorrales debido al crecimiento de yerbas, matorrales y arbustos tras la desaparición de las plantaciones de caña de azúcar de la zona. Con el tiempo crecieron árboles cuya altura llevó a un cambio en la clasificación, de arbustos y matorral de tierra alta en 2002, a terrenos forestados en 2012 (PRWRERI, 2013). El arbusto y matorral de tierra alta, se redujo en un -86.4%. La mayor parte de este cambio se observó en la zona Noreste de la cuenca hidrográfica.

Figura 18. Clasificación general de la cobertura de terreno en la cuenca hidrográfica de JBNERR

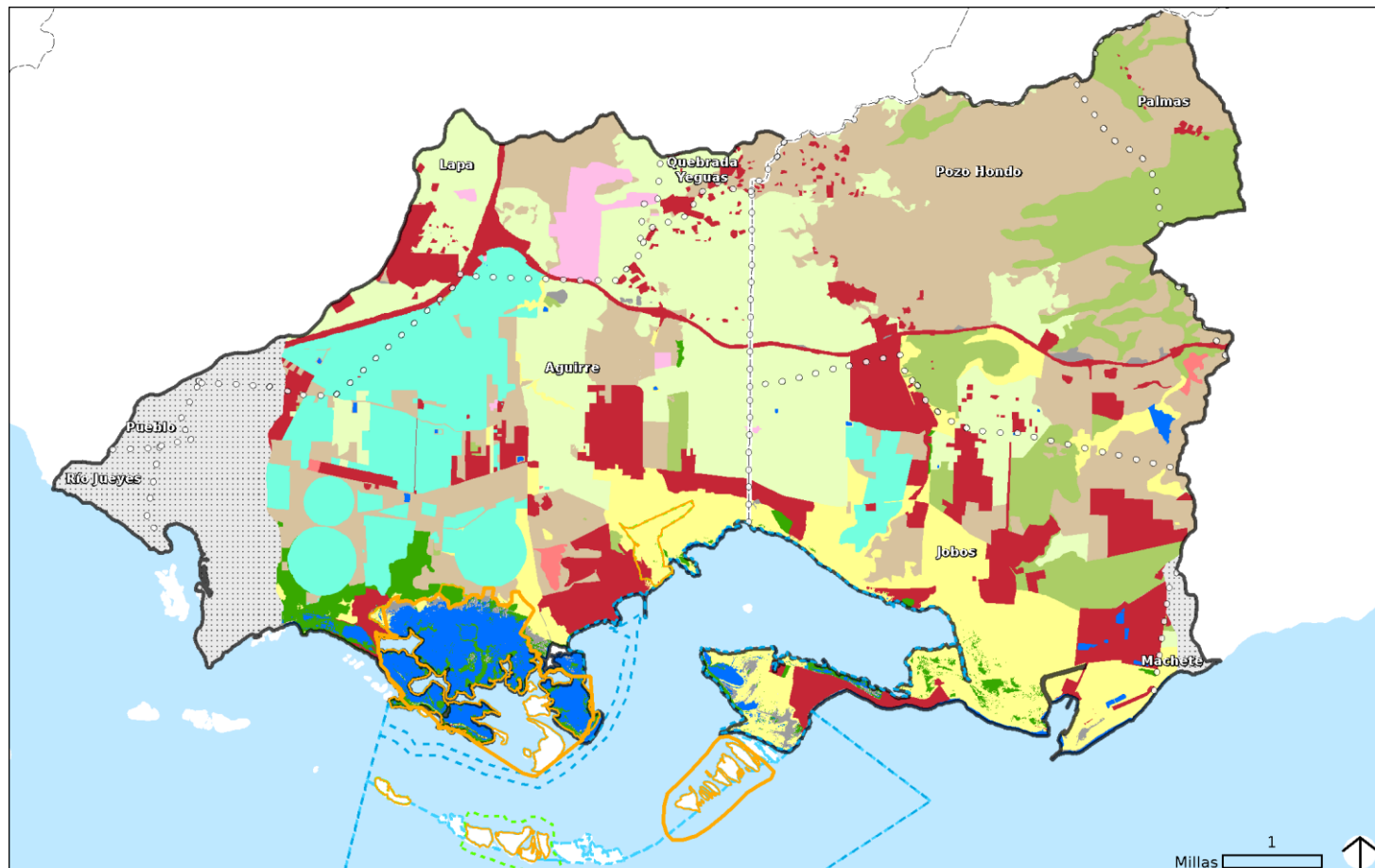


Fuente: PRWRERI (2013). Inventario detallado del uso de terrenos y del hábitat de la cuenca hidrográfica de la Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos, 2012.

Durante este período también aumentó el uso residencial urbano (10.65%), así como otros usos urbanos entre los que se encuentran: recreativo (108.4%), educativo (77.7%),

sistema de relleno sanitario (34.2%) y complejo industrial (13.3%). Mientras que los usos agrícolas disminuyeron un -15.6% (PRWRERI, 2013).

Figura 19. Clasificación de hábitats 2002

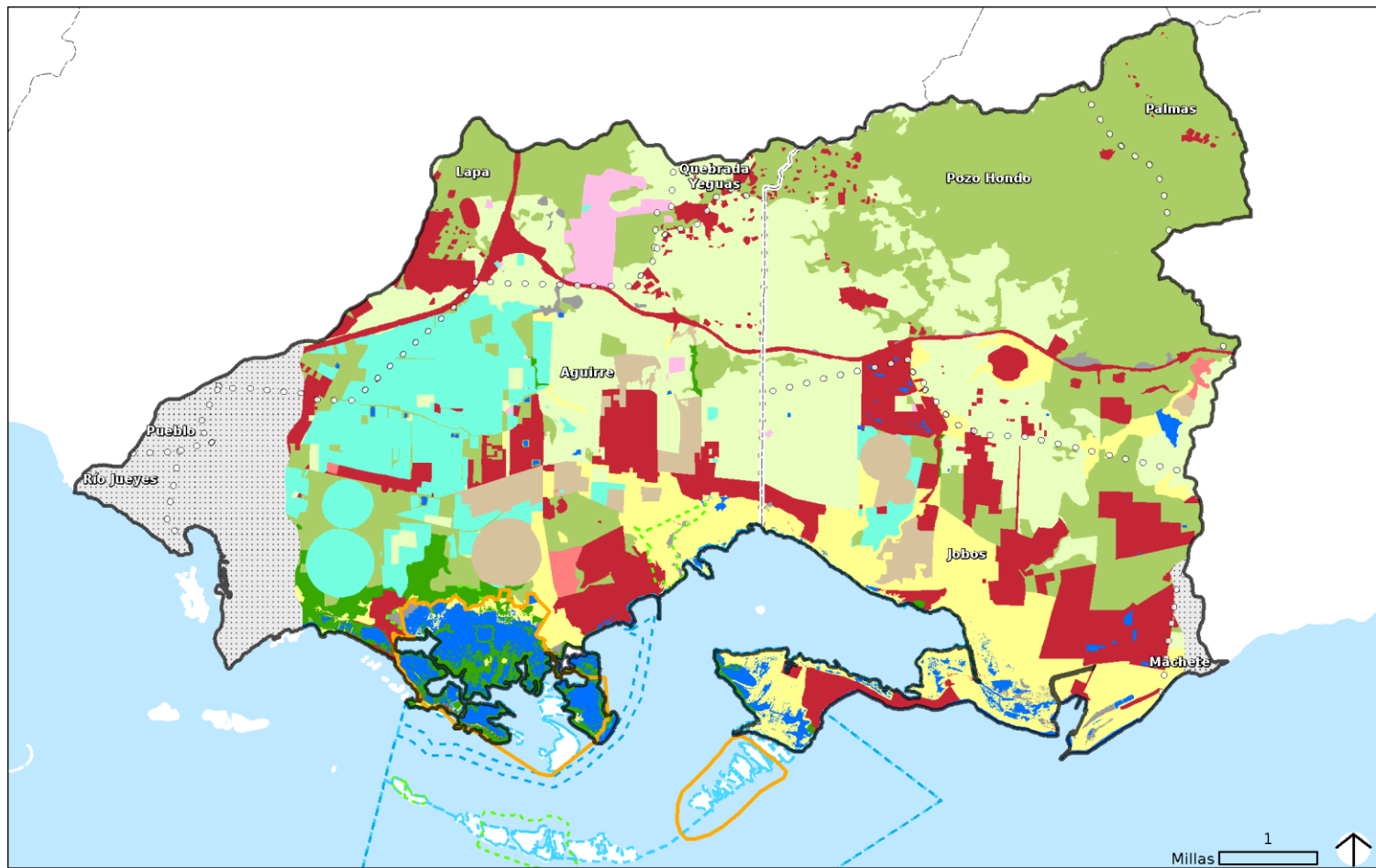


LEYENDA:

Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos	Agricultura	Pastizales/herbáceos	Urbano y construido
Límite propuesto terrestre	Granjas de animales confinados	Matorral-arbusto de tierra alta	Terreno baldío
Límite propuesto marino	Humedal forestado	Terreno boscoso	Agua
	Humedal arbusto-matorral	Urbano - vertedero	No hay información

Fuente: JBNERR. Instituto de Recursos Hídricos e Investigación Ambiental de Puerto Rico (PRWRERI) de la Universidad de Puerto Rico recinto de Mayagüez (UPRM), 2012.

Figura 20. Clasificación de hábitats 2012



LEYENDA:

Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos

Límite propuesto terrestre

Límite propuesto marino

Clasificación de hábitats

Agricultura

Granjas de animales confinados

Humedal forestado

Humedal arbusto-matorral

Pastizales/herbáceos

Matorral-arbusto de tierra alta

Terreno boscoso

Urbano - vertedero

Urbano y construido

Terreno baldío

Agua

N/A

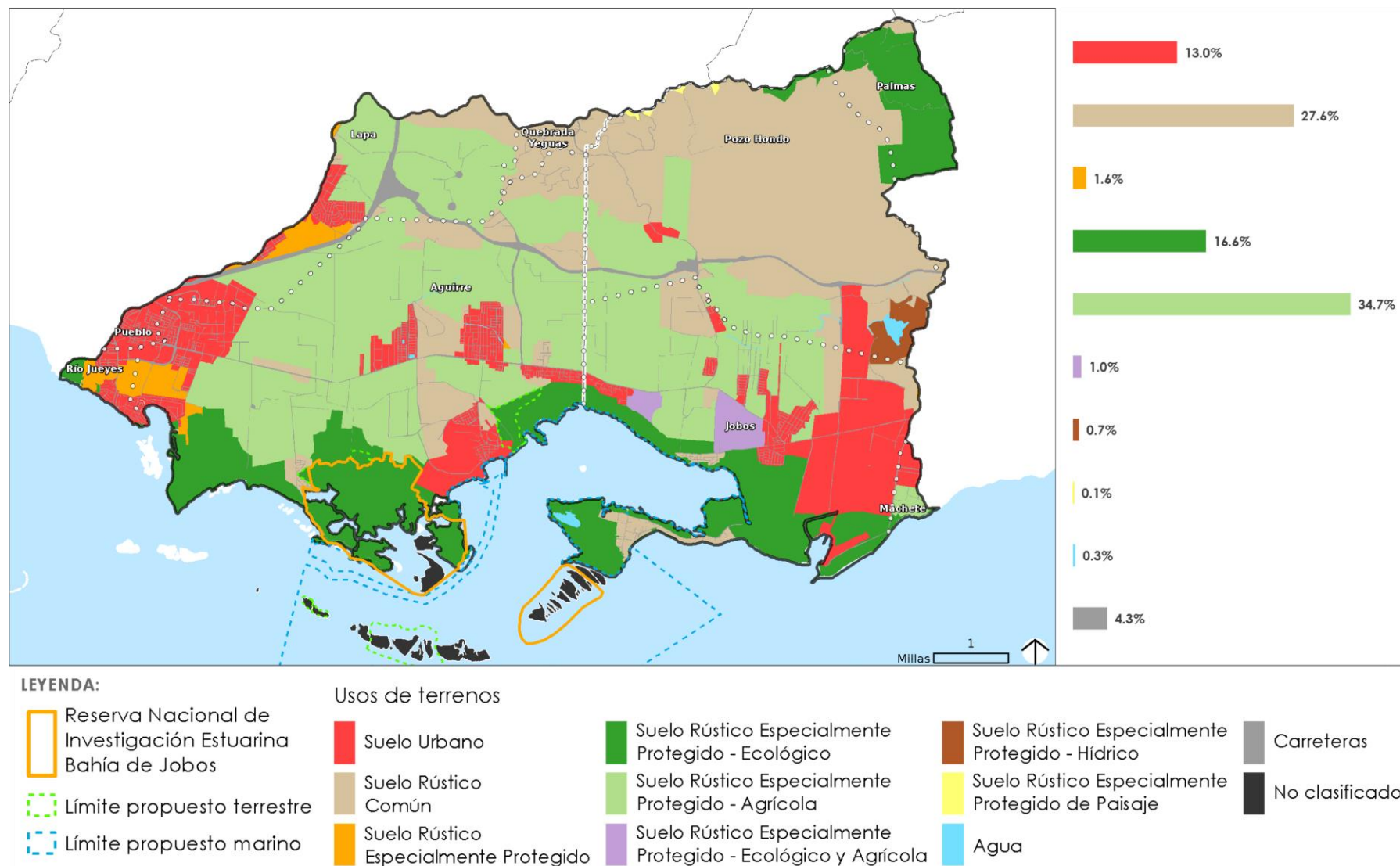
Fuente: JBNERR. Instituto de Recursos Hídricos e Investigación Ambiental de Puerto Rico (PRWRERI) de la Universidad de Puerto Rico recinto de Mayagüez (UPRM), 2012.

Plan de uso de terrenos- Cuenca de JBNERR

El Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico, fue aprobado en 2015 con el propósito de armonizar el desarrollo sostenible, la actividad social y la protección de los recursos naturales (Junta de Planificación, 2015). Este Plan clasifica los usos actuales y futuros del suelo en diferentes categorías. El "suelo rústico especialmente protegido"- la clasificación más restrictiva en términos de desarrollo urbano- se sub-clasifica en agrícola, paisaje, ecológico y una combinación de diversos criterios.

En la cuenca hidrográfica de la Reserva, el "suelo rústico especialmente protegido-agrícola" comprenden aproximadamente el 35% (11,678 acres) de todos los usos del terreno. Seguido por "suelo rústico común" con 27% (9,287.7 acres). El 'suelo rústico común' se utiliza para clasificar aquellos terrenos que actualmente no son necesarios para acomodar usos urbanos. El "suelo rústico especialmente protegido –ecológico" comprende el 17% (5.601,5 acres) de la cuenca; mientras que el "suelo urbano" constituye el 13% (4.361,6 acres). El "suelo urbano" se caracteriza por contar infraestructura como carreteras, suministros de agua y de energía eléctrica, entre otra infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades administrativas, económicas y sociales que se realizan en estos terrenos (Junta de Planificación, 2015).

Figura 21. Clasificación de usos de terrenos en la cuenca de JBNERR (JP, 2015)



Fuente: Junta de Planificación.

PLAN ESTRATÉGICO



4 Plan estratégico de la Reserva



4.1 Visión y Misión de JBNERR

Visión

La visión en JBNERR es la siguiente:

Puerto Rico tendrá estuarios y cuencas saludables y resilientes, donde los ecosistemas costeros prosperarán junto a sus comunidades.

Misión

Practicar y promover el manejo costero y estuarino a través de la investigación innovadora, el monitoreo, la educación, el adiestramiento y el involucramiento de la comunidad en la Reserva.



**PUERTO RICO TENDRÁ
ESTUARIOS Y CUENCAS
SALUDABLES Y
RESILIENTES, DONDE LOS
ECOSISTEMAS
COSTEROS
PROSPERARÁN JUNTO A
SUS COMUNIDADES**

4.2 Principios rectores

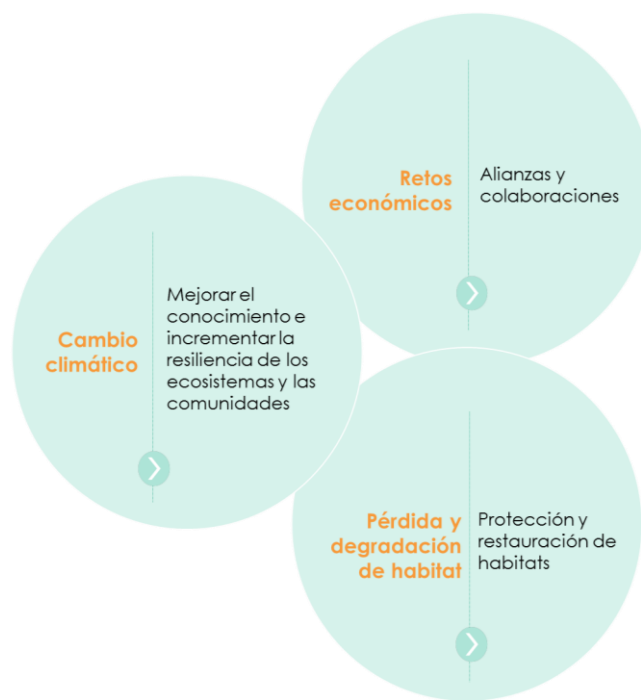
Los principios rectores que serán reflejados dentro de cada área programática de este plan de manejo se presentan a continuación:

- | **Alianzas:** La implementación de los programas de la Reserva dependerá de colaboraciones sólidas y alianzas entre programas dentro del DRNA, entre las agencias federales y del ELAPR, municipios, universidades, ONG y otros colaboradores. El compromiso de las comunidades locales y los ciudadanos será fundamental para mejorar el manejo de las zonas costeras.
- | **Integración:** La integración de la ciencia, la educación, el adiestramiento y la administración para servir de catalizador y como modelo para demostrar y facilitar la resolución objetiva de problemas y las mejores prácticas de manejo para conservar y restaurar los hábitats estuarinos y sus cuencas hidrográficas.
- | **Evaluación:** La evaluación de la efectividad de los programas de la Reserva será un componente integral de la ejecución de los programas.
- | **Enfoque basado en los ecosistemas:** Implementación de un enfoque de manejo basado en ecosistemas dentro de todos los programas de la Reserva, reconociendo la interdependencia entre los humanos, los hábitats y las especies.

4.3 Asuntos prioritarios en JBNERR

Este Plan de Manejo guiará las actividades de la Reserva por los próximos cinco años (2017-2022). El NERRS define los asuntos prioritarios nacionales, los cuales guían el desarrollo e implementación de los planes de manejo del Sistema de Reservas. Estos asuntos prioritarios nacionales son: el cambio ambiental, la calidad del agua y la protección del hábitat. Estos proporcionan el marco de trabajo para el plan de manejo de JBNERR.

Para el próximo período de manejo, JBNERR se centrará en abordar los siguientes temas prioritarios: el cambio climático, la pérdida y degradación del hábitat y las limitaciones económicas.



Asuntos prioritarios y respuestas de JBNERR

Cambio climático

El cambio climático, especialmente cambios en el nivel del mar, la acidificación, el aumento de la temperatura y los fenómenos meteorológicos extremos, representan un reto para los ecosistemas de la Reserva y para las comunidades vulnerables. Sin embargo, los impactos específicos en los hábitats y las especies de la Reserva aún no se conocen con certeza.

Las comunidades que bordean la Reserva son predominantemente de bajos ingresos y se ubican en áreas costeras de baja elevación. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, las islas pequeñas tienen características que las hacen especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, el aumento del nivel del mar y los fenómenos extremos (Núria et al., 2007). En consecuencia, JBNERR y sus comunidades circundantes experimentarán impactos más intensos, en relación con las reservas continentales. Esto hace aún más relevante los programas llevados a cabo en JBNERR.

Dada la extensión del impacto potencial del cambio climático en JBNERR y sus comunidades circundantes, es imprescindible reducir los factores de estrés en sus ecosistemas, trabajar con las comunidades para aumentar su resiliencia y mejorar el conocimiento sobre los efectos potenciales en la Reserva y su cuenca. La información generada a través de la investigación en estos temas será el fundamento para el desarrollo de medidas de manejo, así como para las actividades de educación y adiestramiento en la Reserva y su cuenca, con el fin de reducir los estresores, aumentar la resiliencia y desarrollar la capacidad adaptativa.

Pérdida y degradación de hábitat

La pérdida y degradación del hábitat aumenta la vulnerabilidad del ecosistema. Al abordar este asunto no sólo los ecosistemas, sino las comunidades serán más resilientes. Los hábitats costeros y marinos en la Bahía de Jobos, así como en otras partes de Puerto Rico muestran signos de degradación que resultan del corte ilegal de manglares, el relleno de humedales y el desarrollo en la zona marítimo terrestre. La Reserva también se ve afectada por la pérdida y degradación del hábitat en la cuenca, como resultado de los usos industriales, y la expansión de la construcción en las áreas de recarga del acuífero de la costa Sur. Combinados, estos efectos comprometerán la capacidad de las especies para adaptar sus rangos de hábitats a las nuevas realidades climáticas (Taïssir-Bencharif, 2010). Los impactos acumulativos y secuenciales pueden limitar la capacidad de recuperación de los ecosistemas costeros y marinos, lo que tiene consecuencias a largo plazo sobre la estructura y función de sus comunidades. Además, las comunidades costeras son cada vez más vulnerables a los efectos del cambio climático, ya que dependen de la protección provista por los ecosistemas costeros.

La reducción de las amenazas y estresores es fundamental para aumentar la resiliencia de los ecosistemas y de las comunidades costeras. Las fuentes dispersas de contaminación de la cuenca y sus efectos en los ecosistemas marinos y terrestres deberían ser atendidos mediante el manejo, educación, adiestramiento y colaboración efectivo. La vigilancia proactiva por parte del Cuerpo de Vigilantes del DRNA, la coordinación y las alianzas apropiadas con los responsables de tomar decisiones en la cuenca hidrográfica, son esenciales para abordar este asunto.

La conectividad entre hábitats es también esencial para la protección de las especies. El aumento de la conectividad ha surgido como la opción más favorecida para la conservación frente al cambio climático (Hodgson, Thomas, Wintle y Moilanen, 2009). La conectividad de los ecosistemas permite la migración de especies y el mantenimiento de la biodiversidad y puede lograrse mediante el manejo adecuado de los terrenos públicos y privados de la cuenca y de los cayos. Este es un paso importante para mantener los ecosistemas costeros saludables y resilientes.

Limitaciones económicas

Este plan de manejo se desarrolla en un contexto económico desafiante. El gobierno de Puerto Rico está experimentando retos económicos sin precedente, que han causado una reducción presupuestaria, incluyendo los presupuestos para personal y programas del DRNA. También se ha aprobado legislación para abordar estos asuntos, la cual incluye restricciones en la contratación de personal nuevo.¹⁶

En tiempos de dificultades económicas, las alianzas serán fundamentales. La Reserva fomentará la colaboración y las alianzas para ayudar a satisfacer las necesidades, asegurar el manejo adecuado y la implementación de las áreas programáticas. Como resultado, muchas de las actividades propuestas dependerán de la colaboración y los esfuerzos conjuntos entre agencias y organizaciones colaboradoras, tales como el gobierno de Puerto Rico y las agencias federales, los municipios, las empresas, la academia, las comunidades y las ONG. Además, dada las limitaciones económicas en el DRNA, la Reserva maximizará su alcance geográfico e institucional, proporcionando educación, adiestramiento y apoyo al manejo de otras áreas costeras protegidas por el DRNA.

¹⁶ "Ley de Desarrollo Sustentable Fiscal y Operacional del Estado Libre Asociado de Puerto Rico," Ley No. 66 de 2014, y la Carta Circular No. 111-14, que restringe el reclutamiento de personal nuevo, durante su mandato, salvo en ciertas circunstancias tales como que el 50% o más del salario sea sufragado por fondos federales o los propios ingresos de la agencia.

4.4 Metas y objetivos

La siguiente tabla presenta las metas y objetivos de manejo para JBNERR y su relación con los objetivos de cada área programática.

Tabla 4. Metas y objetivos de manejo

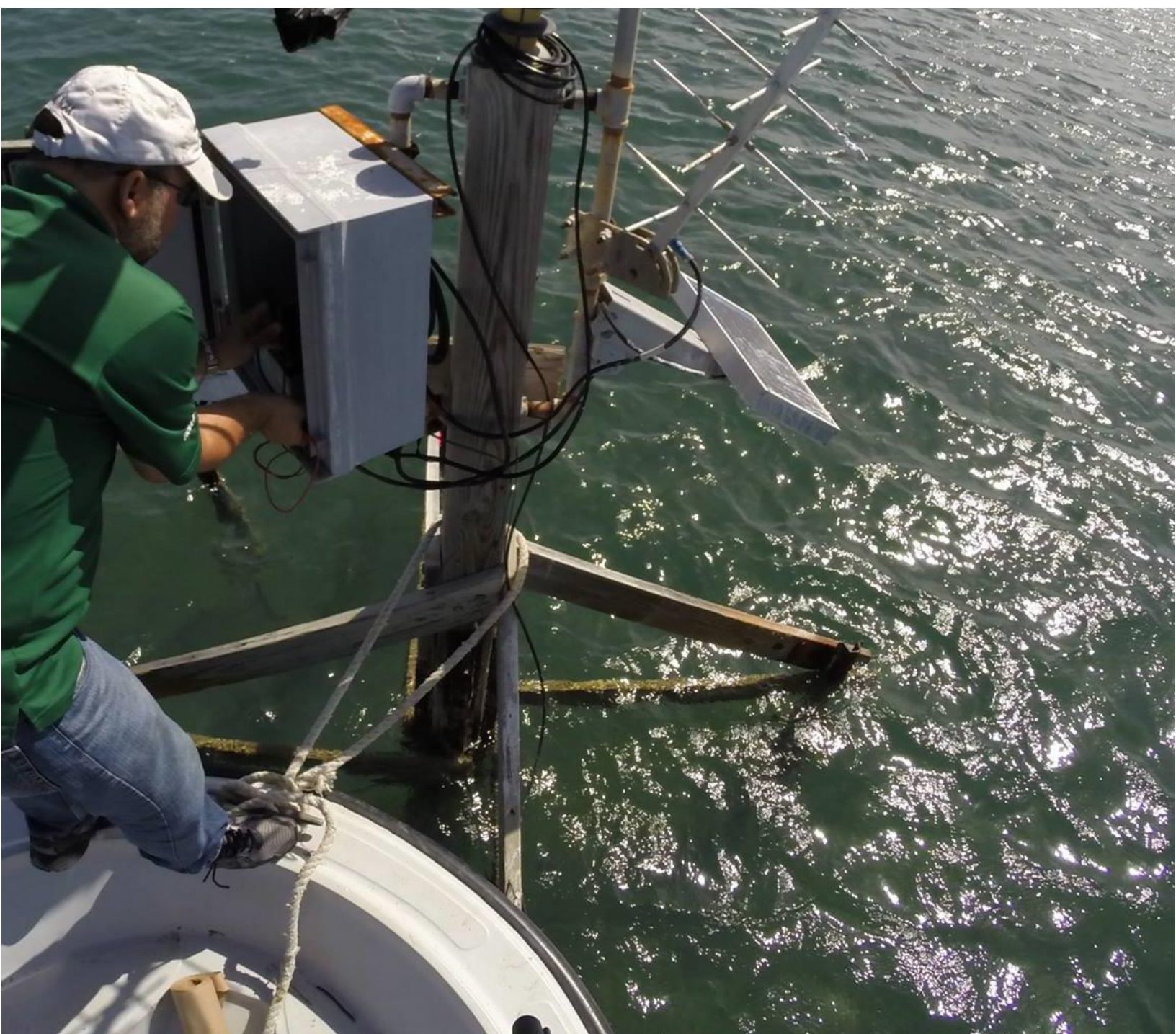
METAS				
Fortalecer la protección y el manejo de JBNERR para fomentar la conservación, la investigación y la educación sobre los estuarios	1			
Aumentar el uso del conocimiento científico generado en la Reserva para abordar asuntos de manejo costero prioritarios	2			
Mejorar la alfabetización ambiental de los ciudadanos, aumentando su capacidad y disposición para tomar decisiones informadas y acciones responsables al interactuar con los ecosistemas asociados a los corales	3			
Mejorar el entendimiento sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas entre los responsables de la toma de decisiones y las comunidades, y proveerles el conocimiento y las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas para la adaptación	4			
Mejorar la capacidad administrativa y la infraestructura de JBNERR para atender los retos administrativos y de las áreas programáticas de investigación, educación, y adiestramiento costero	5			

OBJETIVOS				
Programa de Investigación y Monitoreo				
1. Llevar a cabo investigaciones para mejorar el conocimiento sobre los cambios hidrológicos de la Reserva y las dinámicas estuarinas; los efectos del cambio climático y la mitigación; y las dinámicas sociales	1	2	3	4
2. Aumentar la disponibilidad y accesibilidad de los datos científicos, los hallazgos de las investigaciones y las capacidades de la Reserva para los investigadores, los manejadores de recursos y otras audiencias	1	2	3	4
3. Expandir las iniciativas de monitoreo del SWMP y las que no forman parte del SWMP para incrementar el conocimiento sobre los hábitats clave de la Reserva y sus estresores	1	2	3	4
Programa de Educación				
1. Aumentar la participación de los estudiantes y maestros en la Reserva, mediante la provisión de actividades educativas de calidad y basadas en el lugar	1	2	3	
2. Desarrollar un Programa de Educación para la Acción en la Conservación para aumentar el conocimiento y el compromiso entre los miembros de la comunidad, así como para aumentar la base de voluntarios	1		3	4

OBJETIVOS					
3. Aumentar el número de visitantes que son expuestos a la Reserva como un área de importancia ecológica e histórica, y como herramienta de aprendizaje para la resiliencia de la comunidad	1	2	3	4	
4. Evaluar la efectividad y satisfacción de los participantes de cada actividad del Programa de Educación	1	2	3	4	
Programa de Adiestramiento Costero					
1. Mejorar las capacidades de los responsables de la toma de decisiones para proteger y mejorar los recursos costeros efectivamente	1	2	3	4	
2. Proveer adiestramientos y asistencia técnica a los responsables de la toma de decisiones para aumentar su capacidad de evaluar la vulnerabilidad de las comunidades costeras y desarrollar medidas de adaptación	1	2	3	4	
3. Aumentar la colaboración con los responsables de la toma de decisiones que afectan las costas, que representan al gobierno estatal, federal y organizaciones comunitarias	1	2	3	4	
4. Determinar las necesidades de las audiencias objetivo para el Programa con el fin de continuar proveyendo servicios relevantes	1	2	3	4	
Plan de Administración					
1. Reclutar tres personas para apoyar los esfuerzos de administración y monitoria	1				5
2. Fortalecer las capacidades del personal de JBNERR mediante la provisión de adiestramientos y el desarrollo de planes de trabajo anuales	1				5
3. Adquirir una embarcación para atender las necesidades de los programas de la Reserva	1				5
Plan de Protección de Recursos					
1. Mejorar la aplicación de la ley en la Reserva y su cuenca	1				5
2. Proteger las áreas sensitivas de la Reserva de las perturbaciones antropogénicas	1				5
Plan de Acceso Público y Usuarios					
1. Establecer una base de referencia para desarrollar las medidas necesarias de control de visitantes	1				5
2. Ampliar y mejorar las veredas que conectan las áreas de interés en la Reserva	1				5
Plan de Desarrollo y Mejora de Instalaciones					
1. Renovar y mejorar las estructuras existentes y adquirir las herramientas necesarias para atender las necesidades de educación y adiestramiento en la Reserva	1	2	3	4	5
2. Renovar y mejorar las estructuras existentes para atender las necesidades de las áreas programáticas de administración e investigación en la Reserva	1				5
Plan de Adquisiciones					
1. Adquirir dos propiedades para apoyar las áreas programáticas y expandir los corredores para la vida silvestre	1				
2. Diversificar las fuentes de fondos y los socios para las adquisiciones futuras	1				
3. Modificar los límites de la Reserva para incluir los terrenos adquiridos, las delimitaciones aclaradas y la Bahía de Jobos propiamente	1				
Plan de Restauración					
1. Llevar a cabo proyectos de mejoramiento de hábitats para beneficiar a las poblaciones de aves residentes y migratorias	1				



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN & MONITOREO



5 Programa de Investigación y Monitoreo

5.1 Programa de Investigación y Monitoreo

La misión del Sistema Nacional de Reserva de Investigación Estuarina dispone que las reservas son protegidas y administradas para brindar oportunidades de investigación a largo plazo. La investigación en cada reserva está diseñada para cumplir con las siguientes metas del Sistema de Reservas definidos en la reglamentación (15 C.F.R Parte 921 (b)):

- | Abordar los problemas de manejo costero identificados como significativos a través de investigaciones estuarinas coordinadas dentro del sistema;
- | Promover el uso federal, estatal, público y privado de una o más reservas dentro del sistema cuando dichas entidades realicen investigaciones estuarinas;
- | Realizar y coordinar investigaciones estuarinas dentro del sistema, reunir y poner a disposición la información necesaria para mejorar la comprensión y el manejo de las áreas estuarinas.

Para sustentar estas metas del sistema, el Plan Estratégico del Sistema de Reservas 2017-2022 establece los siguientes objetivos de investigación:

- | El sistema de reservas mantendrá y ampliará el monitoreo de los parámetros biofísicos y socioeconómicos relevantes y emergentes, aumentando su capacidad para rastrear los efectos de los cambios en el uso de terrenos, el desarrollo costero y el clima.
- | Las reservas y los investigadores costeros aumentarán su investigación colaborativa para atender las necesidades de los responsables de tomar decisiones y de las partes interesadas.
- | Las audiencias científicas, de manejo y educativas conocerán y utilizarán con efectividad la investigación, los datos y los productos de la Reserva para comprender los efectos del cambio climático y de los usos de terrenos en los estuarios, los servicios de los ecosistemas y el bienestar humano.

Los programas de investigación y monitoreo del Sistema de Reservas proporcionan la base científica para abordar los desafíos del manejo costero. Las actividades asociadas proporcionan información valiosa sobre los recursos estuarinos para aumentar la

comprensión y la conciencia de su importancia para una variedad de audiencias, incluyendo científicos, manejadores de recursos, educadores y el público en general.

Programas de Investigación del Sistema de Reservas

Actualmente, hay un esfuerzo enfocado en financiar la investigación estuarina en el Sistema de la Reserva. El *Colaborativo Científico del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina*, es una colaboración entre la NOAA y la Universidad de Michigan (al momento de redactar este plan). Este es un programa que se centra en la integración de la ciencia en el manejo de los recursos naturales costeros. Administrado actualmente a través de la Universidad de Michigan, el programa integra y aplica los principios de investigación colaborativa, la transferencia de información y tecnología, la educación posgraduada y el manejo adaptativo, con el objetivo de desarrollar y aplicar herramientas científicas para detectar, prevenir y revertir los impactos de la contaminación costera y la degradación de hábitats ante el cambio climático. El programa está diseñado para mejorar la capacidad del Sistema de Reservas de apoyar las decisiones relacionadas con los recursos costeros a través de enfoques de colaboración, con el fin de involucrar a las personas que generan ciencia y tecnología con quienes la necesitan. Al hacerlo, esta colaboración busca hacer que el proceso de vincular la ciencia con las decisiones, prácticas y políticas de manejo costero sea más eficiente, oportuno y efectivo, se compartan mejores prácticas y ejemplos de cómo hacerlo.

Programa de Monitoreo del Sistema de Reservas

El Programa de Monitoreo del Sistema de Reservas (*System-Wide Monitoring Program* o SWMP) proporciona datos estandarizados sobre las tendencias ambientales estuarinas a nivel nacional, al mismo tiempo que provee la flexibilidad para evaluar asuntos de manejo costero de interés regional o local. El mismo se guía por el Plan del Sistema de Reservas para el SWMP. La misión principal del programa de monitoreo es desarrollar medidas cuantitativas de la variabilidad a corto plazo y los cambios a largo plazo en la calidad del agua, los sistemas biológicos y las características de uso y cobertura de los estuarios y ecosistemas estuarinos, con el fin de informar sobre el manejo eficiente de la zona costera. El programa está diseñado para realzar el valor y la visión de las reservas como un sistema de referencia nacional y se enfoca en tres características del ecosistema:

1. Características abióticas: Las mediciones abióticas están respaldadas por parámetros, enfoques y protocolos estándar que describen el entorno físico, incluidos los parámetros meteorológicos de calidad del agua, hidrológicos y de sedimentos. El programa de monitoreo actualmente provee datos sobre la temperatura del agua, la conductividad específica, el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto, presión, pH, turbidez, salinidad, concentración de oxígeno

disuelto y profundidad. Los datos meteorológicos incluyen temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica, velocidad del viento, dirección del viento, precipitación y Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR, por sus siglas en inglés). Además, el programa recolecta muestras mensuales de nutrientes y clorofila y muestras mensuales en una estación de registro de datos de SWMP. Los datos son compatibles con el Comité Federal de Datos Geográficos y están disponibles a través de la Oficina de Manejo de Datos Centralizados del Sistema de Reservas (CDMO por sus siglas en inglés).

2. Características bióticas: En la medida que se disponga de fondos, las reservas se centran en el monitoreo de los hábitats y la biodiversidad.
3. Cuenca y la clasificación de los usos de terrenos: El Sistema de Reservas está examinando el vínculo entre los usos de terrenos en la cuenca y la calidad del hábitat costero, mediante el monitoreo y la evaluación de los cambios en los hábitats costeros y el uso/cobertura de terrenos en las cuencas. Este elemento se guía por el Plan para Cartografiar Hábitats y Cambios del Sistema de Reservas.

Basándose en estos elementos fundamentales, el Sistema de Reservas está implementando una red de lugares de referencia (*sentinel site*) con el fin de responder a preguntas específicas basadas en hipótesis relacionadas con los factores que causan los cambios de hábitat. Un Módulo del SWMP provee el paquete de protocolos necesarios para atender las preguntas específicas. El primer módulo del lugar de referencia implementado por la mayoría de las reservas afectadas por el aumento del nivel del mar se conoce como el Módulo de Aplicación de Lugar de Referencia- 1 (Sentinel Site Application Module – 1 o SSAM-1). De acuerdo con el Documento Guía de Lugares de Referencia del Sistema de Reservas, revisado en 2016, el SSAM-1 evalúa los impactos de los cambios en el nivel del mar en un contexto local y la inundación en las comunidades vegetativas (humedales, manglares y vegetación acuática sumergida). El módulo SSAM-1 incluye mediciones de los cambios relativos en la elevación de los sedimentos en los humedales, el monitoreo químico del agua capilar a lo largo de transectos de monitoreo de la vegetación y vincula su infraestructura SWMP a una red de infraestructura espacial especializada para permitir la medición precisa de cambios locales en el nivel del mar y las respuestas vegetativas. El Sistema de la Reserva está trabajando en colaboración con el National Geodetic Survey (NGS por sus siglas en inglés) de NOAA y con el Centro de Productos Oceanográficos Operacionales para apoyar el desarrollo de este módulo de lugar de referencia.

5.2 Contexto, capacidades y ejecución del Programa

El Programa de Investigación y Monitoreo de JBNERR se enfoca en proveer datos abundantes para apoyar y atraer investigaciones que exploren las interacciones entre

las cuencas hidrográficas y las fuerzas oceánicas y climáticas en los corales y los ambientes asociados. El Programa apoya la ciencia mediante la implementación de programas de monitoreo biológico y de calidad del agua a largo plazo. El mismo apoya a investigadores visitantes, asesora a investigadores graduados y profesionales académicos y crea alianzas con otros programas universitarios y gubernamentales.

El Programa, enfocado en abordar los temas prioritarios de la Reserva y a través de la integración con otros programas, incorpora la cuenca hidrográfica, la Bahía de Jobos y los ambientes costeros en un enfoque "de la montaña al mar". La audiencia de este Programa incluye estudiantes universitarios, estudiantes graduados y la academia en Puerto Rico, universidades de EE.UU. y el Caribe, así como investigadores independientes.

Logros del Programa

El Programa ha tenido logros importantes durante este periodo de manejo, relacionado con la investigación y el monitoreo en la Reserva y su cuenca. Además de aumentar el conocimiento sobre la Reserva y los ecosistemas de la cuenca y su estado, los avances incluyen la instalación de los equipos necesarios para fortalecer el Programa y la integración de los estudiantes en la investigación, como se describe a continuación.

Avances en investigaciones llevadas a cabo en la Reserva y su cuenca

- | El Programa de Evaluación de los Efectos de la Conservación (CEAP) 2007-2009 -
El propósito del proyecto fue determinar los efectos ambientales que las prácticas de conservación agrícola pueden tener en las aguas costeras y los hábitats asociados a un ecosistema tropical y, en última instancia, en los arrecifes de coral. Los productos desarrollados como parte del proyecto incluyen imágenes de alta resolución, que incluyen imágenes LIDAR de la cuenca de la Reserva y batimetría. El proyecto fue desarrollado a través de una colaboración entre entidades federales y de Puerto Rico: USDA, NOAA y JBNERR-DRNA. Entre los colaboradores se encuentran el USFWS, el USGS, el Servicio de Extensión Agrícola de Puerto Rico, la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (JCA), la ATPR, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez (UPRM) y PRSGP del UPRM. Los resultados están disponibles en: http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/technical/nra/ceap/ws/?cid=nrcs143_014129#jobos]/
- | Evaluación base de contaminantes y recursos ecológicos en la Bahía de Jobos, Puerto Rico, 2011. Como parte del CEAP, se desarrolló una evaluación ambiental de referencia de la Bahía de Jobos y ecosistemas marinos adyacentes. La misma documentó la distribución y la condición de los hábitats, los nutrientes, contaminantes, los peces y las comunidades benthicas. El objetivo del proyecto era establecer un programa colaborativo de investigación y monitoreo a largo

plazo para la Bahía, con el fin de desarrollar un manejo colectivo de la cuenca hidrográfica y los arrecifes de coral y desarrollar opciones de conservación. Fue desarrollado a través de una asociación entre los Centros Nacionales para la Ciencia Oceánica Costera (NCCOS) de NOAA y el USDA. Los resultados están disponibles en: <https://coastalscience.noaa.gov/projects/detail?key=99>.

- | Evaluación del estado del acuífero. El USGS publicó dos informes importantes: *Los efectos en los cambios en las prácticas de irrigación y el desarrollo en el acuífero en las descargas de aguas subterráneas a la Reserva Nacional de Investigación Estuarina cerca de Salinas, Puerto Rico*, publicado en el 2010, y el de "Condiciones hidrológicas en el acuífero de la costa Sur, Puerto Rico 2010-15", publicado en 2016.
- | Inventario detallado de usos de terrenos y hábitats, de la cuenca de la Reserva Nacional Estuarina de Bahía de Jobos, 2012. El proyecto tuvo dos objetivos: desarrollar una clasificación detallada de los hábitats de JBNERR utilizando el esquema de clasificación del Programa de Evaluación de Cambio Costero de la NOAA (C-CAP) y (2) reclasificar los usos de terrenos de la cuenca de JBNERR realizado en 2002, usando las categorías desarrolladas por el Esquema de Clasificación del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina (NERRSCS, por sus siglas en inglés). El uso general/cobertura del terreno, incluyendo los terrenos impermeabilizados para 2002-2012, fueron desarrollados para JBNERR y su cuenca. Este inventario se desarrolló en coordinación con PRWRERI. Los productos incluyeron un informe y datos de ArcGIS. Los resultados están disponibles en:
http://geodec.com/jbner2012/JBNERR_Final_Report2012.html
- | Informe de análisis de series de datos temporales del SWMP, realizado por el Sistema Integrado de Observación Costera Oceánica para el Caribe (CariCOOS), 2015. El informe incluye el análisis estadístico de la calidad del agua y series de datos meteorológicos. Esto permitirá a los investigadores visualizar y comparar mediciones reales con rangos y valores promedio. El siguiente paso es verificar los datos del CDMO para depurar las medidas previas de QA / QC.

Los avances en este Programa también incluyen la instalación de los siguientes instrumentos para fortalecer la investigación y el monitoreo:

- | Estudio Geodésico Nacional (NGS) de la NOAA – En el año 2007, el NGS comenzó a planificar un proyecto para establecer un nuevo dato vertical para Puerto Rico, vinculando los puntos de referencia locales a los datos de las mareas y a las Estaciones de Referencia de Operaciones Continuas (CORS, por sus siglas en

inglés). El propósito era aumentar la precisión vertical de todos los puntos de referencia de una resolución vertical de 3 metros a una precisión vertical de 2-5 centímetros. Se implementó una red de control vertical local que permite un nivel de precisión milimétrico dentro de la red. Se planifica establecer un nivel de marea en la Reserva utilizando los registros de datos del SWMP. Esto permitirá a la Reserva monitorear aún más los cambios en el nivel del mar en las estaciones de SWMP y en los manglares del interior como parte del Proyecto Lugar de Referencia (Sentinel Site).

- | Red inalámbrica: En el 2009, el NERRS proporcionó fondos para desarrollar una red inalámbrica dentro de la Reserva para suministrar datos en tiempo real y casi real a través de la Internet, complementarios al sistema de telemetría SWMP. Se han instalado antenas inalámbricas en áreas estratégicas, cerca del Centro de Visitantes, la antigua estación de tren y el área de los muelles, para ser utilizadas en programas de investigación, educación y adiestramiento costero.

Investigaciones de estudiantes graduados

El Programa de Becas para la Investigación Graduada (GRF por sus siglas en inglés) estuvo en vigor desde el año 2000 hasta el 2011. Durante ese período, la Reserva albergó 11 participantes y recibió 19 propuestas de nueve universidades de Puerto Rico y EE. UU. El Apéndice 6 presenta la lista de proyectos de investigación realizadas en JBNERR, organizados en cinco temas prioritarios de investigación.

Desde que culminó la subvención del GRF, la Reserva ha tenido estudiantes trabajando en proyectos de maestría y doctorados. Dos estudiantes de bachillerato fueron aceptados para apoyar con el SWMP y el monitoreo de los piezómetros. Los estudiantes también pueden desarrollar sus propios proyectos de investigación. También ha habido estudiantes de internado representado el Programa de Becas Hollings de NOAA, e igualmente, estudiantes de universidades locales y de EE.UU. han venido a realizar investigaciones en la Reserva.

Para promover la investigación a nivel graduado, los coordinadores de Investigación y de Manejo trabajan juntos para promover la Reserva como un lugar de investigación. Este esfuerzo se conoce como el "Road Trip Initiative" y se conceptualizó con el Comité Asesor de Investigación. Uno de los propósitos es atraer a nuevos estudiantes para que trabajen sus tesis de maestría o doctorado en JBNERR. Ambos coordinadores han visitado universidades locales para presentar las oportunidades de investigación y voluntariado bajo ambos programas. En la actualidad, profesores y estudiantes han expresado interés en colaborar.



Coordinadores de Investigación y Manejo presentan oportunidades de investigación y colaboración en la Reserva para estudiantes graduados y sub-graduados

Proyectos continuos de monitoreo

Programa de Monitoreo del Sistema de Reservas (SWMP)

Desde el año 1995, en JBNERR se ha implementado el SWMP de acuerdo con los protocolos del NERRS, lo que continuará como un elemento fundamental del manejo de la Reserva. A través de SWMP, las Reservas proveen datos de monitoreo ambiental a largo plazo sobre elementos abióticos, bióticos y de hábitat, los cuales pueden ser utilizados para atender problemas de manejo. En la actualidad, a través del SWMP, la Reserva monitorea parámetros meteorológicos y parámetros de calidad del agua que incluyen: abióticos, nutrientes y clorofila.

- | **Calidad del agua-** La Reserva recopila datos sobre temperatura, conductividad, salinidad, turbidez, oxígeno disuelto, pH, profundidad y clorofila en cuatro lugares dentro de la Reserva. Estos son: Mar Negro - Costa Interior (Estación # 9); Mar Negro - Costa Exterior (Estación # 10); interior de la Bahía de Jobos (Estación # 19); y Cayos Caribe (Estación # 20) (Vea la Figura 22).

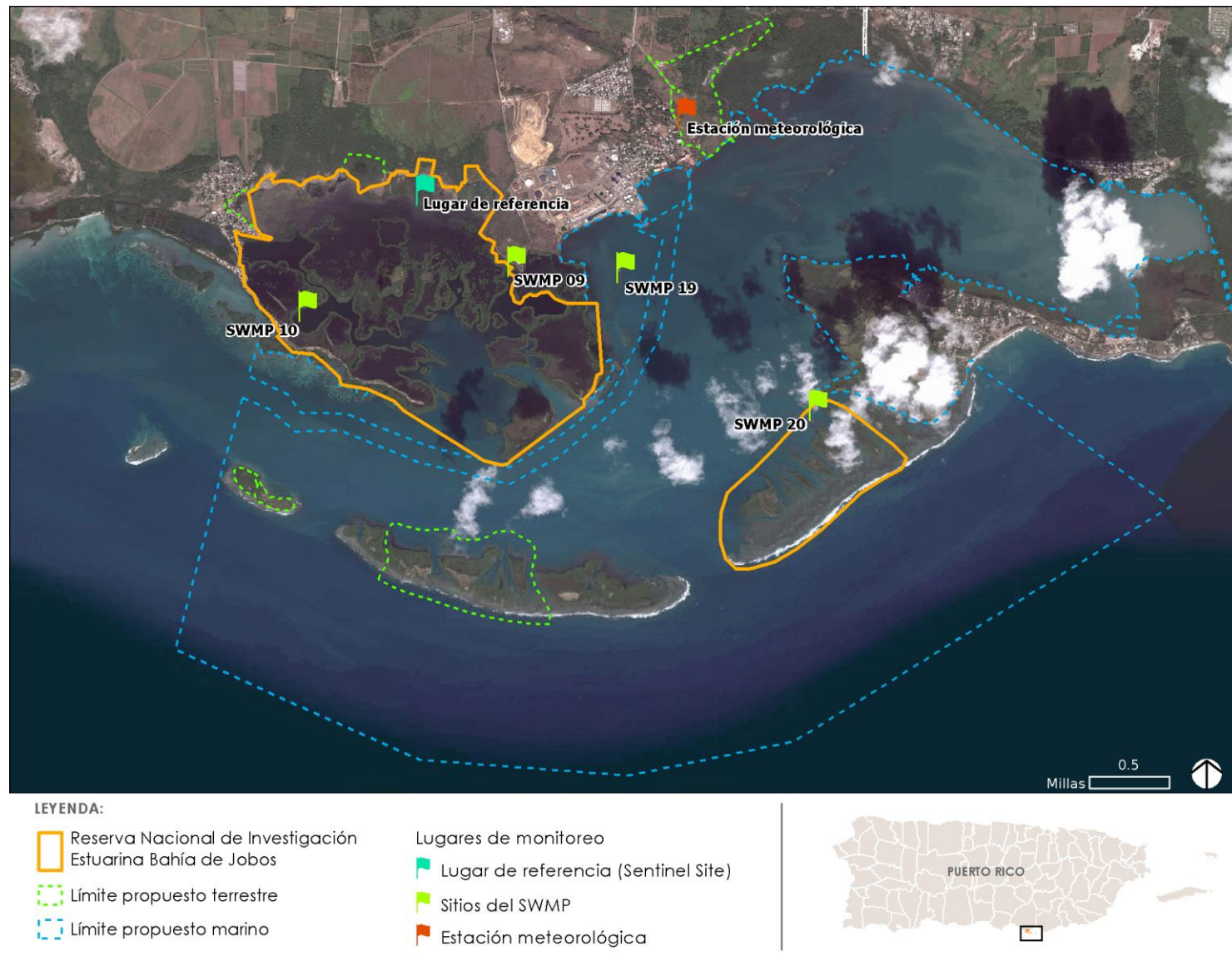
El registro de datos de la estación 20 transmite los datos en tiempo casi real cada hora a través del Satélite Geoestacionario Operacional Ambiental (GOES) de la NOAA, como parte del Sistema Integrado de Observación Oceánica (IOOS). La Reserva recolecta muestras mensuales en los cuatro registros de datos de SWMP, y muestras diarias de nutrientes en el registro de datos de la Estación 9. La selección de la ubicación de los registros de datos permite monitorear las actividades costeras, incluyendo la agricultura en terrenos adyacentes, las plantas termoeléctricas y la influencia de las cuencas hidrográficas. Las áreas donde se ubican los registros de datos también se utilizan para el muestreo de nutrientes, lo que permite complementar los datos abióticos. El análisis de nutrientes es llevado a cabo por el Instituto de Ciencias Marinas de Virginia (VIMS, por sus siglas en inglés) a través de un contrato con el DRNA. Todos los datos de QA/QC son procesados antes de ser entregados al CDMO.

Además, en JBNERR se han instalado equipos de telemetría de CariCOOS en una de las estaciones SWMP para la transmisión de parámetros de calidad del agua en tiempo casi real.

- | **Datos climáticos-** En 2001 se estableció una estación meteorológica de monitoreo a largo plazo ubicada en el Centro de Visitantes, como parte del SWMP. El objetivo principal es registrar datos meteorológicos a largo plazo que permitan rastrear cambios en las condiciones que puedan asociarse con cambios en los hábitats estuarinos.

Esta estación meteorológica se encuentra a 0.40 km de la costa de la Bahía de Jobos y registra datos e información sobre las condiciones que afectan al estuario. La estación está diseñada para evaluar los cambios relativos del clima en las dinámicas costeras. Además, la estación captura información sobre los aportes de la cuenca, que afectan la hidrodinámica, la dinámica de los nutrientes y otros procesos ecológicos dentro del estuario. Los datos de condiciones atmosféricas se utilizan como referencia para los proyectos de investigación en la Reserva y para otros proyectos de monitoreo ambiental a corto y largo plazo. La estación recoge los datos que se integran en intervalos de 15 minutos. Los datos se transmiten casi en tiempo real cada hora a través del satélite NOAA GOES, como parte del IOOS.

Figura 22. Estaciones de monitoreo en JBNERR



Lugar de referencia (*sentinel site*)

En JBNERR se ha iniciado el proceso para establecer el programa de monitoreo con un lugar de referencia (también conocido como SSAM-1), que proporciona la información necesaria para entender los impactos del cambio del nivel del mar en los ecosistemas y comunidades costeras de la Reserva. JBNERR será el único lugar de referencia representativo de la región biogeográfica de las Indias Occidentales.

La Reserva preparó y envió a NOAA el Plan Final del Lugar de Referencia en la primavera de 2016, y está trabajando en la versión final. Para comenzar a implementar dicho Plan, la Reserva ha adquirido los instrumentos necesarios y se contrató un agrimensor para instalar y examinar tres instrumentos para medir los cambios relativos en los niveles de los sedimentos en los humedales (*Surface Elevation Table* o SETs por sus siglas en inglés). La implementación continua de este lugar de referencia será una prioridad para los próximos cinco años.

Según el Plan, los resultados esperados a largo plazo son: (1) comprender la interrelación de los cambios en el balance hídrico y el aumento del nivel del mar y sus impactos en los manglares; (2) monitorear los cambios en la calidad del agua que resultarán del aumento en el nivel del mar, así como otros efectos del cambio climático en el nivel del agua y sus impactos sobre la vegetación costera y los recursos de agua dulce; y (3) cambios en el nivel del agua en relación con eventos de tormentas episódicas y predicciones de crecidas e inundaciones.

El Programa de Investigación y Monitoreo del Lugar de Referencia propone monitorear la composición, estructura y condición de los siguientes hábitats clave:

- | Manglares: Son de vital importancia como áreas de viveros de peces y mariscos de importancia comercial y recreativa. El tipo de bosque de mangle costero que se encuentra en la Reserva está fuertemente influenciado por las entradas de agua dulce. Este sistema se utilizará como un indicador para monitorear la alteración de los insumos de agua dulce de la cuenca, así como los efectos del aumento en el nivel del mar, mediante el monitoreo de parámetros como el diámetro a la altura del pecho (DBH, por sus siglas en inglés), cobertura de dosel, hojarasca y la tasa de crecimiento.
- | Bosques secos: Los bosques secos de la Reserva apoyan una gran diversidad de insectos y aves. Dada la limitada huella de esta importante comunidad, la Reserva planifica monitorear la salud de estos bosques, usando parámetros tales como DBH, cobertura de dosel, hojarasca y la tasa de crecimiento.
- | Vegetación acuática sumergida (SAV por sus siglas en inglés): La presencia y la salud de la SAV en forma de praderas de yerbas marinas y de algas, está

fuertemente influenciada por la calidad del agua. Los sedimentos suspendidos bloquean la luz necesaria para la fotosíntesis y pueden fácilmente estresar estos hábitats vitales. Estos sistemas se utilizarán como indicadores de la degradación de la calidad del agua y el aumento del nivel del mar, mediante el monitoreo de parámetros como la diversidad, la densidad, la biomasa y la tasa de crecimiento. Los protocolos adoptados para el monitoreo de SAV serán consistentes con los desarrollados por Moore et al. (2009). El primer programa de monitoreo de SAV comenzó en enero de 2017 con estudiantes de la UPR, Recinto de Río Piedras.

Monitoreo No-SWMP

Otros esfuerzos de monitoreo llevados a cabo en la Reserva incluyen:

- | Monitoreo del agua capilar intersticial en Mar Negro: Se monitorea para detectar fluctuaciones en las concentraciones de salinidad en un bosque costero secundario y en un área de manglar afectada por una mortandad masiva de individuos. Se recopilan parámetros abióticos, tales como los nutrientes y la conductividad.
- | El monitoreo de la laguna interior de Placeres Majaguas. Este lugar es visitado cada dos semanas en un esfuerzo por monitorear el agua superficial de las lagunas costeras hacia el área de Mar Negro. Esta laguna es candidata para un futuro proyecto de restauración hidrológica. Durante los años previos, los valores de salinidad en esta estación mostraron influencias de agua dulce. En los últimos años, el régimen de salinidad ha sido más fuerte debido a una menor precipitación en la cuenca. Esto puede ser indicativo de una influencia menor de escorrentías y la baja recarga del acuífero. El Coordinador de Investigación planifica continuar monitoreando esta estación.
- | La Reserva comenzó un proyecto piloto de monitoreo del plancton en 2013. El Coordinador de Investigación lideró la recolección de plancton en la Reserva y el análisis fue realizado bajo un contrato con el Laboratorio de Ciencias Marinas-UPRM. El programa de monitoreo fue suspendido en 2014 debido a la falta de fondos. Este estudio piloto caracterizó los componentes primarios de la bahía, estableció datos de referencia y se utilizó para desarrollar una estrategia de monitoreo a largo plazo que será implementada durante este período de manejo.

Capacidades del Programa de Investigación

Personal

El Programa es manejado por un Coordinador de Investigación con el apoyo de un Técnico de Laboratorio (químico), quien es responsable de la adquisición y procesamiento de datos. El Coordinador desarrolla la visión a largo plazo para el Programa y supervisa todos los aspectos de la investigación y el monitoreo, incluyendo la coordinación con los investigadores que trabajan en la Reserva. El Coordinador también apoya otras áreas programáticas de la Reserva proporcionando charlas y adiestramientos, así como cualquier otro manejo necesario.

El Técnico de Laboratorio recopila, mantiene y envía los datos abióticos asociados con el Programa SWMP, incluyendo el mantenimiento del registro de datos y la administración de la base de datos. Además, el técnico administra el espacio de laboratorio y el equipo utilizado por el personal, los estudiantes de postgrado y los investigadores visitantes. También analiza las muestras recolectadas por demás proyectos de monitoreo de agua.

Instalaciones y equipo

La Reserva tiene un laboratorio de investigación para el personal; dormitorios que han sido ampliados para proporcionar más habitaciones; un laboratorio para estudiantes e investigadores visitantes y una sala de estar, y espacio de oficinas para apoyar al personal de la Reserva. Los vehículos y equipo incluyen: un bote Boston Whaler de 22' para ser usado en investigaciones, un dron, una estación meteorológica y ocho instrumentos de calidad de agua YSI EXO multiparamétricos.

Además, la Reserva ha mejorado sus capacidades en Internet, lo que tendrá importantes beneficios para el Programa, en particular la difusión de datos y el intercambio de información con los investigadores. Se ha adquirido e instalado un servidor con el fin de aumentar la velocidad de internet y garantizar que la red inalámbrica recientemente instalada funcione correctamente. La red inalámbrica es una herramienta esencial para compartir datos con investigadores en cualquier lugar del mundo y será valiosa para facilitar asociaciones futuras con investigadores y universidades.

La biblioteca del Centro de Visitantes proporciona acceso a las investigaciones realizadas en la Reserva, así como datos de monitoreo. Incluye todas las publicaciones de investigación, incluyendo aquellas revisadas por pares; informes técnicos; tesis y disertaciones.

Socios

El Programa trabaja en estrecha colaboración con su Comité Asesor de Investigación, que proporciona orientación sobre investigaciones, monitoreo, restauración e iniciativas científicas dentro de la Reserva y su cuenca. Este Comité ha participado activamente en la revisión de este plan de manejo y los miembros han aportado su opinión sobre las necesidades y prioridades de investigación. El Comité se reúne al menos dos veces al año o según sea necesario. Está compuesto por representantes de las siguientes entidades:

Tabla 5. Comité Asesor de Investigación

Agencias Federales	<ul style="list-style-type: none">• USDA-Instituto Internacional de Dasonomía Tropical• USFWS-Programa Costero• USGS- División de Recursos Hídricos
Agencias del gobierno de Puerto Rico	<ul style="list-style-type: none">• DRNA- Oficina del Programa de Zona Costanera y Cambios Climáticos• Negociado de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Servicios Forestales - Dr. Ricardo Colón, Coordinador de tres reservas naturales en el noreste de Puerto Rico y colaborador en el Proyecto "Lugar de Referencia")
Universidades	<ul style="list-style-type: none">• UPR, Recinto de Río Piedras (Centro de Ecología Tropical Aplicada y Conservación)• UPR, Recinto de Ciencias Médicas, Escuela de Salud Pública• UPR Departamento de Ingeniería en Computadoras, (Centro de Ciencias Marinas)• Universidad del Turabo
Asociaciones	<ul style="list-style-type: none">• CariCOOS, Inc.
Individuos	<ul style="list-style-type: none">• Jesús Rodríguez (Retirado del USGS)

Un Memorando de Entendimiento firmado en abril de 2016 por el DRNA y CariCOOS refuerza la colaboración entre este último y el Programa de Investigación. El propósito de este memorando es establecer procedimientos para planificar y llevar a cabo esfuerzos de cooperación, incluyendo apoyo con el suministro de datos, análisis de datos e instrumentación. Esto permitirá a los usuarios descubrir y utilizar la vasta y creciente cantidad de datos disponible en JBNERR.

La Reserva también colabora con universidades y programas nacionales para desarrollar oportunidades de investigación y prácticas de estudiantes. El Coordinador continúa realizando esfuerzos para reclutar estudiantes graduados de las universidades

locales para apoyar las iniciativas de monitoreo biológico y de calidad del agua en la Reserva.

Ejecución del Programa de Investigación

Las actividades de investigación y monitoreo de la Reserva se guían por el "Plan Nacional de Investigación y Monitoreo del Sistema de Reserva de Investigación Estuarinas 2012-2017", el cual identifica metas, prioridades y estrategias de implementación. A su vez, la Reserva ha desarrollado objetivos complementarios y acciones que buscan ampliar el conocimiento, difundir e incrementar el acceso a la información, y fortalecer las iniciativas de monitoreo.

El Programa de Investigación ayudará a asegurar la disponibilidad de información científica que tenga consistencia con las demás reservas del sistema y utilidad para los manejadores y el público involucrado en la protección o mejoramiento de los ecosistemas costeros. Los resultados del Programa apoyarán a los manejadores de áreas naturales protegidas del DRNA y a los responsables de tomar decisiones, en abordar problemas complejos de manejo costero. En la Reserva, la investigación y el monitoreo son el fundamento para el desarrollo de medidas de manejo, y proveen la base para los esfuerzos programáticos de Educación y CTP.

Un área prioritaria de investigación durante el próximo período de manejo es comprender mejor los impactos potenciales del cambio climático en los ecosistemas costeros. Mediante iniciativas de investigación y monitoreo, la audiencia del programa aumentará su comprensión sobre cómo el clima y otros estresores naturales y antropogénicos afectan los ecosistemas costeros de la Reserva y del Caribe en general. Con este fin y en conformidad con las medidas de desempeño de la Sección 312, por lo menos un lugar de referencia completo (SSAM-1) estará completo en el 2017. La Reserva también planifica continuar expandiendo el SWMP para incluir el monitoreo de parámetros bióticos y abióticos adicionales. La Reserva llevará a cabo iniciativas complementarias de investigación y monitoreo para conocer más sobre la hidrología y la calidad del agua en la Reserva y para llenar los vacíos de conocimiento sobre especies y hábitats importantes, pero poco estudiados.

La Reserva reconoce la importancia de contar con protocolos de monitoreo de todo el sistema, así como asegurar el monitoreo de sus ecosistemas que son únicos dentro del sistema de reservas. La implementación de este programa de monitoreo utilizará protocolos estándar adoptados por el SWMP, el Programa de Corales de la NOAA y otros protocolos de muestreo acordados a nivel regional, nacional e internacional para asegurar que los esfuerzos de la Reserva se integren con iniciativas de monitoreo más amplias. Todos los protocolos no medulares por utilizar serán sometidos al comité de orientación de SWMP de NERRS, para su aprobación e inclusión en la "caja de

herramientas" del protocolo de SWMP. El monitoreo biológico se llevará a cabo con rigor y estándares de control de calidad. Además, considerando los limitados recursos humanos y financieros, el personal de la Reserva explorará el mejor uso posible de la tecnología disponible y las alianzas para llevar a cabo el monitoreo de manera efectiva.

La Reserva también solicitará participar en el Colaborativo Científico del Sistema de Reservas (*NERRS Science Collaborative*), que es un programa que vincula a los responsables de la toma de decisiones con la investigación y aplica la ciencia y la tecnología a la zona costera. El Programa de Investigación integrará y aplicará los principios de la investigación colaborativa, la educación post-secundaria y el manejo adaptativo, con el objetivo de desarrollar y aplicar herramientas científicas para detectar, prevenir y revertir en la medida de lo posible los impactos de los estresores antropogénicos en el contexto de cambio climático. Las asociaciones establecidas a través del Comité Asesor de Investigación y la experiencia de los miembros del Comité serán factores importantes para ayudar a desarrollar un programa integral de investigación y monitoreo. Con el fin de ampliar su red de colaboración, la Reserva planifica asociarse con universidades, y buscar ser miembro de organizaciones de investigación y asociaciones importantes.

5.3 Necesidad y oportunidades de investigación

Las necesidades y oportunidades de investigación se identificaron en coordinación con el Comité Asesor de Investigación e incluyen:

Necesidades

- | **Necesidades de personal:** La capacidad del coordinador y el técnico (químico) es limitada lo que dificulta satisfacer las necesidades de investigación y monitoreo de la Reserva. Hay una necesidad de, por lo menos, un técnico adicional a tiempo completo para apoyar y dirigir la implementación de los esfuerzos de monitoreo SWMP. Actualmente, el monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas está limitado por la falta de personal y recursos de apoyo. La Reserva también carece de personal para el seguimiento y la formalización de colaboraciones con profesores y estudiantes que han expresado interés en realizar investigación y monitoreo después de los acercamientos realizados como parte del "Road Trip Initiative". Por tanto, se necesitará personal adicional, alianzas y apoyo continuo de las unidades administrativas del DRNA, lo que representa un reto dado la actual situación fiscal del gobierno de Puerto Rico.
- | **Mejorar el conocimiento sobre la condición hidrológica y la dinámica estuarina de la Reserva:** Otra prioridad es mejorar la comprensión de los recursos hídricos que sustentan los ecosistemas de la Reserva. El USGS ha documentado las

condiciones hidrológicas en el acuífero de la costa Sur desde el año 1958, incluyendo los niveles y la extracción de aguas subterráneas, y la calidad del agua. Sin embargo, no se conoce con certeza los principales componentes que mantienen el balance hídrico, lo que hace necesario un mejor entendimiento para desarrollar opciones para el manejo de las aguas subterráneas.

En la actualidad, no se conoce con certeza el aporte de agua dulce al estuario, ni el balance de agua superficial/subterránea. Se conoce que los cambios en los métodos de irrigación y la reducción de la precipitación a lo largo del tiempo han causado una disminución en la contribución del agua dulce a la Bahía de Jobos desde 1981, cuando la Reserva fue originalmente designada como NERR. Otros factores como el desparrame urbano han reducido la cantidad de superficie permeable en la cuenca, y por consiguiente la cantidad de agua subterránea que llega a la Reserva.

El Comité Asesor de Investigación también identificó la necesidad de conocer la ubicación de los puntos de descarga del acuífero. Conocer la cantidad de agua subterránea que entra en el sistema y los puntos de descarga es importante para desarrollar medidas de manejo, especialmente para especies de interés, como el manatí antillano.

El Comité también identificó la necesidad de comprender la hidrodinámica de las aguas de la Bahía de Jobos, con el fin de vincular la ruta de los contaminantes que afectan los hábitats marinos con sus fuentes potenciales.

- | **Evaluar los efectos del cambio climático con el mayor potencial de afectar la Reserva.** Este plan de manejo revisado incluye una descripción general de los efectos del cambio climático en los ecosistemas de la Reserva. Sin embargo, es importante profundizar el análisis para evaluar los efectos potenciales del cambio climático en los hábitats, especies, infraestructura, usos y usuarios de la Reserva, así como la interrelación con otros estresores naturales y antropogénicos.
- | **Diversificar los temas de investigación para incluir otras disciplinas como las ciencias sociales e históricas.** Tanto el Comité Asesor, como durante el proceso de comentarios públicos, se identificó la necesidad de comprender la relación entre las comunidades costeras y sus ecosistemas circundantes, con el fin de desarrollar esfuerzos de manejo, educación y adiestramiento. Es necesario promover la investigación en diversas disciplinas, como las ciencias sociales, e integrar programas de investigación social, histórica y ambiental y de monitoreo para abordar asuntos de manejo costero.
- | **Difundir la información científica generada en la Reserva.** Existen cuatro factores que hacen necesario y un asunto de alta prioridad, mejorar la disseminación de los datos e información generada en la Reserva: 1) la expansión de los datos

generados en JBNERR desde el último plan de manejo; 2) la necesidad de actualizar el Perfil de la Reserva 3) el interés de las universidades, manejadores y los educadores en trabajar en la Reserva y utilizar los datos para mejorar su trabajo; y 3) la instalación de la red inalámbrica para publicar datos en tiempo real y casi real a través de internet. El Perfil de JBNERR fue completado en el 2002 y parcialmente actualizado en el 2008. Desde entonces, se ha generado una gran cantidad de información, la cual se encuentra dispersa en varios documentos y bases de datos. Por otro lado, la bibliografía y los documentos de investigación están disponibles, pero tienen que ser solicitados en la biblioteca. Tener esta información disponible a través de la página electrónica y en el Perfil de la Reserva, es esencial para promover la investigación futura y para el desarrollo de medidas de manejo específicas.

- | **Desarrollar una estrategia de monitoreo a largo plazo.** Los ecosistemas de la Reserva son únicos dentro del sistema de reservas. Existe la necesidad de monitorear las comunidades vegetativas, la columna de agua, los lodazales, las comunidades de peces e invertebrados, el plancton y las especies clave de la Reserva, así como evaluar los impactos del cambio climático y estresores antropogénicos en los hábitats y las especies.

Oportunidades

- | **Información base existente:** Durante los últimos años, se han realizado progresos significativos con respecto a la información sobre la situación actual de la Reserva. Los productos de los recientes esfuerzos independientes de NCCOS y CEAP proporcionan una línea base de datos abundantes desde la cual se pueden iniciar múltiples proyectos de investigación, monitoreo y desarrollo de modelos.
- | **Alianzas y trabajo voluntario:** En los últimos años, ha aumentado considerablemente el interés en realizar investigaciones en la Reserva, entre las universidades de Puerto Rico y EE.UU. La Reserva es una de las áreas protegidas con mayor abundancia de datos, así como equipos para realizar investigaciones en el Caribe.

El Comité Asesor de Investigación está interesado en explorar oportunidades de colaboración con otras estaciones de investigación y laboratorios existentes en Puerto Rico y el Caribe. Aunque los retos fiscales dificultan la contratación de personal con fondos estatales, la gama de posibles temas de investigación provee la oportunidad de desarrollar una amplia red de alianzas. Las instituciones académicas y los organismos participantes del Comité Asesor de Investigación han demostrado interés en colaborar con el Programa de Investigación. El Programa de Investigación también está bien posicionado para beneficiarse de

un programa de voluntariado que depende en gran medida de la identificación de fondos para contratar a un Coordinador de Voluntarios, según se describe en el Plan Administrativo.

5.4 Objetivos y acciones

Los objetivos del Programa de Investigación y Monitoreo estarán enfocados en: colaborar con el Comité Asesor de Investigación y otros socios de Puerto Rico y el Caribe para expandir el conocimiento, poner la información y los servicios de la Reserva a la disposición de los investigadores, y fortalecer y ampliar los esfuerzos de monitoreo.

Muchas de las acciones fueron identificadas en coordinación con el Comité Asesor. Aunque la implementación de algunas de las acciones tomará más de cinco años, la Reserva planifica iniciar la coordinación requerida, incluyendo la búsqueda de fondos y el establecimiento de alianzas para la implementación.

Objetivo 1. Llevar a cabo investigaciones para mejorar el conocimiento sobre los cambios hidrológicos de la Reserva y las dinámicas estuarinas, los efectos del cambio climático y la mitigación, y las dinámicas sociales

1. Establecer redes de colaboración con las estaciones de investigación existentes en Puerto Rico y el Caribe

La colaboración es esencial para posicionar la Reserva y generar el conocimiento necesario sobre los ecosistemas estuarinos en Puerto Rico y el Caribe. En Puerto Rico, una oportunidad de colaboración fue identificada con la Estación de Campo de Isla Magueyes, administrada por el Departamento de Ciencias del Marinas de la UPRM. Otra oportunidad de colaboración regional fue identificada con la Asociación de Laboratorios Marinos del Caribe (ALMC). La misma se centra en la investigación en las ciencias marinas del Atlántico tropical y el Caribe. Además, sus propósitos están alineados con los de la Reserva, que incluyen: fomentar proyectos de investigación cooperativa, fomentar el intercambio de resultados de investigación y exponer a los estudiantes a los métodos científicos establecidos.

El Coordinador de Investigación auscultara las ofertas y los requisitos de membresía de la ALMC, ya que esto podría ayudar a proyectar la Reserva como un importante socio de investigación en el Caribe. La Reserva también buscará participar en sus talleres y adiestramientos.

2. Convocar investigadores de las ciencias sociales e históricas para discutir necesidades y oportunidades de investigación

La Reserva convocará científicos sociales e históricos que tengan conocimiento de la Reserva para poder identificar: necesidades futuras de investigación, de infraestructura, equipo y materiales de apoyo, así como el potencial de colaboración.

3. Realizar una evaluación de vulnerabilidad al cambio climático para la Reserva

Esta evaluación determinará el alcance y la escala de las futuras actividades de investigación, educación y administración en la Reserva. La coordinación con el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico (PMZCPR) es importante, ya que están llevando a cabo un Plan Comunitario de Adaptación al Cambio Climático para el municipio de Salinas, lo que puede proporcionar información valiosa sobre la vulnerabilidad de las comunidades que rodean la Reserva y su relación con los ecosistemas costeros.

4. Desarrollar mapas de campo para ubicar los puntos de descarga del acuífero, en colaboración con el Comité Asesor de Investigación

El Comité Asesor de Investigación recomendó iniciar este esfuerzo identificando los puntos donde se han observado cambios en la salinidad y analizando los eventos históricos que puedan explicar esos cambios. Hasta la fecha, se ha observado una reducción de la salinidad en las estaciones 19 y 20. Esto podría ser indicativo de un punto de descarga y debería ser monitoreado.

5. Desarrollar un modelo hidrodinámico para la Bahía Jobos en colaboración con CariCOOS

Este modelo: 1) ayudará a definir las corrientes a lo largo de la costa que transportan sedimentos y contaminantes a los arrecifes de coral; 2) vinculará la trayectoria de los contaminantes presentes en la Bahía de Jobos y en los corales mar afuera, a su potencial fuente de origen en la cuenca hidrográfica cercana; 3) servirá como un instrumento que puede ser aplicado en respuesta a posibles derrames de materiales peligrosos producto de las actividades de transporte marítimo y las instalaciones industriales adyacentes; y 4) ayudará en la identificación de los hábitats impactados por la descarga térmica de la planta termoeléctrica, la cual llega por una tubería al centro de la Bahía de Jobos.

El CTP aplicará este modelo para determinar dónde enfocar los esfuerzos de adiestramiento para reducir los impactos de contaminantes y sedimentos de la cuenca adyacente. El Programa de Educación también usará el modelo para producir esfuerzos de alcance específicos. El desarrollo de este modelo podría llevarse a cabo en colaboración con CariCOOS.

6. Desarrollar un modelo hidrológico en la cuenca de JBNERR para definir mejor la contribución de las aguas superficiales y subterráneas al estuario, en colaboración con el Comité Asesor de Investigación

El modelo de flujo de aguas subterráneas desarrollado por el USGS proporciona la línea base para el desarrollo de este modelo hidrológico, tal como se discutió con el Comité Asesor de Investigación. El USGS también recopila los datos de aguas superficiales necesarios para desarrollar este modelo numérico, con el apoyo del personal de la Reserva. El USGS será un importante colaborador en el desarrollo de este modelo.

7. Realizar investigaciones sobre los procesos de carbono azul en JBNERR

Comprender la capacidad de almacenamiento de carbono de la Reserva será una herramienta importante para su protección y la de otros humedales en Puerto Rico. La investigación de procesos de carbono azul ayudará a comprender cómo los humedales almacenan y secuestran carbono para mitigar el cambio climático. Promover la investigación sobre el secuestro de carbono en ecosistemas de humedales costeros también puede subsanar la falta de conocimiento, superar la falta de datos e incertidumbres y mejorar el entendimiento sobre los factores que afectan las tasas de captura de carbono (Quintana, 2014).

Objetivo 2. Aumentar la disponibilidad y accesibilidad de los datos científicos, los hallazgos de las investigaciones y las capacidades de la Reserva para los investigadores, los manejadores de recursos y otras audiencias

1. Mantener la página electrónica de la Reserva actualizada y activa para involucrar a los investigadores, estudiantes graduados y el público general, y divulgar los recursos de la Reserva y las instalaciones de investigación

La Reserva tiene un cúmulo de datos históricos y actualizados sobre sus ecosistemas. La integración de estos datos tendrá poderosas implicaciones analíticas. Al hacer accesibles estos datos y / o metadatos a través de la página electrónica de la Reserva, los investigadores y los estudiantes pueden aplicar esta información para realizar más investigaciones en la Reserva.

La página electrónica de la Reserva divulgará las capacidades de investigación, incluyendo: infraestructura disponible, equipos y personal de apoyo; investigaciones realizadas, en curso y oportunidades futuras identificadas; y datos y modelos disponibles. Esto es esencial para su credibilidad y posicionamiento.

2. Actualizar el Perfil de la Reserva

El perfil de la Reserva se actualizará para incluir descripciones detalladas y análisis resultantes de las investigaciones y actividades de monitoreo, sobre la historia, ecología,

y climatología. Esto incluye la caracterización ecológica que resultó del CEAP, GRF, investigaciones académicas, informes recientes del USGS, entre otros documentos pertinentes. Esta es una herramienta adicional que permite documentar y difundir la investigación de la Reserva.

3. Coordinar un Simposio de Investigación bienal

El Programa de Investigación también facilitará el intercambio de información mediante la coordinación de un simposio de investigación. El simposio se celebrará cada dos años. El Comité Asesor recomendó comenzar con un pequeño simposio centrado en la investigación generada en la Reserva, que luego se ampliará invitando a investigadores que estudian otros estuarios en Puerto Rico y el Caribe. El simposio ayudará con el intercambio de información generada dentro y fuera de la Reserva, así como la identificación de temas de investigación y oportunidades de colaboración.

4. Desarrollar una base de datos georreferenciada de investigación y monitoreo

La cantidad de investigaciones que se realizan en la Reserva hace necesario dar a conocer: quién está realizando la investigación, los temas y ubicación de la investigación. Se desarrollará una base de datos para proporcionar esta información a los investigadores interesados.

Se propone el desarrollo de un mapa utilizando GIS con datos como: información de contacto, tema de investigación, año, duración estimada y otra información relevante del proyecto además de la ubicación. También puede incluir estaciones de monitoreo y los pozos de monitoreo USGS y estaciones CariCOOS.

Objetivo 3. Expandir las iniciativas de monitoreo del SWMP y las que no forman parte del SWMP para incrementar el conocimiento sobre los hábitats clave de la Reserva y sus estresores

1. Mantener las series de datos temporales del SWMP actualizadas y refinadas para contar con una base de datos robusta para apoyar las decisiones de manejo

El Coordinador de Investigación continuará trabajando con CariCOOS para contar con datos sólidos del SWMP para apoyar las decisiones de manejo. El informe preparado por CariCOOS en 2015 (Análisis exploratorio de las series de datos temporales del Programa de Monitoreo de JBNERR), recomienda que el análisis de datos se actualice y perfeccione periódicamente y en el largo plazo, para proporcionar una herramienta de manejo útil para la Reserva. Se invitará a otros programas e instituciones a participar en esta iniciativa.

El informe también incluyó las siguientes recomendaciones específicas que se iniciarán durante el próximo período de manejo: (1) seleccionar las tendencias de datos y las

correlaciones que son de interés para ser exploradas más a fondo; (2) actualizar las series temporales hasta el 2015, debido a los eventos de sequía; (3) agregar las series de tiempo hidrológicas del USGS al análisis, así como otros conjuntos de datos adecuados según se determine; (4) aumentar la densidad del muestreo de nutrientes para obtener un conjunto de datos de nutrientes más sólido; (5) explorar si el conjunto de datos de JBNERR es adecuado para su uso en modelos y proyecciones ecológicas; (6) considerar escenarios alternativos de "cambio de dirección" en JBNERR que puedan ser investigados a través de modelos y proyecciones ecológicas; e (7) incluir las tendencias de datos del SWMP en el Perfil de la Reserva al momento de ser actualizado.

2. Completar un módulo del "Lugar de Referencia" en su totalidad, específicamente el SSAM-1

Durante el próximo período de manejo, el establecimiento del SSAM-1 será una prioridad para el Programa de Investigación y Monitoreo, que trabajará en la adquisición de equipo y el personal necesarios para implementar con éxito el módulo, de acuerdo con las directrices de NOAA. El PMZCPR apoyará este programa de monitoreo expandiendo e instalando ocho plataformas de SETs a través de la Isla.

3. Trabajar en la búsqueda de recursos y colaboración para establecer un programa de monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas

La Reserva continuó monitoreando el nivel de agua del acuífero en pozos seleccionados y durante eventos de escorrentía en la Estación 9 del SWMP. Durante los próximos cinco años, el Programa trabajará en el fortalecimiento del monitoreo de la calidad del agua del acuífero en dos sitios dentro de Mar Negro, mediante el uso de dos piezómetros instrumentados que permitan rastrear los niveles y la calidad del agua subterránea.

Eventualmente, y de acuerdo con la disponibilidad de recursos, la Reserva continuará el plan de monitoreo a largo plazo que fue desarrollado para el CEAP. La Reserva explorará opciones para apoyar el análisis de datos a largo plazo.

4. Desarrollar un Plan para Cartografiar Hábitats y sus Cambios (Plan HMC, por sus siglas en inglés)

La Reserva elaborará un Plan HMC, usando los procedimientos operacionales estándar para cartografiar los hábitats y usos de terrenos que han sido desarrollados por NERRS. Esto permitirá evaluar los cambios de hábitats a largo plazo en la Reserva, asociados a los incrementos locales en los niveles del mar y los estresores antropogénicos provenientes de la cuenca de la Reserva.

La Reserva utilizará la caracterización existente de usos y cobertura de terrenos, así como de los hábitats benthicos como información base. Además de los protocolos establecidos por NERRS, el Plan HMC también identificará los protocolos de monitoreo y

los requisitos necesarios para cartografiar los cambios, incluyendo la extensión geográfica de los mismos y su relación con la elevación y el cambio en el uso y cobertura del terreno. Se convocarán expertos en hábitat y cartografía desde un inicio del proceso para ayudar en el desarrollo del plan, el cual será coordinado con el desarrollo de los proyectos de monitoreo de los otros componentes abióticos, bióticos y de restauración, con el fin de trabajar una estrategia integrada de monitoreo.

El HMC permitirá al Programa de Investigación llevar a cabo el monitoreo de los hábitats de manera coordinada y estandarizada dentro del Sistema. Las siguientes acciones identifican hábitats y parámetros específicos que deben ser monitoreados que también fueron recomendados en varios estudios, así como en discusiones con el Comité Asesor.

5. Realizar un monitoreo bienal de la columna de agua en la Bahía de Jobos para evaluar las condiciones de las aguas estuarinas

La Reserva continuará el programa de monitoreo del plancton a largo plazo, con el apoyo de fuentes externas. El zooplancton y el fitoplancton constituyen la base del ecosistema del que dependen los corales y las especies relacionadas. La salud de estas asociaciones de especies es impactada por factores antropogénicos y el cambio climático.

Una opción es solicitar que la AEE lleve a cabo el monitoreo del plancton como parte del proyecto propuesto de gas puerto en Aguirre. El DRNA y la NOAA solicitaron esto en sus comentarios como parte del proceso de revisión de documentos ambientales. Esto proporcionará a JBNERR información adicional sobre las comunidades de plancton en la Bahía.

6. Monitorear los lodazales para evaluar cambios ambientales

Los lodazales son la comunidad menos estudiada en JBNERR, según Laboy (2009). Este investigador reportó que la superficie de los lodazales está aumentando detrás de las franjas del mangle de la Bahía de Jobos, particularmente en Mar Negro y Punta Pozuelo, según pudo observar en un análisis de imágenes aéreas entre 1937 y 2004. La Reserva planifica realizar una evaluación más detallada de los atributos físicos y biológicos.

7. Seleccionar especies clave a ser monitoreadas con el fin de aumentar el conocimiento sobre el estatus de sus poblaciones y su distribución en la Reserva, así como su condición y amenazas

Se establecerá una red de monitoreo para estudiar el uso de los hábitats de la Reserva por especies clave, particularmente aquellas que están en peligro de extinción y amenazadas, pero para las cuales no se conoce con certeza el estatus de las poblaciones y hábitos en la Reserva. Esto se podría llevar a cabo con socios como el USFWS y el NMFS. Otras especies importantes como las aves migratorias y la fauna marina

serán monitoreadas. Se consultarán expertos para la selección y desarrollo de protocolos de monitoreo eficientes y rentables.

Mediante este monitoreo, la Reserva busca cerrar las brechas de conocimiento y las necesidades de investigación relacionadas a: (1) la relación entre compuestos tóxicos transportador por el aire y sus efectos en las especies y hábitats de la Reserva y (2) los efectos del cambio climático en especies como los mamíferos marinos.

PROGRAMA DE EDUCACIÓN



6 Programa de Educación



6.1 Programa de Educación de NERRS

La misión del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarinas incluye un énfasis en la educación, interpretación y alcance. La educación en cada reserva está diseñada para cumplir con las siguientes metas del Sistema de Reservas, definidas en los reglamentos (15 C.F.R Parte 921 (b)):

- | Aumentar la conciencia ciudadana y la comprensión de las áreas estuarinas y proporcionar oportunidades adecuadas para la educación pública y la interpretación;
- | Realizar y coordinar investigaciones sobre los estuarios dentro del sistema, mediante la recopilación y divulgación de la información necesaria para mejorar la comprensión y el manejo de las áreas estuarinas.

Para apoyar estas metas del sistema, el Plan Estratégico del Sistema de Reservas 2017-2022 esboza los siguientes objetivos educativos:

- | Los residentes y visitantes de la costa aumentarán su conciencia y capacidad para mejorar el manejo de estuarios, cuencas costeras y sus comunidades.
- | Los educadores y estudiantes comprenderán mejor y utilizarán los recursos del sistema de Reservas y de NOAA para el aprendizaje basado en el lugar y basado en la investigación.

El Sistema de Reservas proporciona un vehículo para aumentar la comprensión y la conciencia de los sistemas estuarinos y mejorar la toma de decisiones entre las audiencias a impactar, para promover la conservación de los recursos costeros de la nación. La educación y la interpretación incorporan contenido de base científica en una gama de programas y metodologías, las cuales se adaptan sistemáticamente a audiencias clave en torno a temas prioritarios de recursos costeros.

Las reservas llevan a cabo actividades de educación formal e informal, así como actividades de divulgación dirigidas a un público culturalmente diverso de educadores y estudiantes, profesionales en el campo ambiental, usuarios de recursos y el público en general. La educación y los programas públicos, las exhibiciones interpretativas y los programas de alcance comunitario integran elementos de la ciencia, la investigación y el monitoreo del Sistema de Reservas y garantizan un enfoque sistemático, multifacético y enfocado en el contexto local para fomentar la protección.

El Sistema de Reservas está comprometido con preparar a los futuros líderes con el conocimiento y comprensión de los océanos y las costas de la nación para que sean administradores responsables. Para cumplir con este compromiso, el Sistema de Reservas ha creado el Programa de Educación Estuarina K-12 (KEEP) para incrementar la alfabetización sobre los estuarios entre estudiantes, maestros y el público en general. El programa KEEP ayuda a los estudiantes y maestros a aprender sobre los conceptos costeros y estuarinos esenciales, desarrollar habilidades de alfabetización de datos y fortalecer su pensamiento crítico, la creación de equipos y habilidades para resolver problemas. El programa K-12 y otros programas de desarrollo profesional para maestros incluyen el uso de programas de ciencias costeras y estuarinas establecidos y alineados con las normas estatales y nacionales de educación científica, los cuales frecuentemente involucran actividades de seguimiento tanto en el lugar como en la escuela.

La educación comunitaria es otra prioridad del Sistema de Reservas. Los programas de educación comunitaria fomentan el cambio en conducta para promover la conservación de los recursos. Estos programas trabajan con audiencias cuyas decisiones afectan directamente la integridad de nuestros estuarios y sus cuencas hidrográficas asociadas.

6.2 Contexto, capacidades y ejecución del Programa

El Programa de Educación busca promover la comprensión de los recursos de la Reserva, enfocándose en la interdependencia de las actividades y ecosistemas de la cuenca hidrográfica y su impacto en la Reserva. El alcance geográfico del Programa de Educación de JBNERR, da prioridad a la cuenca de la Reserva, sin dejar fuera el resto de Puerto Rico.

Logros del Programa

Desde el último plan de manejo, el programa obtuvo información adicional a través del estudio de *Evaluación de Necesidades y Análisis de Mercado del Programa de Educación de JBNERR*, (estudio NA/MA por sus siglas en inglés) completado en 2016. Para la evaluación de necesidades se consultó a maestros de 31 escuelas. Estas escuelas pertenecen a la Región de Caguas del Departamento de Educación, la cual está compuesta por 11 municipios, incluyendo los municipios de Salinas y Guayama. Para el análisis de mercado se consultó a 18 educadores que trabajan con ONG, las cuales colaboran con JBNERR, además de miembros de la comunidad. Los resultados y recomendaciones proporcionados en el estudio NA/MA ayudaron a identificar los grupos de interés o mercado objetivo del Programa, las necesidades, los objetivos y

acciones durante los próximos cinco años. Mediante el desarrollo del NA/MA de JBNERR, se han identificado brechas y oportunidades educativas para mejorar la alfabetización sobre los estuarios en Puerto Rico, para el logro académico K-12 y para las actividades de alcance comunitario. Consistente con los grupos de interés identificados en el NA/MA, las audiencias del Programa de Educación son: estudiantes y maestros de escuelas privadas y públicas, comunidades y visitantes de la Reserva (incluyendo turistas locales e internacionales).

Además del estudio NA/MA, el Programa de Educación ha desarrollado las siguientes herramientas y actividades de adiestramiento dirigidos a escuelas, comunidades y la población en general, según se describe a continuación.

Escuelas

- La Guía Educativa de JBNERR se completó en marzo de 2017. La Guía se desarrolló como una herramienta educativa interdisciplinaria donde se fomenta que los profesores de diversas disciplinas (ciencias, matemáticas, español, estudios sociales, artes y tecnología) y diversos grados a incorporar la alfabetización estuarina en sus salones de clase. La guía contiene ocho lecciones, cada una con más de 10 actividades. Fue desarrollado a base de las necesidades identificadas en el estudio de NA/MA. Las lecciones están alineadas con los estándares del Departamento de Educación de Puerto Rico y los lineamientos conocidos como Estándares de Ciencia de la Próxima Generación (*Next Generation Science Standards*), e incluye lecciones de KEEP.
- El Programa de Educación implementó un programa de campamento de verano en la Reserva denominado "Guardianes del Estuario", como una estrategia para involucrar a los estudiantes de las escuelas locales. Los participantes son estudiantes de cuarto a sexto grado de escuela elemental y de escuela secundaria. El campamento fue desarrollado en respuesta a la necesidad identificada en la comunidad de un programa de verano. A través de este programa, los estudiantes pasan una semana explorando el estuario de Bahía de Jobos, escuchando a expertos locales y regionales sobre temas que afectan los recursos naturales. Al final estos preparan folletos y presentaciones para mostrar los conocimientos recién adquiridos. El mismo opera en colaboración con las escuelas locales. Los maestros son notificados del campamento de verano y se les provee los criterios de elegibilidad. Con estos criterios, los maestros hacen una selección preliminar de los estudiantes que son elegibles para asistir al campamento.
- El Programa de Educación ha impartido talleres sobre temas diversos tales como manejo de residuos sólidos y energía sostenible a tres escuelas de la cuenca, que participan en el programa internacional conocido como Escuelas Bandera Verde

(*School Green Flag Program*). Esto fue coordinado con la Organización Pro Ambiente Sustentable (OPAS), entidad local que administra el Programa.

- Los talleres anuales de adiestramiento a maestros han atraído a maestros de escuelas elemental, intermedia y superior locales y regionales. Como parte de estos talleres el Programa de Educación está comenzando una nueva iniciativa, conocida como "Certificación de Bahía de Jobos" para las escuelas vecinas. El programa tiene el objetivo de mejorar las habilidades y proporcionar experiencia práctica a maestros y estudiantes. Se ofrecerán talleres a los maestros que implementen las herramientas del programa Currículo Estuarino 101 y Programa de Maestros en el Estuario (TOTE, por sus siglas en inglés).
- El Programa de Educación ha brindado charlas educativas a escuelas, universidades y ha realizado diversas actividades en la cuenca de Bahía de Jobos y en todo Puerto Rico. El Programa también recibe cientos de estudiantes y maestros en la Reserva cada mes.

Visitantes y la comunidad

- En el 2015, el Programa de Educación trabajó con el CTP en el Programa de Guías e Intérpretes de la Comunidad de Bahía de Jobos, dirigido a miembros de la comunidad, así como a guías ecoturísticos y voluntarios interesados. A través de este programa, los participantes obtuvieron la certificación de la Asociación Nacional para la Interpretación (NAI, por sus siglas en inglés) y completaron 20 horas contacto en temas relacionados con los ecosistemas de la Reserva y otros temas importantes. Las entidades colaboradoras incluyeron: otras unidades del DRNA, el grupo de base comunitaria conocida como Iniciativa de Eco-Desarrollo de Bahía de Jobos (IDEBAJO), la Asociación Nacional de Derecho Ambiental (ANDA) y el Programa Sea Grant.
- Se han proporcionado talleres comunitarios adicionales sobre temas como la adaptación al cambio climático, en coordinación con el CTP.
- Se han celebrado varios festivales ambientales con el apoyo de entidades colaboradoras para concientizar sobre los ecosistemas y las especies, entre los que se encuentran: el Festival de Aves Migratorias, el Festival de Aves Endémicas de Puerto Rico y el Caribe, el Día Mundial de los Humedales, el Día Nacional del Manatí, el Día de la Concientización de Jobos, el Día Mundial de Monitoreo de la Calidad del Agua, la Casa Abierta de JBNERR, el Día de la Tierra, la semana de Arrecifes de Coral y el Festival de los Manglares (dirigido por IDEBAJO). Estas actividades especiales han fortalecido las relaciones entre la Reserva y sus comunidades circundantes.



sobre proyectos y materiales de educación, alcance e interpretación. Este Comité se reúne al menos una vez al año o según sea necesario, para ayudar al Coordinador de Educación con temas y actividades especiales. El mismo fue convocado para evaluar las metas, objetivos y acciones para este Plan, y sus aportaciones han guiado la revisión de este documento. Se compone de representantes de las siguientes entidades:

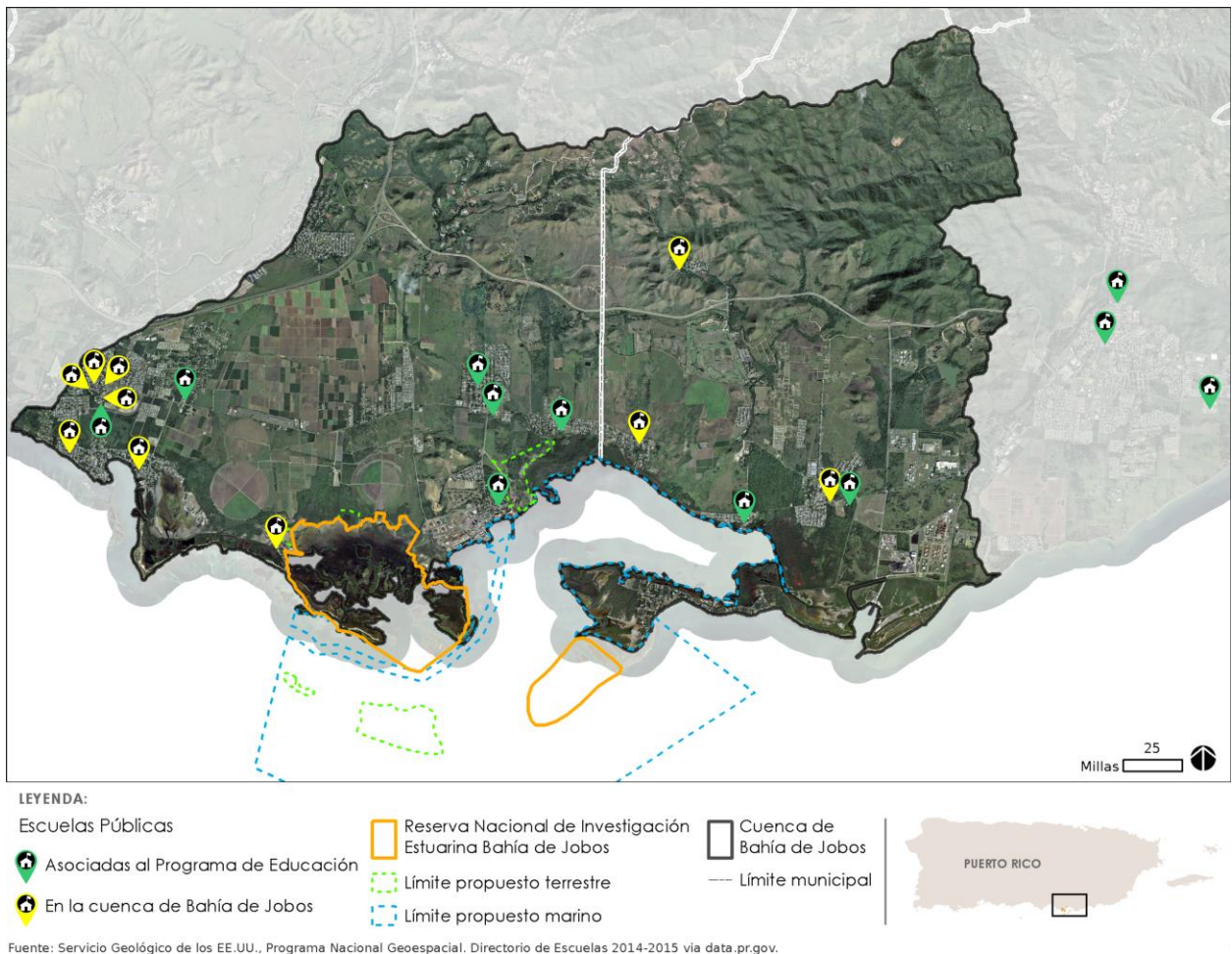
Tabla 6. Comité Asesor de Educación

Agencias del gobierno de Puerto Rico	<ul style="list-style-type: none"> • DRNA, Secretaría Auxiliar de Educación y Relaciones con la Comunidad
Universidades	<ul style="list-style-type: none"> • UPRM, Programa Sea Grant • Universidad Metropolitana (UMET) • Universidad del Turabo
Escuelas	<ul style="list-style-type: none"> • Salinas: Escuela Elemental Woodrow Wilson (Aguirre), Escuela Superior Urbana, Escuela Intermedia Sabana Llana • Guayama: Escuela Superior Adela Brenes Texidor, Escuela Intermedia Simón Madera • Arroyo: Escuela Intermedia José de Choudens • Ponce: Colegio San Conrado
Comunidad/ONG	<ul style="list-style-type: none"> • Miriam Gallardo, maestra retirada y líder comunitario representante de Pozuelo, Guayama • Consultores Educativos Ambientales

Además, el Programa de Educación se relaciona con muchos socios de otros programas educativos, públicos y privados en Puerto Rico. Algunas de las asociaciones educativas actuales incluyen escuelas locales, universidades y organizaciones no gubernamentales.

- | Escuelas- El Coordinador de Educación trabaja estrechamente y continuamente con las escuelas locales de la cuenca, tales como: Escuela Elemental Woodrow Wilson (Aguirre), Escuela Elemental Pedro Soto, Escuela Elemental Bilingüe Las Mareas, Escuela Elemental Ana Hernández, Escuela Intermedia Coquí, Escuela Superior Urbana Nueva, Escuela Intermedia Sabana Llana, las cuatro escuelas de Salinas, la Escuela Bartolo Caussade, la Escuela Superior Adela Brenes Texidor, la Escuela Superior Simón Madera, todas en Guayama; la Escuela Superior José de Choudens en Arroyo; y el Colegio San Conrado (escuela privada) en Ponce. El siguiente mapa muestra la ubicación de las escuelas en la cuenca y aquellas que participan de los programas de la Reserva.

Figura 23. Escuelas públicas en la cuenca hidrográfica de la Bahía de Jobos



Universidades- El Programa Sea Grant de Puerto Rico, adscrito a la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez y a la UPR de Humacao, trabaja con el Coordinador para proveer información local relevante para los maestros, estudiantes y el público. Las universidades Interamericana, Turabo y la UMET son aliadas en una amplia gama de actividades educativas.

ONG- IDEBAJO, tiene un acuerdo de colaboración con el DRNA, trabaja con el personal de la Reserva en múltiples actividades educativas centradas en las comunidades circundantes a JBNERR. Otras ONG colaboran con el Programa, incluyendo la Sociedad Puertorriqueña de Ornitología Inc. (SOPI), el Centro Ambiental de Santa Ana, Puerto Rico al Sur, los Centros Sor Isolina Ferrer y el Programa del Estuario de la Bahía de San Juan.

Ejecución del Programa de Educación

El Programa de Educación fortalecerá su enfoque basado en el lugar, aplicando datos científicos y del SWMP a la educación en la Reserva para mejorar la capacidad y las

habilidades de los maestros y los estudiantes, y para promover prácticas de gestión de los recursos. El Programa de Educación contará con el apoyo de los coordinadores de los Programas de Investigación, Manejo y CTP.

Para el próximo período de planificación, el Programa continuará trabajando para implementar los talleres de *Maestros en el Estuario*. Esta es una iniciativa del NERRS donde los maestros aprenden en una Reserva Nacional de Investigación Estuarina de la NOAA, trabajan con científicos locales y educadores experimentados sobre los estuarios y las costas, exploran los hábitats costeros, practican estudios basados en el campo, aprenden a usar datos de los estuarios y a guiar las investigaciones estudiantiles, y aprenden a cómo implementar las actividades curriculares de Estuarios 101 en sus salones de clase.

La Guía Educativa e JBNERR, recientemente desarrollada, será una valiosa herramienta para estos talleres. La Guía procura conectar a los maestros, estudiantes y la comunidad con JBNERR. La guía proporciona módulos (o lecciones) que ofrecen actividades prácticas y experimentos. Estas usan y adaptan actividades o recursos de otros currículos existentes como *Estuarios 101*, *Latino Earth Partner* y *Aquatic Wild*.

Las investigaciones realizadas a partir de los datos de la Reserva y del SWMP se utilizarán en el desarrollo de actividades y materiales que también proporcionarán actividades y prácticas para los maestros, estudiantes y la comunidad, de acuerdo con las necesidades y prioridades identificadas en el estudio NA/MA. Además, el Programa de Educación aprovechará la tecnología para acceder a los productos educativos desarrollador por NOAA y promover las iniciativas de la Reserva a través de una estrategia de medios sociales.

Con iniciativas de educación sólidas ya implementadas, el Programa de Educación explorará nuevas oportunidades de alcance comunitario en el ámbito local y en el resto de la Isla, al mismo tiempo que actualizará y ampliará los programas existentes. Para implementar los objetivos y acciones identificados en este plan y los del NA/MA, el Programa de Educación se asociará con maestros, grupos de educación ambiental no formal y comunidades locales, para concientizar sobre temas ambientales que afectan a las comunidades en la cuenca de la Reserva y Puerto Rico.

6.3 Necesidades y oportunidades de educación

Las necesidades y oportunidades de educación para este próximo período de planificación fueron identificadas en el estudio NA/MA y también en coordinación con el Comité Asesor de Educación.

Necesidades

- | **Audiencias:** Expandir los esfuerzos de educación a otras audiencias en la cuenca, cuyas acciones benefician y/o pueden impactar los recursos. Existe la necesidad de educar a los negocios sobre el marco legal que protege a las especies en peligro de extinción, enfatizando en el manatí antillano. Educar a los organizadores y participantes de las actividades multitudinarias que se realizan en los cayos privados de la Bahía de Jobos sobre el marco legal que protege estas áreas.
- | **Adiestramiento a maestros:** Se necesita adiestramiento adicional para los maestros en las áreas de ciencias del estuario, desarrollo de destrezas para llevar a cabo actividades prácticas, incorporar nuevas actividades de laboratorio, y facilitar el trabajo de campo/recogido de datos, así como actividades experimentales no estructuradas al aire libre.
- | **Accesibilidad de la información:** En el NA, los maestros expresaron la necesidad de contar con material sintetizado para diferentes áreas temáticas, el cual esté disponible y accesible en línea en formatos descargables. El Comité Asesor recomendó que se maximice el uso de la web y de las redes sociales para hacer la información accesible.
- | **Aumentar la presencia en la comunidad:** El estudio NA deja claro que es necesario aumentar el conocimiento sobre las áreas programáticas y actividades de la Reserva y aumentar las conexiones entre JBNERR y la comunidad. En el NA, la comunidad expresó la necesidad de eventos en espacios públicos que ayuden a crear conciencia sobre temas ambientales, el desarrollo de actividades orientadas a la juventud, continuar el programa de campamento de verano, ofrecer actividades al aire libre y adiestrar a voluntarios. En el NA se indica que las instalaciones de JBNERR son importantes para los miembros de la comunidad, pero que la comunidad debe recibir más educación para cambiar su percepción de JBNERR y su personal y comprender mejor los servicios ofrecidos.
- | **Medidas de desempeño:** El Comité Asesor de Educación destacó la importancia de medir el verdadero impacto del Programa en las actitudes de los participantes hacia la protección y administración de los recursos estuarinos (por ejemplo, el aumento de conocimientos, cambios de comportamiento y promoción de acciones específicas). Se recomendó fortalecer las métricas mediante el diseño de un método de evaluación pre y post.
- | **Instalaciones y vehículo:** Se necesitan instalaciones adicionales para apoyar aún más el Programa de Educación, que incluyan un laboratorio y un espacio para reuniones que puedan ser usados por maestros y estudiantes. Las exhibiciones

interiores han sido actualizadas recientemente, pero se necesita proporcionar una experiencia más interactiva entre los visitantes. También hay necesidad de una embarcación que pueda transportar a estudiantes y maestros a los cayos.

Oportunidades

- | **Ubicación y contexto histórico:** La historia de la Reserva, así como los recursos naturales existentes, son importantes para promover el conocimiento y la comprensión de los recursos estuarinos y costeros, y los cambios en los ecosistemas. A través de este enfoque, la Reserva promueve un sentido de pertenencia y empodera al público, especialmente a las comunidades locales.
- | **Educación y voluntariado:** La Ley del Programa de Contacto Verde (Ley Núm. 36 de marzo de 2015) brinda la oportunidad de utilizar la Reserva como un aula al aire libre y un laboratorio vivo, así como para promover el voluntariado. Este Programa es administrado por el Departamento de Educación de Puerto Rico en coordinación con el DRNA. Su propósito es asegurar la participación de los estudiantes en talleres y visitas a áreas de valor ecológico para promover el contacto con la naturaleza. Los estudiantes deben tener por lo menos diez horas contacto de actividades relacionadas con la naturaleza por semestre, que son parte de las 40 horas de contacto que los estudiantes ya tienen que ofrecer en horas de voluntariado y comunidad. Además, el Programa requiere que los maestros ayuden a guiar a los estudiantes a través de las visitas e implementen técnicas de interpretación ambiental basadas en estándares reconocidos internacionalmente. JBNERR es parte de la Red de Contacto Verde, que está compuesta por agencias federales y del gobierno de Puerto Rico, ONG y entidades privadas.
- | **El rol de la Reserva en la comunidad:** La Reserva puede ser un activo para la comunidad local al proveer la educación e instalaciones para aumentar su capacidad de gestión del estuario y los recursos costeros. El Coordinador de Educación podría trabajar con los programas CTP, Manejo e Investigación para brindar adiestramientos que podrían incluir la restauración de humedales, monitoreo, interpretación de recursos, visitas guiadas, entre otras estrategias dirigidas a mejorar la resiliencia y la capacidad adaptativa de comunidades y ecosistemas frente al cambio climático.
- | **Alianzas:** Continuar fortaleciendo las asociaciones con las comunidades, los maestros y los miembros del Comité Asesor de Educación que están comprometidos en apoyar el Programa de Educación en aspectos tales como, la provisión de talleres y voluntarios y el desarrollo de herramientas de evaluación.

6.4 Objetivos y acciones

Los objetivos y acciones del Programa de Educación de JBNERR promoverán el uso de materiales educativos actualizados y aumentarán la participación de maestros, estudiantes y comunidades en las actividades del Programa. Los visitantes estarán expuestos a la importancia ecológica, histórica y educativa de JBNERR.

Además, el Programa desarrollará herramientas para medir el número de usuarios, su satisfacción con el contenido y el enfoque del Programa, así como el impacto del Programa en el conocimiento y el comportamiento de los usuarios, para asegurar que continuamente se responda a las necesidades de la audiencia.

Objetivo 1. Aumentar la participación de los estudiantes y maestros en la Reserva, mediante la provisión de actividades educativas de calidad y basadas en el lugar

1. Continuar realizando los talleres Maestros en el Estuario, con el fin de ofrecer oportunidades de desarrollo profesional que sean prácticas y en el campo a los maestros

El Programa de Educación está trabajando en un enfoque innovador para aumentar la participación y el compromiso de los maestros en los talleres de *Maestros en el Estuario*, denominados "Certificación de JBNERR". Esta certificación se proporcionará a las escuelas cuyos maestros participan continuamente en los talleres del programa y que se comprometan a implementar las actividades y habilidades aprendidas en su salón de clases. La Reserva proporcionará (en calidad de préstamo) una caja con instrumentos científicos a los maestros, los cuales pueden ser utilizados para la recopilación de datos durante una semana por mes. Se prevé que los talleres comiencen en el otoño de 2017. JBNERR planifica certificar cinco escuelas en la cuenca y alrededor de la Isla.

Los talleres de Maestros en el Estuario cubrirán un total de 20 horas de desarrollo profesional para los maestros en las escuelas vecinas a JBNERR. Las horas de desarrollo profesional cubrirán, primero, un taller de 15 horas, seguido de un taller de 5 horas. Al final de este período de manejo (2022), el Programa de Educación planifica servir a un total de 25 maestros en dos talleres de Maestros en el Estuario y talleres de seguimiento a lo largo del año.

2. Facilitar talleres a los maestros en colaboración con entidades aliadas para aumentar sus conocimientos en diversos temas emergentes, como la adaptación al cambio climático y la resiliencia

El Programa continuará ofreciendo talleres de adiestramiento a maestros en diversos temas, prestando atención a los problemas identificados en la Reserva, tales como adaptación al cambio climático y resiliencia.

La Reserva coordinará con la Oficina del PMZCPR del DRNA y con el Programa Sea Grant (que también provee adiestramiento a maestros), así como con universidades y otros colaboradores, en el diseño e implementación de talleres de educación comunitaria que abarcarán diversos temas no incluidos en la Guía Educativa de JBNERR.

3. Desarrollar un proyecto piloto interactivo de alfabetización estuarina

La Reserva planifica conceptualizar una iniciativa denominada "Proyecto Piloto Escolar Interactivo de Alfabetización Estuarina". Mediante el proyecto, el Programa de Educación apoyará a las escuelas locales en el desarrollo de un boletín informativo escrito por los estudiantes.

El boletín se publicará digitalmente al final del año escolar, describiendo las iniciativas educativas implementadas y las experiencias de maestros y estudiantes en JBNERR. Esto les dará a los estudiantes la oportunidad de publicar su trabajo escolar, describir los proyectos de ferias científicas desarrollados en la Reserva y publicar reflexiones sobre sus experiencias en la Reserva y en los campamentos de verano. El contenido también podría resultar del conocimiento obtenido a través de la implementación de las Guías Educativas.

El Programa de Educación continuará utilizando los medios sociales como una herramienta de alcance, y planifica aumentar el uso de plataformas digitales como parte de este proyecto. Además, se coordinará para crear un "Rincón del Estudiante" en la página web de la Reserva, para publicar las obras de los estudiantes y para proporcionar información adicional a esta audiencia.

4. Continuar los campamentos de verano

El Programa continuará colaborando con los maestros para fortalecer la participación de los estudiantes en los campamentos de verano. Los campamentos incorporarán nueva información y se modificarán los contenidos para incluir asuntos emergentes, como el cambio climático y la resiliencia de la comunidad. Al menos un nuevo campamento de verano se llevará a cabo dirigido a estudiantes de intermedia y cuarto año de escuela superior. El mismo se enfocará en las ciencias estuarinas y la conservación para promover su interés por estudios universitarios en los campos de las ciencias estuarinas y la biología marina.

Objetivo 2. Desarrollar un Programa de Educación para la Acción en la Conservación para aumentar el conocimiento y el compromiso entre los miembros de la comunidad, así como para aumentar la base de voluntarios

Se espera que este programa aumente la concientización y la protección desde la comunidad, para reducir los estresores antropogénicos que afectan los ecosistemas de la Reserva.

1. Proveer conferencias a los miembros de la comunidad sobre la importancia de los ecosistemas costeros para reducir la vulnerabilidad

Los temas incluirán el rol de los estuarios y manglares en la protección costera, y la importancia de reducir los estresores antropogénicos para su conservación (como el corte y relleno de manglares). Las conferencias se llevarán a cabo en un formato de dos días, con enfoque en el trabajo de campo y el aprendizaje teórico.

2. Trabajar con socios para desarrollar materiales educativos dirigidos a las empresas, proveedores turísticos, embarcaciones y otros usuarios de los recursos marinos

Esto se coordinaría con entidades asociadas como el Programa Sea Grant, el PMZCPR, el Programa de Arrecifes de Coral de la NOAA y el USFWS, con el fin de desarrollar e implementar estrategias educativas y de alcance para reducir las amenazas y estresores en los ecosistemas de la Reserva.

Muchos de los usuarios de la Bahía (participantes) salen de muelles y puertos cercanos. Como resultado, se puede orientar a estas audiencias con información sobre los usos permitidos y prohibidos, interacciones permitidas con las especies y sanciones por violaciones a las leyes ambientales estatales y federales. Los materiales podrían incluir carteles, folletos y videos educativos cortos que se podrían ser distribuidos a través de las redes sociales, lo que permitiría impactar un público más amplio. Esta acción se desarrollará en colaboración con el Coordinador de Manejo.

3. Proveer un taller para mejorar la capacidad de adaptación de la comunidad a través de la protección de los recursos costeros

El propósito es proveer a las comunidades y a las personas interesadas en ser voluntarios en la Reserva, las habilidades necesarias para apoyar al personal para satisfacer las necesidades de manejo. Entre los temas se podrían incluir la provisión de destrezas para implementar medidas de adaptación basadas en ecosistemas (por ejemplo, la siembra de mangles). Otras podrían el manejo de incendios de vegetación en la comunidad, la restauración de ecosistemas costeros y el desarrollo de proyectos de infraestructura verde, así como otros temas emergentes. El taller se centrará en los miembros de la comunidad, con el fin de capacitarlos y que estos sirvan como facilitadores voluntarios

y líderes para implementar estas iniciativas dentro de sus comunidades y en la Reserva. Al aumentar las capacidades de los voluntarios, la Reserva puede mejorar su habilidad para cumplir con los objetivos programáticos, a pesar de las limitaciones fiscales. Esta acción se llevará a cabo en colaboración con los coordinadores de CTP y Manejo.

4. Implementar un programa de actividades dentro de la Reserva y sus comunidades circundantes, para promover su presencia dentro de la comunidad.

En el NA/MA, los participantes proporcionaron un menú de actividades que la Reserva podría llevar a cabo para mejorar su visibilidad y presencia en la comunidad, tales como: charlas, excursiones, actividades al aire libre, actividades orientadas a la juventud y actividades de casa abierta. Se desarrollará un programa de actividades a ser implementado a través del año, basado en dichas recomendaciones. Al desarrollar un programa con tiempo, el público anticipará y esperará las actividades, lo que facilitará su participación.

5. Desarrollar un Programa de Ciudadano Científico en la Reserva

La Reserva tendrá más éxito en la protección de sus recursos naturales si la comunidad local recibe educación, comienza a desarrollar un sentido de pertenencia y se involucra activamente. El coordinador del Programa de Educación dirigirá el desarrollo de un programa de monitoreo de ciencia ciudadana que pueda involucrar a miembros de la comunidad, visitantes y escuelas locales en el monitoreo a largo plazo de la calidad del agua y a las poblaciones de especies específicas. Para esto, los coordinadores de todos los programas deben participar, pero en última instancia se necesitará un Coordinador de Voluntarios para organizar la logística.

Objetivo 3. Aumentar el número de visitantes que son expuestos a JBNERR como un área de importancia ecológica e histórica, y como herramienta de aprendizaje para la resiliencia de la comunidad

1. Mejorar y actualizar las exhibiciones educativas interiores y exteriores, así como la señalización

Se creará una exhibición interactiva en el Centro de Visitantes, con acceso a Internet para que los visitantes puedan aprender sobre los diversos productos de NERRS y NOAA disponibles en línea. Se hará disponible información sobre los hábitats, las especies de interés como los manatíes y los esfuerzos programáticos como “Lugar de Referencia”.

La señalización al aire libre será actualizada para reflejar las prioridades de la Reserva. Se desarrollarán tres tipos de señalización según sea necesario: interpretativa, direccional y reglamentaria. Actualmente, existen planes para actualizar la señalización de las veredas y de las rutas de kayak. La señalización utilizará códigos de respuesta

rápida para que los visitantes puedan obtener más información sobre los temas presentados.

Objetivo 4. Evaluar la efectividad y satisfacción de los participantes de cada actividad del Programa de Educación

1. Evaluar el conocimiento adquirido durante los talleres y las charlas realizadas para los maestros

Diseñar e implementar pre y post pruebas para medir el conocimiento adquirido por los maestros participantes de los talleres. El Coordinador convocará al Comité Asesor de Educación para desarrollar ambos instrumentos. Los resultados de la evaluación se utilizarán para refinar y mejorar los talleres futuros.

2. Diseñar una encuesta de satisfacción del usuario para evaluar el programa de actividades

Se elaborará una encuesta de satisfacción de los usuarios para evaluar la percepción de los participantes de las actividades que se programarán según se recomienda en la Acción 4 del Objetivo 2. Los aspectos por evaluar incluirán el contenido educativo de las actividades, así como la satisfacción con los recursos humanos y los métodos utilizados. Esto permitirá afinar y mejorar las actividades futuras.

3. Evaluar la satisfacción de los turistas y visitantes con las visitas guiadas y las exhibiciones en la Reserva

Se desarrollará una encuesta de satisfacción simple, en inglés y en español, a ser administrada a los usuarios de las exhibiciones en el interior y al aire libre, así como de los recorridos. Los resultados de la evaluación se utilizarán para refinar y mejorar las exhibiciones.

PROGRAMA DE ADIESTRAMIENTO COSTERO



7 Programa de Adiestramiento Costero

7.1 Programa de Adiestramiento Costero de NERRS

La misión del Sistema Nacional de Reservas de Investigación Estuarina incluye un énfasis en la educación y en la interpretación. El Sistema de Reservas reconoce que tiene la responsabilidad de educar a los responsables de la toma de decisiones que afectan la costa y apoyar las siguientes metas del Sistema de Reservas, tal como se definen en la reglamentación federal (15 C.F.R Parte 921 (b)), a través del Programa de Adiestramiento Costero:

- | Mejorar la conciencia y la comprensión pública de las áreas estuarinas y proporcionar oportunidades adecuadas para la educación pública y la interpretación;
- | Realizar y coordinar investigaciones sobre los estuarios dentro del sistema, mediante la recopilación y divulgación de la información necesaria para mejorar la comprensión y el manejo de las áreas estuarinas.

Para apoyar estas metas del sistema, el Plan Estratégico del Sistema de Reservas 2017-2022 detalla los siguientes objetivos de adiestramiento costero, los cuales apoyan las áreas prioritarias del cambio climático, la protección del hábitat y la calidad del agua:

- | Los responsables de la toma de decisiones que afectan las costas y los profesionales del medio ambiente comprenderán y aplicarán efectivamente las herramientas basadas en la ciencia, la información y los enfoques de planificación que apoyen los estuarios resilientes y las comunidades costeras.
- | La próxima generación de profesionales en temas de la costa y de gestión ambiental será mayor y se motivará mediante el acceso a programas e instalaciones que faciliten la investigación, el manejo de los recursos y las oportunidades educativas.

El Programa de Adiestramiento Costero proporciona información científica actualizada y oportunidades para el desarrollo de habilidades, a los responsables de tomar decisiones que afectan los recursos costeros. A través de este programa, las reservas aseguran que los responsables de la toma de decisiones en la costa tengan el

conocimiento y las herramientas que necesitan para abordar los problemas de manejo de los recursos críticos locales.

Estos responsables de tomar decisiones se definen como individuos cuyas funciones incluyen la toma de decisiones que afectan a las costas y sus recursos. Las audiencias de este programa varían según las prioridades de las reservas, pero generalmente incluyen: funcionarios electos localmente o designados, manejadores de terrenos públicos y privados, manejadores de recursos naturales, planificadores costeros y comunitarios y propietarios de negocios en la costa, así como operadores. También pueden incluir grupos como agricultores, consejos de cuencas hidrográficas, asociaciones profesionales, entusiastas de la recreación e investigadores, entre otros.

Las reservas están en una posición única para divulgar información pertinente a los responsables de la toma de decisiones en el ámbito local y regional, dado que estas están basadas en el lugar. Los coordinadores del Programa de Adiestramiento Costero conocen a la población local, los lugares y la ciencia, y son capaces de convocar hábilmente a los participantes de los adiestramientos y a expertos para abordar asuntos de manejo costero. Los programas de adiestramiento costero se basan en documentos sólidos y estratégicos del programa, incluyendo el análisis de las necesidades de adiestramiento y una evaluación de las necesidades de la audiencia. Los coordinadores luego trabajan con los resultados para identificar cómo su programa puede abordar mejor los asuntos prioritarios locales y del Sistema de Reservas.

Las alianzas son parte integral del éxito del programa. Las reservas trabajan en estrecha colaboración con otros programas de la NOAA, así como con una serie de colaboradores locales para identificar los asuntos clave que afectan los recursos costeros, la audiencia objetivo y el peritaje necesario para ofrecer programas pertinentes y accesibles.

7.2 Contexto, capacidades y ejecución del Programa

El CTP de JBNERR implementa acciones para mejorar el manejo de los recursos costeros a nivel local y regional en Puerto Rico, mediante el uso de la educación, el fortalecimiento de capacidades y la asistencia técnica. El programa se enfoca en proveer conocimiento y habilidades a los responsables de la toma de decisiones y líderes comunitarios en los municipios ubicados en la cuenca de JBNERR y en el resto de Puerto Rico. Para el siguiente periodo de manejo, el programa se propone impactar a las siguientes audiencias:

- | Responsables de la toma de decisiones que afectan las costas:

- Municipios: oficiales locales electos (alcaldes y legisladores municipales); personal de las oficinas municipales de: manejo de emergencias, permisos y ordenación territorial (de acuerdo con la Ley Núm. 81 de 1991, según enmendada), asuntos federales y obras públicas, entre otras unidades municipales.
- Agencias estatales y corporaciones públicas: DRNA (por ejemplo, manejadores de recursos naturales, técnicos de campo, biólogos y funcionarios responsables de cumplimiento legal); la JP, la Oficina de Gerencia de Permisos (OGPe), la JCA, el Departamento de Agricultura y el Negociado de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres del Departamento de Seguridad Pública.
- Agencias federales relacionadas con los recursos costeros.

| Audiencias públicas:

- Asociaciones profesionales relacionadas con la planificación de usos de terrenos, la calidad del agua y el manejo de los ecosistemas, como: planificadores, arquitectos, ingenieros, biólogos, científicos marinos, científicos sociales y consultores privados.
- Empresas: pequeñas empresas, industrias, agricultores, desarrolladores, pescadores comerciales, operadores turísticos y propietarios u operadores de instalaciones náuticas.
- Organizaciones comunitarias: organizaciones de base comunitaria, sin fines de lucro y grupos de las ciencias aplicadas.

Logros del Programa

Desde el inicio del programa en el año 2003, han sido provistas miles de horas de adiestramiento. El CTP ha llevado a cabo actividades de educación y adiestramiento a funcionarios electos, administradores de los recursos naturales, responsables de la toma de decisiones, agricultores y funcionarios responsables de la vigilancia y cumplimiento de leyes sobre temas como la protección de los recursos naturales, la conservación y el manejo. La reciente incorporación de un Coordinador de CTP, trabajando desde la Reserva, ha permitido una mejor integración con otras áreas programáticas, resultando en un programa más robusto y de mayor alcance.

El CTP continúa ofreciendo talleres y programas de adiestramiento sobre temas emergentes y de interés, tales como: el uso de energía solar para mover las bombas, barriles de lluvia, de filtros de arena para purificar el agua, técnicas de pavimento permeable, control de erosión en lugares de construcción, certificaciones de

interpretación ambiental, adaptación al cambio climático y resiliencia, especies invasoras y prácticas seguras de buceo.

A continuación, se presentan algunos logros relevantes del CTP, durante el pasado período de manejo:

- | Colaboración con la EPA para adiestrar a los municipios en el desarrollo de planes para el manejo de escorrentías y en la obtención de los permisos requeridos para apoyar dichos planes. La EPA colaboró en la provisión de información técnica y en la coordinación e implementación de la serie de adiestramientos.
- | El CTP fue fundamental en el proyecto CEAP. El Programa trabajó en estrecha colaboración con el Coordinador de Investigación y el USDA-NRCS para proporcionar adiestramiento y desarrollo de capacidades a los agricultores y agencias participantes del proyecto.
- | Se han actualizado los materiales y estrategias de divulgación. Las redes sociales (Facebook y Twitter) han sido una parte integral de la estrategia utilizada para mantener informados a los participantes.
- | Ha estado trabajando con funcionarios clave en la toma de decisiones para promover la resiliencia comunitaria y la planificación para la adaptación. El CTP realizó talleres de cartografía participativa con las comunidades costeras de la cuenca, con el fin de evaluar su vulnerabilidad. Al momento, los mapas finales están siendo preparados. Además, se han ofrecido varios adiestramientos para implementar principios de sostenibilidad y adaptación al cambio climático en los hogares, entre los que se encuentran la recolección de agua de lluvia.
- | El Programa de Guías e Intérpretes de la Comunidad de Bahía de Jobos fue un esfuerzo conjunto con el Programa de Educación. Las certificaciones como intérpretes ambientales, en colaboración con la NAI, estuvieron disponibles para los miembros de la comunidad, así como para operadores ecoturísticos, como parte de una estrategia que busca promover el empoderamiento de la comunidad. El CTP proveyó la logística y los recursos, mientras que el Programa de Educación identificó el tipo de información a ser incluido en los talleres, así como los participantes.
- | Asistencia técnica y adiestramiento a las agencias responsables de la seguridad en el buceo entre los pescadores, en las comunidades y municipios costeros. Los temas incluyeron técnicas de captura, manipulación y preparación del pez león. En colaboración con el Programa Sea Grant y la Cámara Hiperbárica.
- | Fortalecimiento de las alianzas con los municipios. El Municipio de Salinas colabora con el Programa en la divulgación de la información sobre los talleres

de CTP, específicamente aquellos orientados hacia la sostenibilidad y el empoderamiento comunitario.

Capacidades del Programa de Adiestramiento Costero

Personal

El CTP es manejado por un Coordinador a tiempo completo que trabaja en colaboración con los programas de Investigación, Manejo y Educación para optimizar los limitados recursos humanos de la Reserva. El Coordinador del CTP también colabora con una gran cantidad de socios en la identificación de los problemas principales que afectan a los recursos costeros, para ser abordados mediante adiestramiento y asistencia técnica. Estos colaboradores externos se describen a continuación.

Socios

El CTP trabaja a través de sectores, organizaciones y niveles gubernamentales para proporcionar adiestramiento, talleres y difundir información sobre los programas ofrecidos en la Reserva. Esta amplia red de contactos resulta en un sinnúmero de alianzas, muchas de ellas basadas en temas específicos.

El Comité Asesor del CTP provee orientación al Coordinador para identificar los asuntos emergentes que afectan la Reserva y su cuenca, los cuales pueden ser abordados a través del Programa. Este Comité se reúne por lo menos dos veces al año, o según sea necesario, para atender temas específicos y ha participado activamente en la revisión de este plan de manejo. El mismo está compuesto por representantes de las siguientes entidades:

Tabla 6. Comité Asesor del CPT

Agencias Federales	<ul style="list-style-type: none"> • USDA-NRCS • EPA • Guardia Costera de EE.UU. (USCG)
Agencias y corporaciones públicas del gobierno de Puerto Rico y municipios	<ul style="list-style-type: none"> • DRNA, Oficina del PMZCPR • Municipio de Salinas • Municipio de Guayama • OGPe • JCA • AEE
Universidades	<ul style="list-style-type: none"> • UPRM, Programa Sea Grant • UPRM-Servicio de Extensión Agrícola, Guayama
Asociaciones Profesionales	<ul style="list-style-type: none"> • Colegio de Arquitectos y Arquitectos Paisajistas de Puerto Rico

Otros socios incluyen agencias o dependencias del gobierno municipal, estatal y federal, así como universidades y organizaciones empresariales:

- | Agencias federales: Además de la colaboración de EPA y el NRCS previamente descritas, el Programa trabaja con el USCG, quien recientemente se unió al Comité Asesor. La Oficina de Manejo Costero (OCM) de la NOAA ha sido un colaborador esencial en la provisión de adiestramientos relacionados con el manejo de los recursos naturales.
- | Agencias y corporaciones públicas estatales: El PMZCPR proporciona asistencia en talleres sobre fuentes dispersas de contaminación. La estrecha colaboración con el PMZCPR también asegura un impacto significativo en las iniciativas y adiestramientos sobre la adaptación y mitigación al cambio climático en las comunidades costeras. Otros socios son la JP, el Departamento de Agricultura y la Compañía de Turismo de Puerto Rico.
- | Municipios: Además de Salinas y Guayama, que están representados en el Comité Asesor, otros municipios costeros del Sur aliados del Programa incluyen a los municipios de Arroyo y Yauco.
- | Academia: El CTP tiene alianzas con la División de Educación Continua y Estudios Profesionales (DECEP) y el Departamento de Ingeniería Civil de la UPRM.
- | Organizaciones empresariales: Estas incluyen a la Asociación de Industriales y la Cámara de Comercio de Puerto Rico.

La creación y fortalecimiento de alianzas con distintas asociaciones y entidades ha sido una prioridad del reciente contratado Coordinador del Programa. Como resultado, la lista anterior continuará evolucionando durante el próximo período de manejo.

Ejecución del Programa de Adiestramiento Costero

El CTP de JBNERR comenzó en el año 2003 tras completar exitosamente un NA/MA, el cual fue revisado en el año 2013. Su Coordinador implementa un proceso sistemático para la implantación del programa, que incluye la revisión periódica del posicionamiento de la Reserva en el mercado de proveedores de adiestramientos y evaluaciones de sus audiencias, con la orientación de su Comité Asesor.

El CTP complementa las prioridades del programa CTP nacional, y utiliza la estructura implementada a nivel nacional para enmarcar el progreso del proyecto desde el análisis de necesidades hasta la evaluación final. El Programa implementa estrategias para mejorar el manejo de los recursos costeros en los ámbitos local y regional en Puerto Rico, mediante el uso de la educación y el desarrollo de capacidades. El Programa es un proveedor esencial de adiestramientos para la conservación y el manejo de los recursos naturales.

Continuamente se están identificando temas emergentes y fomentando colaboraciones para maximizar la ejecución y la capacidad del Programa. Siguiendo la *Iniciativa de Cambio Climático* de NERRS, el CTP fomentará la planificación para la adaptación de las comunidades costeras, aumentará la comprensión de la vulnerabilidad y los efectos del cambio climático en la Reserva y su cuenca hidrográfica y tomará medidas para asegurar la resiliencia ecológica y proteger las funciones ecosistémicas en el largo plazo. Los datos e información producidos a través del Programa de Investigación y Monitoreo serán utilizados para el desarrollo de talleres y atender las necesidades de adiestramiento que puedan surgir. El CTP coordinará con el Programa de Educación para mejorar la capacidad organizativa de las ONG para ser más efectivos en las iniciativas de base comunitaria para la adaptación. Además de la colaboración interna, el CTP implementará acciones mediante esfuerzos colaborativos con agencias y corporaciones públicas estatales, federales, los municipios, empresas y asociaciones profesionales.

El CTP procurará implementar estrategias adicionales para divulgar información, promover el programa y aumentar la capacidad de manejo de los recursos costeros y marinos. Se dará prioridad a la implementación de programas de adiestramiento que apoyen a los municipios, las agencias gubernamentales, los profesionales y las industrias para abordar los asuntos prioritarios de manejo costero identificados en este Plan.

Para evaluar sus esfuerzos, el CTP lleva a cabo evaluaciones con los participantes de eventos una vez estos culminan. El Coordinador del CTP reporta los datos en los informes de progreso sometidos como parte de las subvenciones operacionales, siguiendo una serie de indicadores de desempeño relacionados con el aumento en la comprensión de los participantes, la aplicación del aprendizaje y el fortalecimiento de las redes de colaboración con pares y expertos para guiar el programa. Además, el desempeño del CTP es evaluado mediante la comunicación y retroalimentación continua de su Comité Asesor.

7.3 Necesidades y oportunidades de adiestramiento

Las necesidades y oportunidades del CTP para el próximo período de manejo fueron identificadas en coordinación con su Comité Asesor.

Necesidades

Los responsables de la toma de decisiones que afectan las costas deben fortalecer sus habilidades y conocimientos para una mejor gestión de los recursos costeros, evaluar la vulnerabilidad de las comunidades costeras y desarrollar e implementar medidas de adaptación.

| **Facultar a los líderes para que tomen decisiones informadas para la protección de los recursos costeros:**

Se necesita adiestramiento técnico y apoyo a los municipios y otros funcionarios, para que puedan desarrollar planes y tomar decisiones informadas para proteger la zona costera. Los municipios están obligados o autorizados a preparar planes para abordar situaciones que afectan la Reserva y su cuenca, tales como planes de usos de terrenos, planes de reciclaje y planes de manejo de escorrentías, los cuales podrían ayudar a reducir los estresores en los ecosistemas de la Reserva y proteger las costas. Sin embargo, muchos municipios no tienen profesionales con los conocimientos y habilidades necesarios para considerar medidas de conservación apropiadas. Por tanto, existe la necesidad y oportunidad de proporcionar asistencia técnica a los municipios y a los profesionales que trabajan con los usos de terrenos para asegurar que se atiendan los problemas costeros.

| **Apoyar a los manejadores y personal técnico de las áreas costeras protegidas:**

Los manejadores de las áreas naturales costeras protegidas por el DRNA, tienen múltiples responsabilidades que trascienden el manejo de los hábitats y las especies. Algunos manejadores tienen a su cargo más de un área protegida y bajo la situación fiscal de Puerto Rico, es muy difícil para el DRNA reclutar personal para apoyar en el manejo de los recursos costeros. Más aún, los asuntos emergentes como el cambio climático y la creciente presión sobre los recursos marinos requieren que los manejadores sean adiestrados y adquieran las destrezas apropiadas para reducir y evitar los factores de estrés sobre los recursos.

En muchas de estas áreas protegidas, el DRNA ha suscrito acuerdos de colaboración con organizaciones de base comunitaria para apoyar con las tareas de manejo. Por tanto, es necesario también proporcionar información y habilidades a las ONG y organizaciones comunitarias que tienen acuerdos de colaboración o de manejo con el DRNA, para que puedan ser efectivos en el apoyo al manejo de los recursos costeros y marinos.

Existe también la necesidad de fortalecer las capacidades de los funcionarios del Cuerpo de Vigilantes, la Policía Puerto Rico y los municipios que apoyarán en la implementación del "Plan Estratégico de Vigilancia y Prevención del DRNA en JBNERR" preparado por el DRNA y sometido a la NOAA. (Para obtener más información, consulte la Sección 9, Plan de Protección de Recursos).

| **Asistencia técnica y adiestramiento a negocios y comunidades de la cuenca:**

Es necesario proveer asistencia técnica a las comunidades, negocios y agricultores, ubicados contiguo a hábitats sensitivos, con el fin de evitar impactos negativos sobre los ecosistemas y las cuencas hidrográficas. También es necesario fortalecer y ampliar la educación y el adiestramiento sobre prácticas sostenibles de manejo del agua en la cuenca hidrográfica.

- | **Continuar fortaleciendo el programa y sus alianzas:** El CTP necesita fortalecer su presencia y colaboración con los funcionarios responsables de la toma de decisiones en la costa, las comunidades, los negocios y los grupos profesionales. El Coordinador se ha reunido con diferentes organizaciones para discutir las oportunidades de colaboración, pero es necesario llevar a cabo esfuerzos adicionales. La fragmentación de las fincas agrícolas y el desparrame de comunidades plantean un reto adicional, ya que se hace más difícil llegar a las comunidades, al mismo tiempo que los impactos son más extensos y difusos.

Oportunidades

- | **CTP como facilitador:** Ante la difícil situación socioeconómica actual, el CTP es un recurso mediante el cual se provee adiestramiento costo efectivo a diversas audiencias que incluyen las agencias del gobierno central y los municipios, las asociaciones profesionales, los manejadores del DRNA y otros grupos de interés en las áreas costeras.
- | **Aumentar las alianzas:** Existe un mayor interés de colaborar con el Programa. El Comité Asesor de CTP ha identificado áreas de colaboración potencial para cada uno de sus miembros.
- | **Información base existente:** Se ha logrado un progreso significativo con respecto a la investigación y la información de referencia sobre la situación actual de la Reserva, que puede utilizarse para el desarrollo de adiestramiento, así como el desarrollo de capacidades. Además, las entidades colaboradoras cuentan con las herramientas y la experiencia para ayudar en los adiestramientos y talleres dirigidos a las audiencias del programa.

7.4 Objetivos y acciones

Objetivo 1. Mejorar las capacidades de los responsables de la toma de decisiones para proteger y mejorar los recursos costeros efectivamente

1. Proveer talleres y asistencia técnica a los municipios, profesionales y otros responsables de la toma de decisiones con el fin de fortalecer sus destrezas para el desarrollo de planes que son requeridos por estatutos legales

El CTP proporcionará educación y asistencia técnica a los municipios, planificadores de usos de terrenos y profesionales en disciplinas relacionadas, con el fin de aumentar su conocimiento sobre las mejores prácticas de manejo y uso de terrenos. Los planes de uso de terrenos son una herramienta útil para reducir la exposición a riesgos, mitigar los efectos del cambio climático y mejorar la estructura y función de los ecosistemas. Por tanto, se podrían desarrollar programas de adiestramiento en áreas tales como:

mecanismos disponibles para el desarrollo de redes y proyectos de infraestructura verde (por ejemplo, corredores verdes) y sus beneficios como estrategia de conservación del paisaje; el uso de infraestructura verde para el desarrollo de proyectos de manejo de las aguas de escorrentía (por ejemplo, materiales para reducir las escorrentías), entre muchos otros temas.

Los planes de manejo de escorrentías pueden ser de utilidad para manejar la calidad y cantidad de las aguas, promover la infiltración y manejar la recarga del acuífero. Sobre este particular, el CTP continuará trabajando con la EPA para proporcionar asistencia a los municipios en el desarrollo de los planes municipales para el manejo de las escorrentías.

2. Proveer adiestramiento y talleres a negocios, ONG y comunidades para reducir las fuentes dispersas de contaminación que afectan los ecosistemas costeros y marinos

El CTP de JBNERR llevará a cabo talleres y actividades de adiestramiento para atender asuntos como: la construcción y mantenimiento de pozos sépticos; el manejo y los impactos de productos químicos, como los fertilizantes; el control de la erosión; y el manejo adecuado de productos químicos, como aceites y grasas, en negocios, entre otros temas.

El Coordinador del CTP identificará las necesidades de desarrollo de capacidades de las industrias en conjunto con el liderato de las mismas. La base de datos de la Reserva sobre contaminantes, recopilada por un GRF y como parte de la caracterización del hábitat llevada a cabo por NCCOS de NOAA, son un recurso importante. Esto permitirá enfocar los esfuerzos en las industrias que emiten mayor contaminación con el potencial de afectar la Reserva y su cuenca, así como las audiencias específicas dentro de estas que necesitan los adiestramientos.

3. Proveer educación y asistencia técnica a los manejadores de áreas costeras del DRNA y al personal de apoyo para abordar los problemas prioritarios que afectan los recursos costeros

El CTP proveerá asistencia a los manejadores de áreas costeras protegidas, así como a otros funcionarios de apoyo del DRNA, para que fortalezcan sus destrezas y entendimiento de la dimensión colaborativa del manejo ecosistémico.

Mediante el uso del concepto de "adiestrar a los instructores", los manejadores estarán en una mejor posición para colaborar con los voluntarios y las comunidades en la protección de los recursos costeros (transferencia de información, conocimiento y ejecución de las tareas necesarias).

4. Proveer educación y asistencia técnica a las organizaciones comunitarias que tienen acuerdos de colaboración con el DRNA para el manejo de los recursos costeros

El CTP se asociará con organizaciones y agencias con experiencia en la restauración y el monitoreo de ecosistemas, para proveer adiestramientos a los líderes comunitarios. Se dará prioridad a aquellos con acuerdos de colaboración con el DRNA, con el fin de apoyar los esfuerzos de manejo en las áreas costeras protegidas.

El Coordinador del CTP realizará una evaluación de necesidades con estos grupos y sus enlaces dentro del DRNA, para determinar las necesidades de educación, adiestramiento y desarrollo de capacidades. Los temas podrían incluir la ecología de los hábitats y sus impactos antropogénicos; técnicas de restauración, tales como la siembra de mangles y la restauración de las yerbas marinas; identificación y monitoreo de especies clave como: las aves costeras y especies marinas como el manatí; el monitoreo de la calidad del agua, entre otros temas relevantes relacionados con los recursos.



El DRNA ha desarrollado alianzas con ONG para apoyar en el manejo de las áreas naturales protegidas. Durante los últimos años, la agencia ha firmado más de 15 acuerdos con ONG para el manejo de las áreas costeras protegidas de Puerto Rico. El CTP se asociará con expertos de diferentes entidades y el DRNA para proporcionar asistencia técnica sobre temas relevantes basados en la protección de los recursos.



5. Proveer asistencia técnica y talleres al Cuerpo de Vigilantes y a otros funcionarios que colaboran en el equipo de vigilancia y patrullaje de la Reserva, según propuesto en el "Plan Estratégico de Vigilancia y Prevención en JBNERR del DRNA "

El plan propuso la coordinación de adiestramientos y talleres para fortalecer la capacidad del Cuerpo de Vigilantes para atender las necesidades de vigilancia en la Reserva. Los coordinadores de CTP y Manejo organizarán adiestramientos y talleres para los temas identificados en dicho plan que incluyen: la biodiversidad de la Reserva y sus valores, los límites de la Reserva, los problemas principales y las necesidades prioritarias de manejo, así como las leyes y reglamentos aplicables a JBNERR.

Objetivo 2. Proveer adiestramientos y asistencia técnica a los responsables de la toma de decisiones para aumentar su capacidad de evaluar la vulnerabilidad de las comunidades costeras y desarrollar medidas de adaptación

1. Continuar ofreciendo talleres relacionados con el uso sostenible del agua

El evento de sequía reciente, las proyecciones climáticas y la condición del acuífero, hacen necesario fortalecer y ampliar la educación y el adiestramiento sobre prácticas sostenibles de manejo del agua en la cuenca, incluyendo la recolección del agua de lluvia y el reciclaje y reúso del agua.

Se organizarán adiestramientos específicos para satisfacer las necesidades de diversas audiencias en la cuenca, entre las que se encuentran: agricultores, negocios, residencias y otras instituciones, como escuelas.

2. Proporcionar adiestramiento y asistencia técnica sobre el manejo basado en los ecosistemas en las comunidades costeras

Varios eventos ocurridos durante los pasados años han requerido una respuesta inmediata de parte de los funcionarios responsables de la toma de decisiones en la costa, para los cuales estos no estaban preparados debido a la falta de destrezas de manejo apropiadas. Algunos de estos eventos han sido los arribos de sargazo a las costas de Puerto Rico, los eventos de erosión costera, las inundaciones y los incendios de vegetación.

El Comité Asesor de CTP identificó la necesidad de adiestrar a los municipios costeros y otras entidades responsables de la toma de decisiones que afectan a las costas, en las mejores prácticas de manejo para abordar estas situaciones. A través de este apoyo, el CTP busca mejorar el conocimiento entre los responsables de la toma de decisiones costeras para que las mismas no tengan impactos negativos sobre los recursos costeros, incluyendo los arrecifes de coral y los ecosistemas asociados. Mediante esta acción también se busca apoyar al limitado personal del DRNA con el fin de abordar adecuadamente las necesidades de manejo costero.

3. Mejorar la capacidad de los manejadores de recursos naturales para entender la vulnerabilidad de los hábitats costeros a los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación, utilizando la Herramienta de Evaluación de la Vulnerabilidad del Cambio Climático para los Hábitats Costeros (CCVATCH, por sus siglas en inglés) desarrollada por NERRS

El CCVATCH es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones basada en hojas de cálculo que integran datos, conocimiento local e investigaciones recientes con las predicciones del cambio climático para proporcionar una evaluación de la

vulnerabilidad¹⁷ potencial de los hábitats. El CTP planifica organizar un taller para adiestrar sobre el uso de esta herramienta. El mismo será con funcionarios del DRNA, dando énfasis a los manejadores de áreas costeras protegidas y otros manejadores de áreas protegidas en Puerto Rico. Este taller de adiestramiento también podría incluir a los líderes en otras entidades, las cuales podrían incluir los municipios. Estos adiestramientos complementarán los esfuerzos en curso del CTP para evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas costeros. La iniciativa tendrá como objetivo crear redes de colaboración entre diferentes grupos e individuos involucrados en el manejo de los recursos costeros, utilizando una tecnología que se aplica comúnmente en otras reservas de investigación estuarinas.

4. Proporcionar adiestramiento y asistencia técnica para la adaptación al cambio climático, la reducción del riesgo a desastres y la respuesta a emergencias

La necesidad de proveer adiestramiento sobre la adaptación al cambio climático, la reducción del riesgo a desastres y la respuesta a emergencias, fue identificada junto con el Comité Asesor de CTP. El Comité también reconoció la disponibilidad de información de diversas agencias y organizaciones que podrían utilizarse para mejorar la comprensión de estos temas por parte de los municipios y la comunidad local.

El CTP proporcionará información y adiestramiento sobre herramientas desarrolladas a través de informes y modelos generados por organizaciones que incluyen a miembros del PRCCC, el PMZCPR y la red de NERRS.

Dos herramientas de inundación que pueden ser utilizadas para proporcionar adiestramiento técnico al personal municipal, planificadores, líderes locales y al personal de respuesta a emergencias son el visualizador de la elevación del nivel del mar preparado por la NOAA y el visualizador de la Vulnerabilidad Costera de Puerto Rico, preparado por el PMZCPR y la UPRM. Estos modelos son fundamentales para el desarrollo de planes de respuesta a emergencias, planes de usos de terrenos y planes de adaptación al cambio climático. En el largo plazo, con el proyecto de "Lugar de Referencia", la Reserva contará con información adicional que podrá ser utilizada en los adiestramientos del Programa.

También se ha identificado la necesidad de proveer adiestramiento a estas audiencias sobre los distintos métodos para promover la participación y la investigación en las ciencias sociales. Por ejemplo, una herramienta que podría ser importante para estas audiencias es cómo llevar a cabo talleres de cartografía participativa. En combinación,

¹⁷ <http://www.ccvatch.com/about.html>

estos métodos pueden ayudar a los municipios, por ejemplo, a planificar y zonificar apropiadamente para abordar estos desafíos.

El CTP proporcionará adiestramiento a los líderes locales para fomentar que estos planifiquen de forma proactiva para la adaptación al cambio climático y para atender el posible efecto a largo plazo en las comunidades locales, para lo que se trabajaría con el taller desarrollado por NERRS conocido como “Planificando para el cambio climático”.

Objetivo 3. Aumentar la colaboración con los responsables de la toma de decisiones que afectan las costas, que representan al gobierno estatal, federal y organizaciones comunitarias

1. Seguir dando a conocer el CTP y las oportunidades que este ofrece

Durante el próximo periodo de manejo, el Coordinador del CTP continuará participando en reuniones con organizaciones profesionales, agencias y otras entidades para promover colaboraciones adicionales y aumentar su audiencia. Las reuniones anuales del PRCCC ofrecen una plataforma para introducir el CTP a nivel Isla. El PRCCC está formado por representantes de agencias estatales y federales, académicos, representantes del sector privado y ONG, y está dividido en cuatro grupos de trabajo. Uno de ellos trabaja con la comunicación sobre el cambio climático y los riesgos costeros”, lo que ofrece una buena oportunidad para la colaboración y para poder llegar a audiencias y organizaciones adicionales.

2. Continuar utilizando los medios digitales para promover el CTP y llegar a audiencias más amplias

El CTP explorará nuevas alianzas para ampliar sus programas. Por ejemplo, el gobierno de Puerto Rico ha desarrollado el Centro de Innovación Social (CIS)¹⁸ para brindar educación a distancia a los responsables de la toma de decisiones del gobierno central, municipios y las ONG, con el fin de estimular el desarrollo local mediante el fortalecimiento de capacidades de desarrollo y manejo de propuestas, y el uso de mejores prácticas.

Esta es la primera iniciativa gubernamental de esta naturaleza en Puerto Rico, mediante la cual se utiliza un enfoque de educación a distancia. Las actividades y materiales disponibles a través de CIS incluyen: webinars, videos, materiales instruccionales sobre

¹⁸ <http://www.innovacionpr.com/>

mejores prácticas e historias de éxito, entrevistas a expertos y adiestramiento en el aula. Los materiales están en español y en inglés. El CIS constituye una buena herramienta para proporcionar materiales educativos y adiestramiento a un público más amplio en Puerto Rico y el Caribe.

Objetivo 4. Determinar las necesidades de las audiencias del CTP con el fin de continuar prestando servicios relevantes

1. Revisar y actualizar el NA/MA para el periodo 2018-2022

El último NA se llevó a cabo en el 2013 y proporciona una guía para la dirección del CTP hasta el 2018. Después del 2018, será necesario revisar y actualizar el NA para determinar los temas y los servicios prioritarios requeridos por los responsables de la toma de decisiones costeras. El NA se asegurará de que el CTP continúe proporcionando servicios relevantes a sus audiencias.

PLAN ADMINISTRATIVO



8 Plan Administrativo



8.1 Marco organizacional y autoridades para el manejo

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico (DRNA) deriva sus poderes y autoridades de su Ley Orgánica, Ley Núm. 23 de 1972 y del Plan de Reorganización Núm. 1 de 1993. La Ley Núm. 23 impone al DRNA la responsabilidad de implementar la fase operacional de la política pública contenida en la Constitución de Puerto Rico para el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

El DRNA administra múltiples leyes y reglamentos para la protección y aprovechamiento de los recursos naturales. Un resumen de estos reglamentos se proporciona en el Apéndice 5, y pueden ser accedidos en la página electrónica del DRNA: [<http://drna.pr.gov/cat/ley/>].

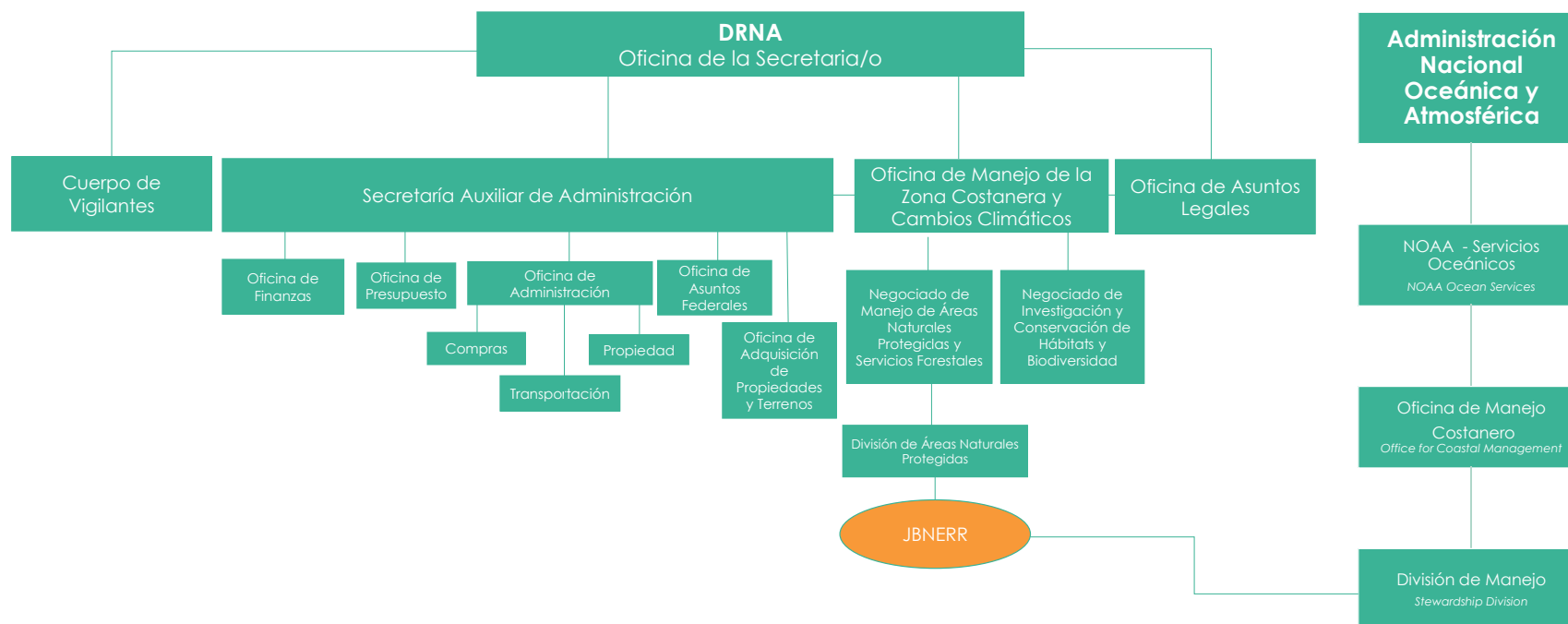
Durante los últimos años, el gobierno de Puerto Rico ha tomado varias medidas para reducir gastos, dada su difícil situación fiscal. Esto ha resultado en la reducción de recursos humanos en varias divisiones del DRNA. Para optimizar el uso de los recursos en la agencia, en enero de 2016 se aprobó la Orden Administrativa (OA) Núm. 2016-01 Para Reorganizar Unidades bajo la Administración de Recursos Naturales del DRNA. Esta OA crea la Secretaría Auxiliar de Manejo y Conservación de Áreas Naturales y Biodiversidad, que sustituye a la Administración de Recursos Vivientes. El antiguo Negociado de Costas, Reservas Naturales y Santuarios y el Negociado de Servicios Forestales se fusionaron en el Negociado de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Servicios Forestales. Este nuevo negociado está adscrito a la Secretaría Auxiliar y es responsable de implementar la política pública del ELAPR para la conservación, el manejo y el estudio de las áreas naturales protegidas. Este Negociado tiene dos divisiones: la División de Áreas Naturales Protegidas y la División de Servicios Ecológicos y Forestales. Esta División es responsable de la administración, conservación y administración de los Bosques Estatales, las Reservas Naturales, las Reservas Marinas, los Refugios de Vida Silvestre y de JBNERR.



Como patrocinador estatal, el DRNA provee apoyo administrativo. JBNERR se encuentra ubicada administrativamente en la División de Áreas Naturales Protegidas.

El siguiente organigrama describe la ubicación actual de JBNERR dentro del DRNA y su relación con la estructura de manejo de la NOAA.

Figura 24. Marco organizacional para la administración de JBNERR bajo la estructura de manejo del DRNA y NOAA



Otros componentes administrativos y operacionales del DRNA tienen un papel importante en la implementación coordinada de políticas públicas para proteger y conservar los recursos naturales. Dos componentes clave son el Cuerpo de Vigilantes y la Oficina de Asuntos Legales, ambos adscritos a la Oficina de la Secretaria. Otro personal administrativo del DRNA apoya todos los procesos de compra, contratación y de administración, necesarios para manejar y cumplir efectivamente con los requisitos de los programas.

8.2 Estructura administrativa de JBNERR

Este componente programático está enfocado en mejorar la capacidad administrativa y la infraestructura de JBNERR para satisfacer los retos de investigación, educación y adiestramiento para la implementación de los programas. Los componentes del Programa de Administración de la Reserva incluyen el desarrollo y mantenimiento de presupuestos para los programas de la Reserva; ayudar con la adquisición de suministros, equipos y contratos necesarios; manejo de temas de recursos humanos y el manejo de la oficina en general.

Se ha cubierto exitosamente los puestos clave de personal con recursos altamente calificados, incluyendo la Directora de la Reserva, el Coordinador de Investigación, el Coordinador de Educación, el Coordinador de CTP y el Coordinador de Manejo. Las nuevas perspectivas proporcionadas por este personal se reflejan en las ambiciosas metas y la dirección de este Plan de Manejo. Además, los cuatro Comités Asesores han apoyado el desarrollo y la ejecución de los programas de manera efectiva.

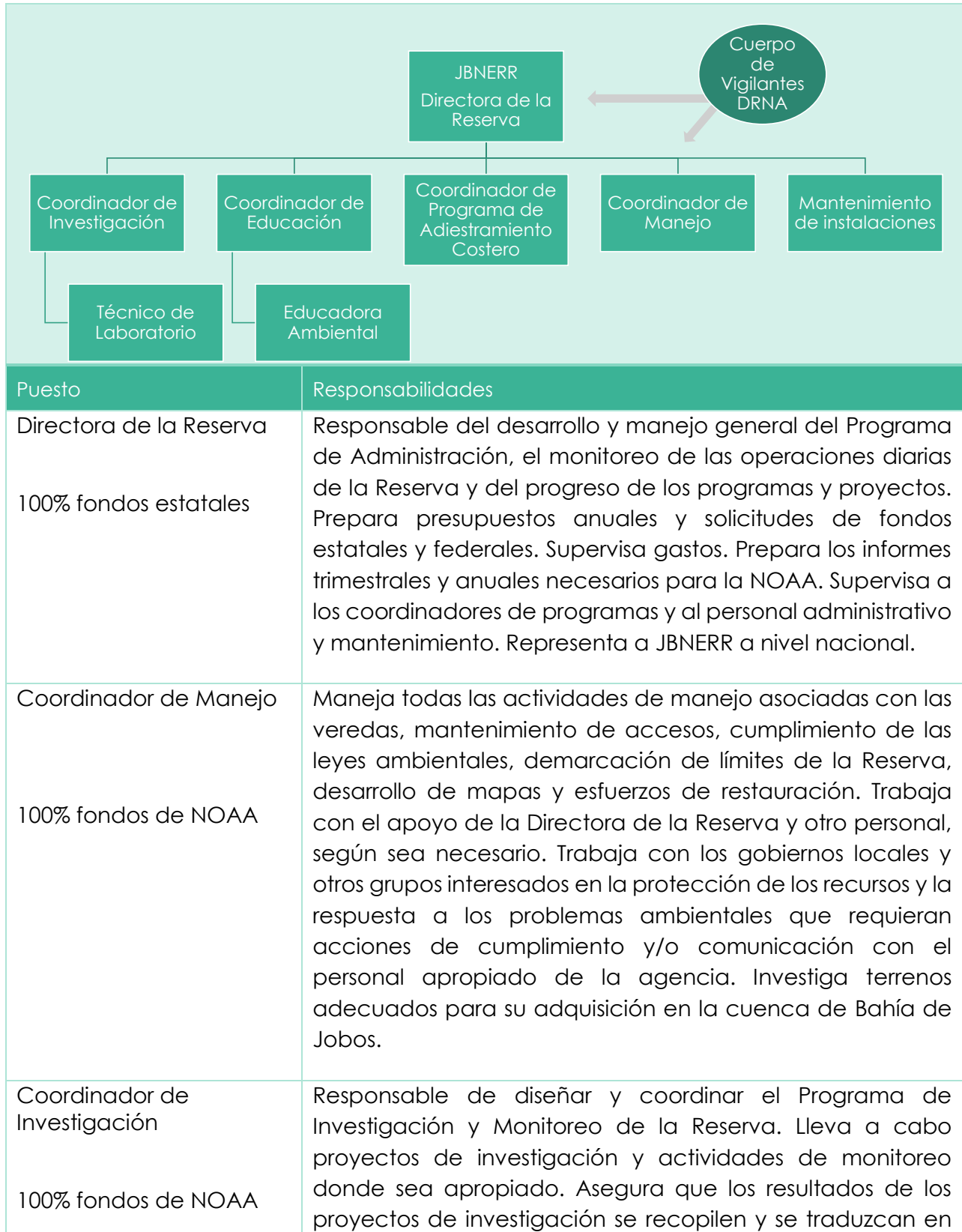
La Directora de la Reserva supervisa directamente a los coordinadores de los programas. Los coordinadores organizan a su respectivo personal y son responsables de los planes de trabajo desarrollados para implementar las estrategias identificadas en este Plan.

Personal

El personal de la Reserva incluye empleados permanentes, a tiempo completo para las áreas principales, así como personal de apoyo para los programas, la administración y las instalaciones. La mayoría del personal ha estado trabajando en la Reserva durante casi dos años. Al momento, los puestos de Coordinador de Educación, CTP y Manejo no son permanentes a tiempo completo, por lo que se ha identificado como de alta prioridad para la Reserva el convertir estos puestos en permanentes a tiempo completo.

La oficina principal está ubicada en el Complejo del Centro de Visitantes de la Reserva. La siguiente tabla presenta los puestos y las responsabilidades del personal.

Tabla 7 . Puestos y responsabilidades del personal



	información útil que esté disponible al público en general. Sirve como enlace con la comunidad científica, promueve la utilización de datos y sirve como contacto principal para los científicos que realizan investigaciones en la Reserva. Coordina la implementación del SWMP.
Técnico de Laboratorio 100% fondos de NOAA	Apoya al Coordinador de Investigación en las actividades de investigación y monitoreo patrocinadas por la Reserva, en el mantenimiento de bases de datos, de software, y hardware, así como el mantenimiento de colecciones científicas y equipos analíticos. Ayuda en la investigación de campo, recolección y análisis de datos y preparación de informes técnicos sobre información biológica, oceanográfica y geográfica. Realiza revisión de la literatura, búsquedas en bases de datos y síntesis de hallazgos. Asiste a los investigadores visitantes en la calibración y mantenimiento de los equipos del laboratorio y de campo de la Reserva. Supervisa el funcionamiento de las instalaciones de laboratorio de la Reserva.
Coordinador de Educación 100% fondos de NOAA	Dirige el Programa de Educación de la Reserva, mediante el diseño y ejecución de proyectos educativos y de divulgación. Coordina las subvenciones de educación financiadas por la NOAA/Reserva; monitorea las actividades de educación e interpretación y las actividades de los usuarios; evalúa el progreso hacia el logro de metas y objetivos preestablecidos y lidera la revisión por pares de los productos educativos, interpretativos y de medios. Coordina las actividades de educación, interpretación y uso de visitantes en JBNERR, en coordinación con otras áreas programáticas de la Reserva. Proporciona actividades de alcance a escuelas, universidades y otras entidades. Realiza viajes de campo orientados a la educación / investigación; lleva a cabo presentaciones educativas e interpretativas a visitantes y estudiantes en el Centro de Visitantes y en escuelas locales. Supervisa el mantenimiento y actualización de las exhibiciones de la Reserva.
Educadora Ambiental 100% fondos de NOAA	Responde a las solicitudes de información de escuelas, comunidades y visitantes. Asiste en el mantenimiento de materiales educativos, desarrollo de presentaciones y actividades grupales en el Centro de Visitantes y escuelas

	locales. Proporciona apoyo en actividades educativas en el campo y en los programas de voluntariado en la Reserva. Mantiene un registro de visitantes, solicitudes de información, materiales educativos, publicaciones y materiales audiovisuales. Mantiene y organiza materiales en la biblioteca, mapas y fotografías.
Coordinador CTP 100% fondos de NOAA	Coordina e implementa el CTP de la Reserva. Identifica y desarrolla alianzas. Mercadea y promueve programas y servicios de adiestramiento profesional dirigido a las audiencias del Programa, incluyendo los manejadores costeros y los responsables de la toma de decisiones en las costas. Provee diseño instruccional, desarrollo de programas y servicios como facilitador. Desarrolla y distribuye materiales de adiestramiento. Evalúa las actividades del programa. Mantiene y presenta medidas de desempeño a la Oficina de Manejo Costero de la NOAA.
Encargado de Mantenimiento 90% fondos de PR 10% fondos de NOAA	Responsable de mantener los terrenos e instalaciones de la Reserva y asegurar que la rotulación y demarcadores de los límites de la Reserva estén en su lugar. Inspecciona periódicamente las áreas frecuentadas por los visitantes. Responsable del mantenimiento general de las instalaciones al aire libre.
Funcionarios de Orden Público 100% fondos de PR	Un oficial del Cuerpo de Vigilantes ha sido asignado a JBNERR. El mismo realiza patrullajes rutinarios y responde a violaciones que afectan los recursos de la Reserva.

Alianzas estratégicas

Los acuerdos de colaboración con otras entidades son llevados a cabo por la Secretaria del DRNA, debido a que el personal de JBNERR no tiene la capacidad legal para suscribir los mismos. Actualmente, se han firmado dos acuerdos relacionados con JBNERR. Estos son con IDEBAJO y CariCOOS, Inc. (Refiérase a los Apéndices 3 para copias de estos acuerdos).

- | **IDEBAJO**- En enero de 2015 se firmó un acuerdo de colaboración para promover el desarrollo de microempresas eco-turísticas en la Reserva. Según el acuerdo, el personal de JBNERR proporcionará apoyo a esta ONG de base comunitaria a

través de sus programas, e IDEBAJO proporcionará apoyo en actividades de mantenimiento, investigación y monitoreo.

CariCOOS, Inc.- En 2016 se firmó un Memorando de Entendimiento para fomentar la colaboración y la cooperación entre ambas entidades. Entre las actividades contempladas en este memorando se encuentran: proporcionar a JBNERR datos especializados y asesoramiento de expertos según sea solicitado, colaborar en el desarrollo de actividades de investigación y monitoreo en JBNERR, colaborar en el desarrollo de materiales de divulgación y educación y participar en los Comités Asesores de JBNERR.



El acuerdo colaborativo entre el DRNA e IDEBAJO busca promover el desarrollo de actividades ecoturísticas en JBNERR.

Fuente: DRNA



El objetivo principal del acuerdo entre el DRNA y CariCOOS es el intercambio de datos de investigación y la difusión de información

Fuente: CariCOOS

Además, el Coordinador de Manejo y la Directora de la Reserva son apoyados por el Comité Asesor de Manejo. Este le provee insumo, orientación y apoyo en la dirección programática y el manejo de la Reserva. Provee asesoramiento sobre temas como aprovechamientos, cumplimiento y prioridades de: manejo, adquisiciones y restauración. Este comité se reúne por lo menos dos veces al año o según sea necesario y ha participado activamente en la revisión de este plan de manejo. Este Comité está estructurado para asegurar que se consideren las preocupaciones de la ciudadanía. Sus miembros incluyen una variedad de grupos de interés asignados por sus respectivas organizaciones. Está compuesto por representantes de las siguientes entidades:

Tabla 8. Entidades representadas en el Comité Asesor de Manejo

Agencias Federales y otras entidades	<ul style="list-style-type: none"> • NOAA - NMFS - División de Conservación del Hábitat • USDA-NRCS • USDA- Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Director • USDA-Centro Climático del Caribe, Director • USFWS, Programa de Conservación de Hábitat • USFS-Especies en Peligro de Extinción
Agencias gubernamentales y corporaciones	<ul style="list-style-type: none"> • DRNA Asistente Especial de la Secretaria • DRNA- Oficina de Asuntos Legales • DRNA-PMZCPR

públicas y municipios	
Representantes de la comunidad/ONG	<ul style="list-style-type: none"> • IDEBAJO (3 representantes) • Carlos R. Vega Santos • Tour Operador - Bahía de Jobos • Asociación de Cazadores del Sur, Inc. (3 representantes)

Los aliados federales incluyen el Consejo de Manejo Pesquero del Caribe (CFMC), cuyo personal ha ofrecido talleres al Cuerpo de Vigilantes del DRNA. Continuamente, la Reserva busca oportunidades para el establecimiento de alianzas, colaboraciones y voluntarios en la comunidad. La Universidad del Turabo es un aliado fuerte que utiliza la Reserva como un laboratorio para su recién establecido programa académico en ornitología y conservación de aves (único en su clase en Puerto Rico). Además, la Universidad estableció un programa de monitoreo a largo plazo para las especies terrestres migratorias y residentes que utilizan los bosques costeros secundarios y manglares en y alrededor de JBNERR. Los estudiantes han provisto conferencias y talleres en la Reserva de manera voluntaria.

Otras ONG y organizaciones comunitarias colaboran con los programas de la Reserva. El Programa del Estuario de la Bahía de San Juan ha sido un colaborador cercano en la coordinación del Día Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, y en la provisión de asistencia técnica. Otras ONG asociadas son: CIVITAS PLUS (que actualmente trabaja en la comunidad Las Mareas para atender las descargas de aguas sanitarias); el Concilio de Puerto Rico de Niños Escucha, quienes han colaborado en el mantenimiento y mejoramiento de veredas e instalaciones; el Grupo Apícola Guaní, que investiga la dinámica de las abejas en la polinización de diferentes especies de plantas presentes en la Reserva y la Sociedad Ornitológica y el Centro Ambiental de Santa Ana, quienes colaboran en la provisión de conferencias y talleres.

Además, la Reserva ha establecido alianzas con la Asociación de Cazadores del Sur para organizar y supervisar las actividades de caza durante la temporada de caza de aves acuáticas. Muchos cazadores y sus familias se ofrecen como voluntarios en actividades de limpieza y mantenimiento de las veredas de la Reserva.

8.3 Vehículos y embarcaciones

La flota existente en la Reserva para apoyar todas las áreas programáticas se compone de:

- ▮ Un vehículo utilitario deportivo (SUV, por sus siglas en inglés)
- ▮ Una camioneta de cabina extendida
- ▮ Un vehículo de combustible flex fuel para viajes más largos

- | Una guagua van de 15 pasajeros - para actividades de educación y visitas grupales
- | Un vehículo 4X4 (Mule) - para acceso al campo
- | Un camión de cabina extendido 4X4 - para actividades de campo y para lanzar embarcaciones
- | Un tractor grande, con cubierta de podadora y otros accesorios - para el mantenimiento de los predios y las veredas. Para estos trabajos de mantenimiento se ha adquirido nuevas podadoras tipo *trimmer* de gas para trabajo pesado y una sierra de cadena de gas.
- | Una trituradora mediana - para el mantenimiento de los predios y las veredas.

La Reserva tiene las siguientes embarcaciones para apoyar el acceso y las actividades acuáticas:

- | Una embarcación de 22' para uso en investigación de campo, una embarcación de 17' y dos kayaks para acceso a lugares remotos.

8.4 Necesidades y oportunidades de administración

Necesidades

Necesidades de personal

Los siguientes son los puestos necesarios para la Reserva:

- | **Técnico de SWMP**- Este puesto ayudará al Coordinador de Investigación en las tareas de monitoreo del SWMP y facilitará los proyectos de investigación en la Reserva. Sus deberes incluirán: el mantenimiento de la instrumentación meteorológica, de nutrientes y de calidad del agua; ingresar los datos que surjan de instrumentos y otros tomados en el campo, utilizando el software apropiado; llevar a cabo todo el QA/QC requerido para los datos; preparación de los datos para enviarlos a CDMO en Carolina del Sur, y asistir a los adiestramientos que se ofrecen por el NERRS a los técnicos de SWMP.
- | **Asistente administrativo/Coordinador de instalaciones** - Este puesto proveerá el apoyo administrativo necesario en asuntos que deben ser coordinados con las oficinas centrales del DRNA. De este modo, se liberaría a la Directora de tareas, lo que le permitirá atender otros asuntos y concentrar sus esfuerzos en el fortalecimiento de las áreas programáticas de la Reserva. Además, esta persona apoyaría al personal de la Reserva en el manejo de subvenciones, en el manejo de los usos de las instalaciones de la Reserva y en la identificación de las necesidades de mantenimiento de las mismas. Este puesto es crítico debido al

aumento en el interés de los estudiantes e investigadores en el uso de las instalaciones de la Reserva.

- | **Coordinador de Voluntarios-** Actualmente, los coordinadores de Manejo y Educación comparten la responsabilidad de: desarrollar las descripciones de las tareas para los voluntarios, mantener un registro de las horas contacto de estudiantes y voluntarios, necesario para las medidas de desempeño, además de manejar otras responsabilidades concernientes a sus programas. Por tanto, estos deben ser relevados de dichas tareas para que puedan centrarse en los deberes de sus programas. Por otra parte, mediante la Iniciativa *Road Trip*, ha incrementado el interés de voluntariado en la Reserva. Sin embargo, el personal carece de tiempo para organizar adecuadamente un grupo de voluntarios y dar seguimiento a aquellos que han expresado interés. Se necesita una posición de Coordinador de Voluntarios para el desarrollo de un Programa de Voluntarios robusto. El Coordinador de Voluntarios será responsable del reclutamiento, la coordinación y logística de los voluntarios.

Necesidades de vehículos y embarcaciones

- | **Una embarcación-** Se necesita una embarcación para apoyar varias áreas programáticas, especialmente el Programa de Educación. En la actualidad, solo hay una embarcación de 22' en la Reserva, que es utilizada por el Programa de Investigación para el SWMP. Se necesita una embarcación adicional para apoyar los proyectos educativos, transportar a los estudiantes que participan en los campamentos, los maestros que participan en los talleres y los visitantes que necesitan recorrer la Reserva para fines diversos.

Oportunidades

- | **Ley para la transferencia de personal** –La Directora de la Reserva continuará buscando fondos para la contratación de personal necesario para el manejo eficiente de JBNERR y la implementación de sus programas. Se explorarán las alternativas de financiamiento del gobierno federal y local, así como los mecanismos legales disponibles para poder contratar los recursos humanos necesarios para fortalecer los programas de la Reserva.

Aunque el marco legal actual no permite la contratación de personal adicional con fondos del gobierno de Puerto Rico, la Ley Núm. 8 del 4 de febrero de 2017 fue aprobada con el fin de atender las necesidades de recursos humanos en las agencias del gobierno de Puerto Rico. Esta ley, conocida como "Ley de Administración y Transformación de Recursos Humanos del Gobierno de Puerto Rico", permite transferir personal entre agencias para llevar a cabo diversas funciones. Esto representa una oportunidad para adquirir personal de otras agencias para apoyar en las tareas administrativas de la Reserva.

- | **Oportunidades para un Programa de Voluntariado** - La Ley Núm. 261 de 2005, según enmendada en 2010, conocida como la Ley de Voluntarios de Puerto Rico, autoriza a las agencias del gobierno estatal a establecer programas de voluntariado. La misma le permite al DRNA establecer acuerdos de voluntariados en materia de investigación, monitoreo, conservación, adopción de playas y veredas, así como esfuerzos educativos.

La Reserva debe buscar oportunidades para crear acuerdos formales para delegar tareas y atender las áreas de necesidad, incluyendo esfuerzos para reclutar y coordinar voluntarios para cumplir efectivamente con las metas y objetivos de sus programas. En los pasados años, JBNERR ha logrado incorporar voluntarios en sus programas y ha aumentado el número de horas de trabajo voluntario realizadas en diferentes áreas. En 2014, el DRNA aprobó el Manual del Programa de Voluntarios de JBNERR. Además, se han preparado los formularios necesarios para formalizar las oportunidades de internados de estudiantes a través de DRNA, enfocadas en la Reserva. Como se ha demostrado, la Reserva ha llegado a un punto en que las funciones del personal están suficientemente organizadas para poder incorporar de manera efectiva los esfuerzos de los voluntarios para apoyar los programas. Sin embargo, el personal está demasiado saturado en el manejo de sus diferentes funciones para poder también coordinar programas de voluntariado más grandes o extensos.

Mediante un programa sólido de voluntariado, la Reserva:

- Fortalecerá aún más la iniciativa local denominada como "Road Trip": Un Coordinador de Voluntarios ayudaría, en gran medida, a apoyar esta iniciativa convirtiéndose en la persona contacto para los voluntarios interesados, proveyendo seguimiento a los contactos y la coordinación de actividades.
- Dispondrá de los recursos humanos necesarios para desarrollar y mantener las instalaciones: En ambos, el Plan de Instalaciones y el de Acceso Público se discute cómo los voluntarios pueden ayudar a desarrollar, mantener y monitorear los aspectos de cada plan. Específicamente, grupos comunitarios, organizaciones ambientales, los Niños Escuchas y los grupos académicos han participado o han demostrado interés en iniciativas que van desde la construcción de veredas hasta la rehabilitación de instalaciones. El Coordinador de Voluntarios sería responsable de manejar la logística y aprovechar el gran potencial de estos grupos para proveer mejorar las condiciones en la Reserva.
- Ampliar la oferta del Programa de Educación en la comunidad: Una red de voluntarios expandida apoyará las iniciativas del Programa de Educación como el campamento de verano y el apoyo a los visitantes. Voluntarios adiestrados podrían proveer más visitas guiadas, lo que ayudará a la Reserva a alcanzar sus metas de mejorar y administrar el acceso público y la educación.

- Además, los desafíos de monitoreo y vigilancia que enfrenta la Reserva requieren la participación del público. La Reserva tendrá más éxito en la protección de sus recursos naturales si la comunidad local es educada, comienza a desarrollar un sentido de pertenencia y se involucra activamente en la vigilancia y cumplimiento. Para lograr esto, es necesaria la integración de los coordinadores de programas, pero en última instancia la logística podría ser organizada por el Coordinador de Voluntarios.

8.5 Objetivos y acciones

La Reserva mejorará su eficiencia administrativa y su capacidad para obtener fondos externos y recursos humanos. Los objetivos y las acciones para el próximo período de manejo se centrarán en mejorar la integración entre los programas; la coordinación de informes; el manejo de proyectos y la rendición de cuentas; y aumentar la capacidad de buscar financiamiento externo.

Objetivo 1. Reclutar a tres miembros adicionales como personal de JBNERR para apoyar los esfuerzos administrativos y de monitoreo

1. Reclutar un técnico adicional de SWMP

Este puesto se necesita con urgencia. El técnico de SWMP será reclutado durante el primer año de implementación de este plan de manejo.

2. Reclutar a un Asistente Administrativo / Coordinador de Instalaciones

Esta posición se establecerá para manejar las subvenciones y los contratos, así como para coordinar aspectos financieros con las oficinas centrales del DRNA y con la NOAA, y administrar el uso y mantenimiento de las instalaciones. La Directora continuará trabajando con el DRNA en la identificación de recursos disponibles, incluyendo la Ley Núm. 8 de 2017. Esta posición se estaría reclutando antes de diciembre de 2018.

3. Reclutar a un Coordinador de Voluntarios

El Coordinador de Voluntarios será responsable de desarrollar, implementar y evaluar un Programa de Voluntarios para la Reserva. Los deberes de este puesto incluyen: enlace entre voluntarios y coordinadores de programas, desarrollo y mantenimiento de base de datos para parear los voluntarios con las necesidades de la Reserva, documentar las contribuciones voluntarias y reclutamiento y adiestramiento de voluntarios. El puesto debe apoyar a los voluntarios y ONG de base comunitaria en proyectos e iniciativas pertinentes a los temas y necesidades de la Reserva, con el fin de maximizar el potencial de un Programa de Voluntarios.

Para atender la necesidad de un Coordinador de Voluntarios, la Directora explorará, entre otras opciones, la posibilidad de participar en el Programa AmeriCorps, que es administrado por la Comisión de Voluntariado y Servicio Comunitario de Puerto Rico. La Reserva debería estar lista para contratar un Coordinador de Voluntarios para fines de 2018.

Objetivo 2. Fortalecer las capacidades del personal de JBNERR mediante la provisión de adiestramientos y el desarrollo de planes de trabajo anuales

1. Cada miembro del personal de la Reserva participará en un adiestramiento de desarrollo profesional al año

La Reserva se encuentra en una excelente posición y cuenta con personas altamente calificadas. Las habilidades y capacidades del personal seguirán fortaleciéndose para atender las necesidades de educación, adiestramiento, investigación, monitoreo, manejo y mantenimiento.

Se explorarán vías creativas para ofrecer adiestramiento en persona y a distancia. La Reserva trabajará estrechamente con la academia y otros colaboradores para brindar oportunidades de adiestramiento y educación continua a su personal en temas tales como: gerencia de proyectos, redacción de propuestas, mantenimiento, adiestramiento en mecánica marina y Sistemas de Información Geográfica (GIS).

2. Desarrollar planes de trabajo para apoyar la implementación del plan de manejo

El personal de la Reserva preparará planes de trabajo anuales para desarrollar actividades específicas bajo cada objetivo y acción presentados en este plan de manejo. Estos planes de trabajo anuales, o planes operacionales, se alinearán con las metas y objetivos de este plan de manejo.

Cualquier tema emergente que sea necesario abordar será discutido con los Comités Asesores, según sea necesario, y con el Especialista de Programas de la OCM antes de ser considerado en los planes de trabajo anuales.

Objetivo 3. Adquirir una embarcación para satisfacer las necesidades de los programas en expansión de la Reserva

1. Adquirir una embarcación para apoyar las áreas programáticas de la Reserva

Esta embarcación apoyará los programas de Manejo, CTP y Educación al transportar a los coordinadores y visitantes a la Bahía. De esta manera, la embarcación actual de 22' será utilizada exclusivamente para la investigación de campo.

PLAN PARA LA PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS



9 Plan de protección de recursos



9.1 Entidades administradoras y reglamentarias del Estado Libre Asociado

Esta sección describe todas las autoridades federales y estatales relacionadas con la protección y el uso de los recursos de la Reserva. En Puerto Rico, la Constitución y otros estatutos generales establecen la política pública ambiental. El DRNA cuenta con un marco legal integral para la protección y uso de los recursos naturales, que son aplicables al manejo de los recursos de la Reserva. Estos pueden clasificarse en términos generales como: recursos de vida silvestre; pesquerías, incluyendo los arrecifes de coral; protección de hábitats; cumplimiento; navegación y seguridad, e incluyen los siguientes:

- | Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, Ley Núm. 23 de 1972, según enmendada
- | Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 del 15 de agosto de 1999, según enmendada y sus reglamentos:
 - Reglamento para la conservación y manejo de la vida silvestre, especies exóticas y caza en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Reglamento Núm. 6765 del 11 de febrero de 2004
 - Reglamento para regir las especies vulnerables y en peligro de extinción en el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Reglamento Núm. 6766 del 11 de febrero de 2004.
- | Ley de Pesca de Puerto Rico, Ley Núm. 278 del 29 de noviembre de 1998, según enmendada
- | Ley de protección, conservación y manejo de los arrecifes de coral de Puerto Rico, Ley Núm. 147 del 15 de julio de 1999
 - Reglamento de Pesca de Puerto Rico, Reglamento Núm. 7949 de 2010
 - Orden Administrativa Núm. 2016-08, Para establecer medidas para proteger y prohibir la captura de pepinos de mar (*Holothuria Spp.*) y erizos de mar (clase *Echinoidea*)
- | Ley de Bosques de Puerto Rico, Ley Núm. 133 de 1 de julio de 1975, según enmendada

- | Ley de la Política Pública de Humedales de Puerto Rico, Ley Núm. 314 de 1998, según enmendada
- | Ley de Navegación y Seguridad Acuática de Puerto Rico, Ley Núm. 430 de 2000, según enmendada
 - Reglamento para el registro de navegación y seguridad acuática, Reglamento Núm. 6979, según enmendado
- | Ley del Cuerpo de Vigilantes del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Ley Núm. 1 de 27 de junio de 1977 y sus reglamentos y
- | Reglamento para la administración de usos mediante autorizaciones y concesiones en Áreas Naturales Protegidas, Reg. 8013.

Otra entidad del ELAPR responsable de la protección del medio ambiente en la Reserva es la JCA (regula la calidad del agua, aire, suelo, control de ruido y luz, así como respuesta a emergencias ambientales). La JP es responsable de los usos de terrenos y debe asegurar compatibilidad federal con el PMZCPR.

Las agencias federales responsables de la protección de los recursos naturales en la Reserva son: USFWS, NOAA-NMFS, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE.UU. (USACE), EPA y USCG. El Apéndice 5 resume las principales leyes y reglamentos utilizados por el DRNA y otras entidades para ejercer la autoridad para la protección de los recursos naturales.

9.2 Usos permitidos y prohibidos

Los usos permitidos y prohibidos en JBNERR están condicionados por el marco legal vigente, la fragilidad de los recursos, la disponibilidad de infraestructura para proporcionar acceso, así como de recursos humanos para manejar y patrullar activamente las diversas áreas.

Todas las actividades deberán ser registradas en la Reserva. No se permite el uso de vehículos de motor dentro de la Reserva, excepto los autorizados por la Directora. Los usos permitidos y prohibidos y las restricciones en JBNERR se discuten a continuación:

Investigación y monitoreo: Se permite el uso de todas las unidades para fines de investigación y monitoreo, en coordinación con el personal de la Reserva. Todas las actividades de investigación y monitoreo deberán ser aprobadas y registradas en el Centro de Visitantes de la Reserva.

Recreación pasiva / educación / adiestramiento: Se permiten visitas guiadas para fines educativos y adiestramientos dentro de las áreas identificadas. El acceso fuera de las veredas debe ser autorizado por la Reserva o, de otra manera, los visitantes deben estar

acompañados por el personal de la Reserva. Actividades de recreación pasiva, tales como la observación de aves y el senderismo, se permiten cuando las veredas y la infraestructura lo permitan. Las áreas dedicadas al acceso público incluyen las veredas, las torres de observación, los muelles y los paseos tablados, según se discute en la Sección 10. También se permiten actividades acuáticas como el *snorkeling*, kayak y el buceo en la Bahía de Jobos. Se permite hacer *snorkeling* alrededor de los cayos.

La Unidad de Mar Negro tiene características físicas y biológicas que requieren de una cuidadosa protección como ensenadas, áreas semi-cerradas poco profundas, yerbas marinas, cayos interiores y manglares de franja dentro del sistema de la laguna. Estas son áreas de desove y viveros para valiosas especies de peces comerciales. La protección de estos recursos es vital para mantener el equilibrio y las dinámicas poblacionales del estuario.

Navegación: Se permite el uso de kayaks y botes en la Reserva, de acuerdo con lo establecido en la Ley 430-2000, según enmendada, y su Reglamento Núm. 6979, según enmendado. El uso de motoras acuáticas está prohibido en todas las aguas de la Reserva.

Para facilitar el acceso a la comunidad de Las Mareas, se ha establecido un derecho de paso para el tránsito de botes a través del corredor central de Mar Negro. Los usuarios principales de esta vía son los pescadores locales. El tamaño de las embarcaciones está limitado a un máximo de 22 pies. La velocidad está limitada a cinco nudos (5.7 mph) para todos los botes de motor que utilicen el área.

El anclaje en áreas designadas se limita a un máximo de tres horas. El DRNA ha instalado boyas de amarre y se han colocado los letreros apropiados. Estas medidas permitirán un el uso público de una manera que no amenace ni perturbe significativamente los ecosistemas naturales.

Aunque está excluido de los límites de la Reserva, la Bahía de Jobos tiene un canal de navegación establecido para los barcos que salen del lado oriental de la bahía para prestar servicios a la Central Termoeléctrica de Aguirre.

Pesca: La pesca está reglamentada estatal y federalmente, según fue descrito previamente. Todas las personas que pescan con fines comerciales deben poseer una licencia expedida por el DRNA, de acuerdo con la Ley Núm. 278-1998 y el Reg. 7949. Los pescadores recreativos también deben obtener una licencia, según establecido por la mencionada Ley y Reglamento, así como la OA 2016-012 que dispone el proceso para la venta de licencias de pesca recreativa. La captura de especies exóticas invasoras en estas aguas protegidas también requiere un permiso expedido por el DRNA.

La captura o posesión de jueyes está prohibida por el Reglamento Núm. 7949, así como la captura del tiburón gata en aguas territoriales. La captura y posesión de pepinos de mar (*Holothuria Spp.*) y erizos de mar (*Clase Echinoidea*) también está prohibida por OA 2016-08.

La pesca de línea o hilo está permitida, pero los especímenes pequeños o inmaduros deben ser liberados para asegurar su sostenibilidad. La pesca con trampas y redes no está permitida dentro del área de Mar Negro. Se permite la práctica tradicional de recolección de crustáceos en las raíces del manglar. Se promoverá que los recolectores de crustáceos presenten informes sobre la captura en la Reserva.

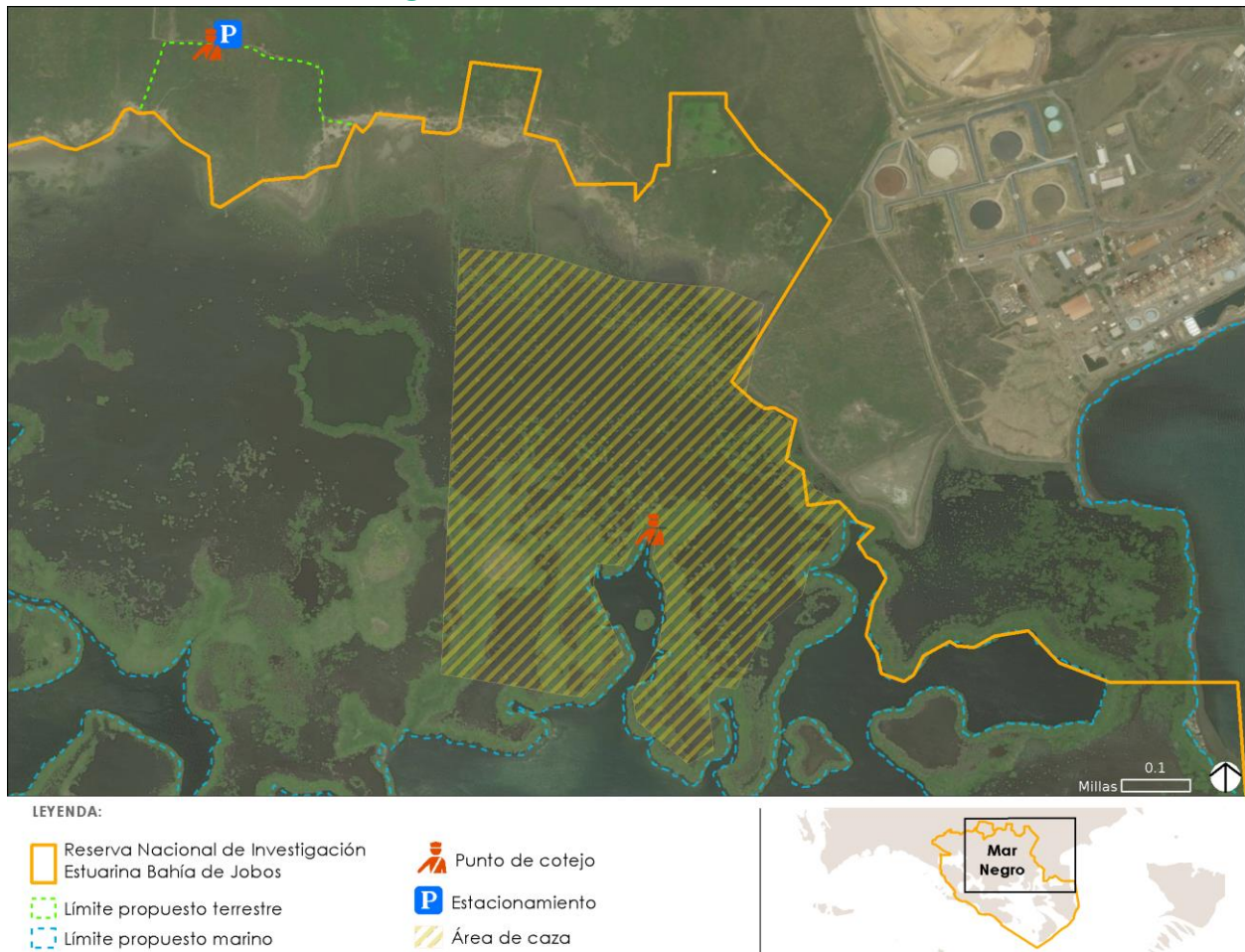
Los usos en la Unidad de Arrecife de Coral propuesta están definidos en virtud de la Ley Núm. 147-1999 y la Ley 278-1998, y sus reglamentos.

Caza: La caza también está prohibida, excepto para las aves acuáticas en un área designada en la unidad de Mar Negro, al este de la vereda de Jagüeyes y al norte de Mar Negro. Se requiere que los cazadores tengan una licencia expedida por el DRNA y deben seguir las disposiciones establecidas en el Reglamento Núm. 6765. Esta zona está abierta para la caza entre el 15 de diciembre y el 15 de enero, solo durante los fines de semana.

Los cazadores deben pasar primero por las oficinas administrativas en el Centro de Visitantes en la Unidad Aguirre para recibir materiales educativos, reglas y un pase de autorización para entrar en el área de caza. Los cazadores deben firmar una orden donde indican que están de acuerdo con el cumplimiento de las reglas. Todos los cazadores deben pasar por el punto de control, el cual es accesible por tierra a través de la vereda de Jagüeyes o por el puesto de control que se encuentra en Mar Negro.

La caza solo se permite entre la media hora antes del amanecer y el mediodía, los sábados, domingos y lunes, así como en los días feriados (excepto el Día de Acción de Gracias). Si se utilizan perros de caza, estos deben estar asegurados con su correa cuando se encuentren fuera de la zona de caza. La caza no está permitida en el estanque, en la vereda de Jagüeyes, ni en ninguno de los miradores, paseos tablados o torres de observación.

Figura 25. Área de caza en JBNERR

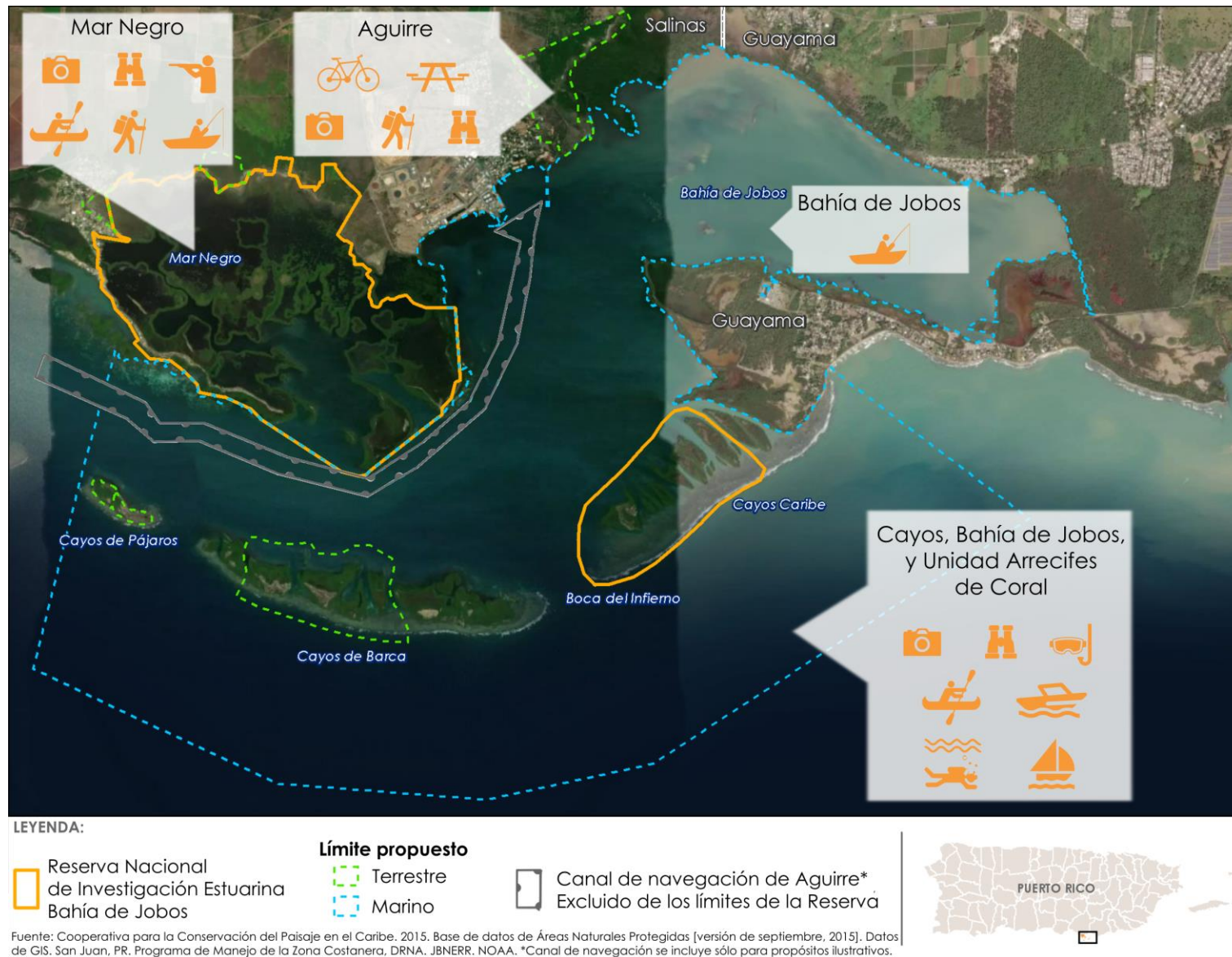


La siguiente tabla resume los usos permitidos y prohibidos en JBNERR. Es importante indicar que esta lista no es exhaustiva y que JBNERR está bajo el alcance de todas las leyes y reglamentos estatales y federales para la protección de los recursos naturales en Puerto Rico y sus aguas costeras.

Tabla 9. Usos permitidos y prohibidos en JBNERR

Usos permitidos	Usos prohibidos
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación y monitoreo • Educación y adiestramiento • Caza: en áreas designadas • Pesca: pesca de hilo • Usos recreativos: observación de aves, senderismo, ciclismo (en áreas designadas), kayak, snorkel, buceo, natación, fotografía • Anclaje en boyas de amarre • Visitas guiadas para fines educativos y de investigación dentro de áreas identificadas • Recolección de corales y otras especies relacionadas con fines científicos (necesita autorización previa, según requerido por la Ley) • Remoción o protección de cualquier especie marina enferma o contaminada siempre que todos los permisos requeridos estén en orden y que la orientación sea dada por el personal autorizado de JBNERR • Uso de coral muerto para fines artesanales. Los artesanos deben estar registrados en el Registro de Artesanos de la Compañía de Desarrollo Económico y Comercio de Puerto Rico y cumplir con el proceso de permisos requerido • Recolección de materiales muertos en la orilla, siempre que el personal autorizado de JBNERR ofrezca la orientación necesaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesca con trampas, redes, pesca de arpón en la unidad de Mar Negro y unidad propuesta de Hábitat de Coral • El uso de vehículos de motor fuera de las áreas designadas • Caza: fuera de las áreas designadas • Jet ski u otras motoras acuáticas similares • Captura o posesión de jueyes • Captura, posesión o transporte de erizos de mar y pepinos de mar • Captura o recolección de especies de flora y fauna sin los permisos requeridos • Uso de cualquier tipo de prácticas de pesca con químicos o explosivos • Recolección o extracción de corales y especies relacionadas, incluyendo peces de acuario • Caminar o tocar los corales • Anclaje sin usar boyas de amarre • Descarga de residuos • Cortar, podar o cualquier otra práctica que de alguna manera pueda dañar los manglares u otros árboles

Figura 23. Usos recreacionales permitidos en JBNERR



9.3 Capacidades de vigilancia y cumplimiento

La responsabilidad primordial del cumplimiento de las leyes del Puerto Rico para la protección de los recursos de la Reserva recae en la División de Cuerpo de Vigilantes del DRNA. JBNERR es un área administrada por el DRNA y tiene el mismo nivel de protección contra violaciones ambientales que otras áreas protegidas. El Coordinador de Manejo trabaja en estrecha colaboración con el Cuerpo de Vigilantes para mejorar el cumplimiento legal, mediante la provisión de asistencia técnica y la presentación de informes detallados sobre las actividades ilícitas dentro de los límites de la Reserva y sus alrededores y los impactos resultantes sobre los ecosistemas.

La Policía de Puerto Rico también está facultada para hacer cumplir las leyes del DRNA para la protección de los recursos naturales. A través de su unidad de Vigilancia Marítima de las Fuerzas Unidas de Rápida Acción (FURA), es responsable de garantizar la seguridad en las aguas territoriales.

La Directora de la Reserva, junto con el Coordinador de Manejo y la Oficina de Asuntos Legales del DRNA, desarrollaron un "Plan estratégico legal para la remoción de estructuras ilícitas en Las Mareas y Camino del Indio", de acuerdo con las recomendaciones emitidas en la evaluación final §312 de JBNERR. Este plan estratégico consiste de varias tareas, entre ellas: demarcación formal de los límites de la Reserva e instalación de monumentos; elaboración de un plan de vigilancia y cumplimiento; priorización de casos relacionados con la Reserva que se han presentado en la Oficina de Asuntos Legales del DRNA; y el establecimiento de alianzas con todas las agencias estatales y federales con jurisdicción en el área para discutir y tomar las medidas legales disponibles para atender las violaciones y evitar infracciones futuras.

El DRNA contrató a un agrimensor para clarificar la mensura original de la Reserva. Se aclararon los límites entre JBNERR y las comunidades, se realizó una delimitación formal y se instalaron monumentos y letreros en la parte Oeste de Mar Negro, adyacente a Las Mareas y Camino del Indio. Estas clarificaciones formarán parte de las enmiendas a los límites a ser presentadas a la NOAA, según se indica en la Sección 3.4.

El DRNA también ha desarrollado y presentado a la NOAA un "Plan estratégico para la implantación de vigilancia y prevención del DRNA en JBNERR". El propósito de este plan es: (1) eliminar las actividades de pesca ilegal tales como la captura de jueyes y de especies protegidas durante sus temporadas de cierre, así como el uso de artes de pesca prohibidas; (2) impedir la construcción ilegal de rampas, pilotes, relleno con escombros en la zona marítimo terrestre y dentro de los límites de JBNERR y (3) eliminar el uso de vehículos no autorizados en los terrenos de la Reserva, la presencia de caballos

y las actividades de picnic no autorizadas en la Reserva. El plan de trabajo propuesto incluye: (1) el diseño de planes de trabajo bisemanales coordinados entre la Directora de la Reserva, el Coordinador de Manejo y el Supervisor de la Unidad Marítima del Cuerpo de Vigilantes, para atender las necesidades de vigilancia identificadas; (2) la identificación de los recursos requeridos por el DRNA y la Reserva para la implementación adecuada del plan; (3) la identificación de áreas marinas y terrestres que requieran patrullaje y su frecuencia; y (4) la coordinación con los municipios y la Policía de Puerto Rico para ayudar en la implementación de los planes de trabajo bisemanales. Dicho plan también propone la coordinación de adiestramientos y talleres para fortalecer las capacidades del Cuerpo de Vigilantes para atender las necesidades de vigilancia en la Reserva, según se describe en la sección de CTP.

La Directora y el Coordinador de manejo han estado trabajando con otras unidades del DRNA en la implementación de ambos planes. La Reserva ha realizado esfuerzos adicionales para mejorar la seguridad, como la instalación de cámaras para la vigilancia remota tanto en áreas de mayor tráfico, como en las zonas remotas.

A nivel federal, el USCG tiene responsabilidades asociadas con la protección del ambiente marino, la vigilancia y la seguridad portuaria, la seguridad en la navegación de las embarcaciones recreativas y la defensa de las áreas marítimas. Otras agencias federales, como el USFWS, la NOAA y el USACE tienen oficiales de cumplimiento, quienes tienen la responsabilidad de implementar las leyes administradas por cada una de las respectivas agencias.

La NOAA, el NMFS y el DRNA, firmaron un acuerdo de colaboración que autoriza al Cuerpo de Vigilantes a implementar las siguientes leyes federales: Ley de Conservación y Manejo de la Pesca Magnuson-Stevens, la Ley de Especies en Peligro, la Ley de Protección de Mamíferos Marinos y las enmiendas a la Ley Lacey.

Por otra parte, los miembros de la comunidad y los ciudadanos interesados proveen vigilancia adicional, al contactar al personal de la Reserva o al Cuerpo de Vigilantes si observan o se encuentran con alguna violación.

9.4 Retos de la protección de recursos

Los retos principales que enfrenta la protección de los recursos de la Reserva están relacionados con la falta de herramientas para hacer cumplir la ley y las amenazas a áreas y especies sensitivas. Respecto al cumplimiento de la ley, el personal de la Reserva documenta constantemente las violaciones, pero este no está facultado para procesar a los infractores. Entre las violaciones más frecuentes que afectan la Reserva se

encuentran: las invasiones en la Unidad Mar Negro¹⁹, el corte ilegal de manglares, la pesca ilegal y el vandalismo de la infraestructura. La mayoría de estas violaciones ocurren en el área de Mar Negro. Las actividades de pesca ilegal también se producen en la Bahía de Jobos y cerca de los cayos. Estas áreas requieren patrullaje regular para aumentar la visibilidad necesaria para el cumplimiento efectivo de la reglamentación de protección ambiental en la Reserva.

Actualmente, solo hay un Vigilante asignado a la Reserva. Este se reporta directamente a la Directora de la Reserva a través de su supervisor. El mismo responde a querellas y observaciones, realiza patrullajes rutinarios, principalmente en áreas con incidencia de violaciones. Esto representa un reto importante para la Reserva, ya que se requieren recursos humanos adicionales para asegurar la vigilancia y cumplimiento.

Otros retos están asociados a amenazas a áreas y especies específicas y sensitivas, producidas por prácticas inapropiadas en la navegación y la pesca, que alteran los hábitats sensitivos, incluyendo el área de reproducción de los tiburones gata, según fue descrito previamente. Más allá de las violaciones, es necesario aumentar la educación y la concientización del público en general sobre la naturaleza delicada de estos hábitats y los impactos de sus acciones. Para hacer frente a estos retos, durante el próximo período de manejo los esfuerzos se centrarán en mejorar el cumplimiento de la ley y proteger las áreas sensitivas.

9.5 Objetivos y acciones

Objetivo 1. Mejorar el cumplimiento de la ley en la Reserva y su cuenca

1. Continuar implementando el “Plan estratégico para la implantación de vigilancia y prevención del DRNA en JBNERR”

Esta es una tarea en curso que requiere una estrecha coordinación y seguimiento de la Directora de la Reserva, con el apoyo del Coordinador de Manejo. Durante el próximo período de manejo, el personal de la Reserva seguirá coordinando los planes de trabajo bisemanales para atender las actividades ilegales y no autorizadas, asegurar la vigilancia adecuada, y los equipos y el personal adecuados.

¹⁹ Para obtener más información sobre las invasiones y las acciones legales tomadas, consulte el Capítulo 13: Plan de restauración, sección 11.1: Descripción de las áreas de restauración.

2. Solicitar al menos dos Vigilantes adicionales para la Reserva

Continuamente, se están realizando esfuerzos para mejorar la comunicación y la cooperación entre el personal de JBNERR y el Cuerpo de Vigilantes del DRNA. Sin embargo, el área es demasiado grande y compleja para ser patrullada por un solo Vigilante. La vigilancia y el cumplimiento de la ley necesitan mejorar a través de la asignación a la Reserva de Vigilantes adicionales e incrementar el patrullaje de la zona por vía marítima y terrestre.

3. Continuar coordinando esfuerzos para implementar el “Plan estratégico legal para la remoción de estructuras ilícitas en Las Mareas y Camino del Indio”

Durante el próximo período de manejo, el personal de la Reserva y el Coordinador de Manejo continuarán con la coordinación adecuada para implementar dicho plan.

4. Proveer opiniones técnicas y científicas sobre autorizaciones o permisos que tengan el potencial de impactar la Reserva y su cuenca

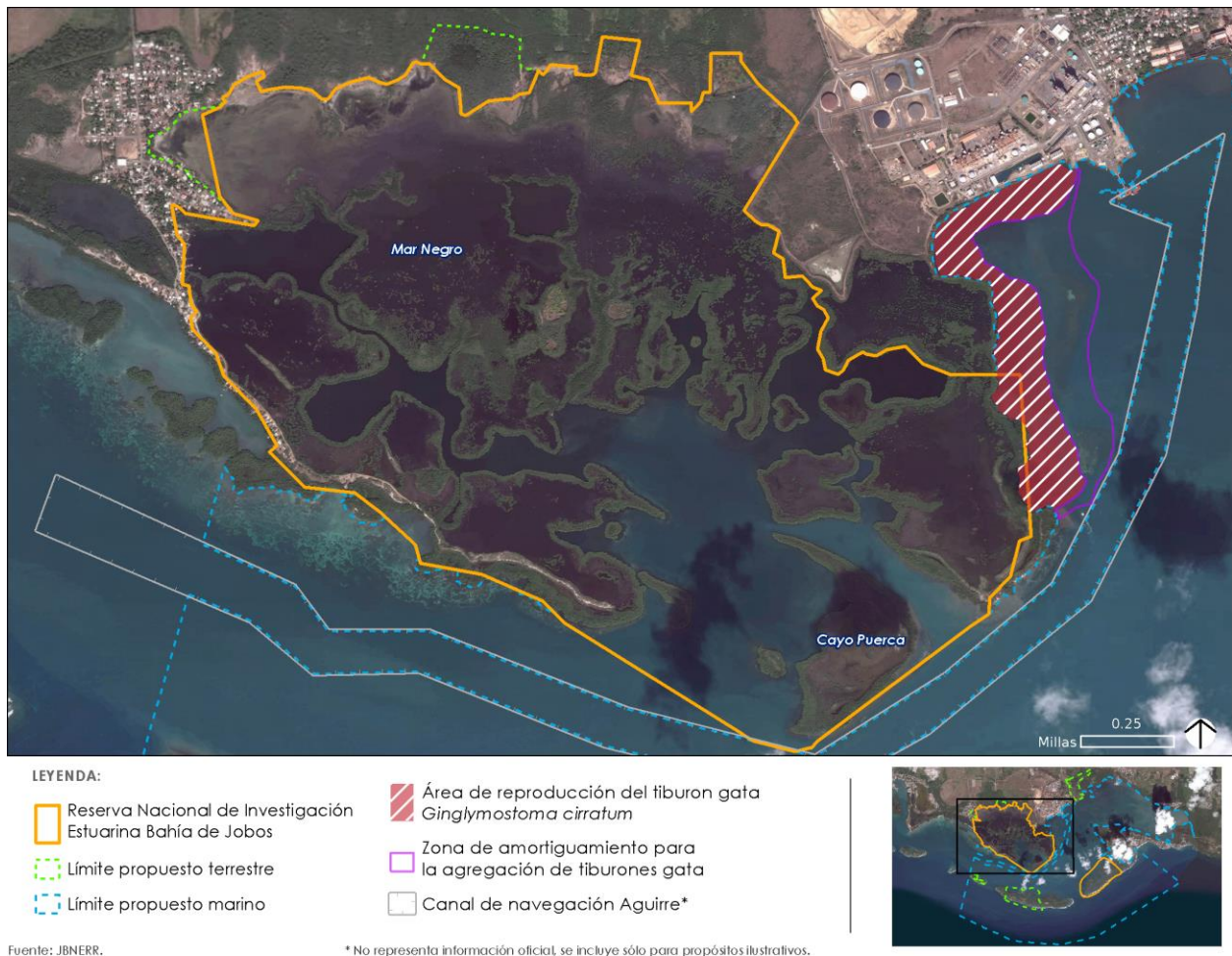
Aunque fuera de los límites de la Reserva, las actividades multitudinarias y los festivales que están ocurriendo en los cayos privados están afectando los hábitats y las especies marinas. El personal de la Reserva trabajará con la Oficina de Asuntos Legales del DRNA para establecer protocolos que aseguren que los conocimientos del personal y de los comités asesores se consideren al otorgar permisos para actividades de esta naturaleza.

Objetivo 2. Proteger las áreas sensibles de las perturbaciones antropogénicas

1. Designación de las áreas de apareamiento del tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*) como zona de no captura durante el período de reproducción (junio-julio)

Para proteger a esta especie durante su actividad de apareamiento y poder realizar investigaciones y monitoreos adicionales para informar mejor futuras acciones de manejo, se propone establecer un área al este de Mar Negro, en la Bahía de Jobos para la protección del tiburón gata durante su periodo de apareamiento, según se presenta en la siguiente figura. La Reserva trabajará con el DRNA para establecer los procedimientos administrativos necesarios para designar el área de reproducción del tiburón gata como una zona de no captura. Esta área será cerrada temporariamente a la navegación durante la temporada de apareamiento, entre junio/julio. Se prohibirá el uso de embarcaciones motorizadas, a excepción de aquellas utilizadas por aquellas de uso oficial y del DRNA para llevar a cabo investigaciones y monitoreo, proporcionar vigilancia y asistencia en emergencias. Los kayaks serán permitidos, pero la velocidad será limitada a 5 mph. Se instalarán letreros para asesorar a los usuarios y se preparará material educativo.

Figura 24. Área de reproducción del tiburón gata



2. Instalar rotulación indicando actividades permitidas y/o prohibidas

Se colocarán o reemplazarán rótulos adicionales para desalentar tanto las violaciones involuntarias como las intencionales. Se colocarán rótulos con información sobre la reglamentación aplicable en las rampas para las embarcaciones y otros puntos estratégicos, con el fin de educar al público y desalentar el comportamiento ilegal. Estos letreros identificarán las áreas restringidas, las actividades prohibidas, los hábitats sensitivos o las áreas donde se pueden llevar a cabo ciertas actividades (por ejemplo, los usos permitidos, las áreas de anclaje, los límites de velocidad y las áreas donde ciertos tipos de prácticas de pesca están prohibidas o permitidas). Estos letreros serán reemplazados periódicamente, según sea necesario.

PLAN DE ACCESO PÚBLICO Y USUARIOS



10 Plan de acceso público y usuarios



10.1 Acceso público existente

JBNERR recibió más de 4,000 visitantes en el año 2016 y espera un aumento en el número de visitas para los próximos años, como resultado de los esfuerzos de sus áreas programáticas. El Centro de Visitantes está abierto de lunes a sábado de 7:30 am a 3:00 pm. Sin embargo, la mayoría de las instalaciones y cayos de la Reserva pueden ser accedidos por los visitantes en cualquier momento. No hay cuota o costo por concepto de entrada.

Actualmente, hay varios puntos de acceso a la Reserva por vía terrestre y acuática, así como una red de veredas e instalaciones que permiten el acceso dentro de la Reserva, según se describe a continuación.

Acceso a la Reserva

Acceso terrestre

La vía de acceso principal a la Reserva es la carretera estatal PR-3, la cual comienza en San Juan por la autopista Luis A. Ferré (PR-52) o desde la autopista de Guayama (PR-53) desde la carretera estatal PR-706. La PR-3 conduce a las tres principales vías de acceso: carretera PR-703 a Las Mareas, carretera PR-705 a Aguirre (instalaciones de la Reserva y Centro de Visitantes) y la autopista PR-7710 a Punta Pozuelo.

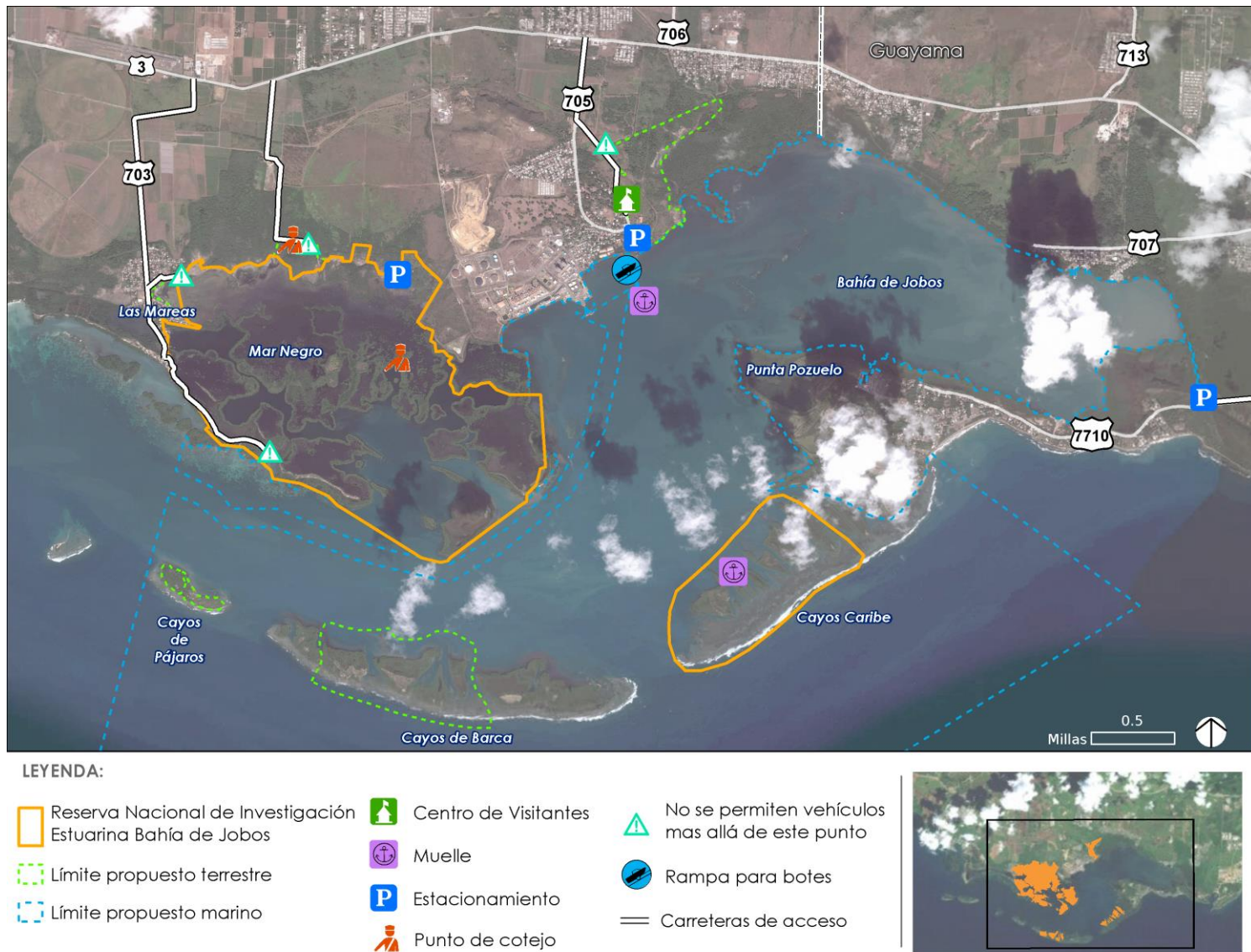
El acceso a los predios donde se permite la caza está permitido en ciertos puntos mediante vías terrestres y acuáticas: a través de las veredas de Jagüeyes y Mar Negro, respectivamente.

Acceso acuático

El acceso por agua a la Reserva ocurre a través de los diferentes puertos o muelles dentro de la Bahía: uno en Puente Jobos, dos en Las Mareas, uno en Pozuelo y dos en Aguirre. Los navegantes tienen acceso a Mar Negro, Cayos Caribe, Cayos La Barca y Pájaros desde estas instalaciones. La Central Termoeléctrica de Aguirre cuenta también con un muelle que sirve a las instalaciones industriales.

Hay una rampa para botes y un muelle en la Unidad de Aguirre, que son utilizados con frecuencia por el personal de la Reserva. También hay un muelle en Cabezas de Cayo Caribe que pertenece a la Reserva (DRNA). Estas instalaciones también pueden ser utilizadas por los visitantes bajo ciertas restricciones.

Figura 25. Accesos terrestres y acuáticos a JBNERR



Veredas en JBNERR

Dentro de los predios de la Reserva hay múltiples veredas que permiten a los visitantes explorar el área. Las veredas están identificadas con mapas y rótulos. Estas veredas están diseñadas para usos diversos como el senderismo, el ciclismo y recorridos en kayak.

Durante el año 2014, se prepararon mapas de las veredas utilizando Google Earth™. Esto permite a los usuarios acceder a mapas de la Reserva en línea durante días y horas no laborables, y ofrece la opción de descargar los mapas como imágenes de archivos kmz. Todas las veredas de la Reserva fueron fotografiadas con el sistema 360 Street View y están disponibles para su visualización en la plataforma Google Earth y en los mapas de Google Street. A continuación, se describen los elementos clave de la red de veredas de la Reserva:

Vereda y tablado Camino del Indio - Ubicada en la unidad Mar Negro. Esta vereda se extiende aproximadamente por 4.7 km a lo largo de la línea de costa en el límite Oeste de la Reserva, tras lo cual se convierte en un paseo tablado que se extiende por un (1.0) km adicional. Hay un pequeño ramal en el paseo tablado en el sur, que conduce a un punto de entrada para el sendero de kayak. La vereda Camino del Indio y el paseo tablado ofrecen acceso a diversos ecosistemas, como el litoral y el manglar. El inicio de la vereda se encuentra en la villa pesquera en Las Mareas y se accede por un camino en tierra que se extiende desde la PR-3, al oeste de la entrada al Centro de Visitantes. Al llegar a la villa, pero antes de que comience la vereda, hay un pequeño ramal que se desvía hacia el este de un camino en tierra que conduce a una torre de observación.



1. Entrada al paseo tablado en la vereda Camino del Indio

2. Torre de observación ubicada en la comunidad Las Mareas

Fuente: Ernesto M. Olivares y Víctor Cuadrado

Vereda Jagüeyes – La Vereda Jagüeyes, de 0.75 millas (1.2 km), bordea los terrenos agrícolas en el límite norte de la Unidad Mar Negro e incluye una plataforma de

observación. Nombrada por el árbol de jagüey blanco, la vereda cruza un bosque seco secundario, manglares, salitrales y una laguna estacional. La laguna seca (estacional) proporciona un hábitat de anidaje muy diverso y crítico para varias aves costeras migratorias y protegidas en la región. La vereda se accede por un camino en tierra que se extiende desde la PR-3, al oeste de la entrada de la Reserva hacia el Centro de Visitantes de JBNERR.

Recientemente se han restaurado dos paseos tablados a lo largo de la Vereda Jagüeyes, entre la Central de Aguirre en el Este y el barrio de Las Mareas en el Oeste, para un total de 95 m² de nuevo paseo tablado. El paseo tablado fue completado con la ayuda de voluntarios, incluyendo los coordinadores de Educación y Manejo, así como estudiantes de la Universidad Mars Hill en Carolina del Norte, y la UMET.



Vereda Jagüeyes

Fuente: Ernesto M. Olivares y Victor Cuadrado

Vereda Charca para el mejoramiento de la vida silvestre (estanque artificial)- Ubicada en la unidad Mar Negro. Conectada desde la vereda de Jagüeyes, esta vereda se extiende hacia el Este y termina en una laguna artificial, donde se construyó una torre de observación. Para promover el acceso público a este lugar, se incluirá la señalización de la vereda, una torre de observación y controles de acceso (portones / balaustres).

Vereda El Salitral – Ubicado en la unidad Aguirre. Esta vereda, o serie de veredas, se extienden desde el estacionamiento justo al sur del Centro de Visitantes. Comienza como un pequeño paseo tablado que se instaló contiguo al Centro de Visitantes. La vereda se dirige hacia el Este en dirección a la Bahía, atraviesa un camino en tierra, y continúa a través de la maleza y sobre los salitrales. Al llegar a la Bahía hay una pequeña curva que pasa por un muelle de madera, un pequeño gazebo que sirve de refugio y dos ramales que conectan a puntos de interés ecológico.

La vereda ofrece acceso a los salitrales, ecosistemas de manglares, lagunas y al litoral con vistas a la Bahía. Los visitantes pueden salir por el muelle, que se extiende unos 50 metros en la Bahía y sirve como punto de atraque para las embarcaciones. Las ruinas

de la central azucarera son visibles desde esta zona, así como la Central Termoeléctrica de Aguirre, brindando importantes puntos de discusión en las actividades educativas. A lo largo de esta sección, hay rotulación con mapas. Otra sección de la vereda se extiende hacia el norte como una vereda para peatones y ciclistas a lo largo de un camino en tierra hacia la antigua Estación de Tren.



1. Vereda El Salitral



2. Muelle en la Bahía de Jobos (conocido como el muelle de investigación)

Fuente 1. JBNERR 2. Ernesto M. Olivares y Víctor Cuadrado

Vereda de la Central Azucarera - Ubicada en la Unidad de Aguirre, cerca del muelle de investigación de la Reserva, esta vereda es frecuentemente accedida por grupos para recorridos educativos. Existe la oportunidad de conectar la Reserva con el Bosque Estatal de Aguirre extendiendo esta vereda hacia el Este, a lo largo de las antiguas vías del tren.

Vereda Cayos Caribe - Ubicada en Cabezas de Cayos Caribe, esta vereda de 0.68 millas (1.1 km) solo es accesible por el agua. Recorre bosques de mangles, las praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral. Hay una torre de observación que ofrece vistas de las comunidades cercanas y de la Bahía. Esta área es accedida por operadores ecoturísticos, quienes ayudan con el mantenimiento de las veredas y las actividades de manejo del área. No se planifican extensiones a esta vereda existente.



Vereda de la Central Azucarera

Fuente: JBNERR



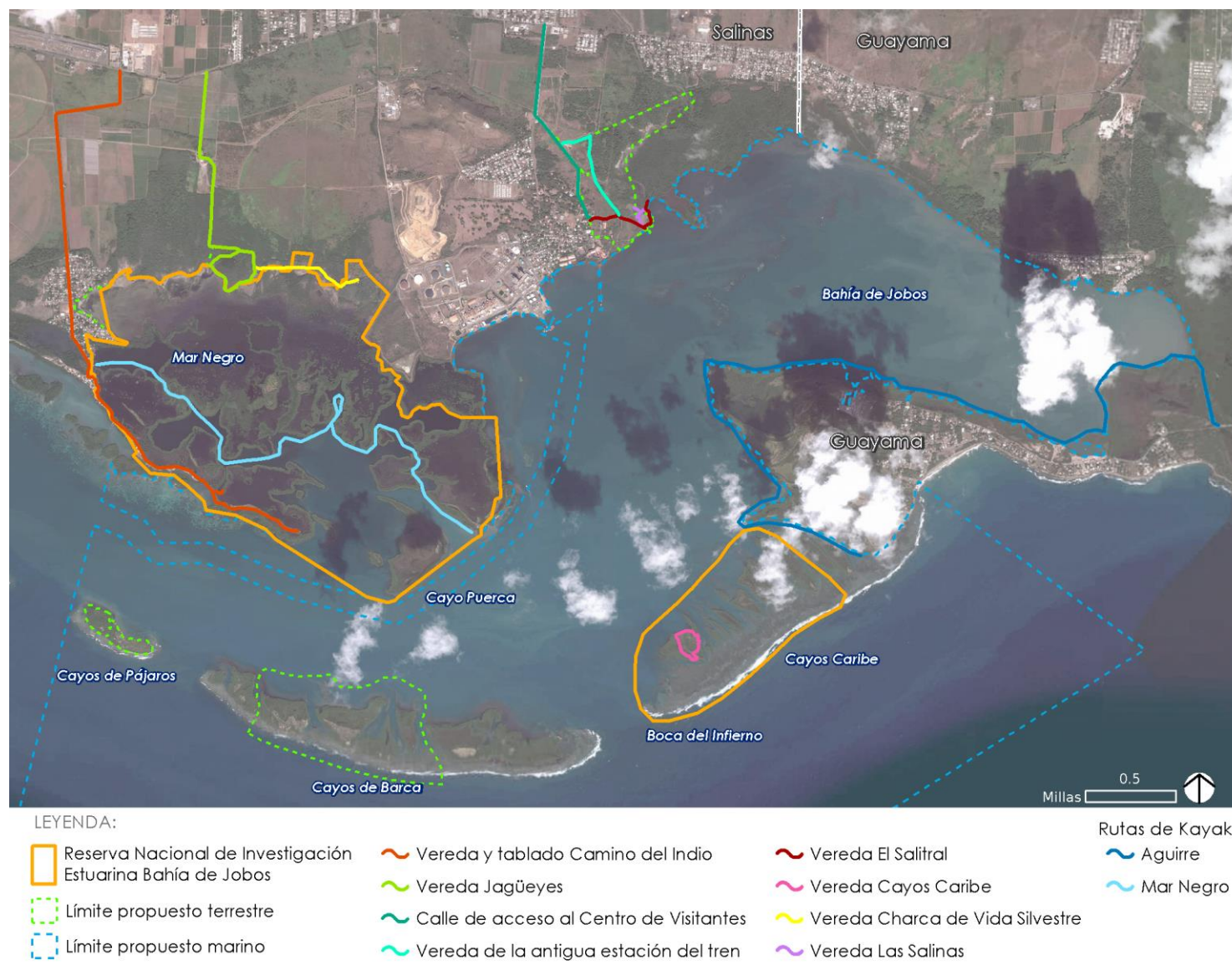
Vereda Cayo Caribe

Fuente: JBNERR

Rutas de kayak – Las aguas protegidas de Mar Negro proporcionan oportunidades para la exploración pasiva. La vereda de kayak de la Reserva comienza en Las Mareas y explora las numerosas ensenadas entre el sistema de manglares. Existen varias posibles rutas basadas en las destrezas de los usuarios, las cuales no han sido evaluadas ni rotuladas.

Fuera de los límites de la Reserva, pero dentro de la Bahía, los más aventureros pueden explorar una segunda ruta que se extiende desde el estacionamiento en la Unidad Aguirre, y es paralela a la costa norte de Punta Pozuelo. Esta ruta, identificada en el mapa como sendero de kayak de Aguirre, aunque protegida en parte por la masa terrestre de Punta Pozuelo, se encuentra todavía en una zona de aguas abiertas donde los vientos y corrientes la hacen más desafiante. Desde esta ruta, los usuarios de kayak pueden acceder y recorrer la vereda de Cayos Caribe.

Figura 26. Sistema de veredas en JBNERR



Fuente: JBNERR.

10.2 Retos y oportunidad de acceso público

Retos

Durante los pasados años ha habido avances significativos en el acceso hacia y en el interior de la Reserva. Estos incluyen el acceso a infraestructura nueva, las mejoras de los edificios existentes y la promoción del acceso entre los diferentes usuarios y el público en general. El acceso por carretera a la Reserva es adecuado, pero la falta de rotulación direccional ha sido un problema. Esto está siendo atendido por la Directora y el Coordinador de Manejo, junto con el DRNA y el Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico. Un total de seis rótulos serán instalados en las carreteras principales para dirigir a los visitantes hacia la Reserva.

Aunque el aumento de visitantes es positivo, uno de los principales retos que enfrenta la Reserva es la cantidad limitada de personal con el que cuenta para poder recibir y manejar los visitantes. Además, según se indicó previamente, el personal carece de la facultad para hacer cumplir la ley, lo que se necesita especialmente en las aguas y cayos de la Bahía de Jobos.

Otro reto potencial para el acceso dentro de la Reserva está relacionado a los cambios demográficos en Puerto Rico. Según antes descrito, la proporción de adultos mayores ha aumentado en Puerto Rico y particularmente en los municipios de Salinas y Guayama, donde se encuentra la Reserva. Los cambios en la estructura demográfica también deben ser considerados al planificar el acceso y la experiencia del visitante.

La Reserva también debe planificar para los nuevos retos que surgen de los efectos del cambio climático. El aumento en el nivel del mar, combinado con la marejada ciclónica ante la posibilidad de mayor intensidad de las tormentas y los huracanes, puede suponer un reto para el acceso público y la infraestructura existente y programada. Por ejemplo, los tablados y veredas podrían ser inundados y estar inaccesibles de forma temporera o permanentemente. Por otro lado, la percepción es un reto que no debe ser ignorado. Por ejemplo, el aumento de las enfermedades transmitidas por vectores, como los mosquitos podrían desalentar el uso o flujo de los visitantes en la Reserva.

Oportunidades para el acceso público y la experiencia del visitante

En los próximos años se prevé un aumento de las visitas a la Reserva, como resultado de los esfuerzos de divulgación realizados por todas las áreas programáticas y las mejoras en la exposición de esta a través de la Web y las redes sociales. Además, las comunidades vecinas están viendo la Reserva como un recurso para el desarrollo de negocios de ecoturismo, lo que llevó a la firma de un acuerdo con el DRNA para los propósitos descritos en el Plan Administrativo.

La Reserva continuará trabajando con los socios y las comunidades locales para organizar y dirigir el crecimiento en el número de visitantes, al mismo tiempo que mantiene el equilibrio con la protección de los recursos. La Reserva se centrará en mejorar las experiencias de los visitantes y en ampliar y mejorar la infraestructura de acceso existente.

Cabe señalar que en algunos lugares el aumento en el número de visitantes conduce a una disminución en el nivel de satisfacción (Leung et al, 2015). Este entendimiento deberá guiar los planes de la Reserva, los cuales deberán promover una mayor asistencia a la par con mantener un alto nivel de satisfacción entre los visitantes. Si las experiencias de los visitantes están bien manejadas, su visita puede generar beneficios sociales, culturales y económicos, así como un aumento en el interés de proteger la zona. Sin embargo, sin el control adecuado, las actividades de los visitantes pueden causar una amplia gama de impactos negativos, incluyendo el aumento de los costos y la pérdida de oportunidades.

10.3 Objetivos y acciones

Objetivo 1. Establecer una base de referencia para desarrollar las medidas necesarias para el control de visitantes

1. Desarrollar un estudio de capacidad de carga

El Reglamento Núm. 8013 del DRNA requiere un estudio de capacidad de carga antes de autorizar cualquier concesión en las áreas naturales protegidas. Este estudio es necesario para mejorar el monitoreo de los usos, usuarios permitidos y recursos y ayudar a mitigar los impactos negativos que pueden ser ocasionados por grupos grandes que lleguen a la Reserva.

El estudio servirá para identificar el tamaño máximo de la población de visitantes que la Reserva puede sostener sin afectar negativamente sus ecosistemas, mientras se mantiene una experiencia positiva para el visitante. Dicho estudio deberá estar fundamentado en metodologías aceptadas para permitir la justificación en inversión en el monitoreo de las áreas intensamente utilizadas, como los cayos. Además, igual que en otras áreas protegidas, este tipo de estudio ayudará a determinar si es necesario limitar el número de visitantes que acceden a ciertas partes de la Reserva, especialmente en zonas sensitivas durante periodos específicos, como las áreas de anidaje.

Objetivo 2. Ampliar y mejorar las veredas que conectan las áreas de interés en la Reserva

1. Desviar la parte sur de la vereda Jagüeyes

El desvío de la porción sur de la vereda será de unos 470 metros (1,540 pies). La vereda que bordea los salitrales está demostrando una buena recuperación de los árboles de mangle negro, lo que está obstruyendo las veredas existentes. La nueva ruta está prevista para extenderse 20 metros tierra adentro para garantizar que pueda permanecer abierta, incluso durante la temporada de lluvias.

2. Evaluar los niveles de dificultad de las veredas en Mar Negro para recorridos en kayak

Las aguas protegidas de Mar Negro proporcionan oportunidades para la exploración pasiva. Las veredas de kayak serán evaluadas a base de su nivel de dificultad para los usuarios principiantes, intermedios o avanzados. Se producirán materiales que ilustren las veredas y sus niveles de dificultad, así como información sobre los patrones de viento y corrientes y sobre los ecosistemas. De esta manera, los usuarios de kayaks pueden elegir las rutas más adecuadas en función de su nivel de experiencia e intereses.

3. Evaluar la viabilidad de conectar a JBNERR con el Bosque Estatal de Aguirre

Actualmente, hay una pequeña vereda en JBNERR que tiene el potencial de conectarse con el Bosque Estatal de Aguirre a lo largo de las antiguas vías del tren. El área será evaluada para determinar la viabilidad de desarrollar esta vereda, con el fin de conectarla a la red de veredas de JBNERR al Bosque Estatal de Aguirre. La comunidad está interesada en restaurar dicha vereda. La entidad *Rails to Trails Conservancy* provee subvenciones y asistencia para este tipo de proyecto.

4. Ampliar la vereda Camino del Indio y establecer un quiosco y señalización en la vereda

Al final de la península en Camino del Indio hay una vereda que conecta a Mar Negro por el lado este y Mar Blanco por el lado oeste. Esta vereda no tiene rotulación. El área es fuertemente impactada, y el bosque de mangle ha sido parcialmente cortado. Un quiosco de bienvenida promovería el uso adecuado de la zona y proporcionaría información a los visitantes.

PLAN DE DESARROLLO Y MEJORAS A LAS INSTALACIONES



11 Plan de desarrollo y mejoras a las instalaciones



11.1 Propósito de las instalaciones

Desde la publicación del último Plan de Manejo la Reserva ha avanzado en las mejoras a sus instalaciones, un paso esencial hacia la provisión de la infraestructura necesaria para apoyar las metas programáticas y las funciones operacionales. La Reserva ha desarrollado un Plan Maestro de Instalaciones para guiar los desarrollos futuros. Este Plan Maestro ha sido elaborado a partir de planes previos asociados a los usos de las instalaciones, incluyendo el análisis de costo-beneficio relacionado con la reutilización de las estructuras existentes, en lugar de construir nuevas. Este documento, esencial para coordinar y ejecutar las mejoras de las instalaciones, incluye un análisis de los antecedentes históricos de las estructuras existentes.

El Plan Maestro de Instalaciones busca expandir y reutilizar las estructuras históricas en estado de deterioro que pertenecen a la Antigua Central Azucarera de Aguirre. Esta área ha sido calificada por la JP como un distrito histórico. Este código de zonificación designa las propiedades de la Central para su conservación y preservación debido al valor histórico, arquitectónico y cultural de la propiedad. Esta calificación garantiza su protección como parte importante de nuestro patrimonio cultural, urbano y arquitectónico. Muchas de estas estructuras tienen el potencial de complementar las instalaciones existentes de la Reserva, al mismo tiempo que satisfacen las necesidades inmediatas y a largo plazo de los programas de la Reserva.

Considerando la historia del poblado de Aguirre y el impacto de la Central en la comunidad local, la Reserva ha incorporado estructuras salvables en su Plan Maestro de Instalaciones, readaptando las estructuras para satisfacer las necesidades programáticas, al mismo tiempo que se protege la esencia histórica. Se vislumbra la creación de un ambiente "parecido a un campus", para lo cual la Reserva conectará las instalaciones nuevas o reutilizadas con veredas para accesos no motorizados. Para este período de manejo, la prioridad es renovar el antiguo restaurante de la Central como un Centro de Educación y Adiestramiento. El desarrollo de esta infraestructura busca posicionar a la Reserva como el "centro" del Caribe para la investigación costera, la educación, el manejo, el adiestramiento y la transferencia y diseminación de la información.

Otras oportunidades incluyen la restauración de las estructuras conocidas como “las cabañitas” para apoyar a los estudiantes y otros usuarios de la Reserva que planifican permanecer durante largos períodos de tiempo; la renovación del edificio detrás del Centro de Visitantes para ser utilizado como espacio de almacenamiento y mantenimiento de embarcaciones; el mejoramiento del sistema de veredas en Camino del Indio para proporcionar una experiencia segura y que atraiga a los visitantes, y la expansión de las veredas o posibles modificaciones para apoyar a los usuarios de edad avanzada y con impedimentos.

El Plan Maestro de Instalaciones se desarrolló en colaboración con varias instituciones académicas, las cuales incorporaron a estudiantes en el proceso de diseño. De esta manera, la Reserva busca aprovechar los recursos existentes para explorar las tecnologías y principios de diseño sostenible. Además, el proceso de diseño colaborativo involucra a las instituciones académicas y a las generaciones más jóvenes en el cuidado de la Reserva, lo que fomenta el interés de los ciudadanos desde una edad temprana y asegura que las instalaciones reflejen las necesidades de las comunidades que las utilizarán.

11.2 Descripción de las instalaciones existentes

Las instalaciones existentes dentro de JBNERR incluyen: el Centro de Visitante, las oficinas, los dormitorios, un sistema de veredas y paseos tablados, dos muelles y una rampa para embarcaciones. Esta sección también describe los vehículos y equipos disponibles en la Reserva.

Instalaciones

Complejo del Centro de Visitantes

Las instalaciones actuales incluyen un Centro de Visitantes con exhibidores, las oficinas del personal, un laboratorio de investigación, una pequeña sala de reuniones, cocina y dormitorios. Esta es una casa club restaurada que pertenecía a la antigua Central Azucarera, la cual conserva su arquitectura histórica.

Los dormitorios tienen cabida para 26 personas (cuatro habitaciones con cuatro camas por habitación, cuatro habitaciones con dos camas por habitación y una habitación con una cama), y han sido renovadas para incluir un segundo piso con dormitorios adicionales. Las nuevas instalaciones resultantes de la renovación que se completó en diciembre de 2016, proporcionan a los investigadores y estudiantes un lugar para que puedan tener una estancia a largo plazo más cómoda. Los dormitorios renovados también incluyen una sala de estar, laboratorio de estudiantes, lavandería y una cocina.

El Centro de Visitantes también ha sido renovado para aumentar el número de espacios de oficinas y para proporcionar una pequeña sala de conferencias que puede acomodar hasta ocho personas. La biblioteca actual se ha dividido para hacer espacio para las oficinas.

El Centro de Visitantes incluye varias exhibiciones. Las exhibiciones fueron renovadas en el espacio de 2,800 pies cuadrados, incluyendo exhibiciones interactivas, fotos, un modelo de cuencas hidrográficas, maquetas de arrecifes de coral y exhibiciones pictóricas de ecosistemas clave, recursos y la historia cultural de Aguirre. Los grupos escolares han contribuido a la creación de algunas exhibiciones. Se ha identificado la oportunidad de mejorar aún más las exhibiciones y crear un área de recepción.

Adyacente al Centro de Visitantes, hay un pequeño estacionamiento que brinda servicio al personal, a visitantes, y también guarda los vehículos de la Reserva, incluyendo las embarcaciones y los remolques. El estacionamiento a menudo excede su capacidad y no es lo suficientemente grande para manejar el número de vehículos que llegan durante los eventos que se realizan en la Reserva. Próximo al Centro de Visitantes también hay una rampa para embarcaciones, un muelle y un gazebo, que son utilizados por el personal de la Reserva y los visitantes.



1. Centro de Visitantes

2. El gazebo, ubicado cerca de la Bahía de Jobos, utilizado como espacio para reuniones

3. Estudiantes preparando material para la exhibición durante el Festival de Aves Migratorias en el 2015

Fuente: (1)Ernesto M. Olivares y Víctor Cuadrado (2,3) JBNERR

Antigua Estación del Tren

Esta histórica estación de tren está ubicada en lo que será la nueva entrada al "Campus" de la Reserva como se propone en el Plan Maestro de Instalaciones. El

propósito del edificio es servir como un centro para la educación, que pueda ser utilizado por la comunidad.

El edificio fue rehabilitado. Sin embargo, actualmente no es utilizado porque carece de servicios de electricidad y de agua potable, así como de un baño. El permiso de uso para este edificio está condicionado a la instalación de las utilidades y la construcción del baño.



Antigua Estación del Tren

Fuente: Personal de JBNERR

Figura 27. Ubicación de la infraestructura en JBNERR



LEYENDA:

- Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos
- Límite propuesto terrestre
- Límite propuesto marino

- Centro de Visitantes
- Villa Pesquera Las Mareas
- Charca artificial

- Rampa para botes
- Muelle
- Torre de observación

- Gazebo
- Antigua estación del tren
- Estacionamiento

Fuente: JBNERR.

Mantenimiento

Las instalaciones se desarrollan y se mantienen según se considere necesario para las operaciones de la Reserva y a base de las necesidades de los visitantes y del personal. Según se indicó previamente, la Reserva tiene una persona a cargo del mantenimiento de las instalaciones existentes y de los predios.

La administración del DRNA ha incorporado las instalaciones de JBNERR en un contrato global de servicios de limpieza. La empresa privada contrata a un técnico de mantenimiento que proporciona veinte horas de trabajo semanal de limpieza en el Centro de Visitantes y los dormitorios. Además, el personal de la Reserva ha tenido mucho éxito reclutando de voluntarios para el mantenimiento y la reparación de los paseos tablados, las veredas, los edificios, los jardines y las exhibiciones.



El número de voluntarios que ofrece apoyo a las labores de mantenimiento de las instalaciones de la Reserva ha aumentado sustancialmente durante el último periodo de manejo.

Fuente: Personal de JBNERR

11.3 Retos y brechas asociadas a las instalaciones

Las instalaciones dentro de la Reserva continuarán sujetas a estresores, no solo de un clima cambiante, sino también por factores antropogénicos. Si bien la Reserva actualmente está sujeta a estresores ambientales y antropogénicos, se están tomando medidas para mejorar su infraestructura y que sea más resiliente, según se describe en las próximas secciones.

Los estresores ambientales a largo plazo incluyen eventos como el aumento en la temperatura, inundaciones por el aumento en el nivel del mar y el aumento en la intensidad de tormentas y otros eventos climáticos extremos. Los estresores antropogénicos incluyen el vandalismo y la destrucción y/o el robo de bienes y equipo, así como los incendios provocados. Los equipos que se encuentran al aire libre, incluyendo los de vigilancia son particularmente vulnerables al vandalismo y al robo, y lo han sido en el pasado. Por último, otro reto a ser considerado es la edad de los edificios de la antigua Central Aguirre a ser reutilizados.

Se ha encontrado que las instalaciones existentes también son inadecuadas para acomodar todas las necesidades programáticas y operacionales de la Reserva. Los problemas incluyen la falta de espacio para las operaciones y actividades de apoyo. A esto se suma el hecho de que un número cada vez mayor de instituciones están interesadas en la Reserva como estación de investigación. En los últimos años ha aumentado el número de visitantes e investigadores que acuden a la Reserva y los nuevos dormitorios han generado expectativas para el futuro de la Reserva. Con mejores capacidades de alojamiento, incrementaría la participación de profesores y estudiantes de diferentes universidades que utilicen las instalaciones con fines académicos. Además, la Reserva ha tenido éxito reclutando voluntarios en los últimos años, y ha habido un aumento en el número de asistentes a talleres y conferencias. Si bien las mejoras proporcionan un mayor acceso a los visitantes, y los nuevos dormitorios han mejorado mucho la capacidad de la Reserva para alojar a los investigadores, se requieren mejoras adicionales a varias instalaciones.

11.4 Instalaciones planificadas

Según se menciona en el Programa de Educación (específicamente en el Objetivo 3, Acción 1), se actualizarán y mejorarán las exhibiciones y rotulación en interiores y exteriores. Esto incluye la integración de exhibiciones interiores interactivas en el Centro de Visitantes y la modernización de la rotulación al aire libre.

Las mejoras planificadas a largo plazo incluyen múltiples ampliaciones adicionales que son descritas en el Plan Maestro de Instalaciones. Un componente de viabilidad dentro

del Plan Maestro de Instalaciones evalúa los usos potenciales de las estructuras existentes y proporciona un análisis de costo-beneficio, mediante el cual se compara el uso de la infraestructura existente versus la construcción de nuevas instalaciones. El Plan identifica las necesidades prioritarias; las oportunidades y limitaciones, el itinerario de construcción y los estimados de costos.

Estresores climáticos y no climáticos

El Plan Maestro de Instalaciones considera los efectos del cambio climático y el desarrollo de estructuras resilientes que sean eficientes y sostenibles. El plan se fundamenta en estudios previos, incluyendo una auditoría energética y de consumo actual y futuro del agua en las instalaciones, opciones de diseño y energía sostenible y un modelo para determinar la huella de carbono para guiar los diseños de ingeniería sostenible. Las instalaciones nuevas o restauradas en JBNERR se basarán en los siguientes principios rectores:

- Todas las instalaciones e infraestructura serán diseñadas o mejoradas con conceptos de diseño de edificios verdes, en la medida que sea posible.
- Los edificios y el paisaje circundante serán construidos para en la medida de lo posible ser carbono neutral o negativo.
- El carácter histórico de las estructuras se mantendrá, en cuanto sea posible, en consulta con el Instituto de Cultura Puertorriqueña y Oficial de la OECH.

La auditoría energética y de consumo de agua antes mencionada, recomienda optimizar el uso del espacio y de los recursos, como el agua y la energía. Durante el año pasado, todas las bombillas se cambiaron por bombillas eficientes tipo LED. Los dormitorios renovados fueron equipados con paneles solares y los equipos de aire acondicionado han sido reemplazados por inversores para ahorrar energía y costos. Además, se han instalado llaves de agua de bajo consumo en todas las tomas, incluyendo las duchas. Estas mejoras son consistentes con las políticas de la Reserva de implementar diseños sostenibles en todas sus instalaciones existentes y futuras. Además, el hecho de que los edificios son todos de hormigón armado, hace que sean resistentes a estresores climáticos, como los impactos de vientos huracanados.

La Reserva ha establecido varias colaboraciones que son esenciales para ejecutar los planes de las instalaciones y asegurar que las mejoras y modernizaciones sigan siendo eficientes y relevantes. La planificación inclusiva puede resultar en alianzas para oportunidades de financiamiento, así como en el uso sostenido de las instalaciones a largo plazo.

11.5 Objetivos y acciones

La Directora de la Reserva trabajara en el mejoramiento y ampliación de las instalaciones existentes y en seguir reorganizando el espacio, con el fin de optimizar las operaciones y aumentar la eficiencia. Los objetivos para los próximos cinco años son los siguientes:

Objetivo 1. Renovar y mejorar las estructuras existentes y adquirir las herramientas necesarias para atender las necesidades de educación y adiestramiento en la Reserva

1. Rehabilitación del restaurante del antiguo hotel para transformarlo en el Centro de Educación y Adiestramiento

Esta estructura histórica se transformará en el Centro de Educación y Adiestramiento de la Reserva. El Centro será utilizado para actividades de educación y adiestramiento y tendrá un espacio de laboratorio y otro para llevar a cabo talleres. El área total es de 2,875 pies². Actualmente, los planos para este espacio están siendo desarrollados.

2. Completar la transformación de la antigua estación de tren en el “Centro de Reunión Comunitaria y Resiliencia al Cambio Climático”

La transformación se completará instalando baños, electricidad y exhibidores. El Centro se enfocará en estrategias de adaptación al cambio climático y resiliencia, orientadas a las escuelas y a la comunidad local. El edificio será utilizado como un centro de reuniones y talleres, y será instrumental para lograr el objetivo de la Reserva de convertirse en un centro para la educación en el tema de resiliencia. Los equipos de servicio y aprendizaje ayudarán a restaurar las instalaciones en y alrededor del Centro, incluyendo los jardines de lluvia, las cisternas y otros elementos para la recolección de agua.

Además, habrá espacios disponibles para uso comunitario (por ejemplo, para alquilar kayaks y bicicletas). El edificio está conectado con el Centro de Visitantes y las veredas de la Reserva a través de un sendero para bicicletas.

3. Adquirir una embarcación adicional

Se necesita una embarcación para apoyar varias áreas programáticas, especialmente el Programa de Educación. El mismo se utilizará como parte de las actividades educativas como el transporte de estudiantes que participan en campamentos, maestros que participan en los talleres de “Maestros en el estuario” y los visitantes de la Reserva que necesiten recorrer la zona con fines educativos.

4. Construir un quiosco y mejorar la vereda Camino del Indio

Un quiosco de bienvenida y mejoras en el Camino del Indio aumentarán el interés de los visitantes por hacer senderismo, kayak y disfrutar de las aguas de Mar Blanco. La comunidad aprovechará el sitio para promover el uso adecuado del área, y también se espera que las actividades ilícitas se vean reducidas por esta acción.

5. Actualizar las exhibiciones y recepción en el Centro de Visitantes

Actualmente, hay una sala de conferencias pequeña unida al área de exhibiciones del Centro de Visitantes. Se desarrollará una nueva recepción y se actualizarán y reorganizarán las exhibiciones. Las nuevas exhibiciones se concentrarán en los temas prioritarios de la Reserva, proporcionando información basada en los recursos costeros dentro de la Reserva y los programas de NERRS. Algunas de las exhibiciones serán interactivas para mostrar los cambios en el hábitat a lo largo del tiempo y cambios en el uso de la cuenca y el uso de los terrenos.

Objetivo 2. Renovar y mejorar las estructuras existentes para atender las necesidades de las áreas programáticas de administración e investigación en la Reserva

1. Restaurar dos estructuras llamadas “las cabañitas” como alojamiento a largo plazo o vivienda de la facultad

Existen dos cabañas que están ubicadas al norte de los dormitorios. Las distancias entre los edificios brindan la oportunidad de restaurar los espacios para una vivienda a largo plazo o una vivienda de la facultad. Cada uno tiene suficiente espacio para tener dos salas de estar con un salón sala/comedor, cocina, dormitorio, un baño y un armario.

2. Renovación de edificio para el personal del Cuerpo de Vigilantes

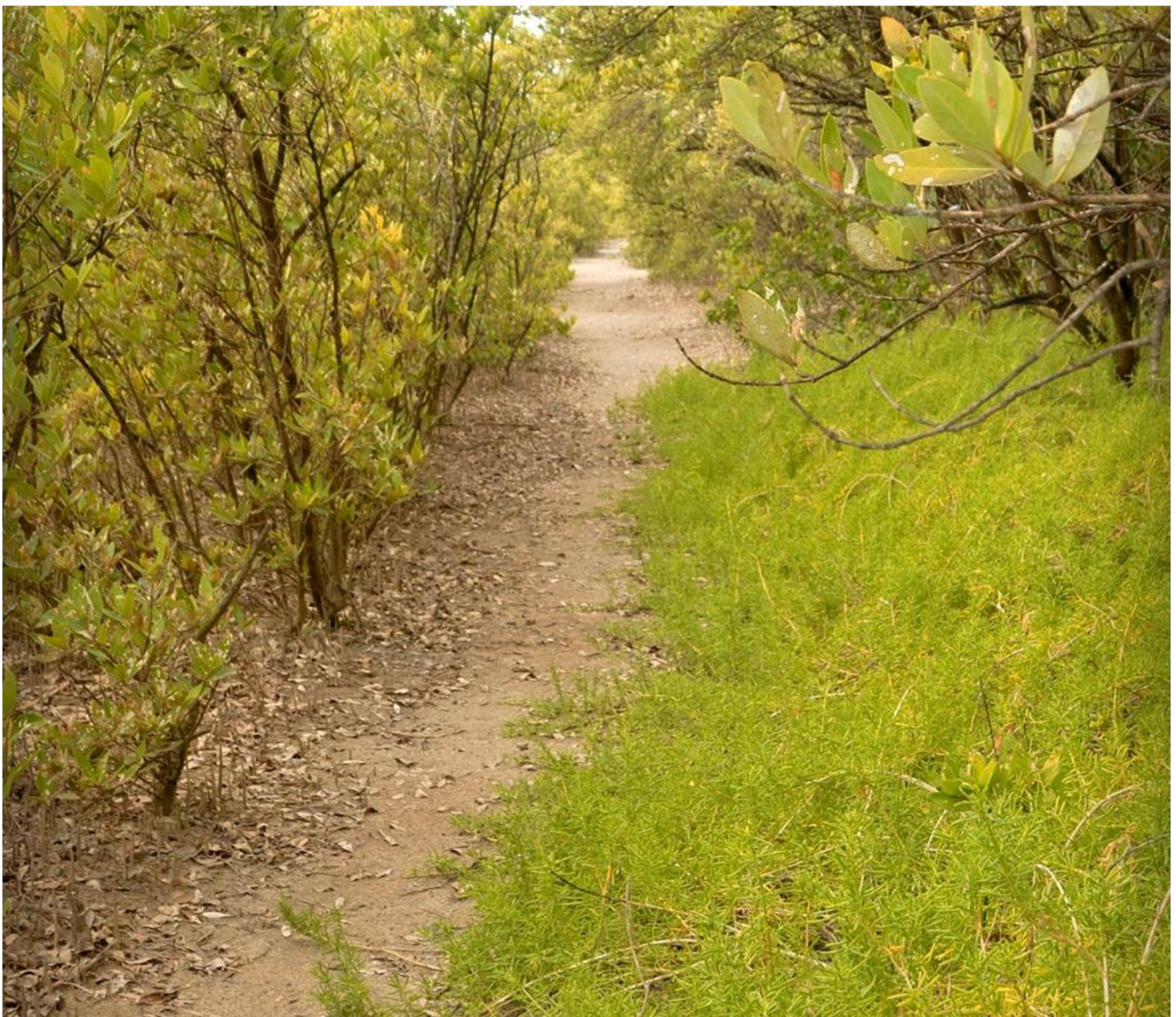
Uno de los edificios dentro de las instalaciones de la Reserva es propiedad de la Autoridad de Tierras de Puerto Rico. La Reserva coordinará con esta corporación pública para solicitar la transferencia del título de propiedad al DRNA. La estructura será evaluada, y si está en buen estado, se utilizará para proporcionar una oficina para los Vigilantes, con el fin de aumentar la vigilancia en la Reserva.

3. Renovar una estructura alargada para proveer espacio de almacén y mantenimiento de embarcaciones

Esto se refiere a una estructura, detrás del área del Centro de Visitantes, que requiere renovación. Se incorporará un espacio de oficinas para personal de mantenimiento y taller. La estructura protegerá la flota bajo techo y proporcionará una instalación segura para el equipo y las operaciones.



PLAN DE ADQUISICIONES & EXPANSIÓN DE LOS LÍMITES DE LA RESERVA



12 Plan de adquisición y expansión de los límites de la Reserva



12.1 Valores de las adquisiciones

La Reserva debe continuar con la adquisición de terrenos para proteger y mejorar aún más el patrimonio natural y cultural del estuario, creando corredores de hábitat y migración para las especies. Las adquisiciones son importantes para el monitoreo y la investigación, ya que permitirá abarcar más ecosistemas y atributos hidrológicos de la Reserva, utilizando el enfoque desde la montaña hasta el mar. Si bien los desarrollos circundantes limitan una adquisición a mayor escala, el agregado de las pequeñas adquisiciones contribuye al potencial de investigación en la Reserva, haciéndola más atractiva para las instituciones interesadas. Además, las adquisiciones permiten al Programa de Investigación seguir estudiando la restauración y la adaptación frente al cambio climático.

Las adquisiciones también incrementan las oportunidades de acceso público y ayudan a las áreas programáticas de educación, adiestramiento y manejo. A medida que el cambio climático aumenta las presiones sobre los recursos naturales, las nuevas adquisiciones de terrenos resultan esenciales para la protección a largo plazo de los recursos estuarinos y costeros, el desarrollo de corredores migratorios para especies vulnerables y amenazadas, y la promoción de los valores de la Reserva.

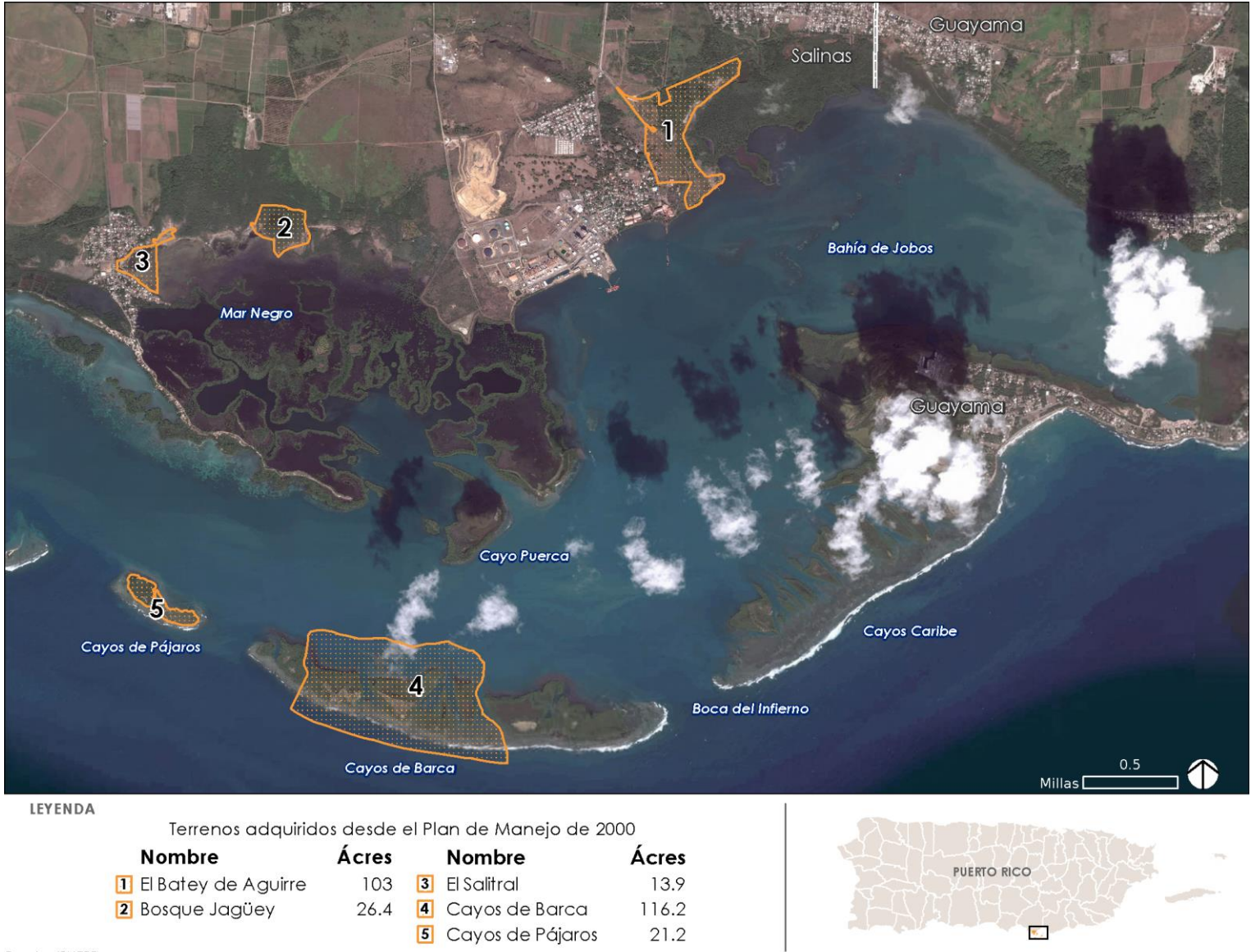
En los últimos años se han adquirido cinco propiedades asociadas a la Reserva. Estas compras proporcionan un mayor control sobre los recursos de la Reserva y el muy necesario acceso directo a la costa de Bahía de Jobos. Estas propiedades serán incluidas mediante la acción de expandir los límites formales de la Reserva, lo que ocurrirá durante el año subsiguiente a la aprobación de este plan.



En Puerto Rico, los humedales costeros forestados ocurren en parches pequeños. De acuerdo con Christopher y colaboradores (2015) muchas de las comunidades de aves que ocupan los humedales costeros también utilizan las colinas tierra adentro. Por consiguiente, cuando se piensa en la conservación de especies de humedales es importante considerar el valor de una estrategia a escala de paisaje que una la matriz de hábitats costeros y del interior.

Christopher et al., 2015

Figura 28. Terrenos adquiridos 2000-2016



12.2 Áreas de expansión de los límites de la Reserva

Descripciones de las propiedades a ser adquiridas e incluidas en la expansión de los límites

Se han identificado varias áreas para ser adquiridas e incluidas dentro de los límites propuestos para JBNERR en el futuro. Estos cayos y terrenos costeros están constituidos por hábitats de tierra firme, humedales y hábitats de litoral para varias especies protegidas, como el manatí antillano, y una variedad de aves entre estas zancudos y aves costeras. Además, con la adquisición de los cayos se completará la tenencia de la cadena de islotes por parte del gobierno de Puerto Rico, garantizando su manejo holístico y el cumplimiento de los planes de protección de los recursos a largo plazo.

Los terrenos que forman parte del componente terrestre son posesión del DRNA o se encuentran dentro de los límites actuales de la Reserva. Hay muchos terrenos que se han identificado para la adquisición futura. Algunos de los terrenos seleccionados ofrecerán una mayor protección a hábitats sensitivos, mientras que otros serán de gran valor para proporcionar acceso y apoyo a las actividades de la Reserva y el desarrollo de las áreas programáticas. Ejemplos de éstos son las parcelas restantes de Cayos de Barca, un bosque de mangle en Mar Negro y una parcela detrás del Centro de Visitantes, conocida como Sucesión Vázquez. Éstos se describen a continuación:

Componentes de los Cayos

Los cayos identificados a continuación para adquisición consisten principalmente de mangles rojo y blanco, con limitadas comunidades de vegetación playera en el interior. Estos son:

- Cayos Caribe, extremo este de la cadena de islas.
- Parcelas Cayos de Barca, extremos este y oeste.

Una vez adquiridos, todos los cayos excepto uno de los Cayos de Barca, se convertirán en áreas núcleo. Como estrategia de manejo, una de las islas de Cayos de Barca servirá para la recreación pasiva, mientras que las otras se convertirán en sitios de referencia para la investigación y la educación. Se facilitarán recorridos interpretativos en los Cayos de Barca y se fomentarán programas de monitoreo a largo plazo dentro de estos cayos para monitorear los impactos ocasionados por los usos.

Componentes terrestres

Los componentes terrestres identificados a continuación consisten en bosques de mangle rojo, negro, blanco y de mangle botón, bosques secos subtropicales y hábitats característicos de ambientes costeros rocosos. Actualmente, las parcelas permanecen

subdesarrolladas o desocupadas. Según fue mencionado en la sección de Usos de Terrenos, estos terrenos han sido clasificados por la JP como "suelo rústico especialmente protegido", lo que significa que no están disponibles para desarrollos urbanos actuales o futuros. Estas tierras, descritas a continuación, se clasificarán como área de amortiguamiento, e incluyen:

- Propiedad forestada en los límites norte y este propuestos, detrás del Centro de Visitantes- Sucesión Vázquez y
- Propiedad forestada en el límite norte propuesto de la unidad de Aguirre - Autoridad de Tierras (amortiguamiento).

Las parcelas de bosque costero al norte y al este de la Unidad Mar Negro, propiedad de la AEE, serán clasificadas como área núcleo, al igual que el resto de la unidad de Mar Negro.

Varias parcelas a lo largo del límite norte de Mar Negro, donde predomina el bosque seco secundario, son actualmente propiedad de la ATPR y presentan una oportunidad para su inclusión en los límites de la Reserva como áreas núcleo. La investigación de Rodríguez (2012) informó que varias especies de aves migratorias, predominantemente las reinitas, se mueven entre los manglares durante las noches y el bosque seco secundario durante el día, que es utilizado como hábitat de forrajeo. Estos resultados destacan la importancia del bosque seco secundario para esta comunidad de aves, a pesar de la preferencia de la mayoría de las especies por los manglares como refugio nocturno.

Figura 29. Adquisiciones propuestas



LEYENDA:

- Reserva Nacional de Investigación Estuarina Bahía de Jobos
- Límite propuesto terrestre
- Límite propuesto marino

 Adquisiciones futuras

ID	Nombre	ID	Nombre
1	Cayo Barca A-B	4	Amortiguamiento AEE
2	Cayo Barca G	5	Sucesión Vázquez-Bruno
3	Amortiguamiento Autoridad de Tierras		



Fuente: JBNERR

Proceso de priorización y criterios para las nuevas adquisiciones

La Reserva priorizará la adquisición de la parcela Sucesión Vázquez para facilitar el acceso público, la construcción de las instalaciones y la coordinación entre JBNERR y el Bosque de Aguirre. La parcela Sucesión Vázquez, ubicada detrás del Centro de Visitantes, proporcionará numerosos beneficios a la Reserva y permitirá el manejo integrado con el Bosque Estatal de Aguirre. Esta parcela, dominada por matorrales, servirá como un corredor ecológico, conectando JBNERR al Bosque Estatal Aguirre. Esto facilitará la coordinación de las estrategias educativas y de acceso público entre las dos áreas naturales. Esta adquisición aumentará los hábitats de la Reserva con su diversidad de flora y fauna, y servirá como área de amortiguamiento a la Bahía de Jobos. Esta parcela, además de ser una valiosa adición a JBNERR, contribuirá a proteger los hábitats únicos de la costa Sur de Puerto Rico.

El documento "Prioridades de planificación para la conservación de aves en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de EE.UU." identifica como una oportunidad para la conservación de hábitats, la protección de áreas alrededor de las áreas naturales existentes y el establecimiento de corredores entre estas y entre otros tipos de hábitats adyacentes. En la costa Sur de Puerto Rico, este plan identifica que hay oportunidades de proteger hábitats adicionales alrededor de JBNERR y del Bosque Estatal de Aguirre (Christopher et al., 2015).

También se le dará prioridad a los Cayos de Barca restantes. Además de su valor ecológico, los cayos siguen siendo de alta prioridad de adquisición, debido al impacto recreativo, ya que actualmente no hay manejo activo de estos hábitats. Hay presiones sobre los manglares, los arrecifes de coral y los hábitats de yerbas marinas, que son asuntos de gran preocupación.

Sin embargo, es importante señalar que las oportunidades para la adquisición de terrenos no siempre están alineadas con las prioridades de adquisición identificadas. Por lo tanto, en la medida que estas estén disponibles, se actuará proactivamente para comprar cualquier parcela identificada en este Plan de Manejo, ya sea a través de un proceso de adquisición de compra venta o mediante una servidumbre de conservación.

Estrategia de adquisición

La siguiente tabla contiene información relacionada a las propiedades para adquisición y su costo estimado, utilizando como comparable el costo de adquisición de Cayos de Barca.

Tabla 10. Áreas con prioridad de adquisición

Nombre de la propiedad	Titulo Dueño	Área total (hectáreas)	Tierras Altas (acres)	Costo estimado	Estatus	
					Prioridad DRNA	Disposición
Prioridades durante el próximo período de manejo						
Sucesión Vázquez- Bruno	Privado	72	0	\$1,207,440.00	alta	No venta Sí- Servidumbre de Conservación
Cayo Barca A-B	Privado	57	4.2	\$955,890.00 ²⁰	mediana	Sí
Áreas de futura adquisición						
Cayo Barca G	Privado	8	1.7	\$134,160.00	mediana	Desconocido
Amortiguamiento Autoridad de Tierras	ELAPR	78	78	Acuerdo	mediana	Desconocido
Amortiguamiento AEE	ELAPR	75	75	Acuerdo	alta	Desconocido

12.3 Objetivos y acciones

Objetivo 1. Adquirir dos propiedades para apoyar las áreas programáticas y expandir los corredores de vida silvestre

1. Adquirir propiedad en la parte este de Cayo de Barca (A-B).

En marzo de 2014, el DRNA y el USFWS publicaron un documento que describía el “Acuerdo de compensación por las pérdidas de recursos naturales resultantes del

²⁰ El costo de adquisición de esta propiedad fue indicado en el Acuerdo de compensación por las pérdidas de recursos naturales resultantes del derrame de aceite en Guánica en 2007, marzo de 2014.

derrame de aceite en Guánica en 2007". Los fondos del Acuerdo han sido destinados para la adquisición de Cayos de Barca A & B.

2. Adquirir la propiedad de Sucesión Vázquez-Bruno adyacente al Centro de Visitantes

El DRNA está trabajando para determinar si los fondos adicionales del acuerdo antes indicado podrían ser utilizados para adquirir las tierras de Sucesión Vázquez que conectarán el Bosque de Aguirre con JBNERR.

Objetivo 2. Diversificar las fuentes de financiamiento y las alianzas para futuras adquisiciones

1. Seguir explorando posibles fuentes de financiamiento y alianzas para viabilizar las futuras adquisiciones

El DRNA ha identificado futuras adquisiciones y aprovechará las oportunidades, en la medida que estén disponibles. La identificación de diferentes fuentes de financiamiento y alianzas para futuras adquisiciones será una tarea continua durante el próximo período de manejo, dadas las limitaciones fiscales actuales. Se considerarán las siguientes leyes y mecanismos:

- La Ley del Fondo para la Adquisición y Conservación de Terrenos en Puerto Rico, Ley Núm. 268 de 2003 establece una fuente de financiamiento permanente y dedicado a la protección de terrenos y, específicamente, la adquisición de terrenos de alto valor ecológico en Puerto Rico. Los fondos son administrados por el DRNA y los terrenos son adquiridos a base de las recomendaciones de un grupo asesor.
- El uso de mitigaciones compensatorias requeridas bajo la Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 de 1999, según enmendada, y su Reglamento Núm. 6765 para la protección de terrenos. Esta ley y reglamento son administrados por el DRNA.
- Programas, como el Programa Nacional de Subvenciones de Conservación de Humedales Costeros (USFWS), representan posibles fuentes de pareo para la protección de tierras.
- La adquisición mediante compra venta- utilizando una combinación de fondos del gobierno de Puerto Rico, fondos de adquisición de NOAA y fuentes competitivas de subvenciones - resultará en la administración o manejo del sistema completo y áreas adicionales de amortiguamiento para proteger los recursos básicos de la Reserva.

Objetivo 3. Modificar los límites de la Reserva para incluir las parcelas previamente adquiridas y la Bahía Jobos

1. Presentar la enmienda a los límites de la Reserva, según 15 CFR 921.33

Durante el próximo período de manejo, el personal de la Reserva trabajará con NOAA para enmendar los límites siguiendo los requisitos establecidos en 15 CFR 921.33. Las modificaciones a los límites incluirán: terrenos que han sido adquiridos por el DRNA, límites que han sido aclarados y las aguas costeras, según se describe en la sección 3.4.

PLAN DE RESTAURACIÓN



13 Plan de Restauración



13.1 Avances en el mejoramiento de hábitats y descripción de los proyectos futuros

Durante el último período de manejo, se han completado varios proyectos para el mejoramiento de los hábitats. Uno de estos es la restauración de las praderas de yerbas marinas en Cayos Caribe. Este proyecto fue recomendado para atender la degradación de los recursos sumergidos en Cayos Caribe en la Evaluación Final §312 del CZMA de JBNERR. En el 2006, se implementó un proyecto piloto para la restauración de cicatrices en las yerbas marinas en varias áreas afectadas, y se llevó a cabo un taller de adiestramiento con varios manejadores de recursos naturales en Puerto Rico. También se instalaron boyas para delimitar un canal de navegación y se ha iniciado la restauración yerbas marinas en dos lugares en Cayos de Barca.



Los voluntarios han sido pieza clave de los proyectos de restauración en las unidades Mar Negro y Aguirre

La Reserva también atendió otra de las recomendaciones de la Evaluación Final §312 del CZMA §312 para atender la invasión en el límite norte de Mar Negro por parte de la ATPR. Este límite Norte fue severamente afectado en el año 1993 cuando los terrenos manejados por la ATPR, incluyendo manglares en la Reserva, fueron removidos de manera ilegal para drenar los terrenos agrícolas arrendados al norte. La EPA emitió una Orden por Consentimiento en 1997, exigiendo a la ATPR la restauración de los manglares y la creación de una franja de amortiguamiento con plantas que retuvieran efectivamente los nutrientes que, de otra manera, fluirían a las aguas de la Reserva.



En 2008, se realizó la remediación y restauración de los humedales en las parcelas antes mencionadas. El manglar ha sido restaurado y la Reserva colaboró con NRCS para determinar el material vegetal adecuado y el diseño de la zona de amortiguación. La Orden por Consentimiento se completó en 2011.

La Reserva, además, ha involucrado a comunidades y a ONG en proyectos de mejoramiento de hábitat. Por ejemplo, los Niños Escucha han apoyado en la reocupación de plántulas de mangle en la comunidad Las Mareas, cerca de una rampa de embarcaciones, que estaban en peligro de ser afectadas por los nautas. Se sembraron más de 300 plántulas de mangle rojo y se realizó una limpieza del área. Otros voluntarios ayudaron a restaurar las áreas de la Unidad Aguirre afectadas por los incendios provocados.

13.2 Objetivos y acciones

Objetivo 1. Llevar a cabo proyectos de mejoramiento de hábitats para beneficiar a las poblaciones de aves residentes y migratorias

1. Llevar a cabo el proyecto de mejoramiento de hábitat para la vida silvestre en la Unidad Mar Negro

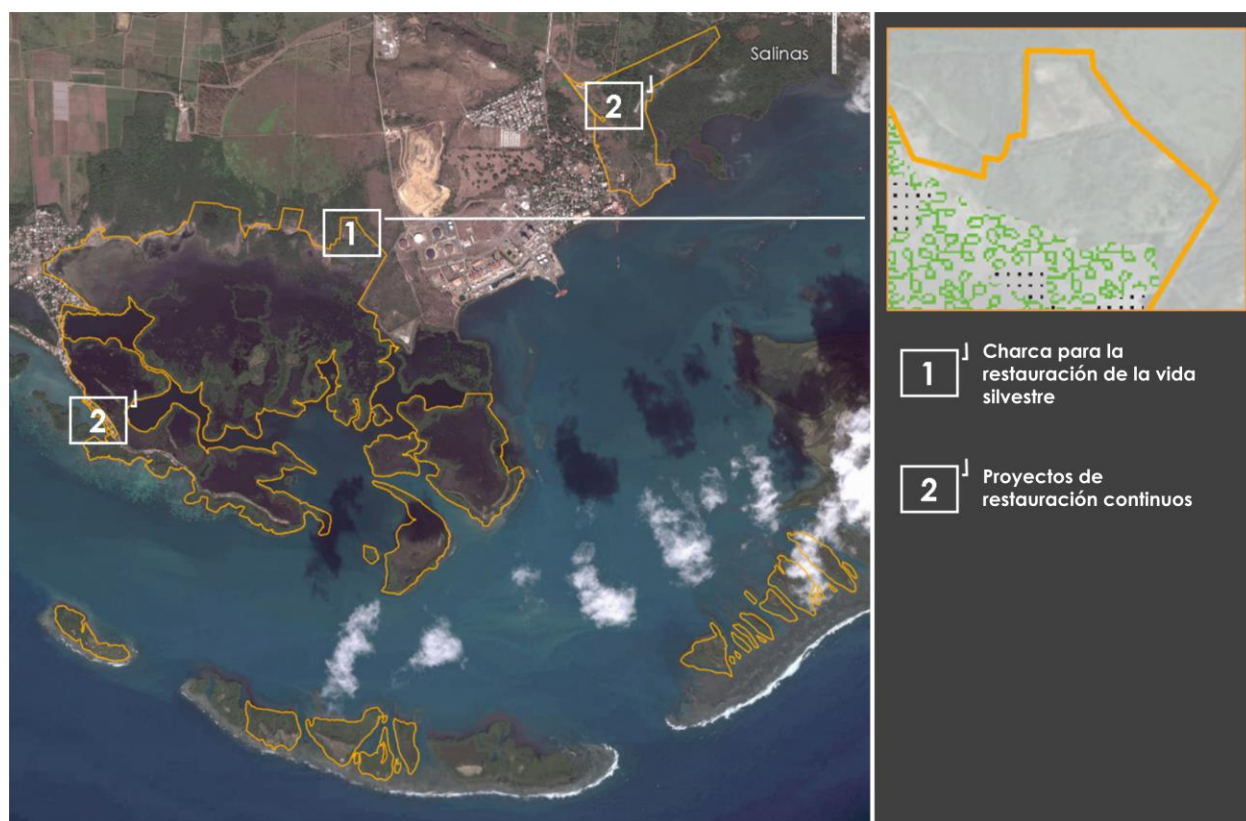
La unidad Mar Negro será la prioridad para el mejoramiento de hábitats durante el próximo período de planificación. Este proyecto estará ubicado en una charca artificial existente y un área perturbada adyacente, construida originalmente para filtrar las aguas descargadas de la Central Termoeléctrica de Aguirre.

La charca se llenará con el exceso de agua de los canales de riego de la AEE, la cual es considerada como agua no contaminada. La poca profundidad proporciona un hábitat excelente para el forrajeo de las aves, e incluso observaciones realizadas han evidenciado la mayor diversidad de aves zancudas y costeras en el área. Debido a que este tipo de hábitat es limitado en la zona, se consideraran acciones de mejoramiento de hábitat para estas poblaciones de aves residentes y migratorias.

2. Proyectos continuos de mejoramiento de hábitat en las Unidades Aguirre y Mar Negro

Las siembras de enriquecimiento serán un proyecto continuo en los suelos afectados en las Unidades de Aguirre y Mar Negro. Esto se llevará a cabo con especies nativas apropiadas para estos hábitats. Además, la restauración de los manglares será una tarea continua durante el próximo período de manejo. El personal de la Reserva seguirá buscando la colaboración voluntaria para llevar a cabo esta tarea.

Figura 30. Proyectos para mejorar el hábitat en JBNERR



REFERENCIAS

- Anónimo. 1975. Aguirre Environmental Studies, Jobos Bay, Puerto Rico, Final Report. Junio 1975. Puerto Rico Nuclear Center, Volumen I, 95 pp.
- Băltărețu, A. 2011. Methods of monitoring the visitors inside the natural protected areas. Romania Cactus Tourism Journal Vol. 2, Issue 2/2011, Páginas 39-43, ISSN 2247-3297.
- Berryhill, H.L. Jr. 1960. Geology of the Central Aguirre Quadrangle, Puerto Rico, US Geological Survey. Miscellaneous Geologic Investigations. Map I-318.
- Brash, A.R. 1987. The History of Avian Extinction and Forest Conservation on Puerto Rico. Biological Conservation. 39:97-111.
- Brownell, R.L. Jr. 1980. West Indian Manatee Recovery Plan. USFWS, Florida Department of Natural Resources and Florida Audubon Society. 34pp.
- Carlo Joglar, T. A. & García Quijano, C. G. 2008. Assessing ecosystem and cultural impacts of the green iguana (*Iguana iguana*) invasion in the San Juan Bay Estuary (SJBE) in Puerto Rico. PEBSJ Centro Interdisciplinario de Estudios de Litoral. 2009. Socioeconomic Monitoring JBNERR.
- Dieppa, A., 2015. Informes semanales de las condiciones biológicas por motivo de la temporada de sequía en la Reserva Nacional Estuarina de Investigación de Bahía de Jobos.
- Dieppa A.; Muñoz, M.; 2015. Informe sobre condiciones asociadas al arribo de Sargazo en la Bahía de Jobos, Programa de Investigación y Monitoria.
- Dillon, W.P., J. Acosta, E. Uchupi and U. Brink. 1998. Joint Spanish-American Research Uncovers Fracture Pattern in Northeastern Caribbean. EOS. 79(28):336-337.
- Environmental Quality Board. 2014. Puerto Rico 305(b)/303(d) Integrated Report. Recuperado en línea el 5 de Mayo de 2016 a través de: [http://www2.pr.gov/agencias/jca/Documents/Areas%20Program%C3%A1ticas/Evaluaci%C3%B3n%20y%20Planificaci%C3%B3n%20Estrat%C3%A9gica/Divisi%C3%B3n%20de%20Planes%20y%20Proyectos%20Especiales/Informe%20Integrado%20305\(b\)-303\(d\)%202014/2014%20305\(b\)303\(d\)%20Integrated%20Report.pdf](http://www2.pr.gov/agencias/jca/Documents/Areas%20Program%C3%A1ticas/Evaluaci%C3%B3n%20y%20Planificaci%C3%B3n%20Estrat%C3%A9gica/Divisi%C3%B3n%20de%20Planes%20y%20Proyectos%20Especiales/Informe%20Integrado%20305(b)-303(d)%202014/2014%20305(b)303(d)%20Integrated%20Report.pdf).
- Ewel, J.J. and J.L. Whitmare. 1973. The Ecological Life Zones of Puerto Rico and the US Virgin Islands. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry. Forest Service Research Paper, ITF-18. 72pp.
- Federal Emergency Management Agency. 2015. Flood Zones. Recuperado en línea a través de: <http://www.fema.gov/flood-zones#wcm-survey-target-id>
- Federal Energy Regulatory Commission. 2015. Aguirre Offshore GasPort Project: Final Environmental Impact Statement. Office of Energy Projects. Washington, DC. Vol. I. https://elibrary.ferc.gov/idmws/file_list.asp?accession_num=20150220-4001.
- Federal Energy Regulatory Commission. 2015. Aguirre Offshore GasPort Project: Final Environmental Impact Statement. Office of Energy Projects. Washington, DC. Vol. II. https://elibrary.ferc.gov/idmws/file_list.asp?accession_num=20150220-4001.
- Fewkes, J.W. 1907. The aborigines of Porto Rico and neighboring islands. Washington, DC: US Government Printing Office. Twenty-Fifth Annual Report of the US Bureau of American Ethnology. 1903-1904.

- Field, R., Laboy, E., Capella, J., Robles, P., González, C., 2008. Jobos Bay Estuarine Profile: A National Estuarine Research Reserve. Jobos Bay NERR. Aguirre, PR.
- García-Quijano, Carlos, John Poggie, Ana Pitchon, Miguel del Pozo and Jose Alvarado 2013. The Coast's Bailout: Coastal Resource Use, Quality of Life, and Resilience in Southeastern Puerto Rico. Technical Report Submitted to University of Puerto Rico Sea Grant (NOAA). 75 páginas.
- García, J.R. and R.L. Castro. 1997. Survey of Marine Communities Associated with Coral Reef, Seagrass/Algal Beds and Mangrove Root Habitats at Jobos Bay Natural [=National] Estuarine Research Reserve System (JOBANERR). Final Report submitted to JOBANERR, DNER/NOAA. 70pp.
- García-Sais, J.R., R. Castro, J. Sabater and M. Carlo. 2003. Survey of Marine Communities in Jobos Bay, Aguirre Power Plant, 316 Demonstration Studies. Reef Surveys, submitted to Washington Group International, Inc.
- Genet, Kristen S., J. A. Genet, T. M. Burton and P. G. Murphy. 2001. The Lizard Community of a Subtropical Dry Forest: Guánica Forest, Puerto Rico. *Tropical Ecology*. 42(1):97-109.
- Gleason, H.A. and M.T. Cook. 1927. Plant Ecology of Porto Rico. Academy of Sciences. New York, New York. Scientific Survey of Porto Rico and the Virgin Islands. 7:1-173.
- Govender, Y. 2007. A Multidisciplinary Approach towards Understanding the Distribution, Abundance, and Size of the Land Crab, *Cardisoma guanhumi*, in Puerto Rico. Ph.D. Dissertation, University of Puerto Rico, Rio Piedras Campus.
- Hodgson, J., Thomas, C., Wintle, B. and Moilanen, A. 2009. Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *Journal of Applied Ecology*. 46, 964–969 doi: 10.1111/j.1365-2664.2009.01695.x. Recuperado en línea a través de: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2009.01695.x/pdf>
- Kendall, M.S., M.E. Monaco, K.R. Buja, J.D. Christensen, C.R. Kruer, M. Finkbeiner and R.A. Warner. 2001. Benthic Habitats of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Recuperado en línea a través de: <http://ccma.nos.noaa.gov/products/biogeography/benthic/>
- Khalyani, A.; Gould, W.; Harmsen, E.; Terando, A.; Quinones, M.; Collazo, J. 2016. Climate Change Implications for Tropical Islands: Interpolating and Interpreting Statistically Downscaled GCM Projections for Management and Planning. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 55(2):265-282.
- Koeneke, Roberto. 2011. "Spatial Characterization of Puerto Rican Commercial Fisheries: Gear Usage Across Habitat Classes and Bathymetry Ranges". Open Access Theses. Paper 251.
- Kolehmainen, S. 1972. Ecology of Sessile and Free-living Organisms on Mangrove Roots in Jobos Bay. In Aguirre Power Project, Environmental Studies. Puerto Rico Nuclear Center Annual Report 162:141-173.
- Kuniansky, E.L., and Rodríguez, J.M., 2010, Effects of changes in irrigation practices and aquifer development on groundwater discharge to the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve near Salinas, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5022, 106 p., Recuperado en línea a través de: <http://pubs.usgs.gov/sir/2010/5022/>
- Laboy-Nieves, E. N., 2001. Historia Natural de la Bahía de Jobos, Puerto Rico. Universidad Interamericana de Puerto Rico. Guayama, Puerto Rico.
- Laboy Nieves, E.N., Capella, J. Robles, P. Gonzalez, C. 2002. Jobos Bay Estuarine Profile. Field, R. (ed). Revisado en Junio 2008 por Angel Dieppa, Coordinador de Investigación.

- Laboy Nieves, E.N., 2009. Environmental Profile and Management Issues in an Estuarine Ecosystem: A Case Study from Jobos Bay, Puerto Rico. Environmental Management, Sustainable Development and Human Health. Taylor & Francis Group. London, UK. 361pp.
- Leung, Y.-F., A. Spenceley, G. Hvenegaard and R. Buckley. 2015. Tourism and Visitor Management in Protected Areas: Guidelines towards sustainability. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. XX, Gland, Switzerland: IUCN.
- Littler, D., M. Littler, K. Bucher and J. Norris. 1989. Marine Plants of the Caribbean, A Field Guide from Florida to Brazil. Smithsonian Inst. Press. 263pp.
- Lugo, A. E. and S.C. Snedaker. 1974. The Ecology of Mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics. 5:39-64.
- Lugo, A. E., Laboy, G. Cintrón. 1987. Structure and Dynamics of a Mangrove Fringe Forest in the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve. National Oceanic and Atmospheric Administration, Technical Report Series OCRM/DMEM. Washington, DC: US Department of Commerce. 55pp.
- Lugo, Ariel E.; Medina, Ernesto; Cuevas, Elvira; Cintrón, Gilberto; Laboy Nieves, Eddie N.; Schaeffer Novelli, Yara. 2007. Ecophysiology of a Mangrove Forest in Jobos Bay, Puerto Rico. Caribbean Journal of Science, vol. 43, no. 2.;200-219
- Martínez, R., G. Cintrón and L. Encarnación. 1979. Mangroves in Puerto Rico: A Structural Inventory. Department of Natural Resources Final Report to OCZM, NOAA. 149pp.
- Midgley G. Marais, S. Barnett, M., and Wågsæther, K., 2012. Biodiversity, Climate Change and Sustainable Development: Harnessing Synergies and Celebrating Successes. Recuperado en línea a través de: https://Unfccc.int/Files/Secretariat/Momentum_For_Change/Application/Pdf/Biodiversity_Climate_Change_Sustainable_Development_Technical_Report.Pdf.
- Mimura, N., L. Nurse, R.F. McLean, J. Agard, L. Briguglio, P. Lefale, R. Payet and G. Sem, 2007: Small islands. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 687-716.
- Mississippi Department of Marine Resources. 1998. Grand Bay National Estuarine Research Reserve. Draft Environmental Impact Statement and Management Plan.
- Moore K. (Chair). 2009. Long Term Monitoring of Estuarine Submersed and Emergent Vegetation Communities. National Estuarine Research Reserve System Wide Monitoring Program (NERRS-SWMP) Bio-Monitoring Protocol. SAV-Emergent Bio-monitoring Committee. December 2009.
- Morelock, J., Bunkley Williams, L., Acevedo, R. 2000. Marine Geology of Jobos Bay, Puerto Rico. Recuperado en línea a través de: <http://geology.uprm.edu/Morelock/pdfdoc/morlok7.pdf>
- Morelock, J., J. Capella, J.R. Garcia, and M. Barreto. 2000. Puerto Rico - Seas at the Millennium. Seas at the Millennium. Ed. C.R.C. Sheppard. London, England: Oxford Press.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. Ocean Explorer Webmaster. 2014. Sargassum is a genus of large brown seaweed (a type of algae) that floats in island-like masses. Recuperado en línea a través de: <http://oceanexplorer.noaa.gov/facts/sargassum.html>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 2014. Endangered and Threatened Wildlife and Plants: Final Listing Determinations on Proposal to List 66 Reef-building Coral Species

- and to Reclassify Elkhorn and Staghorn Corals. Retrieved from:http://www.nmfs.noaa.gov/stories/2014/08/docs/final_coral_rule.pdf.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. Ocean Service, Office for Coastal Management (OCM) (Publisher); Department of Commerce (DOC), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Ocean Service (NOS), Office for Coastal Management (OCM) (Originator). 2009.C-CAP Land Cover, Jobos Bay, ELAPR 2007. Recuperado en línea a través de: <https://data.noaa.gov/dataset/c-cap-land-cover-jobos-bay-commonwealth-of-puerto-rico-2007>
- NOAA Office for Coastal Management. The National Estuarine Research Reserve System Strategic Plan 2017-2022. Recuperado en línea a través de: <https://coast.noaa.gov/data/docs/nerrs/StrategicPlan.pdf>
- Nurse, L.A., R.F. McLean, J. Agard, L.P. Briguglio, V. Duvat-Magnan, N. Pelesikoti, E. Tompkins, and A.Webb, 2014: Small islands. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1613-1654.
- Nytch, C.J., Hunter C.W., Nuñez, F., Fury, C. and Quiñones, M. 2015. Avian Conservation Planning Priorities for Puerto Rico and the US Virgin Islands. Recuperado en línea a través de: http://acjv.org/documents/PRUSVI_plan.pdf
- Potter, T.L., et al. 2013. Atrazine fate and transport within the coastal zone in southeastern Puerto Rico. Mar. Pollut. Bull. Recuperado en línea a través de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.12.004>
- Puerto Rico Climate Change Council. 2013. Puerto Rico's State of the Climate 2010-2013. Assessing Socio-ecological Vulnerabilities in a Changing Climate.
- Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. n.d. Surveillance and Enforcement Strategic Plan of the Department of Natural and Environmental Resources at Jobos Bay National Estuarine Research Reserve (JBNERR).
- Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. 2016. Orden Administrativa Núm. 2016-01. Para Organizar Unidades bajo la Administración del Departamento de Recursos Naturales.
- Puerto Rico Nuclear Center. 1972. Aguirre Power Project Environmental Studies - 1972 Annual Report. PRNC-162. 464pp
- Puerto Rico Nuclear Center. 1975. Aguirre Environmental Studies Jobos Bay, PR - Final Report. PRNC-196. 95pp.
- Puerto Rico Planning Board. 2015. Land Use Plan Explanatory Text. Recuperado en línea a través de: http://gis.jp.pr.gov/Externo_Econ/Otros%20%20PUT/2015_Dic/Memorial%20PUT.pdf
- Puerto Rico Planning Board, Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources and National Oceanic and Atmospheric Administration. (2000). Management Plan for the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve (JBNERR).
- Puerto Rico Water Resources Authority. 1972. Aguirre Power Plant Complex Environmental Report. Report Number WRA E.S.-8, 198 pp.
- Puerto Rico Water Resources Environmental Research Institute. 2013. Final Project Report: Detailed Land Use and Habitat Inventory, 2012 of the Jobos Bay National Estuarine

- Research Reserve Watershed. Recuperado en línea a través de:
http://geodec.com/jbnerr2012/JBNERR_Final_Report2012.html
- Quintana-Alcantara, C. 2014. Carbon Sequestration in Tidal Salt Marshes and Mangrove Ecosystems. Master's Projects. Paper 19.
- Quiñones-Aponte, V. and F. Gómez-Gómez. 1987. Potentiometric Surface of the Alluvial Aquifer and the Hydrologic Conditions in the Salinas Quadrangle, Puerto Rico. March 1986: U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report. 87-4161, 1pp.
- Quiñones-Aponte, V. 1991. Water Resources Development and its Influence on the Water Budget for the Aquifer System in the Salinas to Patillas Area, Puerto Rico. In Gómez-Gómez, F., V. Quiñones-Aponte and A. Johnson, eds. Regional Aquifer Systems of the United States-Aquifers of the Caribbean Islands: American Water Resources Association Monograph. 15:37-55.
- Renken, R.A., W.C. Ward, I.P. Gill, F. Gómez-Gómez., J. Rodríguez-Martínez, et al. 2002. Geology and Hydrogeology of the Caribbean Islands Aquifer System of the Commonwealth of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. Regional Aquifer-System Analysis—Caribbean Islands U.S. Geological Survey Professional Paper 1419.
- Robinson, P., A.K. Leight, D.D. Trueblood, and B. Wood. 2013. Climate sensitivity of the National Estuarine Research Reserve System. Report to NOAA's Climate Program Office., pp.79.
- Robles, P.O. C.M. González, E.N. Laboy, and J. Capella. 2002. Jobos Bay Estuarine Profile: A National Estuarine Research Reserve. 107pp.
- Rodríguez-Colón, I. (2012). Inference of Habitat Connectivity via Habitat Use by Resident and Migratory Birds between Secondary Dry Forest and Mangroves in Jobos Bay National Estuarine Research Reserve. M.S. Thesis. University of Turabo, Cayey, Puerto Rico. 99 pp.
- Taïssir Bencharif, S. 2010. Climate change and connectivity: Are corridors the solution? Queen's University Kingston, Ontario, Canada. Recuperado en línea el 12 de Mayo de 2016 a través de:
[http://www.queensu.ca/ensc/sites/webpublish.queensu.ca.enscwww/files/files/501/ENS_C501--Bencharif.pdf]
- Torres-González, Sigfredo, and Rodríguez, J.M. 2016. Hydrologic conditions in the South Coast aquifer, Puerto Rico, 2010–15: U.S. Geological Survey Open-File Report 2015–1215, 32 p., Recuperado en línea a través de:[<http://dx.doi.org/10.3133/ofr20151215>].
- UNEP. 2012. Ecosystem-Based Adaptation. Recuperado en línea a través de:
https://unfccc.int/files/adaptation/application/pdf/nwp_cal_2012.pdf
- United States Fish and Wildlife Services. 2014. Stock Assessment Report: West Indian Manatee. Boquerón Puerto Rico.
- U.S. Fish and Wildlife Service and Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. 2014. Settlement Offer for Compensating for Natural Resource Losses Resulting from the August 2007 Guánica Oil Spill.
- United States Geological Survey. 1996. Atlas of Ground-Water Resources In Puerto Rico And The U.S. Virgin Islands. Thalia D. Vee and Bruce E. Taggart (editors). U.S. GEOLOGICAL SURVEY, Water-Resources Investigations Report 94-4198. Prepared in cooperation with the U.S. Environmental Protection Agency. San Juan, Puerto Rico, 1996. Recuperado en línea a través de: http://vi.water.usgs.gov/public/online_pubs/wri94_4198/wri94_4198.pdf.

- United States Geological Survey. 1999. Ground Water Atlas of the United States: Alaska, Hawaii, Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. Olcott, P. HA 730-N Contents of HA 730-N. Recuperado en línea a través de: http://pubs.usgs.gov/ha/ha730/ch_n/N-PR_VItext3.html
- United States Geological Survey. 2010. Effects of Changes in Irrigation Practices and Aquifer Development on Groundwater Discharge to the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve near Salinas, Puerto Rico.
- United States Geological Survey. Ground Water Atlas of the United States Alaska, Hawaii, Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands. HA 730-N. Recuperado en línea a través de: <http://pubs.usgs.gov/ha/ha730/>
- United States National Library of Medicine. 2015. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Bethesda, MD. Recuperado en línea a través de: https://toxtown.nlm.nih.gov/text_version/chemicals.php?id=80
- Valle-Esquivel, M., Shrivani, M., Matos-Caraballo, D. and Die, D.J. 2011. Coastal fisheries of Puerto Rico. In S. Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles and J.C. Seijo (eds). Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. Rome, FAO. pp. 285–313.
- Whitall, D.R., B.M. Costa, L.J. Bauer, A. Dieppa, and S.D. Hile (eds.). 2011. A Baseline Assessment of the Ecological Resources of Jobos Bay, Puerto Rico. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 133. Silver Spring, MD. 188 pp.
- Zieman, J.C. 1982. The Ecology of the Seagrasses of South Florida: A Community Profile. US Fish and Wildlife Service, Office of Biological Services. Washington, DC. FWS/OBS-82/25. 158pp.
- Zitello, A.G., D.R. Whitall, A. Dieppa, J.D. Christensen, M.E. Monaco and S.O. Rohmann. 2008. Characterizing Jobos Bay, Puerto Rico: A Watershed Modeling Analysis and Monitoring Plan. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 76. 81pp.

Páginas consultadas:

http://www.fws.gov/southeast/partners/StateFactSheets/Caribbean_longv.pdf

http://www.worldwildlife.org/wildworld/profiles/terrestrial/nt/nt0220_full.html

http://www.aia150.org/bl_150_aia_puerto_rico.php

http://www.fs.fed.us/r8/el_yunque/wildlife-facts/2002/wildlife-facts-august-2002.shtml

http://pubs.usgs.gov/ha/ha730/ch_n/N-PR_VItext3.html

<http://www.fao.org>

<http://droughtmonitor.unl.edu/Home.aspx>

<http://www.oech.pr.gov/>