

PLAN DE ADAPTACIÓN ANTE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS



Marzo 2016

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales



El Plan de Adaptación ante el Cambio Climático para el Departamento de Recursos Naturales (DRNA) se desarrolla según lo estipulado en la Orden Ejecutiva OE-2013-016. Donde se evaluaron los escenarios ante los cambios climáticos y los posibles efectos en el servicio y deber ministerial de la DRNA. Además, se evaluaron, priorizaron acciones específicas para lograr una mejor adaptación ante los escenarios climáticos en Puerto Rico.

PLAN DE ADAPTACIÓN ANTE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

TABLA DE CONTENIDO

CONCEPTOS CLAVES	1
INTRODUCCIÓN	2
Ley Orgánica, Misión y Mandatos del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.....	2
Tendencias observadas y proyecciones ante los cambios climáticos.....	4
PLAN DE ADAPTACIÓN	9
Resumen del Estudio de Vulnerabilidad	9
Identificación de las acciones de adaptación	12
Análisis y priorización de las acciones de adaptación.....	18
Plan de acción y medidas de desempeño	23
CONCLUSIÓN	39
REFERENCIAS	41

CONCEPTOS CLAVES

Adaptación al Cambio Climático¹: proceso de ajuste al clima actual o esperado y sus efectos. Su propósito es disminuir o evitar los daños, o aprovecha oportunidades beneficiosas.

Cambio Climático: es definido por el Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC, por sus siglas en inglés) como un cambio en el estado del clima que persiste por un periodo prolongado, desde décadas o más. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) lo define como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Capacidad²: combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados.

Efecto Invernadero: efecto causado por varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), Óxido nitroso (N₂O) y los clorofluorocarbonos (CFCs), éstos absorben y reemiten la radiación emitida causando un aumento de temperatura.

Evaluación del riesgo²: metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen. Proceso mediante el cual se valoran de forma cuantitativa o cualitativamente los componentes del riesgo.

Resiliencia/Resiliente²: la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad de resistir, absorber, adaptarse, sobreponerse y recuperarse de efectos adversos o impactos, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. Resiliencia significa la capacidad de “resistir a” o de “recuperarse de” un impacto. La resiliencia de una comunidad se determina por los recursos necesarios y capacidad de organizarse de forma rápida ante un evento adverso o impacto.

Riesgo²: La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

Sensibilidad¹: grado en que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o favorablemente, ante los estímulos relativos al clima. El efecto de su sensibilidad al clima puede ser directo o indirecto.

Vulnerabilidad¹: propensión o predisposición de ser afectado, en este caso por factores climáticos y sus efectos (tormentas, huracanes, aumento en los niveles del mar, entre otros). También abarca una variedad de conceptos y elementos, entre ellos la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad para hacer frente y adaptarse.

¹ IPCC (2014) ² UNISDR (2009)

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales integró y coordinó, desde el 2010, un grupo técnico interagencial y multidisciplinario, conocido por el Consejo del Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR), con el fin de evaluar a fondo las tendencias de cambios en temperaturas (atmosférica y oceánica), las variaciones en los patrones de precipitación, las tendencias de incremento en el nivel del mar para Puerto Rico y otros efectos del Cambio Climático. Esta información fue recopilada y publicada en el Estudio titulado: “El Estado del Clima de Puerto Rico: Evaluación de Vulnerabilidades Socio-ecológicas en un Clima Cambiante 2012-2013”.

El CCCPR se compone por cuatro grupos principales de trabajo (GT), estos son:



Dicho estudio sentó las bases para la firma de la Orden Ejecutiva (OE-2013-016) del Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, Hon. Alejandro J. García Padilla, ordenando a todas las agencias el desarrollo de un Estudio sobre la Vulnerabilidad de la Infraestructura Pública ante los Cambios Climáticos y la Adopción de Planes de Adaptación para confrontar los hallazgos del Estudio (Anejo 1).

Como parte de estos esfuerzos, la Hon. Carmen R. Guerrero Pérez, Secretaria del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) firmó la Orden Administrativa Núm. 2014-05 constituyendo un grupo técnico para realizar un Estudio de Vulnerabilidad y Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Infraestructura, tanto física como natural, adscrita al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (Anejo 2).

El objetivo principal de esta encomienda es evaluar los posibles escenarios del cambio climático y como este pudiera afectar el servicio y deber ministerial de la agencia. Así mismo evaluar y priorizar acciones específicas de adaptación e incorporarlas en los planes de trabajo.

Ley Orgánica, Misión y Mandatos del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) en virtud de la Ley Núm. 23 del 20 de junio de 1972, según enmendada, conocida como Ley Orgánica del DRNA, tiene el deber de implantar la política pública ambiental del Estado Libre Asociado, contenida en la sección 19 del Artículo VI de la Constitución:

“[s]erá política pública del Estado Libre Asociado la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad”.

De igual forma, el Artículo 4 de la Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, según enmendada, conocida como la Ley de Política Pública Ambiental, decreta que es deber y responsabilidad del Estado Libre Asociado de Puerto Rico:

"[c]umplir con las responsabilidades de cada generación como custodio del medio ambiente para beneficio de las generaciones subsiguientes; asegurar para todos los puertorriqueños paisajes seguros, saludables, productivo y estéticos y culturalmente placenteros; lograr el más amplio disfrute de los usos beneficiosos del medio ambiente sin degradación, riesgo a la salud o seguridad, u otras consecuencias indeseables; preservar los importantes aspectos históricos, culturales y naturales de nuestro patrimonio y mantener, donde sea posible, un medioambiente que ofrezca diversidad y variedad a la selección individual; lograr un balance entre la población y el uso de los recursos que permita altos niveles de vida y una amplia participación de las amenidades de la vida; y mejorar la calidad de los recursos renovables y velar por el uso juicioso de aquellos recursos que sufran agotamiento".

El DRNA tiene como misión proteger, conservar y administrar los recursos naturales y ambientales del País de forma balanceada, para garantizar a las próximas generaciones su disfrute y estimular una mejor calidad de vida.

Para tales efectos, como parte de sus facultades y deberes establecidos por la Ley Orgánica del DRNA, tiene los siguientes mandatos:

- Controlar el uso y extracción de las aguas subterráneas, fijar su ritmo de extracción y establecer los derechos a pagarse.
- Vigilancia y conservación de las aguas territoriales, los terrenos sumergidos y la zona-marítimo terrestre, conceder franquicias, permisos y licencias para su uso.
- Tomar medidas necesarias para la conservación, preservación, distribución, manejo, introducción, propagación y restauración de especies de vida silvestre residentes, migratorias y exóticas, tanto terrestres como acuáticas.

- Llevar a cabo investigaciones sobre población, distribución, necesidades de hábitculos, factores limitantes entre otros datos biológicos y ecológicos para determinar medidas de conservación necesarias para las especies de vida silvestre.
- Adquirir mediante la compra, donación, transferencias o cualquier otro medio que el derecho proceda tierras y hábitculos acuáticos apropiados para las especies
- Adoptar reglamentos con el fin de designar, mejorar y preservar las especies de vida silvestre, animales y plantas, tanto terrestres como acuáticas, amenazadas o en peligro de extinción.
- Establecer, construir, desarrollar, operar y mantener áreas, estructuras y facilidades recreativas en los terrenos bajo su custodia y administración.

Además el DRNA tiene la responsabilidad de desarrollar e implantar programas de conservación y manejo de los recursos de agua, control de inundaciones y mantenimiento de cuerpos de agua, recursos forestales, recursos costeros y marinos, pesquerías, reservas naturales y los refugios de vida silvestre. Es también responsable del desarrollo e implantación de los procesos de adquisición de los terrenos de alto valor ecológico y de aquellos terrenos necesarios para el desarrollo de las obras de control de inundaciones.

Tendencias observadas y proyecciones ante los cambios climáticos

En el estudio realizado por el CCCPR titulado “*El Estado del Clima de Puerto Rico: Evaluación de Vulnerabilidades Socio-ecológicas en el Clima Cambiante 2010-2013*”, se recopilaron mucha de información científica y datos publicados hasta el 2013. Según mejora la tecnología y la recopilación de datos, se pueden evaluar las tendencias y desarrollar modelos para diferentes escenarios permitiendo proyecciones a largo plazo. En este capítulo se presenta un breve resumen de los hallazgos de las tendencias y proyecciones para el Caribe y Puerto Rico.

Temperatura

Temperatura superficial terrestre

Las temperaturas atmosféricas anuales promedio de las Islas del Caribe han aumentado más de 0.6°C (1.0°F) durante el siglo 20 (USGCRP, 2001). En Puerto Rico, el análisis de las estaciones meteorológicas muestra incrementos significativos en promedios anuales mensuales. Además de un incremento de 0.012°C/año a 0.014°C/año. Estos es indicativo que



Puerto Rico sigue la tendencia regional y global de calentamiento, aunque algunas áreas urbanas de la Isla se están calentando más rápidamente que otras.

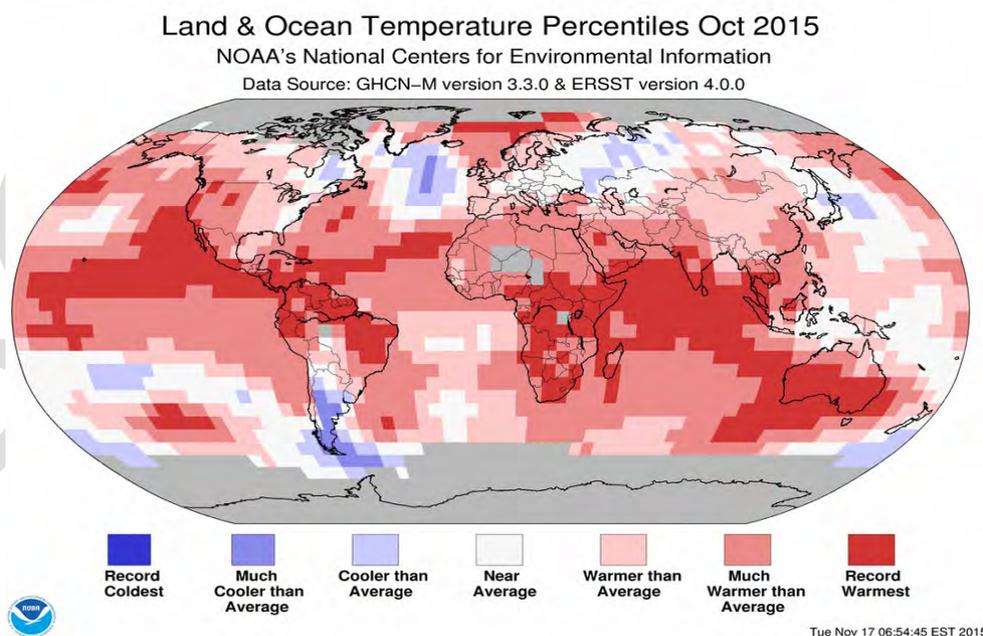
Las proyecciones para Puerto Rico presentan aumentos de al menos, 0.02°C por año. Esto significa un incremento de al menos 0.8°C (1.44°F) hacia el 2050 hasta un máximo de 2-5°C (3.6°F) para el 2100 (PRCCC, 2014). Se proyecta que la razón de calentamiento será mayor durante los meses de invierno, de diciembre a febrero.

Según los análisis realizados por la NASA y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) el año 2015 registró record en las temperaturas de la superficie de la Tierra, éstas fueron los más calurosas registradas desde el 1880, siendo el año más caluroso de la historia. (NASA, 2016)

Temperatura superficial del mar

En cuanto a la temperatura superficial del Mar Caribe ha aumentado de 1.5°C en el pasado siglo. Las aguas superficiales en el sur de Puerto Rico se están calentando más rápidamente que las aguas superficiales en el norte y los estudios concuerdan que dicha tendencia de calentamiento se mantendrá durante todo el siglo XXI. Dicho incremento sería de 1.17°C (2.1°F) en los próximos 50 años. Los modelos proyectan un calentamiento sustancial en los extremos de temperatura hacia finales del siglo XXI.

Figura 1: Percentiles de las temperaturas oceánicas y terrestres (hasta octubre 2015)



Fuente: NOAA, *State of the Climate*. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/>



Cambios en precipitación

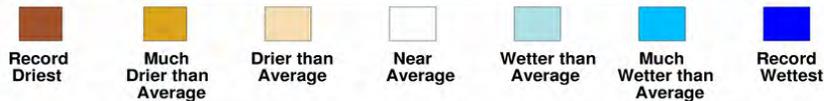
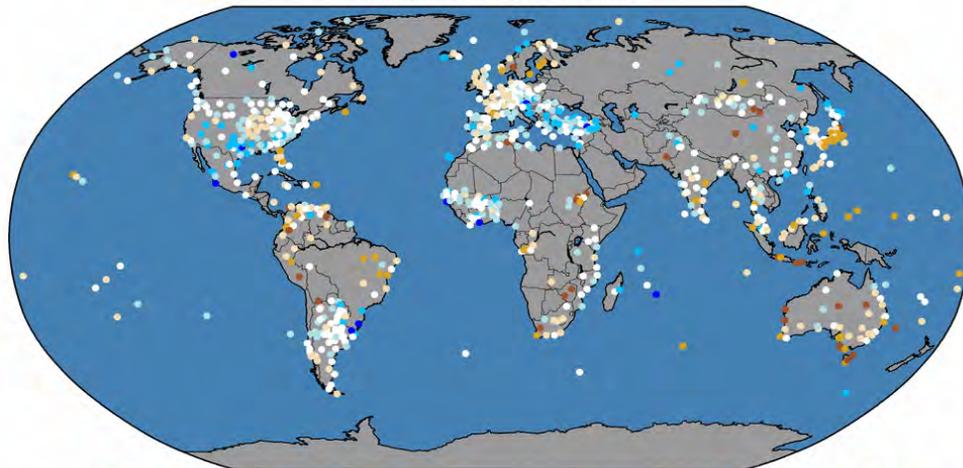
Según las tendencias de precipitación en el Caribe, existen estudios que presentan una reducción de precipitación durante los meses de verano y de aumento durante los de invierno. La evidencia sugiere que condiciones más secas son más probables que condiciones húmedas, lo cual contrasta con las señales de precipitación global. El análisis publicado por el CCCPR presenta tendencias de una disminución de lluvias de -0.0012 a -0.0032 mm/día/año, que se espera continúe hasta el 2050. Sin embargo los eventos extremos de lluvias regionales, definidos como niveles intensos de precipitación en escala “sub-diarias” pueden aumentar en frecuencia e intensidad en un escenario climático más cálido, debido a la capacidad del aire más caliente de almacenar vapor de agua. Es importante señalar también que unos de los modelos proyectan una disminución de los eventos de lluvia extremos hacia finales del siglo XXI.

Figura 2: Percentiles de las precipitación terrestre (hasta octubre 2015)

Land-Only Precipitation Percentiles Oct 2015

NOAA's National Centers for Environmental Information

Data Source: GHCN-M version 2



Tue Nov 17 08:55:37 EST 2015

Fuente: NOAA, State of the Climate. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/>



Eventos atmosféricos

Debido al aumento en las temperaturas superficiales en el mar se espera un aumento en el potencial destructivo de tormentas tropicales y huracanes, de acuerdo con el Programa de Investigaciones de Cambios Globales de EE.UU.

No obstante, los modelos climáticos del IPCC entre otros, sugieren una disminución en la frecuencia de ciclones tropicales en el Caribe y en el Atlántico, aunque también indican la posibilidad de un aumento en la intensidad de los eventos atmosféricos.



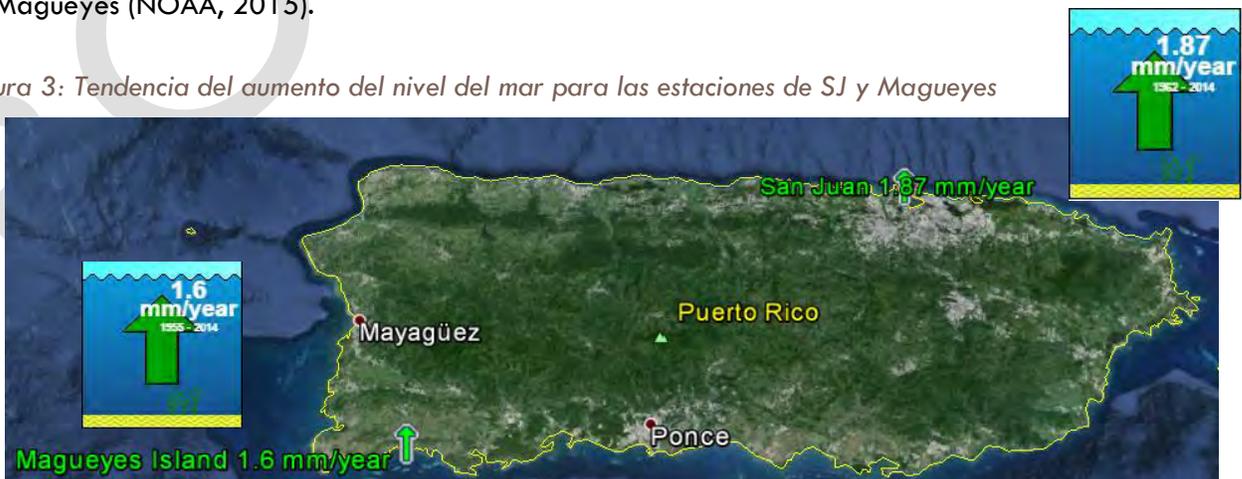
Aumento en el nivel del mar

Las condiciones promedio y extremas del nivel del mar cambiarán a diferentes escalas de tiempo. Los niveles del mar han aumentado a nivel global debido a la expansión térmica de agua asociada al calentamiento de los océanos y por la entrada de agua dulce proveniente del derretimiento de la mayoría de los glaciales y las capas de hielo de la Tierra.

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos realizó para el CCCPR un análisis proyectando posibles escenarios de incremento del nivel del mar para las costas norte y sur de Puerto Rico. Donde se estima que el incremento del nivel promedio del mar sea entre 0.07 a 0.57 metros (0.20 a 1.87 pies) sobre el nivel medio actual del mar para el año 2060 y entre 0.14 y 1.70 metros (0.40 a 5.59 pies) sobre el nivel medio del mar al año 2110.

Según los datos más recientes de NOAA para las estaciones en San Juan y en Magueyes, se han encontrado una tendencia de aumento del nivel del mar de 1.87 mm/año en San Juan y 1.6 mm/año en Magueyes (NOAA, 2015).

Figura 3: Tendencia del aumento del nivel del mar para las estaciones de SJ y Magueyes



Fuente: NOAA <http://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends.html>

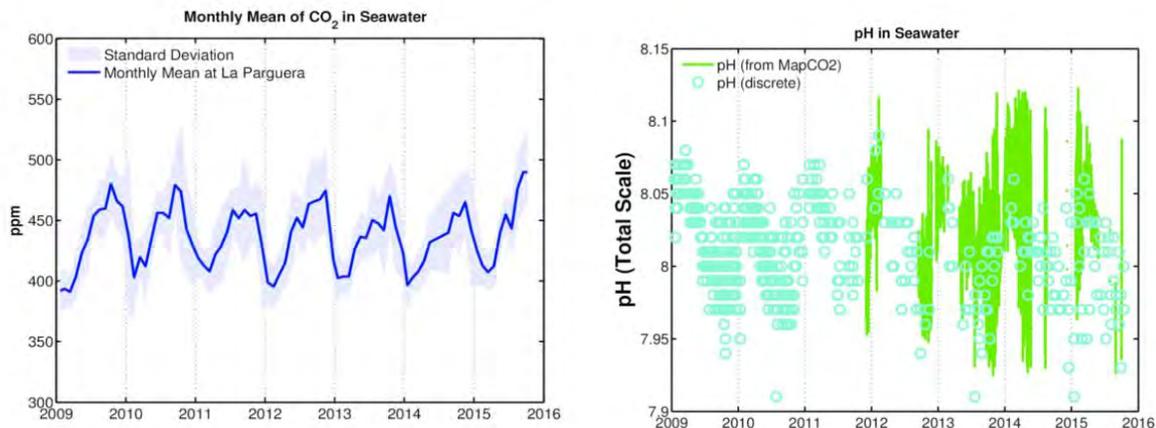
Utilizando esta información y las proyecciones de incrementos futuros del nivel del mar, el CCCPR recomienda planificar para un incremento para un máximo de entre 0.5 y 1.0 metros.



Acidificación oceánica

Parte del dióxido de carbono (CO_2) liberado a la atmósfera, ya sea de forma natural o por causa de las prácticas humanas, es absorbido por los océanos. Esto afecta el pH promedio de los océanos, el cual ha disminuido de 8.16 a 8.05 desde el año 1800. Este cambio en la química del agua de mar es equivalente a un aumento en la concentración de CO_2 de un 35% y una disminución de pH de 0.1 unidades, creando el efecto de “acidificación del océano” (PRCC, 2013). Según datos más recientes para la estación en el área de La Parguera al sur oeste de Puerto Rico, podemos observar unas tendencias de una mayor concentración de CO_2 en el mar y una disminución del pH (ver Figura 4).

Figura 4: Gráficas de los datos sobre la concentración del CO_2 y pH en el mar



Fuente: CariCOOS http://www.caricoos.org/drupal/oa_trends

“En todos los escenarios de emisiones evaluados, las proyecciones señalan que la temperatura en superficie continuará aumentando a lo largo del siglo XXI. Es muy probable que las olas de calor ocurran con mayor frecuencia y duren más, y que los episodios de precipitación extrema sean más intensos y frecuentes en muchas regiones. El océano se seguirá calentando y acidificando, y el nivel medio global del mar continuará elevándose.” (IPCC, 2014)

PLAN DE ADAPTACIÓN

Resumen del Estudio de Vulnerabilidad

Para este estudio se evaluó los posibles riesgos a la infraestructura construida y natural, la cual es custodio el DRNA. Como parte de la *infraestructura construida* se evaluaron la ubicación de las instalaciones, facilidades y oficinas del DRNA, estaciones de bombeo y proyectos de control de inundaciones. La *infraestructura natural* incluye: los bosques, reservas y refugios de vida silvestre, los recursos costaneros y los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, entre otros. Para la descripción de las infraestructuras evaluadas ver el Anejo 3.

Se identificaron cinco estresores principales como parte de los cambios climáticos, estos son: aumento de la temperatura superficial (atmosférica y oceánica), cambios en los patrones de precipitación (eventos extremos de sequía y de lluvias intensas), aumento en la intensidad de los eventos atmosféricos, aumento en el nivel del mar y acidificación de los océanos. Se evaluaron los posibles riesgos a las infraestructuras (física y natural) ante los estresores. Mediante la revisión de literatura científica, documentos como “El Estado del Clima de Puerto Rico”, entrevistas, reuniones con personal del DRNA, así como la revisión de científicos y personal de agencias federales, profesores de universidades, entre otros.

Además se utilizó el sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) para identificar la ubicación de las infraestructuras a evaluarse, cuales pudieran afectarse según las proyecciones del aumento del nivel del mar realizados por la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA por sus siglas en inglés) y los modelos de las marejadas ciclónicas junto con el aumento del nivel del mar realizado por la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

Esta información fue tabulada y analizada según la severidad (o nivel) del impacto del riesgo que se prevé en la infraestructura, la probabilidad de que ocurra, la escala espacial del impacto (local, regional o nacional), tiempo o periodo que transcurrirá antes de ver el riesgo y confiabilidad de que ocurra ese riesgo (ver Anejo 4).

Utilizando una matriz sobre la probabilidad y nivel de impacto de los riesgos, se identificaron aquellos con mayor prioridad. Los posibles riesgos que obtuvieron mayor puntuación (mayor prioridad) fueron:

Estresor Principal

Posibles riesgos con mayor puntuación (mayor prioridad)



Aumento en las temperaturas

- Mayor susceptibilidad de las especies de flora y fauna tanto acuáticas como terrestres, sensibles al estrés térmico.
- Mayor susceptibilidad de las especies marinas sensibles al estrés térmico.
- Las olas de calor o altas temperaturas pudieran ocasionar un aumento en la demanda del agua.



Cambios en precipitación

Lluvias extremas:

- Las facilidades de control de inundación administradas por el DRNA pudieran ser inadecuadas, antes nuevas proyecciones.
- Deterioro de las instalaciones por inundaciones.
- Mayor erosión, sedimentación y turbidez en los cuerpos de agua (SJBEP).

Sequía:

- Reducción de los flujos en ríos y quebradas, limitando los caudales ecológicos y la disponibilidad de agua para tomas y embalses.
- Mayor riesgo de contaminación por intrusión salina y otras sustancias químicas en los acuíferos.



Eventos atmosféricos

- Posible aumento en la sedimentación de los embalses y consecuente pérdida de su capacidad de almacenar agua necesaria para enfrentar periodos prolongados de sequía.
- Mayor erosión, sedimentación y turbidez en los cuerpos de agua.
- Destrucción de las barreras naturales que protegen la costa e intensificación de la erosión costanera.
- Aumento de áreas susceptibles a inundaciones superficiales por lluvias copiosas, por marejadas ciclónicas y oleaje
- Pueden alterar la distribución y cadena alimenticia de la fauna. Sobre todo especies de ecosistemas costeros (PRCCC, p.167).
- Aumento en los efectos causados por las marejadas ciclónicas.
- Inundaciones facilidades del DRNA por marejadas ciclónicas y oleaje.



- Aumento de la intrusión salina por el incremento del nivel promedio del mar
- Mayor erosión costera. Donde existan estructuras o características geológicas que funcionen como fronteras y no permitan el retroceso aumenta la pérdida de playas (PRCCC, p. 98).
- Presencia del efecto llamado “*coastal squeezing*” donde existan estructuras que no permitan a los ecosistemas costeros retroceder y adaptarse a nuevos niveles del mar (PRCCC, p.111).
- Progresiva inundación y deterioro de las instalaciones cercanas a la costa de acuerdo con las proyecciones del aumento del nivel del mar.



- Degradación y mortandad de las comunidades coralinas y especies de invertebrados con exoesqueletos (Pramova, et.al., 2014)
- Pérdida de biodiversidad marina en las Reservas (Fabry et.al., 2008; Pramova et.al., 2014).

Identificación de las acciones de adaptación

Para desarrollar el Plan de Adaptación se identificaron las estrategias o acciones de adaptación ante los riesgos prioritarios identificados en el Estudio de Vulnerabilidad. Para cada uno de los riesgos se identificaron las acciones de adaptación correspondientes.

Uno de los enfoques utilizados en el Plan de Adaptación, es el uso de los sistemas naturales como estrategias de manejo y adaptación ante los presentes y futuros efectos de los cambios climáticos. Este concepto es conocido como Adaptación a base de Ecosistemas (EbA, por sus siglas en inglés). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales define la adaptación basado en ecosistema como el uso de los servicios de ecosistemas y de la biodiversidad, como parte de una estrategia más amplia de adaptación general para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático (Lhumeau, A., Cordero, D., 2012). Estos servicios pueden aumentar la resiliencia y capacidad de adaptación local especialmente cuando se manejan de forma adecuada, generando varios beneficios colaterales (co-beneficios) ambientales, sociales y económicos (Reid, H., 2016),

En esta sección, discutimos varias de las opciones de adaptación identificadas para los riesgos prioritarios y su clasificación según los tipos de acciones definidas por el DRNA.

Tipos de acciones a llevar a cabo por el DRNA:

Reducir	reducción de la probabilidad o consecuencia del riesgo, mediante acciones de adaptación
Transferir	la acción de adaptación se transfiere a la agencia o instrumentalidad que tenga injerencia en implementar dicha acción
Aceptar	se acepta que ocurra el riesgo y se decide no tomar acción
Evitar	evitará la incidencia del mismo

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE OPCIONES DE ADAPTACIÓN

Luego de identificar las acciones de adaptación, se clasificaron en las siguientes categorías:

Regulatorias	acciones de adaptación que con llevan la creación o modificación de reglamentos, códigos o estándares
Inversiones de capital	acciones que con llevan nueva infraestructura, capital tecnológico o capital humano
Mantenimiento y operaciones	acciones de acondicionamiento a infraestructura existente

En la tabla 1, se presentan los riesgos con mayor prioridad de atención, las acciones de adaptación, acción que llevará a cabo el DRNA y la categoría.

TABLA 1: IDENTIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN

VULNERABILIDAD	ACCIÓN	ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	CATEGORÍA DE ACCIÓN
TEMPERATURA			
Aumento en la demanda del agua para consumo	Reducir	Revisión de las extracciones de agua por franquicia para garantizar que el recurso se utiliza de forma responsable.	Regulación
Mayor susceptibilidad de las especies (acuáticas y marinas) sensibles al estrés térmico.	Aceptar	Identificación y monitoreo de condición de especies centinela que por su sensibilidad pudieran servir como indicadores de alerta temprana de efectos climáticos.	Regulación
Mayor susceptibilidad de las especies de flora y fauna terrestre sensibles al estrés térmico.			
PRECIPITACIÓN			
Mayor riesgo de contaminación por intrusión salina y otras sustancias químicas.	Transferir	Coordinar con la Junta de Calidad Ambiental (JCA) para monitoreo de calidad de aguas por permisos NPDES y coordinar con el Departamento de Salud (DS) para monitoreo de calidad de agua de pozos.	Regulación
Mayor erosión del terreno, mayor sedimentación de los cuerpos de agua y mayor turbidez	Evitar	Establecer y fortalecer proyectos de reforestación de cuencas hidrográficas, como medida de protección de los cuerpos tributarios a los embalses.	Inversión de capital
Reducción de flujos en ríos y quebradas, limitando los caudales ecológicos y la disponibilidad de agua para tomas, embalses	Reducir	Revisión de las extracciones de agua por franquicia para garantizar que el recurso se utiliza responsablemente.	Regulación

VULNERABILIDAD	ACCIÓN	ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	CATEGORÍA DE ACCIÓN
Las facilidades de control de inundación existentes pueden ser inadecuadas (sistemas de bombas, entre otros).	Evitar	Evaluar las condiciones de la infraestructura para el control de inundaciones existente y su capacidad para manejar los eventos de inundaciones bajo los nuevos parámetros de precipitación y aumento en el nivel del mar proyectados, de ser necesario tomar las medidas para mejorar su capacidad.	Mantenimiento y operaciones
Reducción de la disponibilidad de agua potable en los embalses	Reducir	Fiscalizar a las agencias manejadoras de los embalses por el cumplimiento de los rendimientos seguros de extracción de agua.	Regulación
Deterioro de instalaciones por inundaciones	Evitar	Establecer acciones de adaptación correspondientes para aquellas facilidades que se encuentran en áreas de inundación.	Mantenimiento y operaciones
EVENTOS EXTREMOS			
Destrucción de las barreras naturales que protegen la costa y la intensificación de la erosión costanera	Reducir	Establecer proyectos de restauración de barreras costeras, restauración de hábitats costeros (ej. mangles) y el uso de tecnologías para atender la erosión costera	Inversión de capital
Aumento de áreas susceptibles a inundaciones superficiales por lluvias copiosas, por marejadas ciclónicas y oleaje	Transferir	Evaluar con la Agencia Federal para el Manejo de Emergencia (FEMA) y la Junta de Planificación (JP) para incorporar nuevos modelos de inundaciones por marejada ciclónica y lluvias intensas a los mapas de inundación.	Regulación

VULNERABILIDAD	ACCIÓN	ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	CATEGORÍA DE ACCIÓN
Aumento en la sedimentación de los embalses y consecuente pérdida de su capacidad de almacenar agua necesaria para enfrentar periodos prolongados de sequía	Evitar	Establecer y fortalecer proyectos de reforestación de cuencas hidrográficas, como medida de protección de los cuerpos tributarios a los embalses.	Inversión de capital
Aumento en los efectos causados por las marejadas ciclónicas en las áreas costaneras	Reducir	Establecer proyectos de restauración de barreras costeras, restauración de hábitats costeros (ej. mangles) y el uso de tecnologías para atender la erosión costera.	Inversión de capital
Alteración en la distribución y cadena alimenticia de la fauna.	Aceptar	Promover áreas naturales conectadas fomentando la distribución, migración y aumente la capacidad de adaptación de las especies.	Regulación
Inundaciones de estructuras por las inundaciones por Marejadas Ciclónicas y el efecto olas	Reducir	Establecer un programa de saneamiento o multas a las estructuras que se encuentren dentro de la zona marítimo terrestre y estén vulnerables a daños por eventos de marejadas ciclónicas.	Inversión de capital
AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR			
Aumento de la intrusión salina por el incremento del nivel promedio del mar	Reducir	Establecer nuevos parámetros de rendimiento seguro para la extracción de aguas en acuíferos, tomando en consideración los efectos del aumento en el nivel del mar. Establecer un programa de monitoreo de los niveles potenciométricos para los acuíferos.	Regulación

VULNERABILIDAD	ACCIÓN	ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	CATEGORÍA DE ACCIÓN
Mayor erosión costera. Por cada 1 cm de aumento del nivel del mar, se espera un retroceso de la playa de 1 m; excepto en áreas con protecciones o indicadores geomórficos- eolianitas, playas rocosas, etc.	Evitar	Establecer proyectos de restauración de barreras costeras, restauración de hábitats costeros (ej. mangles) y el uso de tecnologías para atender la erosión costera.	Inversión de capital
Presencia del efecto del “ <i>coastal squeezing</i> ” cuando existan estructuras que no permitan a los ecosistemas costeros retroceder y adaptarse a nuevos niveles del mar. Estudios proyectan con una posibilidad de 10% de que el CC contribuya a una migración de los humedales de 30 cm para el 2050, 65 cm para el 2100 y 2 m para el 2200.	Evitar	Establecer un estudio de migración de humedales costeros para Puerto Rico e implementar recomendaciones.	Inversión de capital
Progresiva inundación y deterioro de las instalaciones cercanas a la costa de acuerdo con las proyecciones del aumento del nivel del mar.	Reducir	Establecer un programa de saneamiento o multas a las estructuras que se encuentren dentro de la zona marítimo terrestre y estén vulnerables a daños por eventos de marejadas ciclónicas.	Inversión de capital
ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS			
Degradación y mortandad de las comunidades coralinas y especies de invertebrados con exoesqueleto	Reducir	Establecer programas de fincas de corales tolerantes a niveles de acidificación mayores	Inversión de capital
		Integrar el manejo de arrecifes de coral con la planificación de la zona costanera y el uso de terreno en la cuenca hidrográfica aledaña promoviendo prácticas que disminuyan los estresores no- climáticos como por ej. la contaminación de escorrentías (en especial con	Regulación

VULNERABILIDAD	ACCIÓN	ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	CATEGORÍA DE ACCIÓN
		compuestos de amonio, nitrógeno y óxidos de sulfuro, que aumentan la acidez del agua).	
Pérdida de biodiversidad marina en las Reservas	Evitar	Identificar y monitorear los cambios en la biodiversidad marina dentro de las Áreas de Reservas Marinas Protegidas. Recomendar nuevas especies para ser listadas como protegidas. Evaluar e identificar estresores no-climáticos que puedan ser atendidos.	Regulación

Análisis y priorización de las acciones de adaptación

Para evaluar y priorizar las acciones de adaptación se utilizaron los criterios de costo, viabilidad, urgencia, beneficios secundarios y capacidad/ eficiencia operacional del DRNA. Se evaluaron cada una de las acciones y se asignó una puntuación para cada criterio. De esta puntuación se realizó un promedio.

1. Disponibilidad de fondos

PUNTUACIÓN	CRITERIOS
3	Cuenta con los fondos disponibles para costear la acción
2	Cuenta con los fondos para comenzar el proyecto, pero se requieren alternativas de financiamiento para costear el proyecto
1	Requiere buscar alternativas de fuentes de financiamiento competitivas para costear las acciones

2. Viabilidad

PUNTUACIÓN	CRITERIOS
3	Implementación ágil y rápida, con poca o ninguna intervención de otras agencias e instrumentalidades
2	Requiere coordinación y apoyo de otras agencias estatales, municipales y/o de Estados Unidos
1	Requiere cambios de leyes y reglamentos antes de comenzar a ejecutar dichas acciones

3. Urgencia

PUNTUACIÓN	CRITERIOS
3	Requiere realizar las acciones en un periodo de 12-24 meses
2	Requiere realizar las acciones en los próximos 10 años
1	Requiere realizar las acciones en o antes del 2050

4. Beneficios Secundarios

PUNTUACIÓN	CRITERIOS
3	Las acciones redundarán en la protección de vida y propiedad de la zona, a la vez que propiciarán la conservación y manejo de los recursos naturales y la biodiversidad de la zona para uno o más estresores
2	Propiciarán la conservación y manejo de los recursos naturales y la biodiversidad de la zona para uno o más estresores identificados
1	Propiciarán la conservación y manejo de los recursos naturales y la biodiversidad de la zona para el estresor identificado

5. Capacidad / Eficiencia Operacional del DRNA

PUNTUACIÓN	CRITERIOS
3	Cuenta con el personal, los fondos, el equipo y la información para realizar la acción en los próximos 3 años
2	Requiere apoyo adicional de personal, fondos, equipo o información para realizar la acción en los próximos 3 años
1	Requiere de nuevo personal, fuentes de financiamiento, equipos e información para realizar la acción en los próximos 3 años

TABLA 2: RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN

ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	DISPONIBILIDAD DE FONDOS	VIABILIDAD	URGENCIA	BENEFICIOS SECUNDARIOS	EFICIENCIA OPERACIONAL	PROMEDIO
Coordinar con JCA para monitoreo de calidad de aguas por permisos NPDES y coordinar con DS para monitoreo de calidad de agua de pozos	2	2	3	2	2	2.2
Revisión de las extracciones de agua por franquicia para garantizar que el recurso se utiliza responsablemente	3	3	3	2	2	2.6
Fiscalizar a las agencias manejadoras de los embalses por el cumplimiento de los rendimientos seguros de extracción de agua.	3	3	3	3	2	2.8
Establecer nuevos parámetros de rendimiento seguro para la extracción de aguas en acuíferos, tomando en consideración los efectos del aumento en el nivel del mar. Establecer un programa de monitoreo de los niveles potenciométricos para los acuíferos	1	2	2	3	2	2
Establecer y fortalecer proyectos de reforestación de cuencas hidrográficas, como medida de protección de los cuerpos tributarios a los embalses	2	2	3	3	3	2.6
Establecer acciones de adaptación correspondientes para aquellas facilidades que se encuentran en áreas de inundación.	2	2	2	3	2	2.2
Evaluar las condiciones de la infraestructura para el control de inundaciones existente y su capacidad para manejar los eventos de inundaciones bajo los nuevos parámetros de precipitación y aumento en el nivel del mar proyectados, de ser necesario tomar las medidas para mejorar su capacidad.	1	2	3	3	2	2.2

ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	DISPONIBILIDAD DE FONDOS	VIABILIDAD	URGENCIA	BENEFICIOS SECUNDARIOS	EFICIENCIA OPERACIONAL	PROMEDIO
Evaluar con FEMA y JP para incorporar nuevos modelos de inundaciones por marejada ciclónica y lluvias intensas a los mapas de inundación.	2	1	3	3	2	2.2
Establecer proyectos de restauración de barreras costeras, restauración de hábitats costeros (ej. mangles) y el uso de tecnologías para atender la erosión costera	2	2	3	3	2	2.4
Establecer un programa de saneamiento omultas a las estructuras que se encuentren dentro de la zona marítimo terrestre y estén vulnerables a daños por eventos de marejadas ciclónicas	2	2	3	3	2	2.4
Identificar y monitorear los cambios en la biodiversidad marina dentro de las Áreas Marinas Protegidas. Recomendar nuevas especies para ser listadas como protegidas. Evaluar e identificar estresores no-climáticos que puedan ser atendidos.	2	2	2	2	2	2
Integrar el manejo de arrecifes de coral con la planificación de la zona costanera y el uso de terreno en la cuenca hidrográfica aledaña promoviendo prácticas que disminuyan los estresores no-climáticos como la contaminación de escorrentías (en especial con compuestos de amonio, nitrógeno y óxidos de sulfuro) que aumentan la acidez del agua.	2	2	2	3	2	2.2
Establecer programas de fincas de corales tolerantes a niveles de acidificación mayores	2	2	3	3	2	2.4
Identificación y monitoreo de condición de ecosistemas y especies centinela que por su sensibilidad pudieran servir como indicadores de alerta temprana de efectos climáticos (ej. estrés térmico, entre otros)	1	2	3	2	2	2
Establecer un estudio de migración de humedales costeros para Puerto Rico e implementar recomendaciones.	2	3	2	3	2	2.4

ACCIÓN DE ADAPTACIÓN	DISPONIBILIDAD DE FONDOS	VIABILIDAD	URGENCIA	BENEFICIOS SECUNDARIOS	EFICIENCIA OPERACIONAL	PROMEDIO
Promover áreas naturales conectadas fomentando la distribución, migración y aumente la capacidad de adaptación de las especies. Investigar y evidenciar los cambios en la cadena alimenticia como consecuencia de los cambios climáticos, para establecer regulaciones pertinentes	1	2	2	3	2	2

Según el análisis de priorización realizado, las acciones de adaptación se clasificaron como de prioridad baja (promedio 2), mediana (promedio 2.2), mediana-alta (promedio 2.4) y alta (promedio 2.6 y 2.8).

Las acciones de adaptación con una mayor prioridad (identificados con el color rojo), fueron:

- Revisión de las extracciones de agua por franquicia para garantizar que el recurso se utiliza responsablemente;
- Fiscalizar a las agencias manejadoras de los embalses por el cumplimiento de los rendimientos seguros de extracción de agua.
- Establecer y fortalecer proyectos de reforestación de cuencas hidrográficas, como medida de protección de los cuerpos tributarios a los embalses

Plan de acción y medidas de desempeño

META 1: PROMOVER EL MEJOR USO, CONSERVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUA

OBJETIVO 1.1: CREAR ALIANZAS NECESARIAS PARA PROMOVER LA CALIDAD DEL AGUA

Acción de adaptación	Coordinar con la JCA para monitoreo de calidad de aguas por permisos NPDES y coordinar con el DS para monitoreo de calidad de agua de pozos
Categoría de Acción	Regulación
Priorización	Mediana (2.2)
División o Programa responsable de implementación	Administración Auxiliar de Recursos de Agua y Minerales (ARAM)
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	Mensual
Programación de Acciones	<ul style="list-style-type: none">✓ Coordinación de reunión entre JCA, Departamento de Salud, USGS, EPA y el DRNA para optimizar el sistema de monitoreo de calidad de agua tanto en las aguas superficiales como subterráneas.✓ Seguimiento de informes anuales de condiciones de calidad de agua superficial y subterránea.
Medida de desempeño	Informes anuales de calidad de aguas

OBJETIVO 1.2: CONTROLAR EL USO Y EXTRACCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Acción de adaptación	Revisión de las extracciones de agua por franquicia para garantizar que el recurso se utiliza responsablemente
Categoría de acción	Regulación
Priorización	Alta (2.6)
División o Programa responsable de implementación	Secretaría Auxiliar de Permiso (SAP) /Cuerpo de Vigilante (CV)
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos Plan de Agua
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	Mensual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer un grupo de trabajo entre el Cuerpo de Vigilantes, División de Franquicias de Agua, División de Monitoreo del Plan de Aguas, Administración de Recursos de Agua y Minerales y la Secretaría Auxiliar de Administración para la revisión de las franquicias vigentes mediante orden administrativa. ✓ Realizar y actualizar el inventario de pozos y franquicias que han solicitado derechos adquiridos. ✓ Atender y resolver todas las peticiones y solicitudes de derechos adquiridos sobre tomas y pozos, para brindar las franquicias pertinentes. ✓ Establecer y adscribir las franquicias de agua no realizadas de los usuarios públicos (AEE, AAA, DA, ATPR). ✓ Realizar inspecciones continuas a los diferentes puntos de la isla verificando el estatus de las tomas ilegales así como de las franquicias vencidas. Brindar especial atención a las zonas de los acuíferos del Sur así como los acuíferos del norte. ✓ Presentar informes mensuales a la División de Monitoreo del Plan de Aguas así como a la Secretaría Auxiliar de Administración y a la Oficina de la Secretaria sobre el progreso de los trabajos en revisión de cumplimiento en franquicias vigentes, intervenciones con tomas ilegales y la atención de solicitudes de derechos adquiridos.
Medida de desempeño	Informe anual sobre aprovechamiento de agua por franquicias en Puerto Rico

OBJETIVO 1.3: CUMPLIMIENTO CON EL RENDIMIENTO SEGURO, MANTENIENDO LOS FLUJOS ECOLÓGICOS.

Acción de adaptación	Fiscalizar a las agencias manejadoras de los embalses por el cumplimiento de los rendimientos seguros de extracción de agua
Categoría de acción	Regulación
Priorización	Alta (2.8)
División o Programa responsable de implementación	División de Monitoreo del Plan de Agua (DMPA)/CV
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos Plan de Agua
Tiempo aproximado de ejecución	1 año
Informes de progreso	Trimestral
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Asegurar que los usuarios y manejadores de los embalses cuentan con franquicias activas y registradas. Dichas franquicias serán otorgadas según el rendimiento seguro del embalse para dicho año de vigencia de la franquicia. ✓ Seguimiento y monitoreo al cumplimiento de los rendimientos seguros por parte de la División de Monitoreo del Plan de Aguas. Cuando se pueda precisar u observar una alteración a dicha extracción, recomendar la intervención del cuerpo de vigilantes para asegurar el cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables. ✓ Solicitar que los operadores y manejadores de embalses presenten al DRNA copia semanal de las extracciones diarias de sus embalses, para revisión y seguimiento del cumplimiento. ✓ Desarrollar informes anuales que reflejen el promedio de extracción diaria de los embalses para el año natural. De no cumplir, realizar las acciones administrativas correspondientes contra los usuarios en incumplimiento.
Medida de desempeño	Revisión semanal de cumplimiento con los rendimientos seguros en las extracciones de los embalses

OBJETIVO 1.4: ACTUALIZACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS SEGUROS SEGÚN LAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS

Acción de adaptación	Establecer nuevos parámetros de rendimiento seguro para la extracción de aguas en acuíferos, tomando en consideración los efectos del aumento en el nivel del mar. Establecer un programa de monitoreo de los niveles potenciométricos para los acuíferos
Categoría de acción	Regulación
Priorización	Baja (2)
División o Programa responsable de implementación	División de Monitoreo del Plan de Agua (DMPA)
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos Plan de Agua/ propuestas federales USGS
Tiempo aproximado de ejecución	36 meses
Informes de progreso	cada 6 meses
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar un análisis de los rendimientos seguros de extracción para los acuíferos del Sur ✓ Realizar un análisis de los rendimientos seguros de extracción para los acuíferos del Norte. ✓ Desarrollar y actualizar mapas potenciométricos de los acuíferos cada 2 años. ✓ Contabilizar las autorizaciones de extracciones permitidas en los acuíferos por unidades. ✓ Integrar los resultados de los rendimientos seguros de extracción de los embalses al proceso de evaluación de solicitudes y revisiones de franquicias de agua y de derechos adquiridos.
Medida de desempeño	<p>Informe anual comparando las franquicias autorizadas por pozos con el rendimiento seguro de los acuíferos por unidad de acuífero.</p> <p>Mapa de niveles potenciométricos para las unidades de acuífero.</p>

META 2: MANEJAR EL RECURSO HÍDRICO DE FORMA INTEGRADA RECONOCIENDO EL ROL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS, LOS BOSQUES Y LA VEGETACIÓN ASOCIADA EN LA REGULACIÓN DE LOS FLUJOS DE AGUA

OBJETIVO 2.1: AUMENTAR LAS ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN EN LAS CUENCAS DE LOS EMBALSES

Acción de adaptación	Establecer y fortalecer proyectos de reforestación de cuencas hidrográficas, como medida de protección de los cuerpos tributarios a los embalses
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Alta (2.6)
División o Programa responsable de implementación	Negociado de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Servicios Forestales (NMANPSF)
Fuentes de financiamiento	Propuestas federales USFS, NRCS/ Fondo Forestal
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	cada 3 meses
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar una evaluación de los terrenos de mayor potencial para la reforestación de cuencas hidrográficas, prestando énfasis principal a terrenos agrícolas, terrenos del DRNA y terrenos privados clasificados como Suelo Rústico Especialmente Protegido de valor hídrico. ✓ Establecer una priorización de terrenos para siembra en cada cuenca hidrográfica. ✓ Identificar especies de árboles y vegetación óptima para las áreas identificadas como prioritarias para siembra. Verificar que los viveros del DRNA cuenten con dichas especies y cantidades necesarias para dichos proyectos de siembra. ✓ Personal de técnicos forestales y del Negociado de Manejo de ANP y Servicios Forestales contactarán a los dueños de fincas para establecer un calendario de siembra y mantenimiento de las reforestaciones establecidas. ✓ Presentar informes anuales de seguimiento a la Oficina de la Secretaría sobre la cantidad de área que ha sido forestada y el porcentaje de supervivencia de las especies plantadas.
Medida de desempeño	Informe sobre áreas forestadas por cuencas hidrográficas.

META 3: ESTABLECER, CONSTRUIR, DESARROLLAR, OPERAR Y MANTENER ÁREAS, ESTRUCTURAS Y FACILIDADES RESILIENTES.

OBJETIVO 3.1: FACILIDADES DEL DRNA ADAPTADAS A ESCENARIOS DE INUNDACIÓN

Acción de adaptación	Establecer acciones de adaptación correspondientes para aquellas facilidades que se encuentran en áreas de inundación.
Categoría de acción	Mantenimiento y Operaciones
Priorización	Mediana (2.2)
División o Programa responsable de implementación	División de Operaciones Regionales (DOR)
Fuentes de financiamiento	Fondos internos
Tiempo aproximado de ejecución	6 meses
Informes de progreso	cada 2 meses
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificación de facilidades del DRNA que se encuentren dentro del cauce mayor de inundación, según modelos de FEMA, y cuyas operaciones se verían afectadas por dichos eventos. ✓ Categorizar tipo de acción requerida: adecuación de facilidades, establecer defensas ante inundaciones o relocalizar las mismas. ✓ Priorizar aquellas facilidades ubicadas en zonas de alto riesgo. ✓ Identificar fuentes de financiamiento para establecer acciones requeridas.
Medida de desempeño	Implementar medidas de adaptación para un 15% de las facilidades identificadas con necesidades ante eventos de inundaciones urbanas y costeras en 5 años.

OBJETIVO 3.2: INFRAESTRUCTURA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES RESILIENTES, CONSIDERANDO LAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS A LARGO PLAZO

Acción de adaptación	Evaluar las condiciones de la infraestructura para el control de inundaciones existente y su capacidad para manejar los eventos de inundaciones bajo los nuevos parámetros de precipitación y aumento en el nivel del mar proyectados, de ser necesario tomar las medidas para mejorar su capacidad.
Categoría de acción	Mantenimiento y Operaciones
Priorización	Mediana (2.2)
División o Programa responsable de implementación	DOR/ARAM
Fuentes de financiamiento	Fondos internos
Tiempo aproximado de ejecución	12 meses
Informes de progreso	cada 3 meses
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar una evaluación de las condiciones de las obras de control de inundaciones existentes, incluyendo el tiempo de vida útil y los eventos de inundaciones a los cuales dicha infraestructura puede ejercer sus funciones. ✓ Evaluar la condición de la infraestructura y capacidad de operación del sistema de bombas para control de inundaciones operado por el DRNA, incluyendo la condición actual de bombeo y el tiempo de vida útil de las bombas. ✓ En conjunto con la División de Operaciones Regionales, la Administración de Recursos de Agua y Minerales y el Programa de manejo de Zona Costanera y Cambio Climático, identificar las áreas que requieren mejoras o nuevos proyectos de control de inundaciones considerando los efectos del cambio climático para la isla.
Medida de desempeño	Estudio de condiciones de infraestructura para el control de inundaciones bajo escenarios de cambio climático para Puerto Rico.

META 4: FOMENTAR UNA MEJOR EDUCACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS RIESGOS EN LAS COSTAS COMO MEDIDA DE PROTECCIÓN DE VIDAS Y PROPIEDADES.

OBJETIVO 4.1: BRINDAR LA MEJOR INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA COMUNICAR LOS RIESGOS COSTEROS

Acción de adaptación	Evaluar con FEMA y JP para incorporar nuevos modelos de inundaciones por marejada ciclónica y lluvias intensas a los mapas de inundación.
Categoría de acción	Mantenimiento y Operaciones
Priorización	Mediana (2.2)
División o Programa responsable de implementación	Oficina del Programa de Zona Costanera y Cambio Climático (OPZCCC)/ARAM
Fuentes de financiamiento	Fondos internos
Tiempo aproximado de ejecución	12 meses
Informes de progreso	al completar el proceso e incorporación
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Solicitar a la JP y FEMA que desarrolle nuevos mapas de eventos de inundaciones urbanas y costeras integrando las proyecciones de precipitación y aumento en el nivel del mar bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y 8.5, utilizando la metodología de FIRMS. ✓ Solicitar a la JP que integre los resultados de dichos modelajes a los procesos normativos y de toma de decisiones sobre usos de terreno y desarrollo urbano en Puerto Rico, particularmente en la revisión del Plan de Usos de Terreno y en los planes de ordenación territorial municipales.
Medida de desempeño	Publicación de modelajes de riesgos costeros (marejadas ciclónicas, aumento del nivel del mar, entre otros).

OBJETIVO 4.2: IDENTIFICAR ÁREAS COSTERAS CON EROSIÓN Y EVALUAR USO DE TÉCNICAS “LIVING SHORELINES” COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN BASADO EN LOS ECOSISTEMAS

Acción de adaptación	Establecer proyectos de restauración de barreras costeras, restauración de hábitats costeros (ej. mangles) y el uso de tecnologías para atender la erosión costera
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Alta (2.4)
División o Programa responsable de implementación	OPZCCC/DOR
Fuentes de financiamiento	Fondos Federales NOAA, USACE/ Fondos Legislativos
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	Anual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identificación de áreas costeras con incidencia y vulnerabilidad a pérdida de costa por procesos de erosión costera, ✓ Identificación de áreas con prioridad de desarrollo de restauración de costas y ecosistemas costeros. ✓ Evaluación de alternativas para atención de procesos erosivos afectando dicha costa, enfocado en alternativas de adaptación basada en ecosistemas (<i>ecosystem based adaptation</i>, en inglés). ✓ Realizar un ejercicio de priorización de acciones, el cual debe contemplar tanto los riesgos, necesidades del área, la infraestructura física y natural al cual proveerá servicios, como los costos asociados al proyecto. ✓ Identificar fuentes de financiamiento para la implantación y mantenimiento de los proyectos a desarrollar.
Medida de desempeño	Evaluación anual de proyectos y estrategias implementadas efectivamente para atender problemas de erosión costera.

OBJETIVO 4.3: VIABILIZAR EL MOVIMIENTO Y CRECIMIENTO DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN LAS ÁREAS DESEABLES.

Acción de adaptación	Establecer un estudio de migración de humedales costeros para Puerto Rico e implementar recomendaciones.
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Mediana (2.4)
División o Programa responsable de implementación	OPZCCC/SAP
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos/ Fondos Federales NOAA, USFWS
Tiempo aproximado de ejecución	3 años
Informes de progreso	Anual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desarrollar un estudio sobre el potencial de movimiento de espacios de humedales costeros en Puerto Rico, considerando los efectos del cambio climático bajo diferentes escenarios climáticos (e.j. RCP 4.5 y RCP 8.5) ✓ Presentar un mapa de distribución y extensión de las áreas de migración de humedales costeros, tomando como base el estudio. ✓ Presentar y desarrollar una serie de recomendaciones y estrategias para la viabilizar el movimiento y crecimiento de los humedales costeros en las áreas deseables.
Medida de desempeño	<p>Mapa de áreas de migración de humedales costeros.</p> <p>Informe de recomendaciones y estrategias para la viabilizar el movimiento y crecimiento de los humedales costeros en las áreas deseables.</p>

OBJETIVO 4.4: CONSERVACIÓN DE LAS AGUAS TERRITORIALES, LOS TERRENOS SUMERGIDOS Y LA ZONA MARÍTIMO TERRESTRE

Acción de adaptación	Establecer un programa de saneamiento o multas a las estructuras que se encuentren dentro de la zona marítimo terrestre y estén vulnerables a daños por eventos de marejadas ciclónicas
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Alta (2.4)
División o Programa responsable de implementación	DOR/DL/SAP/CV/PMZC
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	Anual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar un inventario de estructuras que se encuentran dentro de la zona marítimo terrestre. Dicho inventario debe describir el tipo de uso de la estructura y si la misma se encuentra habitada/en uso o si se encuentra deshabitada/abandonada. ✓ Realizar un estudio comparativo entre las concesiones para el aprovechamiento de la ZMT vigentes con el inventario de estructuras. ✓ Establecer un calendario de trabajo entre el PMZCCC, Secretaría Auxiliar de Permisos, Secretaría Auxiliar de Administración, División Legal y Cuerpo de Vigilantes para evaluar e implementar las acciones administrativas correspondientes por municipio costero. ✓ Presentar informes de progreso anuales de los logros realizados a la Oficina de la Secretaria.
Medida de desempeño	Informe anual detallando el número de intervenciones atendidas para estructuras no-autorizadas dentro de la zona marítimo terrestre

META 5: PROMOVER LA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN, DISTRIBUCIÓN, MANEJO, DE LAS ESPECIES DE VIDA SILVESTRE.

OBJETIVO 5.1: PROMOVER LA CONEXIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES

Acción de adaptación	Tener áreas naturales conectadas que promuevan la distribución, migración y aumente la capacidad de adaptación de las especies.
Categoría de acción	Regulación
Priorización	Baja (2)
División o Programa responsable de implementación	NPVS/OPZCCC/SAP
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos/ Fondos Federales NOAA, USFWS
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	Anual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar esfuerzos conjuntos con el USGS y el USFS para el desarrollo del estudio del “Aquatic GAP analysis” para las aguas territoriales de PR e Islas Vírgenes. ✓ Evaluar las fincas y terrenos actualmente en la lista de prioridades de adquisición para identificar su potencial para servir de conectores entre las áreas naturales protegidas y con designaciones de conservación. ✓ Establecer y promover una cartera de iniciativas para garantizar la preservación y conservación de corredores biológicos entre las áreas naturales protegidas, tanto marinas como terrestres.
Medida de desempeño	Integrar a los listados de áreas con prioridad de conservación aquellos predios identificados con mayor potencial para la interconexión de las áreas naturales protegidas

OBJETIVO 5.2: INVESTIGACIONES DEL EFECTO CLIMÁTICO EN LOS ECOSISTEMAS Y ESPECIES CENTINELAS PARA DETERMINAR MEDIDAS DE CONSERVACIÓN NECESARIAS PARA LAS ESPECIES DE VIDA SILVESTRE.

Acción de adaptación	Identificación y monitoreo de condición de ecosistemas y especies centinela que por su sensibilidad pudieran servir como indicadores de alerta temprana de efectos climáticos (ej. estrés térmico, entre otros)
Categoría de acción	Regulación
Priorización	Baja (2)
División o Programa responsable de implementación	Secretaría Auxiliar de Manejo y Conservación de Áreas Naturales y Biodiversidad
Fuentes de financiamiento	Fondos Federales NOAA, USFWS/ Fondos internacionales IUCN, TNC
Tiempo aproximado de ejecución	24 meses
Informes de progreso	cada 6 meses
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer un equipo de trabajo dentro de la Secretaría Auxiliar de Manejo y Conservación de Áreas Naturales y Biodiversidad y de la Oficina de Monitoreo del Plan de Aguas para identificar al menos 5 especies de flora y 5 especies de fauna que sirvan como indicadores de las manifestaciones de cambio climático en Puerto Rico. ✓ Desarrollar un programa de monitoria anual que permita analizar los cambios de estas especies.
Medida de desempeño	Informe de monitoreo de condiciones de especies centinela identificadas.

OBJETIVO 5.3: ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS Y NO-CLIMATICOS EN LAS ÁREAS DE RESERVAS MARINAS PROTEGIDAS

Acción de adaptación	Identificar y monitorear los cambios en la biodiversidad marina dentro de las Áreas de Reservas Marinas Protegidas. Recomendar nuevas especies para ser listadas como protegidas. Evaluar e identificar estresores no-climáticos que puedan ser atendidos.
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Baja (2)
División o Programa responsable de implementación	Negociado de Investigación y Conservación de Hábitats y Biodiversidad
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos/ Fondos Federales NOAA, USFWS
Tiempo aproximado de ejecución	Continuo
Informes de progreso	Anual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer una metodología para el análisis del impacto de los estresores de cambio climático a las reservas marinas protegidas. ✓ Realizar una evaluación anual de campo de las condiciones de la biodiversidad en las reservas marinas, considerando tanto en las áreas sumergidas como en las costas. ✓ Presentar un informe cada tres años sobre la condición y estado de la biodiversidad en las reservas marinas protegidas, presentando recomendaciones de normativas y operacionales para el mejor manejo de las mismas.
Medida de desempeño	Informe cada 3 años de condición y estado de situación en la biodiversidad marina en nuestras reservas marinas protegidas.

META 6: AUMENTAR LA RESILIENCIA DE LOS ARRECIFES DE CORAL ANTE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ACIDIFICACIÓN DEL OCÉANO A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE MANEJO EFECTIVAS

OBJETIVO 6.1: IMPLEMENTAR LA PLANIFICACIÓN DE USOS DE TERRENOS A NIVEL DE CUENCA PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AGUA QUE LLEGA A LOS ECOSISTEMAS DE ARRECIFES DE CORAL, ASI COMO ATENDER OTROS ESTRESORES NO-CLIMATICOS.

Acción de adaptación	Integrar el manejo de arrecifes de coral con la planificación de la zona costanera y el uso de terreno en la cuenca hidrográfica aledaña promoviendo prácticas que disminuyan los estresores no-climáticos como por ej. la contaminación de escorrentías (en especial los compuestos de amonio, nitrógeno y óxidos de sulfuro,) que aumentan la acidez del agua.
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Baja (2)
División o Programa responsable de implementación	OPZCCC/ Negociado de Investigación y Conservación de Hábitats y Biodiversidad
Fuentes de financiamiento	Fondos Internos/ Fondos Federales NOAA/ Fondos Externos TNC, IUCN, etc.
Tiempo aproximado de ejecución	5 años
Informes de progreso	Anual
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Continuar la implementación de acciones de manejo recomendadas para los planes de manejo de cuencas aprobados por el DRNA. ✓ Formalizar un comité interno para el manejo de cuencas hidrográficas, con la participación de la División de Monitoreo del Plan de Aguas, ARAM, PMZCCC, la División de Operaciones Regionales y la Secretaría Auxiliar de Permisos. ✓ Desarrollar planes de manejo de cuencas hidrográficas para las principales cuencas del país, brindando especial atención a la reducción de fuentes de contaminación a las aguas. ✓ Establecer una métrica uniforme para medir la efectividad y eficiencia de las acciones de manejo implementadas en las cuencas hidrográficas.
Medida de desempeño	Desarrollo de planes de manejo de cuencas e implementación efectiva de medidas para el control de fuentes precisas y discretas de contaminación hacia los arrecifes de coral

OBJETIVO 6.2: PROMOVER LA RESILIENCIA DE LOS CORALES A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN

Acción de adaptación	Establecer programas de fincas de corales tolerantes a niveles de acidificación mayores
Categoría de acción	Inversión de capital
Priorización	Baja (2)
División o Programa responsable de implementación	OPZCCC/ Negociado de Investigación y Conservación de Hábitats y Biodiversidad
Fuentes de financiamiento	Fondos Federales NOAA, USGS
Tiempo aproximado de ejecución	5 años
Informes de progreso	2 años
Programación de acciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Promover investigación aplicada enfocada en especies de corales tolerantes a mayores niveles de acidificación, así como a mayores temperaturas promedio del agua. ✓ Identificar áreas con potencial para desarrollo de fincas de corales. ✓ Establecer proyectos demostrativos de fincas de corales utilizando especies de mayor tolerancia a niveles de acidez y temperatura del agua.
Medida de desempeño	Informes anuales de condición de fincas de corales detallando el progreso de las especies tolerantes a mayores niveles de acidez y temperaturas en las aguas costaneras de PR

CONCLUSIÓN

El DRNA tiene el compromiso y la misión de proteger, conservar y administrar los recursos naturales y ambientales del País de forma balanceada. Esto con el fin de garantizarles a las próximas generaciones su disfrute y estimular una mejor calidad de vida. Como parte de estos esfuerzos, el DRNA se encuentra en continuo desarrollo e integración de la información sobre las tendencias climáticas del País, a través del Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR). Es nuestro deber integrar este conocimiento e implementarlo en acciones concretas para mantener nuestro compromiso con el ambiente y futuras generaciones.

Este Plan de Adaptación, es el primer paso hacia una mayor resiliencia. El cambio climático aumentará aquellos riesgos que se enfrentan en la actualidad e incluirán retos adicionales para cumplir nuestra misión. Es por esta razón que utilizando los escenarios e información publicada por el CCCPR, se identificó cerca de 21 riesgos prioritarios presentes y proyectados ante los escenarios de los cambios en el clima, de los cuáles surgieron 16 estrategias de adaptación. Para cada una de estas estrategias de adaptación, se evaluaron las acciones, se hizo un análisis de priorización y se determinó el plan de acción y medidas de desempeño. También se desarrollaron las metas y objetivos para cada una de estas estrategias de adaptación.

META 1: PROMOVER EL MEJOR USO, CONSERVACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUA

OBJETIVO 1.1: CREAR ALIANZAS NECESARIAS PARA PROMOVER LA CALIDAD DEL AGUA

OBJETIVO 1.2: CONTROLAR EL USO Y EXTRACCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

OBJETIVO 1.3: CUMPLIMIENTO CON EL RENDIMIENTO SEGURO, MANTENIENDO LOS FLUJOS ECOLÓGICOS.

OBJETIVO 1.4: ACTUALIZACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS SEGUROS SEGÚN LAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS

META 2: MANEJAR EL RECURSO HÍDRICO DE FORMA INTEGRADA RECONOCIENDO EL ROL DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS, LOS BOSQUES Y LA VEGETACIÓN ASOCIADA EN LA REGULACIÓN DE LOS FLUJOS DE AGUA

OBJETIVO 2.1: AUMENTAR LAS ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN EN LAS CUENCAS DE LOS EMBALSES

META 3: ESTABLECER, CONSTRUIR, DESARROLLAR, OPERAR Y MANTENER ÁREAS, ESTRUCTURAS Y FACILIDADES RESILIENTES.

OBJETIVO 3.1: FACILIDADES DEL DRNA ADAPTADAS A ESCENARIOS DE INUNDACIÓN

OBJETIVO 3.2: INFRAESTRUCTURA PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES RESILIENTES, CONSIDERANDO LAS PROYECCIONES CLIMÁTICAS A LARGO PLAZO

META 4: FOMENTAR UNA MEJOR EDUCACIÓN E INFORMACIÓN DE LOS RIESGOS EN LAS COSTAS COMO MEDIDA DE PROTECCIÓN DE VIDAS Y PROPIEDADES.

OBJETIVO 4.1: BRINDAR LA MEJOR INFORMACIÓN DISPONIBLE PARA COMUNICAR LOS RIESGOS COSTEROS

OBJETIVO 4.2: IDENTIFICAR ÁREAS COSTERAS CON EROSIÓN Y EVALUAR USO DE TÉCNICAS "LIVING SHORELINES" COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN BASADO EN LOS ECOSISTEMAS

OBJETIVO 4.3: VIABILIZAR EL MOVIMIENTO Y CRECIMIENTO DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN LAS ÁREAS DESEABLES.

OBJETIVO 4.4: CONSERVACIÓN DE LAS AGUAS TERRITORIALES, LOS TERRENOS SUMERGIDOS Y LA ZONA MARITIMO TERRESTRE

META 5: PROMOVER LA CONSERVACIÓN, PRESERVACIÓN, DISTRIBUCIÓN, MANEJO, DE LAS ESPECIES DE VIDA SILVESTRE.

OBJETIVO 5.1: PROMOVER LA CONEXIÓN DE LAS ÁREAS NATURALES

OBJETIVO 5.2: INVESTIGACIONES DEL EFECTO CLIMÁTICO EN LOS ECOSISTEMAS Y ESPECIES CENTINELAS PARA DETERMINAR MEDIDAS DE CONSERVACIÓN NECESARIAS PARA LAS ESPECIES DE VIDA SILVESTRE.
OBJETIVO 5.3: ESTRATEGIAS DE MANEJO DE LOS ESTRESORES CLIMÁTICOS Y NO-CLIMATICOS EN LAS ÁREAS DE RESERVAS MARINAS PROTEGIDAS

META 6: AUMENTAR LA RESILIENCIA DE LOS ARRECIFES DE CORAL ANTE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ACIDIFICACIÓN DEL OCÉANO A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS DE MANEJO EFECTIVAS

OBJETIVO 6.1: IMPLEMENTAR LA PLANIFICACIÓN DE USOS DE TERRENOS A NIVEL DE CUENCA PARA MINIMIZAR LOS IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AGUA QUE LLEGA A LOS ECOSISTEMAS DE ARRECIFES DE CORAL, ASI COMO ATENDER OTROS ESTRESORES NO-CLIMATICOS.

OBJETIVO 6.2: PROMOVER LA RESILIENCIA DE LOS CORALES A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN

Estas estrategias de adaptación deben revisarse si su implantación está siendo adecuada y de ser necesario modificar el plan de acción para cumplir con los objetivos y metas estipuladas. Cada División o Programa responsable de implementación de estas estrategias, será responsable de solicitar los fondos necesarios a las fuentes de financiamiento identificadas en el Plan.

“Muchas opciones de adaptación y mitigación pueden contribuir a afrontar el cambio climático, pero ninguna de ellas basta por sí sola. Para que la implementación de las opciones sea efectiva, se necesitan políticas y cooperación en todas las escalas; y para fortalecerla, se requieren respuestas integradas que vinculen la adaptación y la mitigación con otros objetivos sociales.”
(IPCC, 2014)

REFERENCIAS

- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof, Eds.(2008): *El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.*
- Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC). (2013). Estado del clima de Puerto Rico 2010-2013: Evaluación de vulnerabilidades socio-ecológicas en un clima cambiante. San Juan, PR: Programa de Manejo de la Zona Costanera del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales; Oficina de Océanos y Manejo de Recursos Costeros de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica.
- Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2012). *NOAA Coastal Services Center Sea Level Rise Data: Current Mean Higher High Water Inundation Extent*. Charleston, SC: NOAA's Ocean Service, Coastal Services Center (CSC).
- DRNA. (2014). *Programa de Inversiones de Mejoras Permanentes 2014-2015*. para la Junta de Planificación.
- DRNA. (n.d.). *Hoja informativa sobre el sistema de las casas de bombas que administra el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales*. Retrieved november 2014, from <http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/oficina-de-prensa-y-comunicaciones/hojas-informativas/Hoja%20informativa%20casas%20de%20bombas.pdf>
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). (2009). 2009 UNISDR Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Obtenido a través de http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Fabry, V. J. (2008). Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. *ICES Journal*.
- García-López, G., & Jacobs, K. (2013). Guía para la preparación de planes de adaptación a cambio climático por parte de las agencias e instrumentalidades gubernamentales. Manuscrito inédito entregado a las agencias públicas durante una serie de presentaciones para la implementación de la Orden Ejecutiva 2013-016 por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
- IPCC. (n.d.). Retrieved from <http://cambioclimaticoglobal.com/wp-content/uploads/2013/08/ScenarioTempGraph-large.jpg>
- IPCC, (2014) Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
- IPCC. (2014). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, United Kingdom and New York,: Cambridge University Press.
- Ley Núm. 23; Ley Orgánica del DRNA, según enmendada (junio 20, 1972).
- Lhumeau, A, Cordero D., (2012). Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.
- Maslin, M. (2004). *Global Warming, a very short introduction*. Oxford University Press, Oxford 2004.
- Melillo, Jerry M., Terese (T.C.) Richmond, and Gary W. Yohe, Eds., 2014: *Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment*. U.S. Global Change Research Program, 841 pp. doi:10.7930/J0Z31WJ2.
- NOAA, gráfico original de la NASA. (n.d.). Retrieved from <http://cambioclimaticoglobal.com/wp-content/uploads/2013/08/evidencia-del-cambio-climatico-nasa-co21.jpg>
- NOAA, State of the Climate. <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/>
- NOAA. National Ocean Service. Center for Operational Oceanographic Products and Services <http://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends.html>

- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2010). Local Action Strategies (LAS) for Coral Reef Conservation 2011-2015. Retrieved from <http://coralreef.noaa.gov/aboutrcrp/resources/pdfs/lasreport2012.pdf>
- Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 (agosto 15, 1999).
- PMZC. (2009). *Estado de la Costa*
- Reid, H. (2016) Ecosystem- and community-based adaptation: learning from community-based natural resource management, *Climate and Development*, 8:1, 4-9, DOI: 10.1080/17565529.2015.1034233
- Rivera, A. (2015, junio 11). La sequía azota a El Yunque. *El Nuevo Día*, pp. 30-31.
- WORDPRESS. (2014). Retrieved from <http://geographyslc.wordpress.com/2014/02/21/gr-8-the-enhanced-greenhouse-effect/>

ANEJOS

ANEJO 1: ORDEN EJECUTIVA OE 2013-016

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO

LA FORTALEZA

SAN JUAN, PUERTO RICO

Boletín Administrativo Núm.: OE-2013-016

ORDEN EJECUTIVA DEL GOBERNADOR DEL ESTADO ASOCIADO DE PUERTO RICO, HON. ALEJANDRO J. GARCÍA PADILLA, ORDENANDO EL DESARROLLO DE UN ESTUDIO SOBRE LA VULNERABILIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA ANTE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS Y LA ADOPCIÓN DE PLANES DE ADAPTACIÓN PARA CONFRONTAR LOS HALLAZGOS DEL ESTUDIO.

POR CUANTO: El Artículo VI, Sección 19, de la Constitución del Estado Libre Asociado declara que será política pública del Gobierno la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad.

POR CUANTO: La Ley 416-2004, conocida como la “Ley sobre Política Pública Ambiental”, establece que los deberes y responsabilidades del Gobierno del Estado Libre Asociado de Puerto Rico son: (1) cumplir con las responsabilidades de cada generación como custodio del medioambiente y nuestros limitados recursos naturales para beneficio de las generaciones subsiguientes, según dispuesto en la Constitución; (2) asegurar para todos los puertorriqueños paisajes seguros, saludables, productivos, estéticos y culturalmente placenteros; (3) lograr el más amplio disfrute de los usos beneficiosos del medio ambiente sin degradación, riesgo a la salud o de seguridad u otras consecuencias indeseables; (4) preservar los importantes aspectos históricos, arquitectónicos, arqueológicos, culturales y naturales de nuestro patrimonio y mantener, donde sea posible, un medioambiente que ofrezca diversidad y variedad a la selección individual, tanto para las generaciones presentes así como para las futuras; (5) lograr un balance entre la población y el uso de los recursos que permita altos niveles de vida y una amplia participación de las amenidades de la vida; y (6) mejorar la calidad de los recursos renovables y velar por el uso juicioso de aquellos recursos que sufran agotamiento.

POR CUANTO: La Ley 267-2004, conocida como la “Ley sobre Política Pública de Desarrollo Sostenible” se aprobó con el fin de establecer una política pública que fomente el logro de una deseable y conveniente calidad de vida para los puertorriqueños; el fomentar la armonización de las políticas, programas y actividades gubernamentales relacionadas con los aspectos sociales, económicos y ambientales, entre otros; dirigir a Puerto Rico hacia el logro de su desarrollo sostenible. El Artículo 3 de esta Ley dispone que, es política continua del Estado Libre Asociado de Puerto

Rico la utilización de todos los medios y medidas prácticas, incluyendo las ayudas técnicas y financieras y las mejores prácticas y tecnologías disponibles, con el propósito de alentar y promover el desarrollo sostenible de Puerto Rico. Dispone además, que debemos encaminarnos a lograr una sociedad basada en una economía sostenible y un desarrollo balanceado, en el que se armonice el desarrollo económico con la restauración y protección del ambiente y los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de los puertorriqueños; y donde sus metas económicas, sociales y ambientales estén unificadas dentro del contexto del desarrollo sostenible y su condición de isla.

POR CUANTO: El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (en adelante el DRNA) ha integrado un grupo técnico que trabaja en un proyecto de adaptación costera para Puerto Rico, tomando en cuenta la evaluación integral de la vulnerabilidad y el desarrollo de estrategias de adaptación a los cambios climáticos y el incremento del nivel del mar en el marco del Programa de Manejo de la Zona Costanera (en adelante PMZC).

POR CUANTO: El proyecto ha identificado tendencias en cambios en temperaturas, incluyendo las temperaturas superficiales del mar en el Caribe, variaciones a patrones de precipitación, tendencias de incremento del nivel del mar para Puerto Rico y otros factores que se han reconocido en el informe titulado: El Estado del Clima de Puerto Rico: Evaluación de Vulnerabilidades Socio-ecológicas en un Clima Cambiante 2010-2013, (en adelante el Informe).

POR CUANTO: La información presentada en el Informe establece una serie de indicadores que requieren que se evalúe la vulnerabilidad de la infraestructura pública que administra el Estado Libre Asociado de Puerto Rico ante los cambios climáticos, el incremento del nivel del mar y la exposición a inundaciones, entre otros impactos asociados a los posibles cambios climáticos.

POR TANTO: YO, ALEJANDRO J. GARCÍA PADILLA, Gobernador del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, en virtud de la autoridad que me ha sido conferida por la Constitución y las Leyes del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y de los poderes inherentes a mi cargo, y por la presente dispongo y ordeno lo siguiente:

PRIMERO: El DRNA establecerá un mecanismo que garantice las más rápida y efectiva divulgación del Informe a la academia y a los diferentes gremios, asociaciones y colegios profesionales para que éstos lo evalúen. Además, le solicitará a todos los consultados que presenten recomendaciones, opiniones y sugerencias en un término no mayor de tres (3) meses a partir de la divulgación del Informe. Todas las recomendaciones, opiniones y sugerencias se integrarán al Informe como anejos de éste.

SEGUNDO: Completada la integración de las recomendaciones, opiniones y sugerencias al Informe, el DRNA lo notificará a todas las agencias de infraestructura del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

TERCERO: Una vez el DRNA notifique el Informe a las agencias de infraestructura, éstas desarrollarán un estudio de vulnerabilidad de la infraestructura pública que cada una administra a la luz de los hallazgos contenidos en dicho Informe.

CUARTO: Todas las agencias de infraestructura del Estado Libre Asociado de Puerto Rico tienen la obligación de elaborar y presentar un Plan de Adaptación para confrontar los hallazgos de su estudio de vulnerabilidad en un término que no excederá de dieciocho (18) meses a partir de la fecha en que el DRNA les notifique el Informe. El Plan de Adaptación será entregado al DRNA e incorporado a los programas de mejoras capitales de las agencias.

QUINTO: Para fines de esta Orden Ejecutiva, el término “Agencia” significa cualquier junta, cuerpo, tribunal examinador, comisión, corporación pública, oficina independiente, división, administración, negocio, departamento, autoridad, funcionario, persona, entidad o cualquier instrumentalidad de la Rama Ejecutiva del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

SEXTO: DEROGACIÓN. Esta Orden Ejecutiva deja sin efecto cualquier otra Orden Ejecutiva que en todo o en parte sea incompatible con ésta, hasta donde existiera tal incompatibilidad.

SÉPTIMO: VIGENCIA Y PUBLICACIÓN: Esta Orden entrará en vigor inmediatamente. Se ordena su más amplia publicación.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL, expido la presente Orden Ejecutiva bajo mi firma y hago estampar en ella el gran sello del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, en San Juan de Puerto Rico, hoy 28 de febrero de 2013.

ALEJANDRO J. GARCÍA PADILLA GOBERNADOR

Promulgada de acuerdo con la ley, hoy 28 de febrero de 2013.

DAVID E. BERNIER RIVERA SECRETARIO DE ESTADO

ANEJO 2: ORDEN ADMINISTRATIVA OA-2014-05



ORDEN ADMINISTRATIVA NÚM. 2014-05

PARA LA REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE VULNERABILIDAD Y UN PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

- POR CUANTO:** El Artículo VI § 19 de la Constitución del Estado Libre Asociado de Puerto Rico establece que “[s]erá política pública del Estado Libre Asociado la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad”.
- POR CUANTO:** Conforme al Artículo 4 de la Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004, según enmendada, conocida como la Ley de Política Pública Ambiental, es deber y responsabilidad del Estado Libre Asociado “[c]umplir con las responsabilidades de cada generación como custodio del medio ambiente para beneficio de las generaciones subsiguientes; asegurar para todos los puertorriqueños paisajes seguros, saludables, productivos y estéticos y culturalmente placenteros; lograr el más amplio disfrute de los usos beneficiosos del medio ambiente sin degradación, riesgo a la salud o seguridad, u otras consecuencias indeseables; preservar los importantes aspectos históricos, culturales y naturales de nuestro patrimonio y mantener, donde sea posible, un medioambiente que ofrezca diversidad y variedad a la selección individual; lograr un balance entre la población y el uso de los recursos que permita altos niveles de vida y una amplia participación de las amandades de la vida; y mejorar la calidad de los recursos renovables y velar por el uso juicioso de aquellos recursos que sufran agotamiento”.
- POR CUANTO:** Mediante la Ley Núm. 23 del 20 de junio de 1972, según enmendada, se crea el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), para implantar la fase operacional de la política pública ambiental del Estado Libre Asociado de Puerto Rico confiriéndole la misión de vigilar, proteger, conservar, desarrollar, así como la administración y aprovechamiento de los recursos naturales, ambientales y energéticos, para el beneficio de la población puertorriqueña.
- POR CUANTO:** El DRNA integró un grupo técnico dirigido a trabajar un proyecto de adaptación costera para Puerto Rico, tomando en cuenta la evaluación integral de vulnerabilidad y el desarrollo de estrategias de adaptación a los cambios climáticos y al incremento del nivel del mar en el marco del Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC) de Puerto Rico.
- POR CUANTO:** Dicho proyecto identificó tendencias en cambios en temperaturas, incluyendo cambios en las temperaturas superficiales del mar en el Caribe, variaciones a patrones de precipitación, tendencias de incremento en el nivel del mar para Puerto Rico y otros factores que se han reconocido en el informe titulado “El Estado del Clima de Puerto Rico: Evaluación de Vulnerabilidades Socio-ecológicas en un Clima Cambiante 2010-2013”.
- POR CUANTO:** La información presentada en este informe establece una serie de indicadores que requieren que se evalúe la vulnerabilidad de la infraestructura que administra el DRNA, al incremento del nivel del mar, a los riesgos hidrológicos y/o geológicos, entre otros, inducidos y/o asociados por los posibles cambios climáticos.
- POR CUANTO:** Por medio del Boletín Administrativo OE-2013-016 el Honorable Gobernador de Puerto Rico, Alejandro García Padilla, instruyó al DRNA a divulgar los resultados del informe sobre “El Estado del Clima de Puerto Rico: Evaluación de Vulnerabilidades Socio-ecológicas en un Clima Cambiante 2010-2013”, a todas las agencias de infraestructura del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.



- POR CUANTO:** El Boletín Administrativo OE-2013-016 instruyó a las agencias de infraestructura a que, posterior a recibir copia del informe, desarrollen un estudio de vulnerabilidad y un plan de adaptación al cambio climático. El mismo deberá incluir las estrategias de adaptación, protección o mejoras a la infraestructura administrada por cada agencia a ser incorporados a sus respectivos programas de mejoras capitales; y sometidos al DRNA dieciocho (18) meses a partir de la fecha de la divulgación del mencionado informe.
- POR CUANTO:** Para viabilizar lo comisionado por el Boletín Administrativo referido, el pasado 20 de noviembre de 2013 el DRNA coordinó un taller con las agencias de infraestructura, en el cual compartió copia del mencionado informe y ofreció unas guías para la realización del estudio de vulnerabilidad y plan de adaptación.
- POR CUANTO:** Los posibles impactos del cambio climático afectarán la infraestructura adscrita a las diferentes Administraciones y Áreas Programáticas del DRNA se hace impostergable la identificación de su vulnerabilidad para el desarrollo de posibles estrategias de mitigación y/o adaptación requeridas para poder continuar cumpliendo a cabalidad con nuestra misión ministerial.
- POR TANTO:** Yo, Carmen R. Guerrero Pérez, Secretaria del DRNA, en virtud de la facultad conferida por la Ley Num. 23, *supra*, ordeno lo siguiente:
- PRIMERO:** Movilizar los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios y disponibles en el DRNA para realizar el Estudio de Vulnerabilidad y el Plan de Adaptación al Cambio Climático.
- SEGUNDO:** El Estudio de Vulnerabilidad deberá completarse en un plazo de diez (10) meses, y el Plan de Adaptación en un plazo de dieciocho (18) meses, contados a partir del pasado 20 de noviembre de 2013.
- TERCERO:** Se creará, al efecto, un comité de trabajo interno de la agencia para liderar los trabajos relacionados con la preparación del Estudio de Vulnerabilidad y del Plan de Adaptación.
- CUARTO:** Cada Administrador/a Auxiliar o Secretario/a Auxiliar de las distintas Áreas Programáticas que componen el DRNA serán responsables de identificar la infraestructura tanto física como natural vulnerable al cambio climático y recomendar medidas a corto o mediano plazo para su adaptación. Dicha información se le brindará al Comité de Trabajo Interno.
- QUINTO:** Una vez completado el Plan de Adaptación, éste será adoptado como parte de la política pública del DRNA. Además las estrategias identificadas deberán ser integradas a los planes de mejoras capitales del DRNA así como a sus planes estratégicos y operacionales y a los reglamentos asociados con el diseño de proyectos.

Esta Orden Administrativa tendrá vigencia inmediata a partir de la fecha de su firma. Se ordena su más amplia publicación.

EN TESTIMONIO DE LO CUAL, firmo la presente y hago estampar en ella el sello del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, en la ciudad de San Juan, Puerto Rico, hoy 20 de junio de 2014.



Plan, Carmen R. Guerrero Pérez
Secretaria

ANEJO 3: DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DEL DRNA EVALUADAS

INFRAESTRUCTURA CONSTRUIDA

Instalaciones y Oficinas del DRNA

El DRNA cuenta con varias instalaciones y oficinas regionales en las cuales brinda servicio y ejerce diversas funciones. La Agencia distribuye su administración a nivel regional, a través de siete regiones: AGUADILLA, ARECIBO, GUAYAMA, HUMACAO, MAYAGÜEZ, PONCE y SAN JUAN. En San Juan también se encuentra la Comandancia del Cuerpo de Vigilantes del DRNA, así como el Negociado de Servicio Forestal, ambos en la Barriada Buen Consejo. Otras instalaciones son los destacamentos de la Unidad Marítima del Cuerpo de Vigilantes.

Obras de construcción para control de inundaciones y Estaciones de bombeo del DRNA

El DRNA a través de la Administración Auxiliar de Conservación de Recursos de Agua y Minerales realiza proyectos para el control de inundaciones en ríos y quebradas. Algunos de ellos conllevan la construcción de diques, canalizaciones, represas, reparaciones de cuerpos de agua por sedimentación o mitigación de proyectos.

También tiene a su cargo 14 estaciones de bombeo (casa de bombas), ubicadas en zonas anegables o propensas a inundaciones, como medida de control de inundaciones. Cuentan con un sistema de bombeo que lanza al mar las aguas de escorrentía, a través de canales. Además, este sistema evita la entrada del agua de mar a lagos y caños, algo vital para evitar las inundaciones. De esta manera se protegen las vidas y propiedades de los residentes del sector al que sirven los sistemas.

Figura 1: Estaciones de bombeo y proyectos de control de inundaciones DRNA



INFRAESTRUCTURA NATURAL

Bosques, Reservas y Refugios de Vida Silvestre

La política pública forestal del Estado Libre Asociado de Puerto Rico establece que “los bosques son un recurso natural y único por su capacidad de conservar y restaurar el balance ecológico del medio ambiente”. La responsabilidad de su conservación, protección, manejo y aprovechamiento y disfrute la presente y las futuras generaciones ha sido delegada al DRNA por la Ley Núm. 133 del 1 de junio de 1975, según enmendada. Estos fueron designados mediante proclamas, Órdenes Ejecutivas y legislación.

Puerto Rico cuenta con 20 Bosques Estales y uno Federal conocido por El Yunque. Prácticamente todos los climas presentes en Puerto Rico se encuentran representados en los bosques del estado, desde el seco tropical hasta el clima de bosque muy húmedo.

Las Reservas Naturales (RN) son “áreas identificadas por el DRNA y designados por la Junta de Planificación (JP), que por sus características físicas, ecológicas, geográficas y por su valor social de los recursos naturales existentes en ellas, ameritan su conservación, preservación o restauración a su condición natural” (Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, 1999).

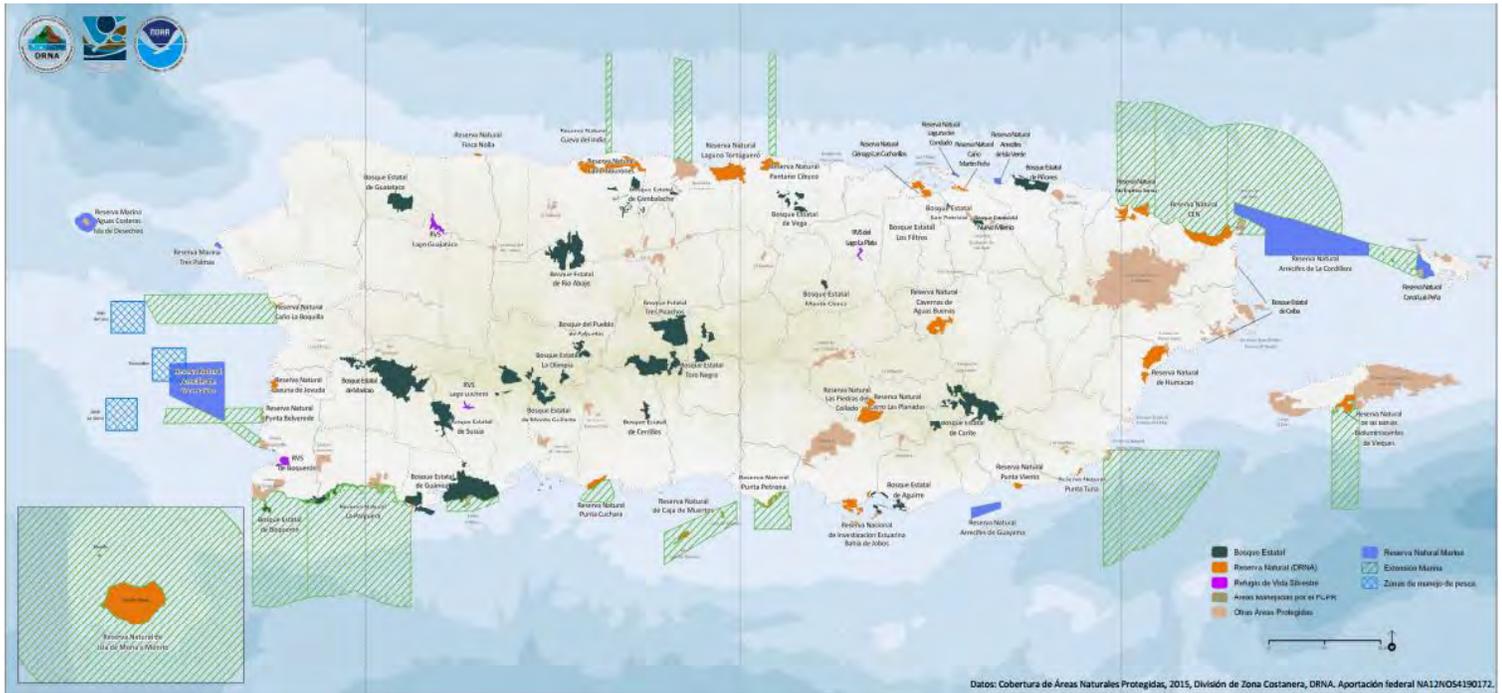
Con la Ley Núm. 241 del 15 de agosto de 1999 se establece la Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, con el propósito, entre otros,... “de proteger, conservar y fomentar las especies de vida silvestre tanto nativas como migratorias”...para reglamentar la caza, el uso de armas de caza”, sus respectivos permisos, fijar penalidades por las violaciones a dicha ley y para derogar la Ley 70 de 30 de mayo de 1976, según enmendada.

En dicha ley se define Reserva de Vida Silvestre como un área administrada por el DRNA para el manejo y la propagación de la vida silvestre donde se permite la caza deportiva, actividades recreativas, científicas, entre otras, conforme a la reglamentación vigente. Mientras que Refugio, lo define como un área designada por el DRNA donde la caza deportiva no está permitida y donde se determinan otros usos compatibles mediante reglamentación.

Áreas Terrestres	Cuerdas
Bosques Estatales	65,914.18
Reserva Naturales (manejadas por el DRNA)*	39,971.17
Reserva Nacional de Investigación Estuarina	1,499.43
Refugios de Vida Silvestre	1,752.14
Zonas de Amortiguamiento	8,066.75
Terrenos Federales (El Yunque, Refugios, El Morro, etc.)	52,314.95
Áreas Manejadas por el FCPR	23,937.45
Otras Áreas Protegidas	4,647.46
TOTAL	198,103.52

(PMZC, 2015)

Figura 2: Áreas Naturales Protegidas (DRNA, 2015)



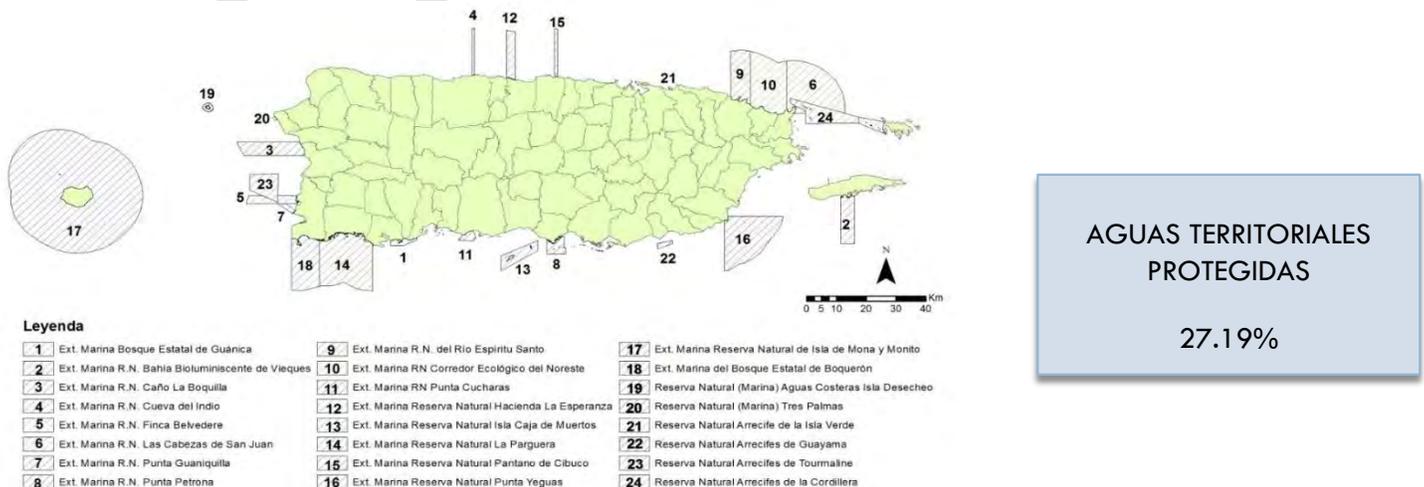
8.71% de áreas terrestres protegidas

27.90% Áreas de Prioridad de Conservación protegidas

Reservas Marinas

Mediante la aprobación de la “Ley de recuperación del 3% de la plataforma insular de Puerto Rico”, Ley Núm. 307 de 2000, faculta al DRNA de un mecanismo para la protección de estos recursos, permitiendo identificar y establecer reservas marinas en áreas con prioridad a ser conservadas para su recuperación (DRNA, 2001). Algunas de estas reservas marinas son:

Figura 3: Reservas marinas



Áreas Marinas	Cuerdas
Reservas Naturales (Marinas)	50,742.60
Zonas de manejo de pesca (Federal)	4,914.92
Extensiones Marinas	853,582.15
TOTAL	909,239.67

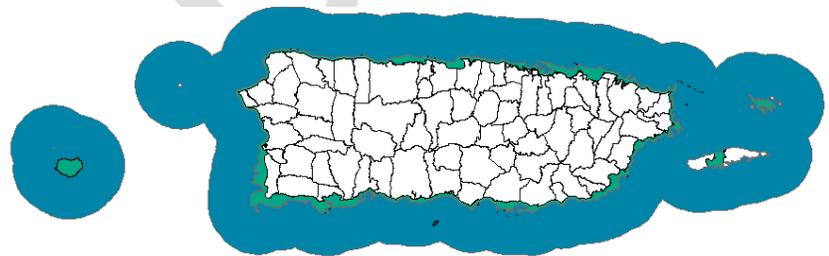
Recursos Costaneros y Terrenos Sumergidos (Sistema de Humedales)

El DRNA a través del Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC) tiene el deber de:

- Guiar el desarrollo público y privado en la zona costanera
- Promover el manejo activo de la costa
- Promover el desarrollo sostenible de las costas
- Promover la educación ambiental, la investigación científica y la participación ciudadana como elemento esencial para el manejo de los recursos costeros.

La Zona Costanera está definido como: “una franja de un kilómetro (1 km) tierra adentro, así como distancias adicionales necesarias para incluir sistemas naturales clave de la costa. El componente marino de la zona costanera se extiende tres (3) leguas marinas (9 millas náuticas o 10.35 millas terrestres), el suelo oceánico bajo éstas, así como todas las islas y cayos dentro de las aguas territoriales”

Figura 4: Zona Costanera



Sistema de Humedales

Según establecido en la Política Pública de la Ley 314 del 1998, el termino Humedal es definido como áreas de transición entre sistemas acuáticos y terrestres frecuentemente inundadas o saturadas por aguas artificiales y subterráneas durante un período de tiempo suficiente como para que empiecen a haber unos cambios en el suelo que los capacita para que crezca un tipo de vegetación especialmente adaptada a vivir en estas condiciones.

Los humedales representan una parte esencial de los ecosistemas costaneros y su aceptación como un recurso natural de alto valor ecológico es relativamente reciente PMZC, 2009. Estos sistemas anegados son de alta productividad para los organismos que en ellos habitan como también de beneficio debido a que sirven de hábitat para una gran variedad de especies clasificadas como vulnerables y en peligro de extinción.

Los humedales recargan sistemas de acuíferos, controlan la erosión del suelo, regulan el flujo de agua de lluvia, como también reducen el efecto de las inundaciones. En adición, son considerados como áreas de amortiguamiento contra

contaminantes en el agua y tienen gran importancia económica para la pesca comercial ya que muchas especies de peces pasan parte de su ciclo de vida y se desarrollan en el manglar (PMZC, 2009).

En Puerto Rico se estima que hay 34,000 hectáreas (4%) de humedales costeros, de los cuales 42% son humedales salinos y el 58% son humedales de agua dulce. Entre los humedales de agua dulce, un 74% (25,100 hectáreas) están dominados por vegetación herbácea y 92% (23,000 hectáreas) se inundan estacionalmente. De los humedales herbáceos, el 77% (19,300 ha) no son salinos y el 23% (58,000 hectáreas) son salinos. Los humedales costeros forestados cubren aproximadamente el 1% del territorio del País, de los que 6,700 hectáreas son manglares y 300 hectáreas son pantanos de *Pterocarpus* (PMZC, 2009).

Los humedales son indispensables por los innumerables beneficios o servicios eco sistémicos que brindan a la humanidad, desde suministro de agua dulce, alimentos, materiales de construcción, biodiversidad, como también reducen las crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigan del cambio climático (Ramsar 6ta ed.).

Figura 5: Sistema de Humedales



Leyenda

SISTEMA

- Estuarine
- Lacustrine
- Marine
- Palustrine
- Riverine

PMZC (2013) Rasgos costeros de Puerto Rico (en revisión). USFWS. Humedales de Puerto Rico

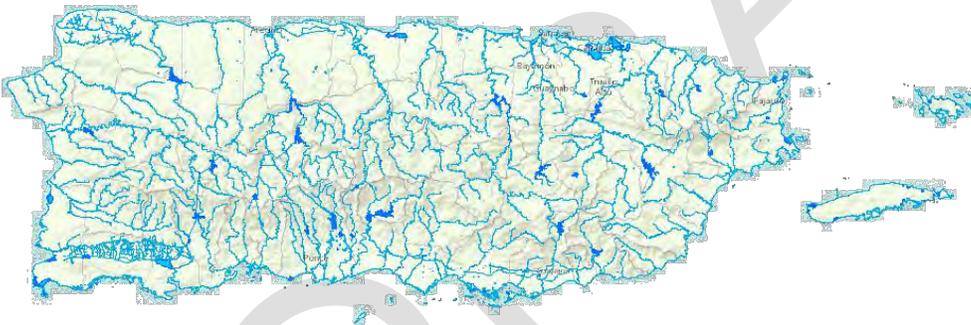
Hidrografía

La hidrografía de Puerto Rico cuenta con diversos sistemas, incluye quebradas, ríos, embalses, lagunas, humedales, estuarios y caños, en lo referente a las aguas superficiales. Otra forma presente del recurso agua se manifiesta bajo el suelo, lo que se conoce como aguas subterráneas. En esta presencia el recurso agua se manifiesta en los sistemas de acuíferos, ríos subterráneos y la convergencia de recursos superficiales que permite la integridad o relación directa con el ámbito superficial. En dicho ámbito se encuentra los sumideros y las áreas de captación de agua que suplen del recurso (agua) a los sistemas subterráneos.

Hidrografía superficial

El DRNA es custodio responsable del recurso agua del País. Parte de la responsabilidad del DRNA en la administración del recurso agua a nivel superficial corresponde al embalse Cerillo y los ríos, mientras la administración de las aguas que discurren a través de quebradas corresponden a las jurisdicciones municipales. Los embalses adicionales (no administrados por el DRNA) son administrados en el País por la AEE (PREPA, por sus siglas en inglés) o por la AAA (PRASA, por sus siglas en inglés).

Figura 6: Hidrografía superficial



Hidrografía subterránea

Un acuífero es una formación geológica saturada con agua, cuyo volumen y permeabilidad es suficiente para sostener la extracción de un caudal significativo de agua dulce (Driscoll, 1986; Campbell y Lehr, 1973). Puerto Rico cuenta con una diversidad de formaciones geológicas que funcionan como acuíferos, las cuales se pueden agrupar en tres tipos de formaciones hidrogeológicas fundamentales: depósitos aluviales, roca caliza (cárstica) y roca fracturada.

Entre los acuíferos más importantes de Puerto Rico se encuentran los de la caliza del Norte,

Los acuíferos de la Región Sur son también una fuente importante de agua para consumo humano y actividades agrícolas, con una producción para el 2010 de aproximadamente el 31 por ciento de toda el agua que se utiliza en

la zona. La fuente principal de agua potable en los municipios de Salinas, Santa Isabel, Coamo y Guánica son los acuíferos aluviales. Los acuíferos en la Costa Sur han provisto una cantidad significativa de agua que, a lo largo del tiempo, se ha utilizado para propósitos agrícolas, domésticos e industriales. Históricamente una de las fuentes de recarga más importantes para los acuíferos de la Región Sur ha sido la infiltración de agua de riego suplido por los embalses Patillas, Carite y Guayabal; transferida mediante los canales de riego en tierra; y por la práctica de riego por surcos. La reducción en el área bajo riego, el incremento en la utilización del agua de los embalses para uso domésticos y la utilización de sistemas de riego de eficiencia son factores que han producido una merma significativa en la recarga de los acuíferos en la Costa Sur durante los últimos 20 años.

Los acuíferos en los valles interiores del País (no costaneros) generalmente consisten de depósitos aluviales o de roca fracturada con interconexión hidráulica con sedimentos no consolidados a lo largo de los cauces de los ríos. En algunos lugares se encuentran formaciones de caliza. Los acuíferos de caudal en esta categoría son los de depósitos de aluvión en los valles de Caguas, Juncos y Cayey. Aunque algunos pozos en estas áreas pueden tener capacidades de cientos de galones por minuto, típicamente el ritmo de extracción es mucho menor.

El ritmo de extracción de estos acuíferos está limitado por la cantidad de recarga de lluvia y de los ríos. Estos acuíferos no tienen conexión hidráulica con el mar, por lo que no están sujetos a problemas de intrusión de agua salina. Sin embargo, la presencia de nitratos, fosfatos, hierro y manganeso ocasiona problemas de calidad en algunas áreas. Estos nutrientes y metales no representan un riesgo a la salud y pueden ser removidos mediante oxidación. Además, éstos generalmente tienen poca extensión y poco almacenaje.

Figura 7: Acuíferos Principales en Puerto Rico



ANEJO 4: ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD: IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

En el Análisis de Vulnerabilidad se evaluaron la infraestructura tanto física como natural, ya mencionada en el Anejo 3, con el objetivo de poder continuar cumpliendo con los deberes encomendados al DRNA mediante su Ley orgánica (Ley Núm. 23 de 1972) ante los escenarios futuros en nuestro clima cambiante.

Se identificaron varias de las facultades y deberes establecidos por la Ley Orgánica del DRNA, a evaluarse. Estas son:

- **Admiración de aguas subterráneas** - *Controlar el uso y extracción de las aguas subterráneas, fijar su ritmo de extracción y establecer los derechos a pagarse.*
- **Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera** - *Vigilancia y conservación de las aguas territoriales, los terrenos sumergidos y la zona-marítimo terrestre, conceder franquicias, permisos y licencias para su uso.*
- **Administrar especies de vida silvestre terrestre o acuáticos** -*Tomar medidas necesarias para la conservación, preservación, distribución, manejo, introducción, propagación y restauración de especies de vida silvestre residentes, migratorias y exóticas, tanto terrestres como acuáticas.*
- **Adquirir terrenos apropiados para la conservación de las especies de vida silvestre** -*Adquirir mediante la compra, donación, transferencias o cualquier otro medio que el derecho proceda tierras y habitáculos acuáticos apropiados para las especies*
- **Implantar medidas para la protección y conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción** -*Adoptar reglamentos con el fin de designar, mejorar y preservar las especies de vida silvestre, animales y plantas, tanto terrestres como acuáticas, amenazadas o en peligro de extinción.*
- **Administrar estructuras e instalaciones del DRNA**-*Establecer, construir, desarrollar, operar y mantener áreas, estructuras y facilidades recreativas en los terrenos bajo su custodia y administración.*

Para cada uno de los deberes se identificaron la infraestructura (física o natural) que se tabularon de la siguiente forma:

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal
Admiración de aguas subterráneas.	Aguas Subterráneas
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Ríos, Estuarios, Lagunas, Recursos Costeros y Marinos Sistema de Humedales Embalses, Proyectos de Control de Inundaciones y Sistema de Bombas
Administrar especies de vida silvestre terrestre o acuáticos Adquirir terrenos apropiados para la conservación de las especies de vida silvestre Implantar medidas para la protección y conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción	Bosques, Reservas y Refugios de Vida Silvestre Reservas Marinas
Administrar estructuras e instalaciones del DRNA	Edificaciones Viveros Muelles

Se identificaron cinco estresores principales como parte de los cambios climáticos, estos son: aumento de la temperatura superficial (atmosférica y oceánica), cambios en los patrones de precipitación (eventos extremos de sequía y de lluvias intensas), aumento en la intensidad de los eventos atmosféricos, aumento en el nivel del mar y acidificación de los océanos.

Se identificaron y analizaron los riesgos para cada infraestructura (física y natural), ante los diferentes escenarios de los estresores. Esto se logró mediante la revisión de literatura científica, documentos como “El Estado del Clima de Puerto Rico”, entrevistas, reuniones con personal del DRNA, así como la revisión de científicos y personal de agencias federales, profesores de universidades, entre otros.

Además se utilizó el sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) para identificar la ubicación de las infraestructuras a evaluarse, cuales pudieran afectarse según las proyecciones del aumento del nivel del mar realizados por la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional (NOAA por sus siglas en inglés) y los modelos de las marejadas ciclónicas junto con el aumento del nivel del mar realizado por la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

Esta información fue tabulada y analizada según la severidad del impacto del riesgo que se prevé en la infraestructura, la probabilidad de que ocurra, la escala espacial del impacto (local, regional o nacional), tiempo o periodo que transcurrirá antes de ver el riesgo y confiabilidad de que ocurra ese riesgo.

Las tablas se presentan a continuación junto con la evaluación de cada uno de los riesgos.

BORRADOR

ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE EL AUMENTO DE TEMPERATURA

ESTRESOR: Aumento de la temperatura

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento de temperatura	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabilidad (baja, mediana, alta)
Admiración de aguas subterráneas.	Aguas Subterráneas	1) Menor recarga debido a una mayor evaporación de las aguas superficiales que recargan los acuíferos. (SJBEP)	Moderado	Mediana	Regional	Ya está ocurriendo, aunque más por efecto del estresor de baja en precipitación	Baja
		2) Pudiera aportar en la disminución de la calidad del agua. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Ríos, Estuarios, Lagunas	3) Aumento en la toxicidad de los contaminantes presentes o su solubilidad produciendo una mayor concentración de contaminantes (PRCCC)	Moderado	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Baja
		4) Merma de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua (SJBEP; PRCCC)	Severo	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Alta
		5) Aumenta la posibilidad o capacidad de tener mayor cantidad, supervivencia o transmisión de los parásitos y enfermedades en los cuerpos de agua. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
		6) Pudiera ocasionar un aumento en la demanda del agua	Severo	Muy Alta	Regional	Ya está ocurriendo	Alta
		7) Aumento de la probabilidad de especies invasores en los cuerpos de agua	Moderado	Alta	Regional	Ya está ocurriendo y va a continuar a medida que aumente el estresor	Mediana
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Recursos Costeros y Marinos	8) Aumenta la posibilidad o capacidad de tener mayor cantidad, supervivencia o transmisión de los parásitos y enfermedades en los cuerpos de agua. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
		9) Alteración en la determinación del sexo de las tortugas marinas en etapa de crecimiento en el nido.	Moderado	Alta	Regional	Años	Mediana

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento de temperatura	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabledad (baja, mediana, alta)
<p>Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera</p>	<p>Cont. Recursos Costeros y Marinos</p>	<p>10) Mayor susceptibilidad de las especies sensibles al estrés térmico. Algunos de éstas son los: Moluscos- Przeslawski, et al. 2005 indican que durante las etapas juveniles son más vulnerables a cambios en la radiación UV, pH y temperatura del agua (PRCCC, 2014). Corales- su relación simbiótica con la población de dinoflagelados (zooxantellae) se ve afectado ante situaciones de estrés, causando el blanqueamiento de corales. Esto hace que sean más vulnerables ante el aumento de la temperatura del agua (desde 1°C por más de 8 semanas), radiación UV, reducción de salinidad o toxicidad. (PRCCC p. 177).</p>	<p>Severo</p>	<p>Muy alta</p>	<p>Regional</p>	<p>Ya está ocurriendo. (PRCCC p. 178)</p>	<p>Alta</p>
		<p>11) Se espera que el estrés de la temperatura en hierbas marinas resulte en cambios de distribución, cambios en los patrones de reproducción sexual, alteración de las tasas de crecimiento hierbas marinas, el metabolismo y los cambios en su balance de carbono (PRCCC p.192).</p>	<p>Moderado</p>	<p>Mediana</p>	<p>Local-Regional</p>	<p>Años</p>	<p>Baja</p>
		<p>12) Cuando las temperaturas alcanzan el límite superior para las especies individuales de hierbas marinas, la reducción de la productividad hará que se mueran (PRCCC p. 192).</p>	<p>Severo</p>	<p>Mediana</p>	<p>Regional</p>	<p>Décadas</p>	<p>Baja</p>
		<p>13) Las temperaturas elevadas también pueden aumentar el crecimiento de algas competitivos y epífitas, que al crecer demasiado pudieran reducir la luz disponible que necesitan para sobrevivir (PRCCC p. 192).</p>	<p>Moderado</p>	<p>Mediana</p>	<p>Regional</p>	<p>Décadas</p>	<p>Baja</p>
		<p>14) Se espera una disminución significativa de la densidad y la biomasa de peces en los arrecifes de coral como resultado de la reducción de la cobertura de coral (PRCCC p. 198).</p>	<p>Severo</p>	<p>Alta</p>	<p>Regional</p>	<p>Años</p>	<p>Alta</p>
		<p>15) Peces costeros y pelágicos: La tolerancia a la temperatura es un determinante en los rangos geográficos, la biología y comportamiento de los peces. Parmesan y Yohe (2003) prevén un cambio en los rangos geográficos hacia las aguas más frías. Estos cambios de hábitat han sido identificados en las costas de Puerto Rico en especies como Dorado y Atún Yellow Fin, peces de importancia comercial (PRCCC p. 199).</p>	<p>Severo</p>	<p>Alta</p>	<p>Regional</p>	<p>Ya está ocurriendo</p>	<p>Alta</p>
<p>Manejo de los Recursos Terrestres y</p>	<p>Sistema de Humedales</p>	<p>16) Merma de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua. (SJBEP; PRCCC)</p>	<p>Severo</p>	<p>Alta</p>	<p>Local</p>	<p>Ya está ocurriendo</p>	<p>Mediana</p>

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento de temperatura	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabledad (baja, mediana, alta)
Sumergidos de la Zona Costanera		17) Temperaturas mayores de 35°C han llevado a estrés térmico afectando las estructuras de las raíces de manglares y el establecimiento de las plántulas de mangle (PRCCC)	Severo	mediana	Local	Ya está ocurriendo	Alta
		18) Aumenta la posibilidad o capacidad de tener mayor cantidad, supervivencia o transmisión de los parásitos y enfermedades en los cuerpos de agua. Los parásitos y bacterias en los cuerpos de agua pudieran aumentar la cantidad, supervivencia o transmisión. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Embalse Cerrillo, Proyectos de Control de Inundaciones y Sistema de Bombas	19) Aumento en la toxicidad de los contaminantes presentes o su solubilidad produciendo una mayor concentración de contaminantes (PRCCC)	Moderado	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Baja
		20) Aumenta la posibilidad o capacidad de tener mayor cantidad, supervivencia o transmisión de los parásitos y enfermedades en los cuerpos de agua. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
		21) Merma de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana
		22) Aumento en la evaporación y ante presencia de jacintos aumento de la evapotranspiración, disminuyendo el nivel del embalse.	Moderado	Muy alta	Local	Años	Mediana
Administrar especies de vida silvestre terrestre o acuáticos Determinar medidas de conservación necesarias para las especies de vida silvestre Adquirir terrenos apropiados para la conservación de las especies de vida silvestre Implantar medidas para la protección y conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción	Bosques, Reservas y Refugios de Vida Silvestre	23) Svensson et al. (2006) identifican un desplazamiento de la fauna y aumento de la posibilidad de tener mayor presencia de especies invasoras (PRCCC)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
		24) Baja poblacional de aves marinas y costeras (<i>Seabirds and shorebirds</i>)- La irradiación y aumento de temperaturas puede afectar su comportamiento, dejando desatendido el nido y alterar su cadena alimenticia (peces presa migran por aumento en temperatura; lo que indirectamente contribuye al fracaso nido. (PRCCC, 2014)	Moderado	Alta	Local	Años	Baja
		25) Cambio en la estructura y composición de los ecosistemas. (Las temperaturas afectan el crecimiento, supervivencia, reproducción y distribución de las plantas y animales. PRCCC 2014)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
		26) Alteración de la dinámica de la cadena alimenticia. (PRCCC)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Mediana
		27) Mayor susceptibilidad de las especies de flora y fauna terrestre sensibles al estrés térmico.	Severo	Muy Alto	Regional	Años	Baja
		28) Mayor susceptibilidad de las especies sensibles marinas al estrés térmico. Algunos de éstas son los: Moluscos - Przeslawski, et al. (2005) concluyen que durante las etapas juveniles son más vulnerables a	Severo	Muy alta	Local	Ya está ocurriendo, (PRCCC p. 178).	Alta

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento de temperatura	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiablez (baja, mediana, alta)
	Reservas Marinas	cambios en la radiación UV, pH y temperatura del agua (PRCCC). Corales - su relación simbiótica con la población de dinoflagelados (zooxantellae) se ve afectado ante situaciones de estrés, causando el blanqueamiento de corales. Esto hace que sean más vulnerables ante el aumento de la temperatura del agua (desde 1°C por más de 8 semanas), radiación UV, reducción de salinidad o toxicidad. (PRCCC p. 177).					
	Reservas Marinas	29) Corto y Neckles (1998) proyectan que el estrés de la temperatura en hierbas marinas resulte en cambios de distribución, cambios en los patrones de reproducción sexual, alteración de las tasas de crecimiento hierbas marinas, el metabolismo y los cambios en su balance de carbono (PRCCC p. 192).	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
	Reservas Marinas	30) Cuando las temperaturas alcanzan el límite superior para las especies individuales de hierbas marinas, Coles et al. (2004) indica la reducción de la productividad hará que se mueran (PRCCC p. 192).	Moderado	Mediana	Regional	Años	Mediana
	Reservas Marinas	31) Se anticipa que habrá más informes de enfermedades en mamíferos marinos en Puerto Rico (PRCCC, 2014).	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
	Reservas Marinas	32) Alteración de las rutas migratorias por las temperaturas oceánicas (PRCCC, 2014).	Severo	Alta	Regional	Décadas	Mediana
	Reservas Marinas	33) Las temperaturas elevadas también pueden aumentar el crecimiento de algas competitivos y epífitas, que puede crecer demasiado hierbas marinas y reducir la luz disponible que necesitan para sobrevivir (PRCCC p. 192).	Moderado	Mediana	Regional	Años	Baja
	Reservas Marinas	34) Aumento en las probabilidades de infecciones y brotes de enfermedades en especies marinas (PRCCC, 2014).	Severo	Alta	Regional	Años	Baja
	Reservas Marinas	35) Peces costeros y pelágicos: Claro et al (2007) prevé una disminución significativa de la densidad y la biomasa de peces en los arrecifes de coral como resultado de la reducción de la cobertura de coral (PRCCC p. 198).	Severo	Alta	Nacional	Años	Alta

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento de temperatura	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiability (baja, mediana, alta)
		36) Peces costeros y pelágicos: La tolerancia a la temperatura es un determinante en los rangos geográficos, la biología y comportamiento de los peces. Parmesan y Yohe (2003) prevé un cambio en los rangos geográficos hacia las aguas más frías. Estos cambios de hábitat han sido identificados en las costas de Puerto Rico en especies como Dorado y Atún Yellow Fin, peces de importancia comercial (PRCCC p. 199).	Severo	Alta	Regional	Ya está ocurriendo	Alta
Administrar estructuras e instalaciones del DRNA	Edificaciones Viveros Muelles/ Rampas	37) Deterioro físico, estructural de instalaciones. Deterioro físico, estructural de instalaciones.	Leve	Baja	Regional	Años	Baja

BORRADOR

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD- RIESGOS ANTE EL AUMENTO DE TEMPERATURA

			Impacto					
			1	2	3	4	5	6
			Incidental	Leve	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
Probabilidad	Muy Alta	6			22		6, 10, 27, 28	
	Alta	5			2, 3, 7, 9, 19, 24		4, 14, 15, 16, 20, 32, 34, 35, 36	
	Mediana	4			1, 5, 8, 11, 13, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33		12, 17	
	Baja	3		37				
	Muy Baja	2						
	Nula	1						

RIESGOS PRIORITARIOS:

Para poder priorizar los riesgos identificados, se seleccionó el nivel de impacto de éste riesgo y la probabilidad de que ocurra el mismo. En la tabla se puede observar una aglomeración de aquellos riesgos con igual nivel de impacto y probabilidad. Mientras más alto el nivel de impacto y su probabilidad mayor prioridad tienen de ser atendidos. En color rojo tenemos los de mayor prioridad, en color verde aquellos riesgos con una prioridad intermedia, y en amarillo aquellos riesgos que se entienden que su impacto es menor por lo cual su prioridad de atención es menor. Muchos de estos riesgos son causados por otros efectos o estresores, no obstante la temperatura es un factor que puede acelerar su impacto.

Luego de evaluar cada riesgo según su impacto y probabilidad de que ocurra, se determinó que los riesgos de mayor prioridad son:

- Las olas de calor o altas temperaturas pudieran ocasionar un aumento en la demanda del agua. Ej. uso recreativo (piscinas, etc.) como para hidratación en humanos y vegetación (a mayor evapotranspiración)

**Este riesgo pudiera tener mayor impacto con la suma de otros estresores como la disminución en el promedio de precipitación.

Esto pudiera impactar la cantidad y calidad de agua requerida en los ríos para mantener su estructura y funcionamiento biológico, así como el transporte de sedimentos, entre otros. (Jiménez et al., 2005; Postel y Richter, 2003) Garrido et al. define en un caudal ecológico saludable como aquel caudal capaz de poseer condiciones óptimas para la permanencia y desarrollo de los hábitats acuáticos y riparios, para sustentar poblaciones bióticas viables y mantener un funcionamiento ecológico que asegure el nivel adecuado de los bienes y servicios que la sociedad está esperando recibir del ecosistema (Garrido et al., Jiménez et al., 2005).

- Mayor susceptibilidad de las especies de flora y fauna terrestre sensibles al estrés térmico.
- Mayor susceptibilidad de las especies marinas sensibles al estrés térmico. Algunos de éstas son los:

Moluscos- durante las etapas juveniles son más vulnerables a cambios en la radiación UV, pH y temperatura del agua (Przeslawski, et al. 2005).

Corales- su relación simbiótica con la población de dinoflagelados (zooxantellae) se ve afectado ante situaciones de estrés, causando el blanqueamiento de corales. Esto hace que sean más vulnerables ante el aumento de la temperatura del agua (desde 1°C por más de 8 semanas), radiación UV, reducción de salinidad o toxicidad. (PRCCC p. 177).

ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE LOS CAMBIO EN PRECIPITACIÓN

ESTRESOR: Cambios en precipitación

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante los cambio en precipitación	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabilidad (baja, mediana, alta)
Administración de aguas subterráneas.	Aguas Subterráneas	<u>Lluvias extremas:</u> 1) Aumento en el transporte de contaminantes (plaguicidas, etc.) hacia los acuíferos.	Severo	Alta	Regional	Ya está ocurriendo (Quiñones, 2011)	Mediana
		<u>Sequías:</u> 2) Disminución del nivel freático ante la reducción de recarga y consumo (SJBEP; EPA)	Severo	Alta	Regional	Años	Alta
		3) Mayor demanda de las reservas de agua subterránea	Severo	Alta	Regional	Ya está ocurriendo	Alta
		4) Mayor riesgo de contaminación por intrusión salina y otras sustancias químicas.	Severo	Muy Alto	Regional	Ya está ocurriendo	Alta
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Ríos, Estuarios, Lagunas,	<u>Lluvias extremas:</u> 5) Mayor erosión del terreno, mayor sedimentación de los cuerpos de agua y mayor turbidez (SJBEP)	Severo	Muy Alta	Regional	Años	Mediana
		6) Day et al. (2008); Anthony et al. (2009) identifican un aumento del transporte de nutrientes y sedimentos a las lagunas costeras y disminución en la salinidad. Esto también pudiera aumentar la eutroficación en estos ecosistemas. (PRCCC 2014)	Moderado	Mediana	Regional	Años	Mediana
		7) Aumento en el transporte de contaminantes y desbordes de aguas sanitarias en áreas con alcantarillado combinado (pluvial y sanitario), poniendo en riesgo la calidad de aguas.	Moderado	Alta	Nacional	Ya está ocurriendo	Alta
		<u>Sequías:</u> 8) Aumento de la salinidad de estuarios y lagunas costeras, a medida que disminuye el flujo de agua dulce, lo cual puede afectar la distribución de la biota en estos ecosistemas (PRCCC).	Severo	Mediana	Regional	Años	Mediana
		9) Nicholls et al (2007) prevén que los cambios en los flujos de agua dulce a los estuarios puede afectar la productividad de muchas especies de peces estuarinos y marinos (PRCCC 2014)	Leve	Mediana	Local	Años	Mediana
		10) Disminución de la calidad del agua en deltas, estuarios y regiones costeras. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana
		11) Reducción de dinoflagelados en lagunas biolumincentes, debido a fuertes precipitaciones que conduce a aumentos en la escorrentía de tierra que provoca incrementos en los sedimentos y nutrientes que afectan a la calidad del agua debido a los cambios en la turbidez, la productividad y la salinidad. Esto ocurrirá más en áreas que también tienen menos vegetación en la cuenca adyacente (PRCCC p. 209).	Moderado	Mediana	Local	Años	Baja
		12) Reducción de flujos en ríos y quebradas, limitando los caudales ecológicos y la disponibilidad de agua para tomas, embalses	Severo	Muy alta	Regional	Ya está ocurriendo	Alta

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante los cambio en precipitación	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabilidad (baja, mediana, alta)
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Recursos Costeros y Marinos	<u>Lluvias extremas:</u> 13) Mayor erosión del terreno, mayor sedimentación de los cuerpos de agua y mayor turbidez (SJBEP)	Leve	Mediana	Local	Años	Mediana
		14) Van Woesik (1991), Coles y Jokiel (1992) prevén una disminución en la salinidad y aumento de la descarga de sedimentos cerca de bocas de los ríos, causando mortalidades masivas en los arrecifes de coral, debido a la disminución de la disponibilidad de luz y el estrés fisiológico, o podría resultar en cambios en la composición de especies (estructura de la comunidad) y/o una reducción en la cobertura de coral (PRCCC p. 183).	Severo	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Alta
		15) Aumento de sedimentos en cuerpos de agua y entierro de praderas de hierbas marinas y cambios de salinidad (PRCCC p. 192)	Severo	Mediano	Local- Regional	Años	Baja
		<u>Sequías:</u> 16) Aumenta la cantidad, supervivencia o transmisión de los parásitos y bacterias en los cuerpos de agua. (SJBEP; PRCCC)	Moderado	Mediana	Local	Años	Mediana
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Sistema de Humedales	<u>Sequías:</u> 17) Aumento de la salinidad de humedales costeros, a medida que disminuye el flujo de agua dulce, lo cual puede afectar la distribución de la biota en estos ecosistemas (PRCCC).	Severo	Mediana	Regional	Años	Mediana
		18) Ellison (2000, 2004) identifica una disminución de la productividad, crecimiento y supervivencia de las plántulas de los humedales. Así como, cambios en la composición de las especies favoreciendo aquellas más tolerantes a la salinidad (PRCCC, 2014).	Moderado	Mediana	Regional	Años	Mediana
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Embalses, Proyectos de Control de Inundaciones y Sistemas de Bombas	<u>Lluvias extremas:</u> 19) Aumento de áreas inundables en áreas de poco drenaje.	Severo	Alta	Regional	Años	Alta
		20) Aumento de la necesidad de infraestructura para control de inundaciones.	Severo	Mediana	Local	Años	mediana
		21) Las facilidades de control de inundación existentes pueden ser inadecuadas (sistemas de bombas, entre otros).	Catastrófico	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana
		<u>Sequías:</u> 22) Reducción de la disponibilidad de agua potable en los embalses	Catastrófico	Alta	Local	Años	Mediana

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante los cambio en precipitación	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabilidad (baja, mediana, alta)
Administrar recursos de las especies de vida silvestre (flora y fauna) terrestres o acuáticas	Bosques, Reservas y Refugios de Vida Silvestre	<u>Lluvias extremas:</u> 23) Cambios en las poblaciones microbiológicas, teniendo un efecto dómimo (SJBEP)	Moderado	Mediana	Local	Años	Mediana
		24) Presencia de contaminantes en bosques y reservas transportados por las escorrentías (PRCCC)	Severo	Mediana	Local	Años	Mediana
		25) Puede modificar las condiciones del hábitat para crear el nido, disponibilidad y abundancia de alimentos causando el abandono del nido o incluso conllevar a la muerte de especies adultos o jóvenes (PRCCC).	Leve	Mediana	Local	Años	Mediana
		<u>Sequías:</u> 26) Especies en los sistemas acuáticos y terrestres pueden afectarse por nuevos de periodos de sequía (PRCCC, p.152).	Severo	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana
		27) Afecta la reproducción de especies que dependen del movimiento a aguas arriba, ejemplos: camarones, pez chupa piedra, entre otros (Rivera, A 2015)	Severo	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana
		28) Disminución del crecimiento y aumento en la apertura del dosel y hasta mortandad de bosques en el Carso- debido a sequias extremas o reducciones en precipitación anual que alteren el sistema hidrológico subterráneo y secando los valles.	Leve	Mediana	Local	Años	Mediana
		29) Mayor efecto en los bosques por la propagación de fuegos forestales (PRCCC).	Severo	Mediana	Local	Años, o a medida que aumente también la temperatura	Mediana
	30) Pueden afectar severamente el comportamiento y fisiología de los reptiles, en particular aquellos limitados a un hábitat en zonas altas, ej. Coquí (Rivera, A 2015, PRCCC)	Severo	Mediana	Local	Años	Mediana	
	Reservas Marinas	<u>Lluvias extremas:</u> 31) Mortandad de corales al disminuir la salinidad y aumentar las descargas y depósitos de sedimentos cerca de los ríos (PRCCC, 2014).	Moderado	Alta	Local	Años	Mediana
Administrar estructuras e instalaciones del DRNA	Edificaciones Viveros Muelles	<u>Lluvias extremas:</u> 32) Deterioro de instalaciones por inundaciones: Instalaciones dentro de áreas con riesgo a inundación (FEMA,2009): Aserradero y Vivero de Plantas Los Caños Oficina del Cuerpo de Vigilantes- Humacao Instalaciones en los Bosques de: Adjuntas, Boquerón, Piñones Casa Bomba de: Baldorioty de Castro, Bay View, Caño Tiburones, El Guapo, El Parque, Juana Matos, La Malaria, Las 80, Pastillo, Pichingo y San Fernando Destacamento de: Culebra, Guánica, Mona y Lago Dos Bocas Oficina Central del DRNA –Edif Agencias Ambientales Oficina Comisionado de Navegación Fajardo Oficina Regional de Humacao Instalaciones en reservas naturales de: Canal Luis Peña, Bahía Bioluminiscente de Vieques, Río Espíritu Santo,	Catastrófico	Alta	Local	Ya está ocurriendo	Mediana

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante los cambio en precipitación	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabilidad (baja, mediana, alta)
		Isla Caja de Muertos, Isla de Mona y Monito, La Parguera y Bosque Pterocarpus Humacao Unidades Marítimas de: Aguadilla, Boquerón, Fajardo, Piñones, Ponce, y Guayama					
		<u>Sequías:</u> 33) Cierre de instalaciones recreativas	Moderado	Alta	Nacional	Ya está ocurriendo	Alta

BORRADOR

EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD- RIESGOS ANTE EL AUMENTO EN PRECIPITACIÓN

			Impacto					
			1	2	3	4	5	6
			Incidental	Leve	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
Probabilidad	Muy Alta	6					4, 5, 12	
	Alta	5			7, 10, 31, 33		1, 2, 3, 14, 19, 26, 27	21, 22, 32
	Mediana	4		9, 13, 25, 28	6, 11, 16, 18, 23		8, 15, 17, 20, 24, 29, 30	
	Baja	3						
	Muy Baja	2						
	Nula	1						

RIESGOS PRIORITARIOS:

Para priorizar los riesgos identificados, se seleccionó el nivel de impacto de éste riesgo y la probabilidad de que ocurra el mismo. En la tabla se puede observar una aglomeración de aquellos riesgos con igual nivel de impacto y probabilidad. Mientras más alto el nivel de impacto y su probabilidad mayor prioridad tienen de ser atendidos. En color rojo tenemos los de mayor prioridad, en color verde aquellos riesgos con una prioridad intermedia, y en amarillo aquellos riesgos que se entienden que su impacto es menor por lo cual su prioridad de atención es menor. Muchos de estos riesgos son causados por otros efectos o estresores, no obstante los cambios en la precipitación es un factor que puede acelerar su impacto.

Luego de evaluar cada riesgo según su impacto y probabilidad de que ocurra, se determinó que los riesgos de mayor prioridad son:

- **Lluvias extremas:** Las facilidades de control de inundación existentes pueden ser inadecuadas (sistemas de bombas, entre otros).
- **Lluvias extremas:** Deterioro de instalaciones por inundaciones. Aquellas instalaciones dentro de áreas con riesgo a inundación identificadas por FEMA, pudieran verse afectadas de ocurrir un evento extremo de lluvia.
- **Lluvias extremas:** Mayor erosión del terreno, mayor sedimentación de los cuerpos de agua y mayor turbidez (SJBEP, EPA)
- **Sequía:** Reducción de la disponibilidad de agua potable en los embalses

- Sequía: Mayor riesgo de contaminación por intrusión salina y otras sustancias químicas en los acuíferos
- Sequía: Reducción de flujos en ríos y quebradas, limitando los caudales ecológicos y la disponibilidad de agua para tomas, embalses

BORRADOR

ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE EL AUMENTO EN LA INTENSIDAD DE EVENTOS ATMOSFÉRICOS

ESTRESOR: Aumento en la intensidad de las Tormentas y Huracanes del tipo I, III y V – Para los Niveles Promedio del Mar 0, 0.5, y 1.0m

Para este análisis se utilizaron los modelos de marejadas ciclónicas realizados por el Dr. Aurelio Mercado de RUM de la UPR

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento en la intensidad de eventos atmosféricos	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiability (baja, mediana, alta)
Manejo de los recursos terrestres y sumergidos de la Zona Costanera	Ríos, Estuarios, Lagunas	1) Mayor erosión del terreno, mayor sedimentación de los cuerpos de agua y mayor turbidez (SJBEP)	Severo	Muy alta	Regional	Años	Mediana
		2) Inundaciones temporeras de las áreas estuarinas y cambios en la composición y estructura de la flora y fauna local	Severo	Alta	Regional	Años	Alta
	Recursos Costeros y Marinos	3) Destrucción de las barreras naturales que protegen la costa y la intensificación de la erosión costanera	Severo	Muy alta	Regional	Ya está ocurriendo	Mediana
	Sistema de Humedales	4) Mortandad de humedales por los efectos de marejadas y vientos fuertes (PRCCC, 2014).	Severo	Alto	Regional	Años	Alta
	Embalses, Proyectos de Control de Inundaciones Sistemas de Bombeo	5) Aumento de áreas susceptibles a inundaciones superficiales por lluvias copiosas, por marejadas ciclónicas y oleaje (PRCCC)	Severo	Muy alta	Regional	Años	Alta
		6) Aumento en la sedimentación de los embalses y consecuente pérdida de su capacidad de almacenar agua necesaria para enfrentar periodos prolongados de sequía	Catastrófico	Muy alta	Local	Ya está ocurriendo	Alta
		7) Inundaciones de la facilidades de las Casas de Bombas por el efecto de las marejadas ciclónicas y se efecto olas en los valles costaneros	Severo	Alta	Local	Años	Alta
Administrar Especies de vida silvestre (flora y fauna) terrestres o acuáticos Determinar medidas de conservación necesarias para las especies de vida silvestre	Bosques, Reservas y Refugios de Vida Silvestre	8) Aumento en los efectos causados por las marejadas ciclónicas en las áreas naturales protegidas Ver en Anejo 5- Lista de Áreas Naturales Protegidas que pudieran afectarse por marejadas ciclónicas con nivel del mar actual y aumento en el nivel del mar	Catastrófico	Alta	Regional	Años	Alta
		9) Pueden alterar la distribución y cadena alimenticia de la fauna. Sobre todo especies de ecosistemas costeros, por el efecto de marejadas ciclónicas y las especies de hábitat montañoso húmedo y bosques lluviosos. Estudios proyectan que las especies asociadas a la capa del dosel de árboles ej anfibios <i>Eleutherodactylus hedricki</i> , y <i>E. gryllus</i> serán significativamente afectados (PRCCC, p.167).	Severo	Muy alta	Regional	Años	Alta

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según Ley Orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento en la intensidad de eventos atmosféricos	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiability (baja, mediana, alta)
		10) Cambios en la intensidad de tormentas a largo plazo, pueden afectar las estructuras y productividad de comunidades y los procesos físicos como el ciclo de nutrientes (PRCCC, p.124)	Severo	Mediana	nacional	Décadas	Mediana
		11) Invasión de especies no nativas en áreas sin vegetación creadas por los deslizamientos o movimientos de terrenos (PRCCC)	Leve	Muy alta	Local	Ya está ocurriendo	Alta
	Reservas Marinas	12) Mortandad de corales por los efectos de marejadas y por la transportación de sedimentos a la costa (PRCCC, 2014).	Moderado	Alta	Local	Años	Alta
Administrar estructuras e instalaciones del DRNA	Edificaciones Muelles Instalaciones	13) Inundaciones de estructuras por las inundaciones por Marejadas Ciclónicas y el efecto olas. Ver en Anejo 6- Lista de Instalaciones que pudieran afectarse por marejadas ciclónicas	Catastrófico	Alta	Local	Años	Alta

BORRADOR

Evaluación de Vulnerabilidad- Riesgos ante el Aumento en la Intensidad de Eventos Atmosféricos Extremos:

			Impacto					
			1	2	3	4	5	6
			Incidental	Leve	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
Probabilidad	Muy Alta	6		11			1, 3, 5, 9	6
	Alta	5		12		2, 4, 7	8, 13	
	Mediana	4				10		
	Baja	3						
	Muy Baja	2						
	Nula	1						

RIESGOS PRIORITARIOS:

Para priorizar los riesgos identificados, se seleccionó el nivel de impacto de éste riesgo y la probabilidad de que ocurra el mismo. En la tabla se puede observar una aglomeración de aquellos riesgos con igual nivel de impacto y probabilidad. Mientras más alto el nivel de impacto y su probabilidad mayor prioridad tienen de ser atendidos. En color rojo tenemos los de mayor prioridad, en color verde aquellos riesgos con una prioridad intermedia, y en amarillo aquellos riesgos que se entienden que su impacto es menor por lo cual su prioridad de atención es menor. Muchos de estos riesgos son causados por otros efectos o estresores, no obstante los cambios en la precipitación es un factor que puede acelerar su impacto.

Luego de evaluar cada riesgo según su impacto y probabilidad de que ocurra, se determinó que los riesgos de mayor prioridad son:

- Mayor erosión del terreno, mayor sedimentación de los cuerpos de agua y mayor turbidez (SJBEP)
- Destrucción de las barreras naturales que protegen la costa y la intensificación de la erosión costanera
- Aumento de áreas susceptibles a inundaciones superficiales por lluvias copiosas, por marejadas ciclónicas y oleaje (PRCCC)
- Aumento en la sedimentación de los embalses y consecuente pérdida de su capacidad de almacenar agua necesaria para enfrentar periodos prolongados de sequía
- Pueden alterar la distribución y cadena alimenticia de la fauna. Sobre todo especies de ecosistemas costeros, por el efecto de marejadas ciclónicas y las especies de hábitat montañoso húmedo y bosques lluviosos. Estudios

proyectan que las especies asociadas a la capa del dosel de árboles ej anfibios *Eleutherodactylus hedricki*, y *E. gryllus* serán significativamente afectados (PRCCC, p.167).

- Aumento en los efectos causados por las marejadas ciclónicas en las áreas naturales protegidas
- Inundaciones de estructuras por las inundaciones por marejadas ciclónicas y el efecto olas.

BORRADOR

ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE EL AUMENTO DEL NIVEL PROMEDIO DEL MAR

ESTRESOR: Aumento el nivel promedio del mar (0.5m y 1.0m)

Para este análisis se utilizó la capa de información del aumento del nivel del mar de la NOAA.

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento del nivel promedio del mar	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiability (baja, mediana, alta)
Administración de Aguas Subterráneas	Aguas Subterráneas	1) Aumento de la intrusión salina por el incremento del nivel promedio del mar	Catastrófico	Alta	Nacional	Décadas	Alta
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Ríos, Estuarios, Lagunas	2) Impacto en la fauna y flora costera. Modificación de especies debido al aumento en la salinidad. Ej. En lagunas de la Reserva Natural de Humacao se han encontrado: disminución de especies como <i>Tilapia rendalli</i> y <i>Oreochromis mossabicus</i> , siendo reemplazada por especies de <i>Eugerres plumieri</i> y otras especies tolerantes a salinidad. También han ocurrido cambios en vegetación siendo reemplazado los arboles de <i>Pterocarpus officinalis</i> , humedales herbáceos y de agua dulce por los manglares rojo y blanco. Con estos cambios de hábitat ha disminuido las poblaciones de aves migratorias que utilizaban estos hábitats para reproducirse y alimentarse (PRCCC, p.131).	Moderado	Alta	Regional	Ya está ocurriendo	Alta
Manejo de los Recursos Terrestres y Sumergidos de la Zona Costanera	Recursos Costeros y Marinos	3) Mayor erosión costera. por cada 1 cm de aumento del nivel del mar, se espera un retroceso de la playa de 1 m; excepto en áreas con protecciones o indicadores geomórficos- eolianitas, playas rocosas, etc. Donde existan estructuras o características geológicas que funcionen como fronteras y no permitan el retroceso aumenta la pérdida de playas (PRCCC, p.98).	Catastrófico	Muy alta	Regional	Ya está ocurriendo	Alta
		4) La pérdida de áreas de playas reduciría la disponibilidad de hábitats para su fauna y flora. Ej. El estudio de Fish et al (2005) encontró que un aumento en el nivel del mar en el Caribe de 0.5 m puede causar un descenso de hábitat para el desove de tortugas marinas hasta un 35% (PRCCC p.98)	Severo	Alta	Regional	Décadas	Mediana
		5) Impacto en la fauna costera por el uso de estructuras físicas para evitar erosión. Ej: cangrejos como el <i>Gecarecinuis lateralis</i> , <i>cardisoma guanhumi</i>	Moderado	Mediana	Local	Años	Baja
		6) Impactos en la formación de dunas, bosques costeros y humedales.	Moderado	Alta	Regional	Años	Alta
		7) Las tasas de almacenamiento de arrecifes de coral o la tasa de crecimiento vertical de los corales podrían ser más lento que el aumento del nivel del mar que causa disminución de las poblaciones de especies de corales formadores de arrecifes y la pérdida de la protección de las comunidades costeras (PRCCC p. 176)	Severo	Alta	Regional	Décadas	Mediana

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento del nivel promedio del mar	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiability (baja, mediana, alta)
<p>Administrar especies de vida silvestre (flora y fauna) Terrestres o Acuáticos</p> <p>Adquirir terrenos apropiados para la conservación de las especies de vida silvestre</p> <p>Implantar medidas para la protección y conservación de especies en peligro de extinción</p>	Sistema de Humedales	8) Menos penetración de la luz a hierbas marinas que resulta en reducción de la productividad y el crecimiento y la eventual pérdida de hierbas marinas y sus servicios de los ecosistemas asociados. (PRCCC p. 191)	Severo	Mediana	Regional	Décadas	Mediana
		9) Presencia del efecto del “coastal squeezing” cuando existan estructuras que no permitan a los ecosistemas costeros retroceder y adaptarse a nuevos niveles del mar. Titus and Narayanan (1995) proyectan con una posibilidad de 10% de que el CC contribuya a una migración de los humedales de 30 cm para el 2050, 65 cm para el 2100 y 2 m para el 2200 (PRCCC, p.111)	Catastrófico	Alta	Regional	Décadas	Mediana
		10) Degradación y transformación de sistemas de humedales por cambios en la hidrología, hidrodinámica, y dinámica de sedimentos en la zona costanera (PRCCC).	Moderado	Muy alta	Nacional	Décadas	Mediana
		11) Mortandad en especies poco tolerantes a la salinidad. Estudios como Eusse y Aide (1999), Rivera-Ocasio et al. (2007) encontraron que un aumento de la salinidad sobre el 14% puede ocasionar mortandad de la especie <i>Pterocarpus officinalis</i> (PRCCC p.145) o un pequeño cambio de 1% reduce la nodulación en la raíz de la plántula (PRCCC p.145)	Moderado	Mediana	Regional	Décadas	Alta
	Embalses, Proyectos de Control de Inundaciones	12) Eventual y progresiva inundaciones de las Casas de Bombas administradas por el DRNA	Severo	Alta	Regional	Décadas	Alta
		13) Progresiva pérdida de su capacidad como medida de mitigación de riesgos de inundaciones	Severo	Alta	Local	Décadas	Alta
	Bosques, Reservas y Refugios de Vida Silvestre	14) Progresiva alteración en la composición y estructura de los ecosistemas costeros Áreas Naturales Protegidas (ANP) que pudieran afectarse con el aumento del nivel del mar de 1ft (0.30m) y 3ft (0.9m) (Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2012): Área Natural Protegida Medio Mundo y Daguao Bosques Estatales de: Aguirre, Boquerón, Ceiba, Guánica, Piñones Extensiones Marinas de Bosques y Reservas, así como las reservas marinas Tres Plama, arrecifes de Isla Verde, Guayama, entre otros Finca Los Frailes, Finca Nolla Refugios de Vida Silvestre: Iris Alameda de Boquerón, Vieques, Culebra y Cabo Rojo Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos Reservas Naturales de: Bahía Ballena, Caño La Boquilla, Caño Martín Peña, Caño Tiburones, Canal Luis Peña, Cayo Ratones, Corredor Ecológico del Noreste, Cueva del Indio, Bahías Bioluminiscentes de Vieques, Río Espíritu Santo, Finca Belverede, Finca Seven Seas, Hacienda la Esperanza, Humedal de Punta Vientos, Isla Caja de Muertos, La Ciénaga Las Cucharillas, La Parguera, Laguna de Joyuda, Laguna del Condado, Laguna Tortuguero, Las Cabezas de San Juan, Manglar de Punta Tuna, Pantano de Cibuco, Punta Cucharas, Punta Guaniquilla, Punta Petrona, Punta Yeguas, Pantano Bosque <i>Pterocarpus</i> Humacao Servidumbre de Conservación Palmas del Mar Tropical Forest	Moderado	Alta	Regional	Décadas	Alta

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento del nivel promedio del mar	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiabilidad (baja, mediana, alta)
		Terrenos adquiridos en Piñones Terrenos transferidos Roosevelt Roads Zona Amortiguamiento de: Caño Tiburones, La Parguera, Hacienda La Esperanza, Pterocarpus- Humacao					
Administrar estructuras e instalaciones del DRNA	Edificaciones Muelles Instalaciones	15) Progresiva inundación y deterioro de las instalaciones cercanas a la costa de acuerdo con las proyecciones del aumento del nivel del mar. Instalaciones que pudieran afectarse ante el aumento de 1ft (0.30m) y 3ft (0.9m) (Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2012): 1ft Destacamento de Guánica e Instalaciones en la Reserva Natural La Parguera 3ft Casa Bomba de: La Malaria, Caño Tiburones, Pastillo, Pichingo, Las 80, y El Parque Destacamento de Guánica Unidad Marítima de: Piñones y Fajardo Oficina Comisionado de Navegación Fajardo Instalaciones en las reservas naturales de: Isla Caja de Muertos y La Parguera	Catastrófico	Alta	Local	Décadas	Alta

Evaluación de Vulnerabilidad- Riesgos ante el Aumento del Nivel Promedio del Mar

			Impacto					
			1	2	3	4	5	6
			Incidental	Leve	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
Probabilidad	Muy Alta	6			10			3
	Alta	5			2, 6, 14		4, 7, 12, 13	1, 9, 15
	Mediana	4			5, 11		8	
	Baja	3						
	Muy Baja	2						
	Nula	1						

RIESGOS PRIORITARIOS:

De los riesgos identificados, se seleccionaron el nivel de impacto de éste riesgo y la probabilidad de que ocurra el mismo. En la tabla se puede observar una aglomeración de aquellos riesgos con igual nivel de impacto y probabilidad. Mientras más alto el nivel de impacto y su probabilidad mayor prioridad tienen de ser atendidos. En color rojo identificamos a los de mayor prioridad, en color verde aquellos riesgos con una prioridad intermedia, y en amarillo aquellos riesgos que se entienden que su impacto es menor por lo cual su prioridad de atención es menor. Muchos de estos riesgos son causados por otros efectos o estresores, no obstante los cambios en la precipitación es un factor que puede acelerar su impacto.

Luego de evaluar cada riesgo según su impacto y probabilidad de que ocurra, se determinó que los riesgos de mayor prioridad son:

- Aumento de la intrusión salina por el incremento del nivel promedio del mar
- Mayor erosión costera. Por cada 1 cm de aumento del nivel del mar, se espera un retroceso de la playa de 1 m; excepto en áreas con protecciones o indicadores geomórficos- eolianitas, playas rocosas, etc. Donde existan estructuras o características geológicas que funcionen como fronteras y no permitan el retroceso aumenta la pérdida de playas (PRCCC, p. 98).
- Presencia del efecto del “*coastal squeezing*” cuando existan estructuras que no permitan a los ecosistemas costeros retroceder y adaptarse a nuevos niveles del mar. Estudios de Titus y Narayanan (1995) proyectan con una posibilidad de 10% de que el CC contribuya a una migración de los humedales de 30 cm para el 2050, 65 cm para el 2100 y 2 m para el 2200 (PRCCC p.111)
- Progresiva inundación y deterioro de las instalaciones cercanas a la costa de acuerdo con las proyecciones del aumento del nivel del mar.

ANÁLISIS DE RIESGOS ANTE EL AUMENTO EN LA ACIDIFICACIÓN DEL OCÉANO

ESTRESOR: Aumento en la Acidificación del Océano

Funciones y Deberes Principales del DRNA (según ley orgánica DRNA)	Infraestructura Principal	Riesgo ante el aumento en la acidificación del océano	Impacto (leve, moderado, severo, catastrófico)	Probabilidad (muy alta, alta, mediana, baja)	Escala espacial (local, regional, nacional)	Tiempo (décadas, años, ya está ocurriendo)	Confiability (baja, mediana, alta)
Manejo de los Recursos terrestres y sumergidos de la Zona Costanera	Ríos, Estuarios, Lagunas	1) Reducción de especies de invertebrados marinos en ecosistemas estuarinos y riberinos (Fabry, et. Al, 2008).	Severo	mediana	Regional	Años	Mediana
	Recursos Costeros y Marinos	2) Erosión costera por la pérdida de los arrecifes de coral, que suplen arena a las playas y son barreras naturales (Keypas & Yates, 2009).	Severo	Alta	Regional	Décadas	Baja
		3) Degradación y mortandad de las comunidades coralinas y especies de invertebrados con exoesqueletos (Pramova, et. Al, 2014)	Catastrófico	Alta	Nacional	Años	Mediana
Administrar Recursos de la Vida Silvestre (flora y fauna) Terrestres o Acuáticos Implantar medidas para la protección y conservación de especies amenazadas o en peligro de extinción	Reservas Marinas	4) Pérdida de las especies marinas y a la pesca de interés comercial (Friedrich, et al, 2012)	Severo	Mediana	Nacional	Años	Mediana
		5) Reducción en el crecimiento y la calcificación de los arrecifes de coral y de especies de invertebrados con exoesqueletos (Pramova, et. Al 2014).	Severo	Alta	Nacional	Décadas	Mediana
		6) Pérdida de biodiversidad marina en las Reservas (Fabry, et al, 2008, Pramova, et. Al, 2014)	Catastrófico	Alta	Nacional	Décadas	Mediana
		7) Aumenta la bioerosión en los arrecifes de coral (Keypas & Yates, 2009)	Severo	Alta	Regional	Décadas	Baja

Evaluación de Vulnerabilidad- Riesgos ante el Aumento en la Acidificación del Océano

			Impacto					
			1	2	3	4	5	6
			Incidental	Leve	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
Probabilidad	Muy Alta	6						
	Alta	5				2, 5, 7	3, 6	
	Mediana	4				1, 4,		
	Baja	3						
	Muy Baja	2						
	Nula	1						

RIESGOS PRIORITARIOS:

Para priorizar los riesgos identificados, se seleccionó el nivel de impacto de éste riesgo y la probabilidad de que ocurra el mismo. En la tabla se puede observar una aglomeración de aquellos riesgos con igual nivel de impacto y probabilidad. Mientras más alto el nivel de impacto y su probabilidad mayor prioridad tienen de ser atendidos. En color rojo tenemos los de mayor prioridad, en color verde aquellos riesgos con una prioridad intermedia, y en amarillo aquellos riesgos que se entienden que su impacto es menor por lo cual su prioridad de atención es menor. Muchos de estos riesgos son causados por otros efectos o estresores, no obstante los cambios en la precipitación es un factor que puede acelerar su impacto.

Luego de evaluar cada riesgo según su impacto y probabilidad de que ocurra, se determinó que los riesgos de mayor prioridad son:

- Degradación y mortandad de las comunidades coralinas y especies de invertebrados con exoesqueletos (Pramova, et. Al, 2014)
- Pérdida de biodiversidad marina en las Reservas (Fabry, et al, 2008, Pramova, et. Al, 2014)

REFERENCIAS

- Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2012). *NOAA Coastal Services Center Sea Level Rise Data: Current Mean Higher High Water Inundation Extent*. Charleston, SC: NOAA's Ocean Service, Coastal Services Center (CSC).
- DRNA. (2014). *Programa de Inversiones de Mejoras Permanentes 2014-2015*. Junta de Planificación.
- DRNA (2015) Folleto Áreas Naturales Protegidas.
- DRNA. (n.d.). *Hoja informativa sobre el sistema de las casas de bombas que administra el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales*. Retrieved november 2014, from <http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/oficina-de-prensa-y-comunicaciones/hojas-informativas/Hoja%20informativa%20casas%20de%20bombas.pdf>
- Fabry, V. J., Seibel, B. A., Feely, R. A., and Orr, J. C. 2008. Impacts of ocean acidification on marine fauna and ecosystem processes. – *ICES Journal of Marine Science*, 65: 414–432.
- IPCC. (n.d.). Retrieved from <http://cambioclimaticoglobal.com/wp-content/uploads/2013/08/ScenarioTempGraph-large.jpg>
- IPCC. (2014). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, United Kingdom and New York,; Cambridge University Press.
- Ley Núm. 23; Ley Orgánica del DRNA, según enmendada (junio 20, 1972).
- Maslin, M. (2004). *Global Warming, a very short introduction*. Oxford University Press, Oxford 2004.
- NASA, Retrieved from <http://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-analyses-reveal-record-shattering-global-warm-temperatures-in-2015>
- NOAA, gráfico original de la NASA. (n.d.). Retrieved from <http://cambioclimaticoglobal.com/wp-content/uploads/2013/08/evidencia-del-cambio-climatico-nasa-co21.jpg>
- Nueva Ley de Vida Silvestre de Puerto Rico, Ley Núm. 241 (agosto 15, 1999).
- PMZC. (2009). *Estado de la Costa Revista del Programa de Manejo de Zona Costanera*.
- PMZC (2013). *Rasgos costeros de Puerto Rico (en revisión)*
- PRCCC. (2014). *El Estado del Clima de Puerto Rico: Evaluación de Vulnerabilidades Socio-ecológicas en el Clima Cambiante 2010-2013*. DRNA.
- Pramova, E., Chazarin, F., Locatelli, B., Hoppe, M. 2013. Climate change impact chains in tropical coastal areas.
- Rivera, A. (2015, junio 11). La sequía azota a El Yunque. *El Nuevo Día*, pp. 30-31.
- USGCRP. (2001). *National Climate Assessment*. Washington DC.
- WORDPRESS. (2014). Retrieved from <http://geographyslc.wordpress.com/2014/02/21/gr-8-the-enhanced-greenhouse-effect/>

ANEJO 5: LISTA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP) QUE PUDIERAN AFECTARSE POR MAREJADAS CICLÓNICAS CON NIVEL DEL MAR ACTUAL Y LAS PROYECCIONES DE AUMENTO

Utilizando el modelo de Marejadas Ciclónicas realizado por la Universidad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez, CariCOOs y el Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC). Escogimos las categorías de huracanes: 1, 3 y 5 como tres posibles escenarios: categoría 1=huracanes de baja intensidad; categoría 3= huracanes de intensidad moderada; categoría 5= huracanes de alta intensidad. Para el análisis se utilizó la suma de todas las posibles trayectorias para cada una de esas tres categorías según realizado por el modelo y utilizando el Sistema de Información Geográfica evaluamos las ANP que pudieran afectarse según este modelo.

Categoría 1		
Nivel del Mar actual	Aumento del Nivel del Mar (0.5m)	Aumento del Nivel del Mar (1m)
(Propuesto) RN Mar Negro y Bahía de Jobos	(Propuesto) RN Mar Negro y Bahía de Jobos	(Propuesto) RN Mar Negro y Bahía de Jobos
—Área Natural Protegida Medio Mundo y Daguao	—Área Natural Protegida Medio Mundo y Daguao	Área Natural Protegida Medio Mundo y Daguao
Bosque Estatal de Aguirre	Bosque de Pterocarpus de Dorado	Bosque de Pterocarpus de Dorado
Bosque Estatal de Boquerón	Bosque Estatal de Aguirre	Bosque Estatal de Aguirre
Bosque Estatal de Ceiba	Bosque Estatal de Boquerón	Bosque Estatal de Boquerón
Bosque Estatal de Guánica	Bosque Estatal de Ceiba	Bosque Estatal de Ceiba
Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Guánica	Bosque Estatal de Guánica
Cabo Rojo National Wildlife Refuge	Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Piñones
Finca Los Frailes	Cabo Rojo National Wildlife Refuge	Cabo Rojo National Wildlife Refuge
Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda de Boquerón	Culebra National Wildlife Refuge	Culebra National Wildlife Refuge
Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos	Finca Los Frailes	Finca Los Frailes
Reserva Natural Bahía Ballena	Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda de Boquerón	Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda de Boquerón
Reserva Natural Caño La Boquilla	Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos	Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos
Reserva Natural Caño Martín Peña	Reserva Natural Bahía Ballena	Reserva Natural Arrecifes de la Cordillera
Reserva Natural Caño Tiburones	Reserva Natural Caño La Boquilla	Reserva Natural Bahía Ballena
Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste	Reserva Natural Caño Martín Peña	Reserva Natural Caño La Boquilla
Reserva Natural de las Bahías Bioluminiscentes de Vieques	Reserva Natural Caño Tiburones	Reserva Natural Caño Martín Peña
Reserva Natural del Río Espíritu Santo	Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste	Reserva Natural Caño Tiburones
Reserva Natural Finca Belverede	Reserva Natural de las Bahías Bioluminiscentes de Vieques	Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste
Reserva Natural Hacienda la Esperanza	Reserva Natural del Río Espíritu Santo	Reserva Natural de las Bahías Bioluminiscentes de Vieques
Reserva Natural Humedal de Punta Vientos	Reserva Natural Finca Belverede	Reserva Natural del Río Espíritu Santo
Reserva Natural La Parguera	Reserva Natural Finca Seven Seas	Reserva Natural Finca Belverede
Reserva Natural Laguna de Joyuda	Reserva Natural Hacienda la Esperanza	Reserva Natural Finca Seven Seas
Reserva Natural Las Cabezas de San Juan	Reserva Natural Humedal de Punta Vientos	Reserva Natural Hacienda la Esperanza
Reserva Natural Pantano de Cibuco	Reserva Natural Isla Caja de Muertos	Reserva Natural Humedal de Punta Vientos
Reserva Natural Punta Cucharas	Reserva Natural La Ciénaga Las Cucharillas	Reserva Natural Isla Caja de Muertos
Reserva Natural Punta Guaniquilla	Reserva Natural La Parguera	Reserva Natural La Ciénaga Las Cucharillas
Reserva Natural Punta Petrona	Reserva Natural La Parguera	Reserva Natural La Parguera
Terrenos adquiridos en Piñones	Reserva Natural Laguna de Joyuda	Reserva Natural Laguna de Joyuda
Terrenos transferidos Roosevelt Roads	Reserva Natural Laguna del Condado	Reserva Natural Laguna del Condado

Vieques National Wildlife Refuge	Reserva Natural Las Cabezas de San Juan	Reserva Natural Laguna Tortuguero
Zona Amortiguamiento Caño Tiburones	Reserva Natural Pantano de Cibuco	Reserva Natural Las Cabezas de San Juan
Zona Amortiguamiento Cuenca de Iluminación R.N. La Parguera	Reserva Natural Punta Cucharas	Reserva Natural Manglar de Punta Tuna
Zona Amortiguamiento Hacienda La Esperanza	Reserva Natural Punta Guaniquilla	Reserva Natural Pantano de Cibuco
Zona Amortiguamiento R.N. La Parguera	Reserva Natural Punta Petrona	Reserva Natural Punta Cucharas
Zona Amortiguamiento Reserva Natural del Río Espíritu Santo	RN Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Sta Teresa Humacao	Reserva Natural Punta Guaniquilla
	Terrenos adquiridos en Piñones	Reserva Natural Punta Petrona
	Terrenos transferidos Roosevelt Roads	RN Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Sta Teresa Humacao
	Vieques National Wildlife Refuge	RN Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Sta Teresa Humacao
	Zona Amortiguamiento Caño Tiburones	Servidumbre de Conservación Palmas del Mar Tropical Forest
	Zona Amortiguamiento Cuenca de Iluminación R.N. La Parguera	Terrenos adquiridos en Piñones
	Zona Amortiguamiento Hacienda La Esperanza	Terrenos transferidos Roosevelt Roads
	Zona Amortiguamiento R.N. La Parguera	Vieques National Wildlife Refuge
	Zona Amortiguamiento R.N. Pantano, Pterocarpus, Lagunas - Humacao	Zona Amortiguamiento Caño Tiburones
	Zona Amortiguamiento Reserva Natural del Río Espíritu Santo	Zona Amortiguamiento Cuenca de Iluminación R.N. La Parguera
		Zona Amortiguamiento Hacienda La Esperanza
		Zona Amortiguamiento R.N. Bahías Bioluminiscentes de Vieques
		Zona Amortiguamiento R.N. La Parguera
		Zona Amortiguamiento R.N. Pantano, Pterocarpus, Lagunas - Humacao
		Zona Amortiguamiento Reserva Natural del Río Espíritu Santo
		Zona Amortiguamiento RN Humedal de Punta Vientos
Categoría 3		
Nivel del Mar actual	Aumento del Nivel del Mar (0.5m)	Aumento del Nivel del Mar (1m)
(Propuesto) RN Mar Negro y Bahía de Jobos	(Propuesto) RN Mar Negro y Bahía de Jobos	(Propuesto) RN Mar Negro y Bahía de Jobos
—Area Natural Protegida Medio Mundo y Daguao	—Area Natural Protegida Medio Mundo y Daguao	—Area Natural Protegida Medio Mundo y Daguao
Bosque de Pterocarpus de Dorado	Bosque de Pterocarpus de Dorado	Bosque de Pterocarpus de Dorado
Bosque Estatal de Aguirre	Bosque Estatal de Aguirre	Bosque Estatal de Aguirre
Bosque Estatal de Boquerón	Bosque Estatal de Boquerón	Bosque Estatal de Boquerón
Bosque Estatal de Ceiba	Bosque Estatal de Ceiba	Bosque Estatal de Ceiba
Bosque Estatal de Guánica	Bosque Estatal de Guánica	Bosque Estatal de Guánica
Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Piñones
Cabo Rojo National Wildlife Refuge	Cabo Rojo National Wildlife Refuge	Cabo Rojo National Wildlife Refuge
Culebra National Wildlife Refuge	Culebra National Wildlife Refuge	Culebra National Wildlife Refuge
Finca Los Frailes	Finca Los Frailes	Finca Los Frailes
Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda de Boquerón	Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda de Boquerón	Finca Nolla
Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos	Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos	Refugio de Vida Silvestre Iris Alameda de Boquerón
Reserva Natural Bahía Ballena	Reserva Natural Arrecifes de la Cordillera	Reserva Nacional de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos
Reserva Natural Caño La Boquilla	Reserva Natural Bahía Ballena	Reserva Natural Arrecifes de la Cordillera

Reserva Natural Caño Martín Peña	Reserva Natural Caño La Boquilla	Reserva Natural Bahía Ballena
Reserva Natural Caño Tiburones	Reserva Natural Caño Martín Peña	Reserva Natural Caño La Boquilla
Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste	Reserva Natural Caño Tiburones	Reserva Natural Caño Martín Peña
Reserva Natural de las Bahías Bioluminiscentes de Vieques	Reserva Natural Cerro El Buey	Reserva Natural Caño Tiburones
Reserva Natural del Río Espíritu Santo	Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste	Reserva Natural Cerro El Buey
Reserva Natural Finca Belverede	Reserva Natural de las Bahías Bioluminiscentes de Vieques	Reserva Natural Corredor Ecológico del Noreste
Reserva Natural Finca Seven Seas	Reserva Natural del Río Espíritu Santo	Reserva Natural de las Bahías Bioluminiscentes de Vieques
Reserva Natural Hacienda la Esperanza	Reserva Natural Finca Belverede	Reserva Natural del Río Espíritu Santo
Reserva Natural Humedal de Punta Vientos	Reserva Natural Finca Seven Seas	Reserva Natural Finca Belverede
Reserva Natural Isla Caja de Muertos	Reserva Natural Hacienda la Esperanza	Reserva Natural Finca Seven Seas
Reserva Natural La Parguera	Reserva Natural Humedal de Punta Vientos	Reserva Natural Hacienda la Esperanza
Reserva Natural Laguna de Joyuda	Reserva Natural Isla Caja de Muertos	Reserva Natural Humedal de Punta Vientos
Reserva Natural Laguna del Condado	Reserva Natural La Ciénaga Las Cucharillas	Reserva Natural Isla Caja de Muertos
Reserva Natural Laguna Tortuguero	Reserva Natural La Parguera	Reserva Natural La Ciénaga Las Cucharillas
Reserva Natural Las Cabezas de San Juan	Reserva Natural Laguna de Joyuda	Reserva Natural La Parguera
Reserva Natural Manglar de Punta Tuna	Reserva Natural Laguna del Condado	Reserva Natural Laguna de Joyuda
Reserva Natural Pantano de Cibuco	Reserva Natural Laguna Tortuguero	Reserva Natural Laguna del Condado
Reserva Natural Punta Cucharas	Reserva Natural Las Cabezas de San Juan	Reserva Natural Laguna Tortuguero
Reserva Natural Punta Guaniquilla	Reserva Natural Manglar de Punta Tuna	Reserva Natural Las Cabezas de San Juan
Reserva Natural Punta Petrona	Reserva Natural Pantano de Cibuco	Reserva Natural Manglar de Punta Tuna
RN Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Sta Teresa Humacao	Reserva Natural Punta Cucharas	Reserva Natural Pantano de Cibuco
Servidumbre de Conservación Palmas del Mar Tropical Forest	Reserva Natural Punta Guaniquilla	Reserva Natural Punta Cucharas
Terrenos adquiridos en Piñones	Reserva Natural Punta Petrona	Reserva Natural Punta Guaniquilla
Terrenos transferidos Roosevelt Roads	RN Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Sta Teresa Humacao	Reserva Natural Punta Petrona
Vieques National Wildlife Refuge	Servidumbre de Conservación Palmas del Mar Tropical Forest	RN Pantano Bosque Pterocarpus Lagunas Mandry y Sta Teresa Humacao
Zona Amortiguamiento Caño Tiburones	Terrenos adquiridos en Piñones	San Juan National Historic Site- San Felipe del Morro
Zona Amortiguamiento Cuenca de Iluminación R.N. La Parguera	Terrenos transferidos Roosevelt Roads	Servidumbre de Conservación Palmas del Mar Tropical Forest
Zona Amortiguamiento Hacienda La Esperanza	Vieques National Wildlife Refuge	Terrenos adquiridos en Piñones
Zona Amortiguamiento R.N. La Parguera	Zona Amortiguamiento Caño Tiburones	Terrenos transferidos Roosevelt Roads
Zona Amortiguamiento R.N. Pantano, Pterocarpus, Lagunas - Humacao	Zona Amortiguamiento Cuenca de Iluminación R.N. La Parguera	Vieques National Wildlife Refuge
Zona Amortiguamiento Reserva Natural del Río Espíritu Santo	Zona Amortiguamiento Hacienda La Esperanza	Zona Amortiguamiento Caño Tiburones
		Zona Amortiguamiento Cuenca de Iluminación R.N. La Parguera
		Zona Amortiguamiento Hacienda La Esperanza
		Zona Amortiguamiento R.N. Bahías Bioluminiscentes de Vieques
		Zona Amortiguamiento R.N. La Parguera
		Zona Amortiguamiento R.N. Pantano, Pterocarpus, Lagunas - Humacao
		Zona Amortiguamiento Reserva Natural del Río Espíritu Santo
		Zona Amortiguamiento RN Humedal de Punta Vientos

ANEJO 6: LISTA DE INSTALACIONES DEL DRNA QUE PUDIERAN AFECTARSE POR AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR (0.5M, 1.0M)

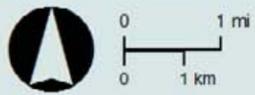
Utilizando el modelo de proyecciones de aumento del nivel del mar (0.5m y 1.0m) de NOAA y el Sistema de Información Geográfica, se identificaron las siguientes estructuras pudieran verse afectadas.

Categoría 1		
Nivel del Mar actual	Aumento del Nivel del Mar (0.5m)	Aumento del Nivel del Mar (1m)
Casa Bomba Pastillo	Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Piñones
Bosque Estatal de Piñones	Casa Bomba Las 80	Casa Bomba El Guapo
Refugio de Vida Silvestre de Boquerón	Casa Bomba Pastillo	Casa Bomba El Parque
	Casa Bomba Pichingo	Casa Bomba La Malaria
	Refugio de Vida Silvestre de Boquerón	Casa Bomba Las 80
	Unidad Marítima de Boquerón	Casa Bomba Pastillo
		Casa Bomba Pichingo
		Casa Bomba San Fernando
		Refugio de Vida Silvestre de Boquerón
		Unidad Marítima de Boquerón
Categoría 3		
Nivel del Mar actual	Aumento del Nivel del Mar (0.5m)	Aumento del Nivel del Mar (1m)
Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Piñones	Base 51 Región Ponce
Casa Bomba El Guapo	Casa Bomba Baldorioty de Castro	Bosque Estatal de Piñones
Casa Bomba El Parque	Casa Bomba El Guapo	Casa Bomba Baldorioty de Castro
Casa Bomba La Malaria	Casa Bomba El Parque	Casa Bomba El Guapo
Casa Bomba Las 80	Casa Bomba La Malaria	Casa Bomba El Parque
Casa Bomba Pastillo	Casa Bomba Las 80	Casa Bomba La Malaria
Casa Bomba Pichingo	Casa Bomba Pastillo	Casa Bomba Las 80
Refugio de Vida Silvestre de Boquerón	Casa Bomba Pichingo	Casa Bomba Pastillo
Unidad Marítima de Boquerón	Casa Bomba San Fernando	Casa Bomba Pichingo
	Refugio de Vida Silvestre de Boquerón	Casa Bomba San Fernando
	Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques	Hangar DRNA
	Unidad Marítima de Boquerón	Refugio de Vida Silvestre de Boquerón
	Unidad Marítima de Piñones	Región Ponce
	Unidad Marítima Guayama	Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques
		Unidad Marítima de Boquerón
		Unidad Marítima de Piñones
		Unidad Marítima Guayama
Categoría 5		
Nivel del Mar actual	Aumento del Nivel del Mar (0.5m)	Aumento del Nivel del Mar (1m)
Bosque Estatal de Piñones	Base 51 Región Ponce	Base 51 Región Ponce
Casa Bomba El Guapo	Bosque Estatal de Piñones	Bosque Estatal de Piñones

Casa Bomba El Parque	Casa Bomba Baldorioty de Castro	Casa Bomba Baldorioty de Castro
Casa Bomba La Malaria	Casa Bomba Bay View	Casa Bomba Bay View
Casa Bomba Las 80	Casa Bomba El Guapo	Casa Bomba El Guapo
Casa Bomba Pastillo	Casa Bomba El Parque	Casa Bomba El Parque
Casa Bomba Pichingo	Casa Bomba Juana Matos	Casa Bomba Juana Matos
Casa Bomba San Fernando	Casa Bomba La Malaria	Casa Bomba La Malaria
Refugio de Vida Silvestre de Boquerón	Casa Bomba Las 80	Casa Bomba Las 80
Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques	Casa Bomba Pastillo	Casa Bomba Pastillo
Unidad Marítima de Boquerón	Casa Bomba Pichingo	Casa Bomba Pichingo
Unidad Marítima de Piñones	Casa Bomba San Fernando	Casa Bomba San Fernando
Unidad Marítima Guayama	Hangar DRNA	Hangar DRNA
	Refugio de Vida Silvestre de Boquerón	Refugio de Vida Silvestre de Boquerón
	Región Ponce	Región Ponce
	Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera / Reserva Natural Canal Luis Peña	Reserva Natural Arrecifes de La Cordillera / Reserva Natural Canal Luis Peña
	Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques	Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques
	Unidad Marítima de Boquerón	Unidad Marítima de Boquerón
	Unidad Marítima de Piñones	Unidad Marítima de Piñones
	Unidad Marítima Guayama	Unidad Marítima Guayama

ANEJO 7: FIGURAS- ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ÁREAS CON RIESGO A INUNDACIÓN Y MAREJADAS CICLÓNICAS

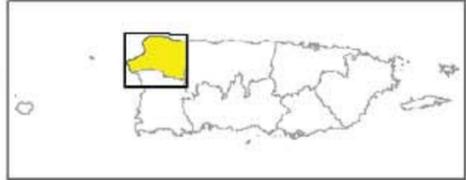
BORRADOR



1:120,000

Análisis de Vulnerabilidad: Áreas con riesgo a inundación y marejadas ciclónicas

Región Aguadilla (1/1)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Regiones DRNA

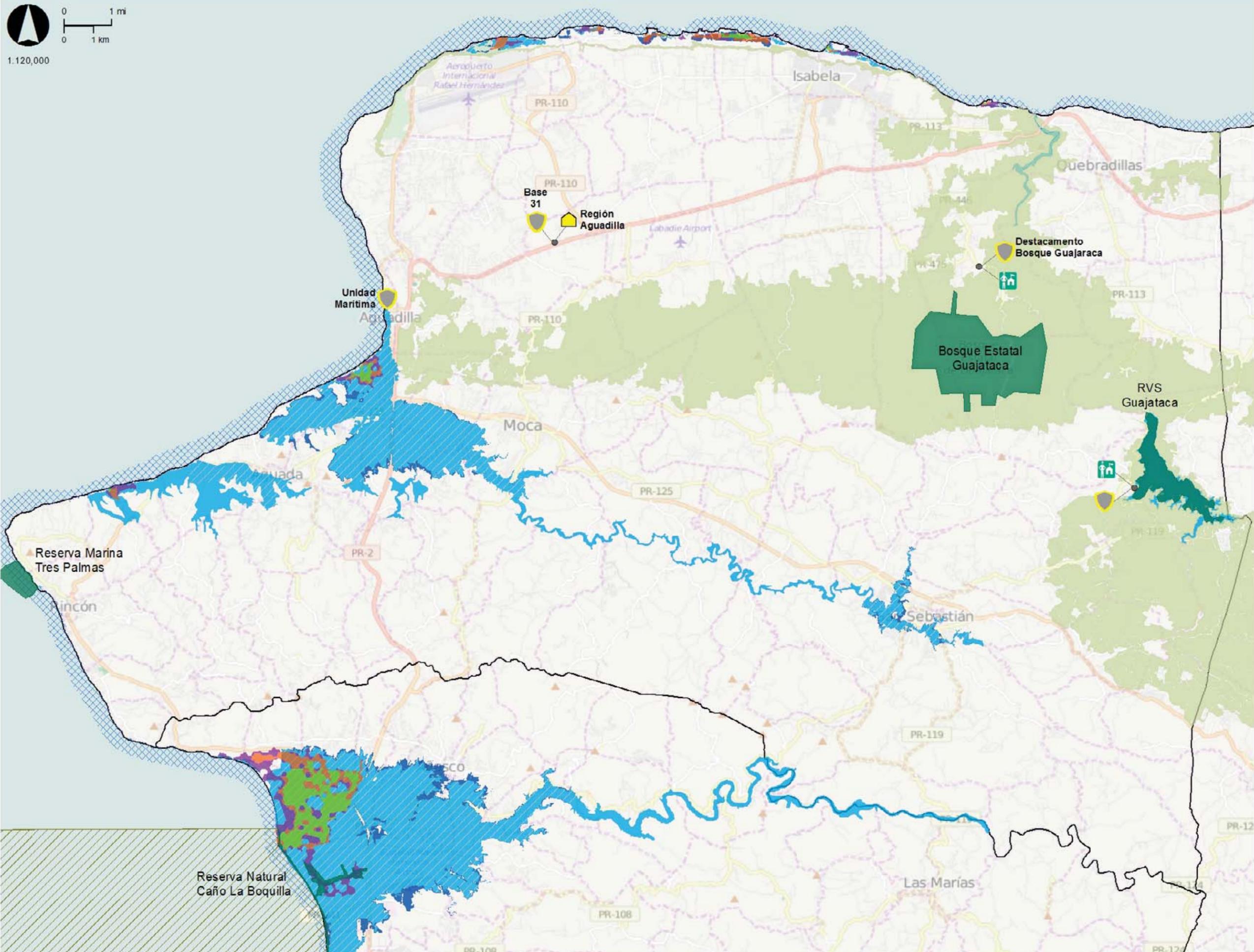
Áreas Naturales Protegidas

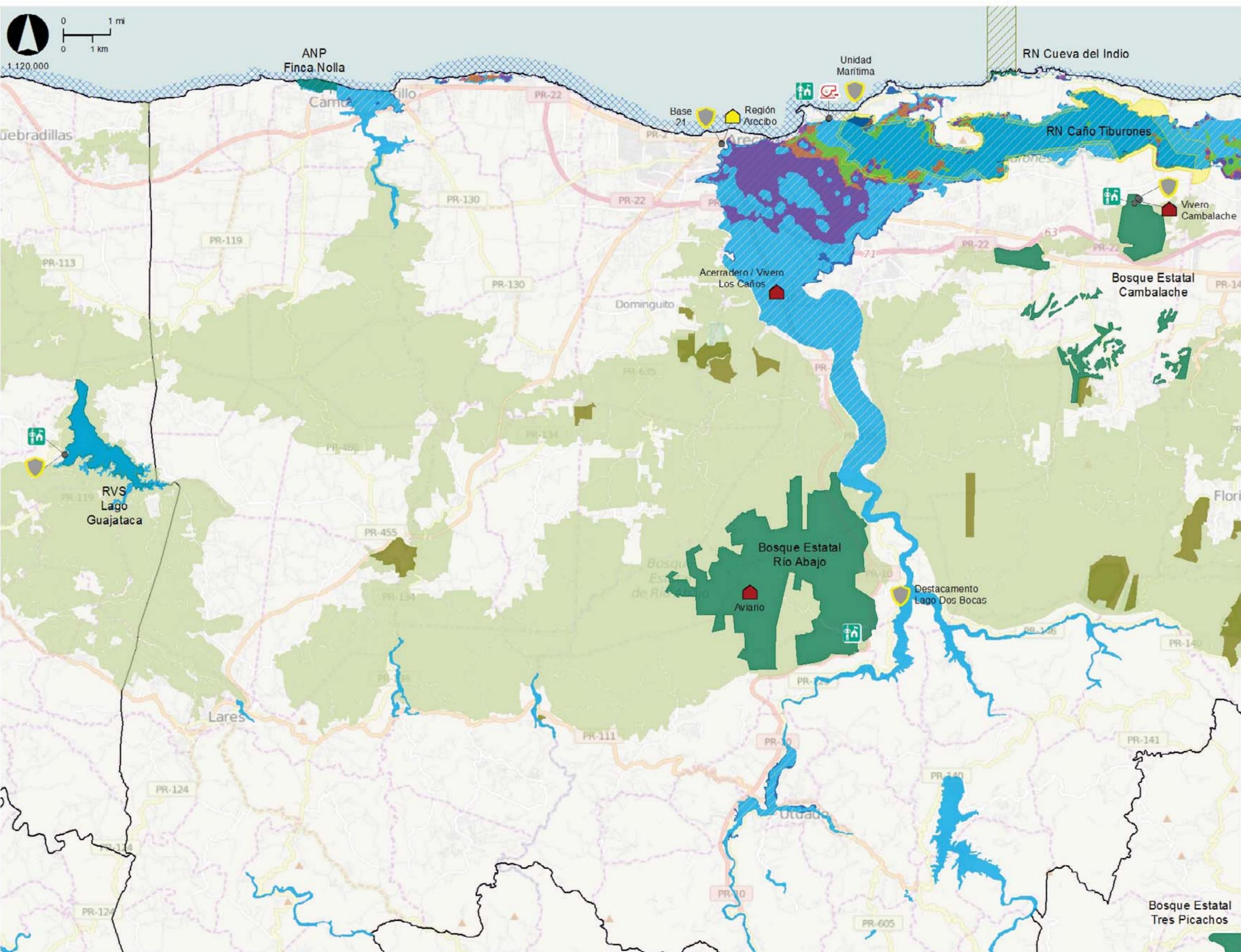
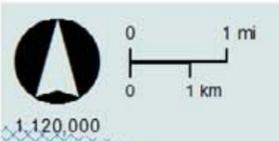
- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona Restricta del Carso

Áreas vulnerables a inundación

- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

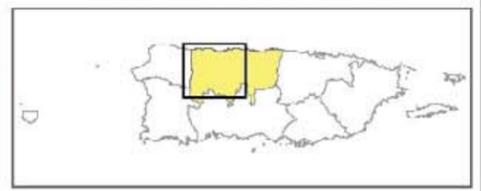
UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Arecibo (1/2)



LEYENDA

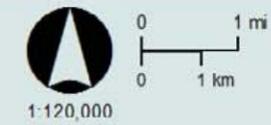
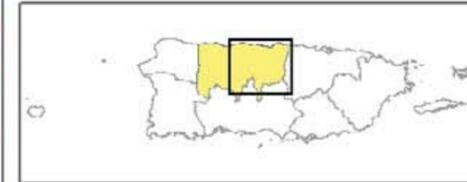
- Dependencias DRNA**
- Casas de Bombas
 - Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA
- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas
- Áreas vulnerables a inundación**
- Huracán Categoría 1
 - Huracán Categoría 3
 - Huracán Categoría 5
 - Zona X: Inund. de 500 años
 - Zonas A (A; A99; AH; AO)
 - Zona AE: Inund. de 100 años
 - Posible Inund. / No determinado
 - Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



Análisis de Vulnerabilidad: Áreas con riesgo a inundación y marejadas ciclónicas

Región Arcibo (2/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Otras unidades
-  Regiones DRNA

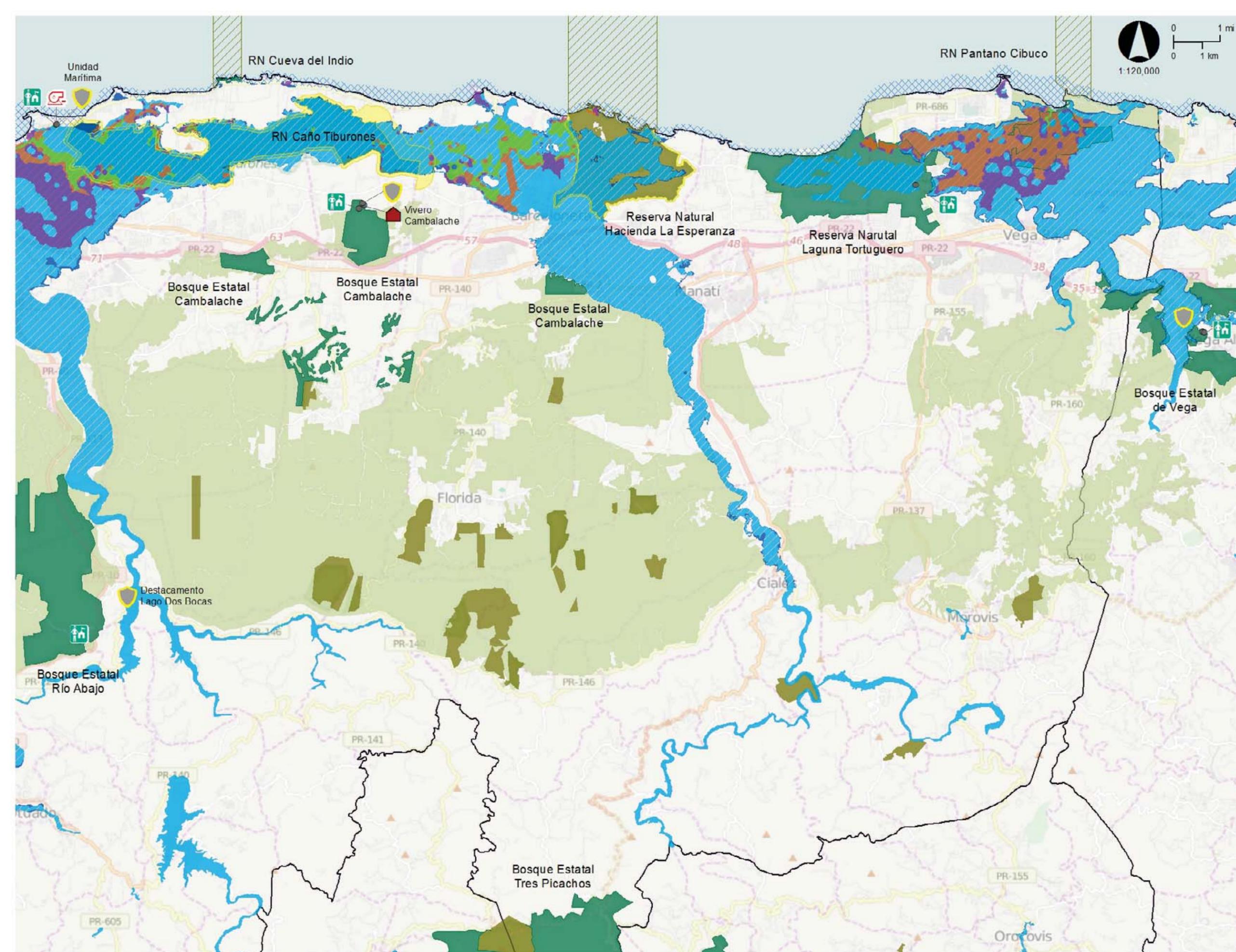
Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona de Amortiguamiento
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

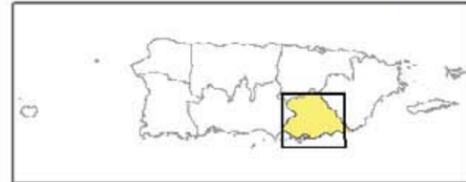
-  Huracán Categoría 1
-  Huracán Categoría 3
-  Huracán Categoría 5
-  Zona X: Inund. de 500 años
-  Zonas A (A; A99; AH; AO)
-  Zona AE: Inund. de 100 años
-  Posible Inund. / No determinado
-  Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Guayama (1/1)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Oficinas Regionales
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Regiones DRNA

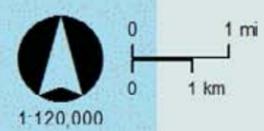
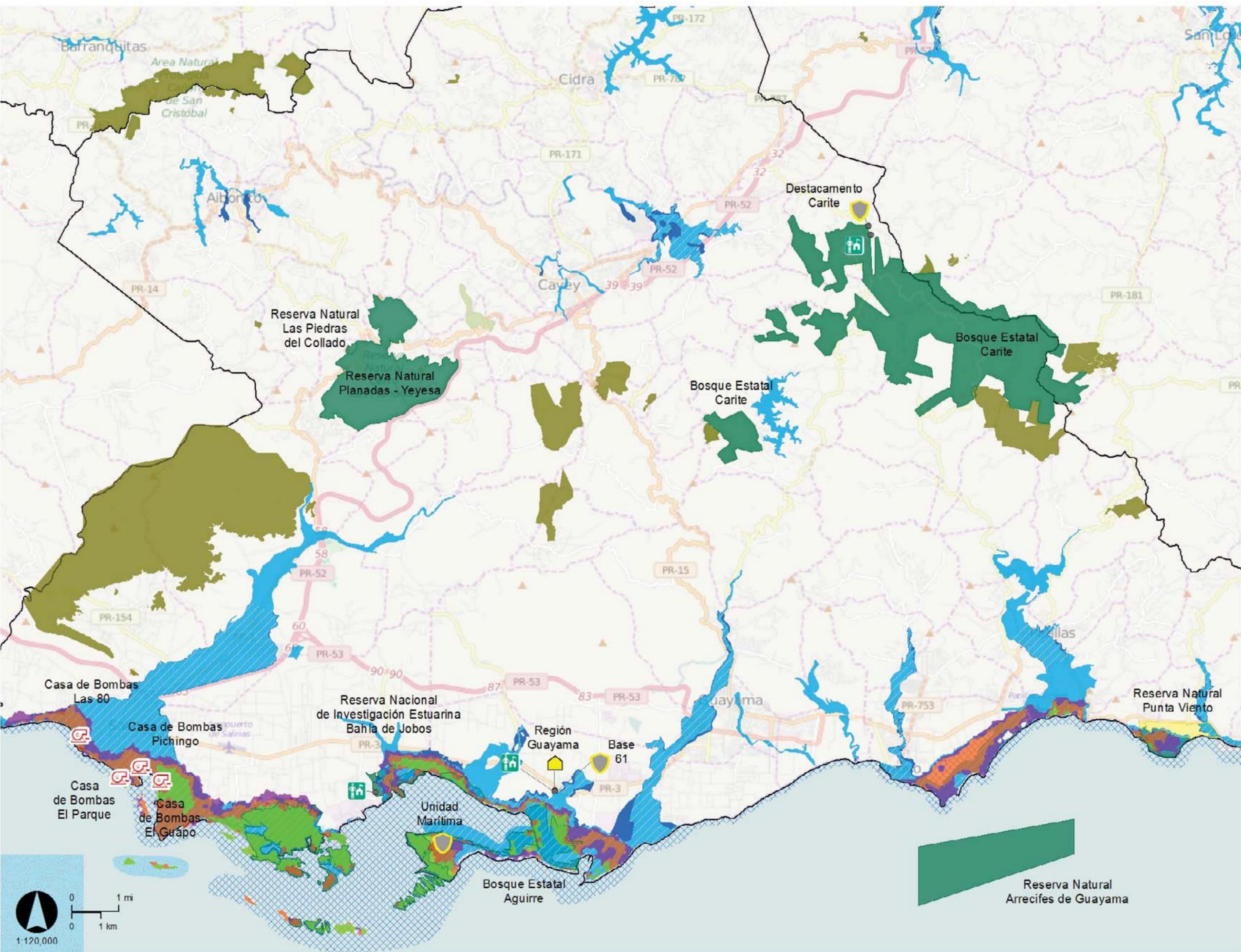
Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona de Amortiguamiento
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

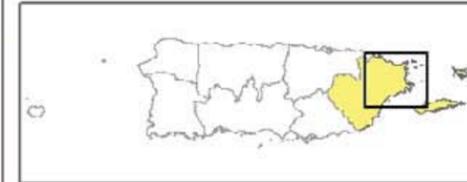
-  Huracán Categoría 1
-  Huracán Categoría 3
-  Huracán Categoría 5
-  Zona X: Inund. de 500 años
-  Zonas A (A; A99; AH; AO)
-  Zona AE: Inund. de 100 años
-  Posible Inund. / No determinado
-  Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Humacao (1/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

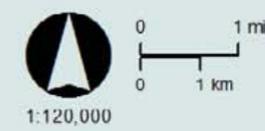
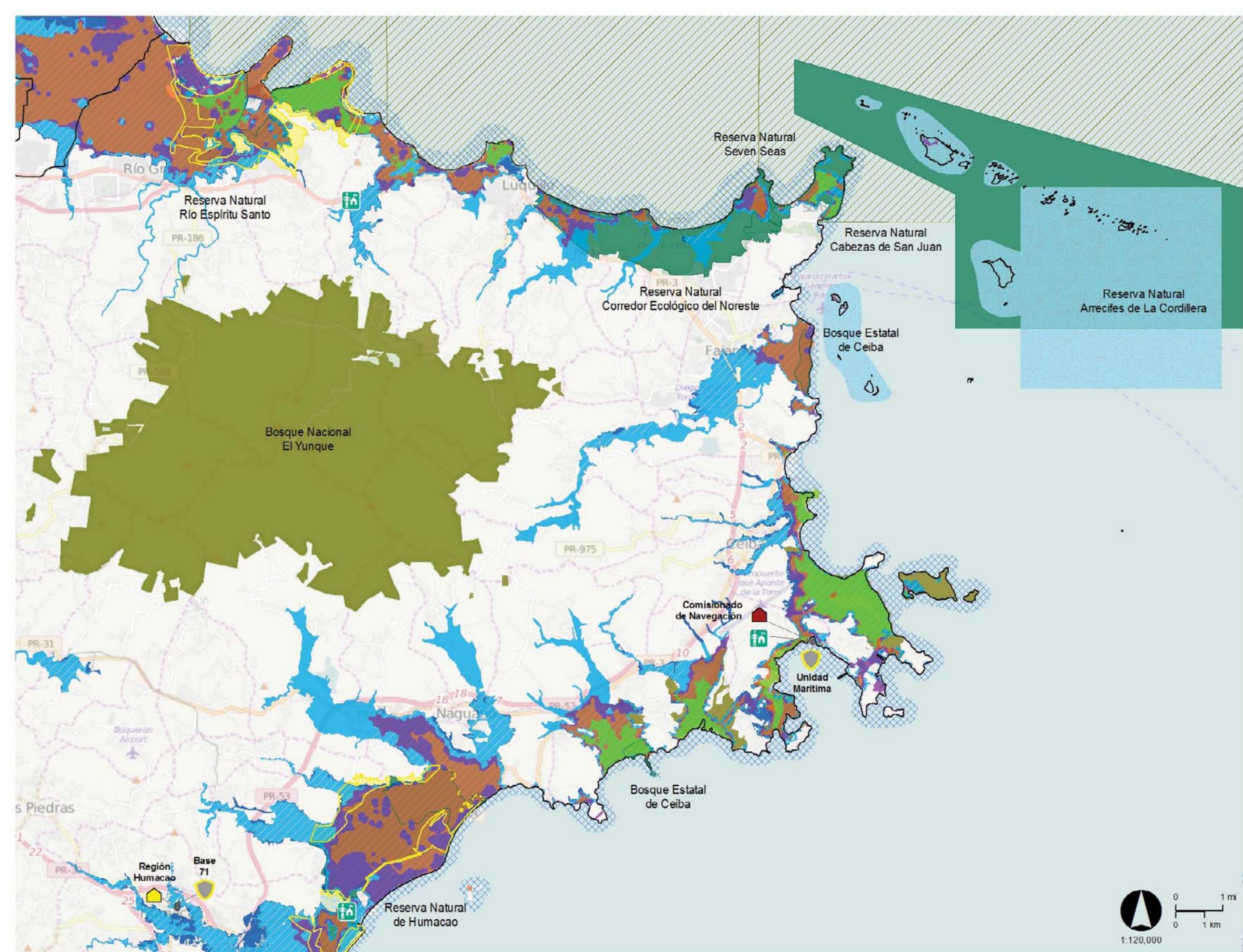
Áreas Naturales Protegidas

- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

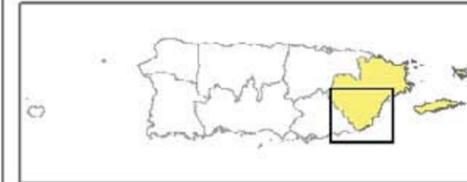
- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Humacao (2/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Regiones DRNA

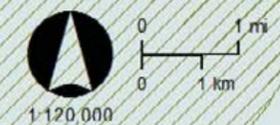
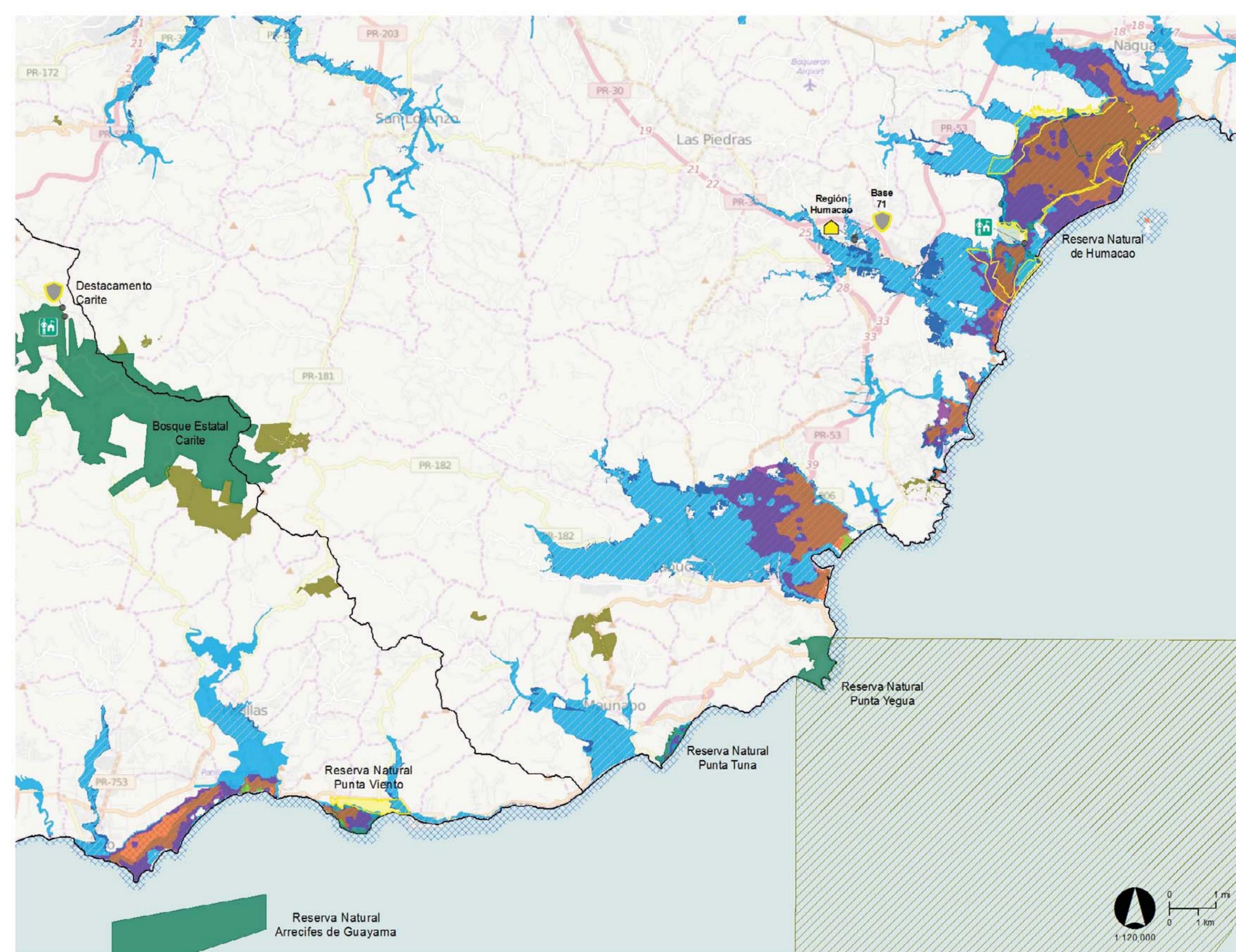
Áreas Naturales Protegidas

- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

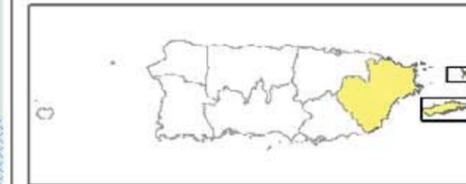
UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



Municipio de Culebra

Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas

Región Humacao (3/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

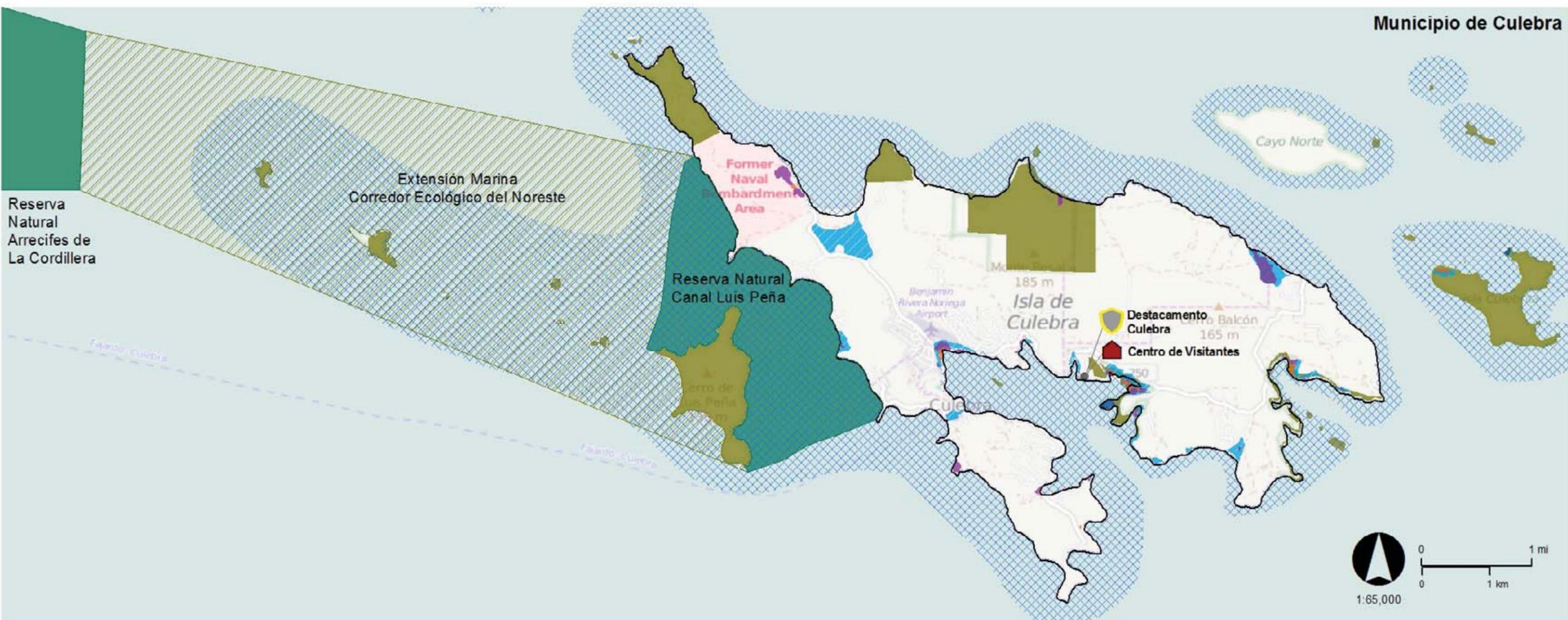
Áreas Naturales Protegidas

- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

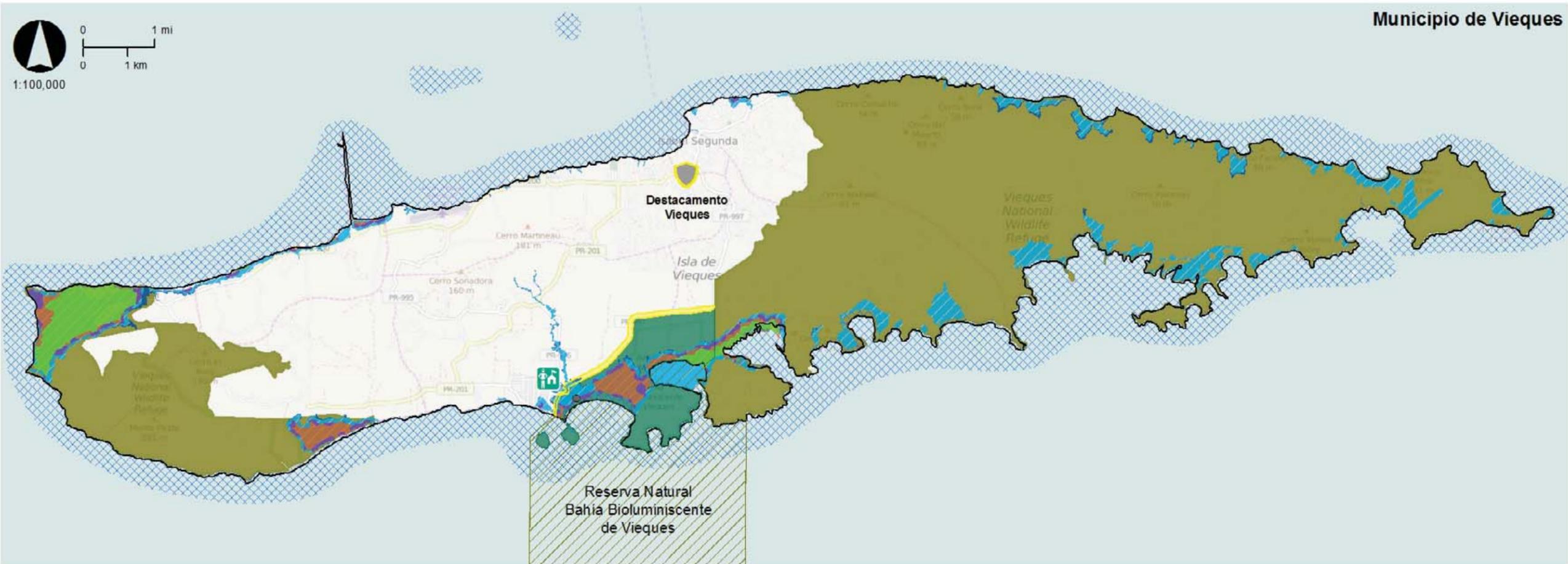
Áreas vulnerables a inundación

- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



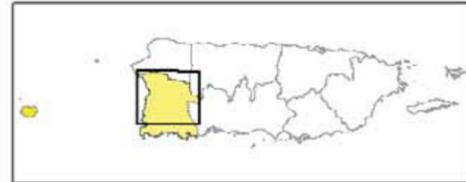
Municipio de Vieques



1:100,000

**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Mayagüez (1/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

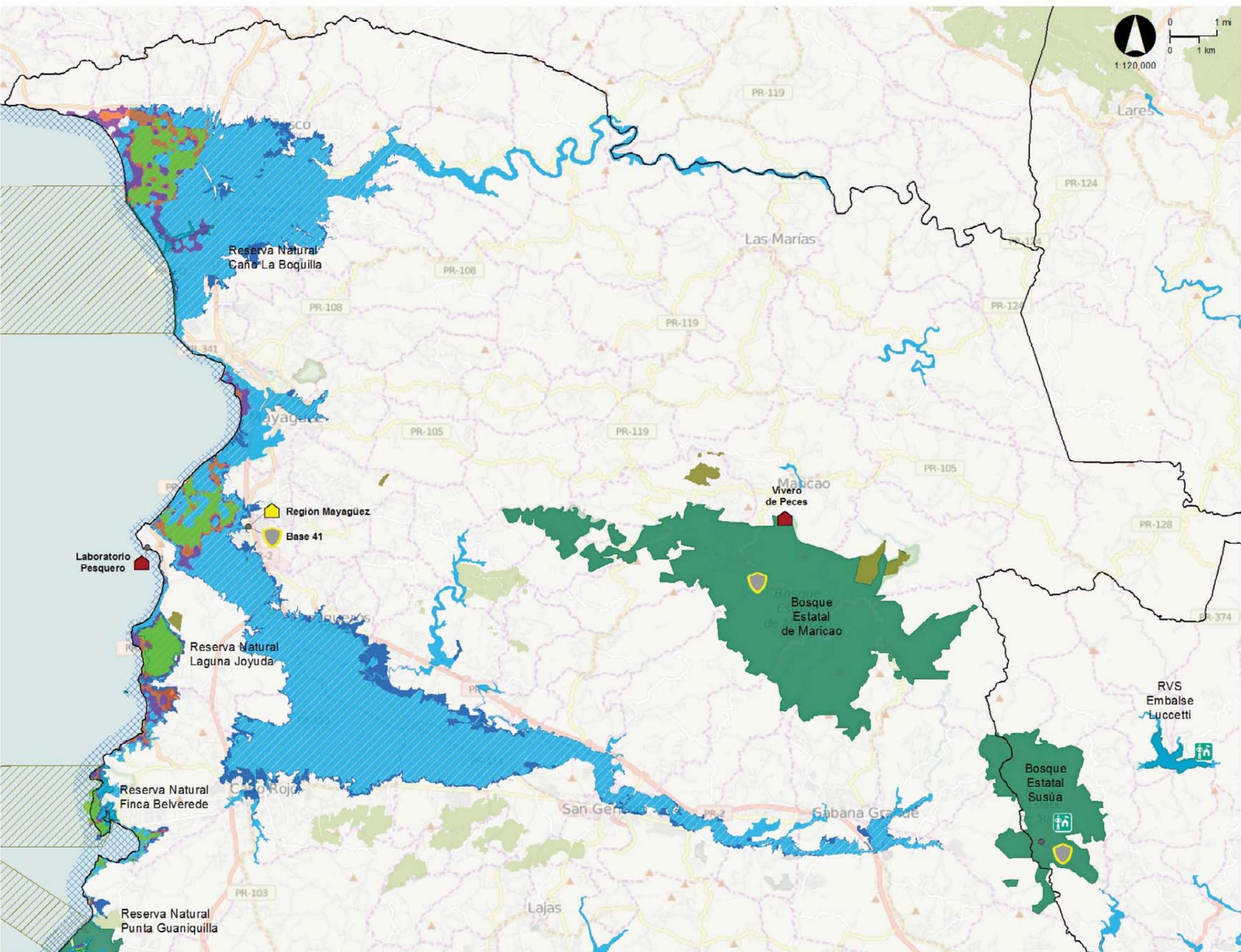
Áreas Naturales Protegidas

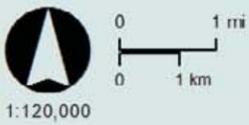
- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

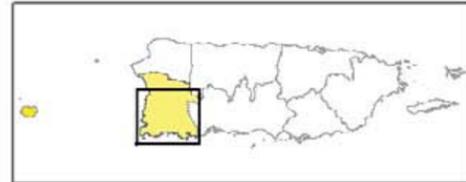
UPR MAYAGÜEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Mayagüez (2/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

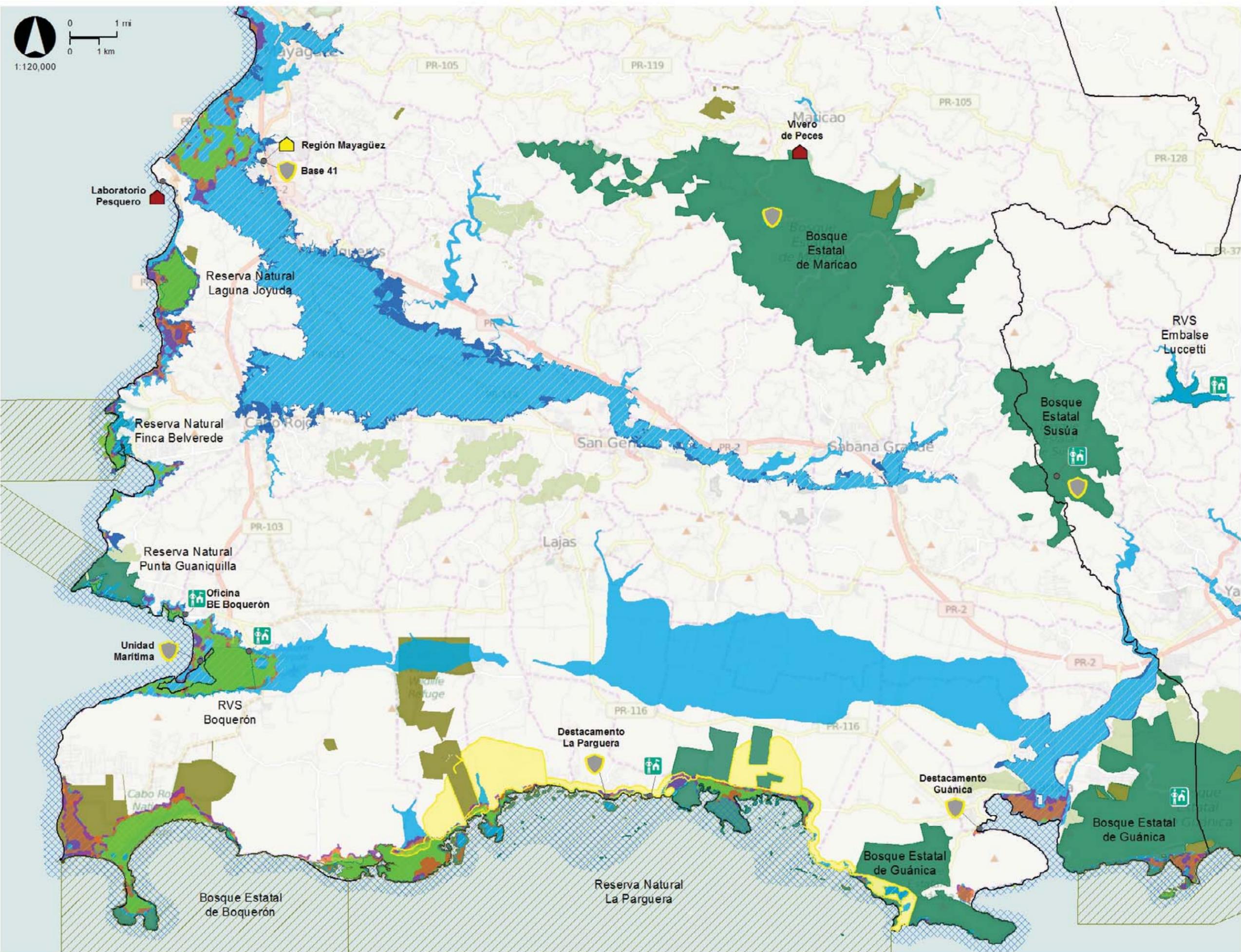
Áreas Naturales Protegidas

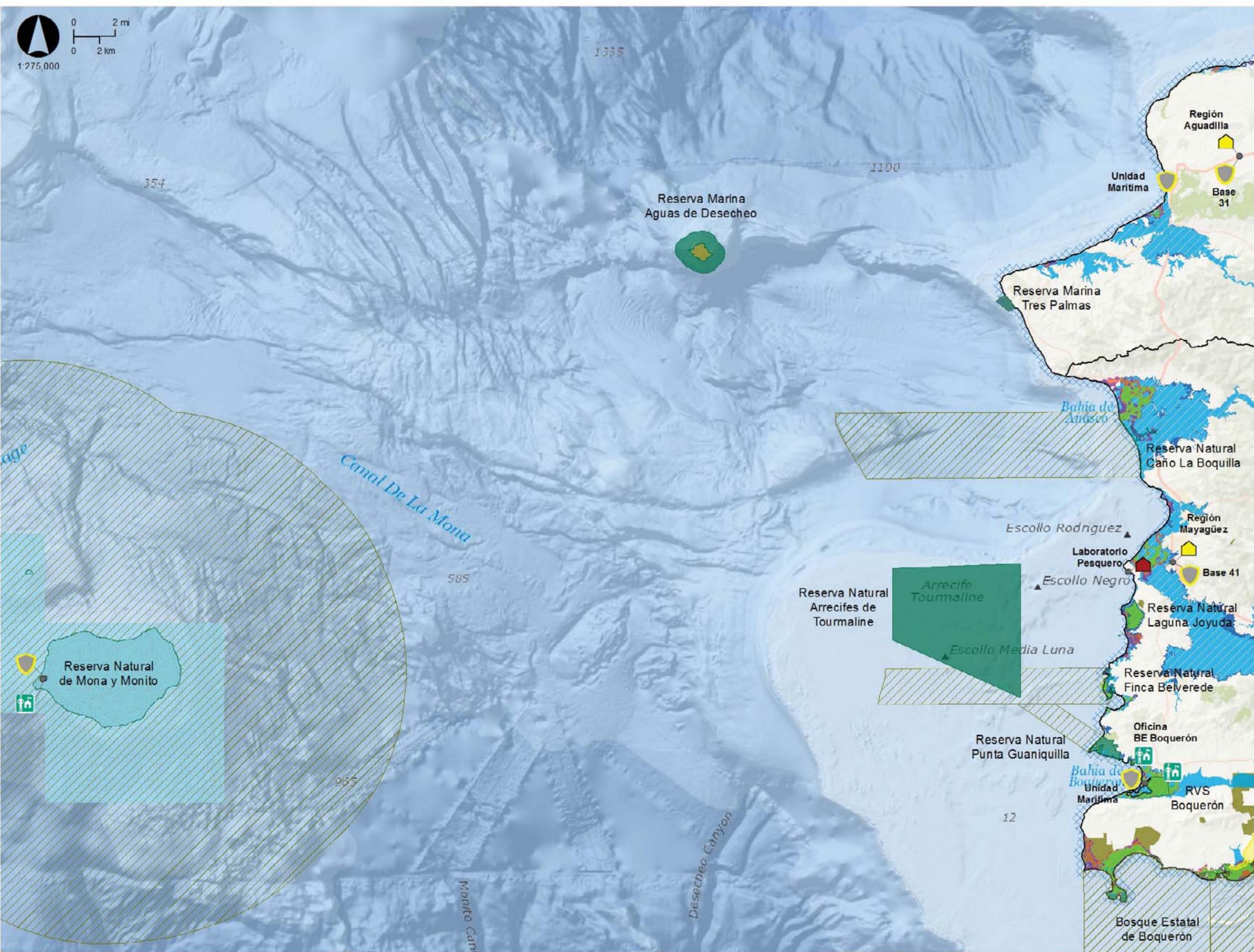
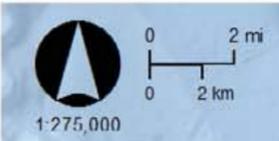
- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

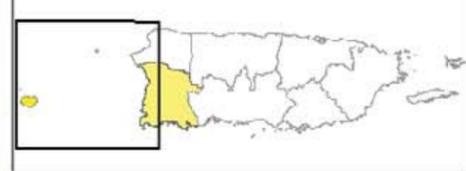
UPR MAYAGUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)





Análisis de Vulnerabilidad: Áreas con riesgo a inundación y marejadas ciclónicas

Región Mayagüez (3/3)



LEYENDA

- Dependencias DRNA**
- Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA

- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas

- Áreas vulnerables a inundación**
- Huracán Categoría 1
 - Huracán Categoría 3
 - Huracán Categoría 5
 - Zona X: Inund. de 500 años
 - Zonas A (A; A99; AH; AO)
 - Zona AE: Inund. de 100 años
 - Posible Inund. / No determinado
 - Zona VE: Inundación costera

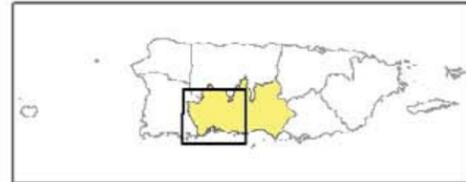
* No hay datos disponibles para la Isla de Desecho.

UPR-MAYAGUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRM (2009)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región Ponce (1/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

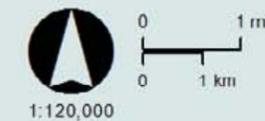
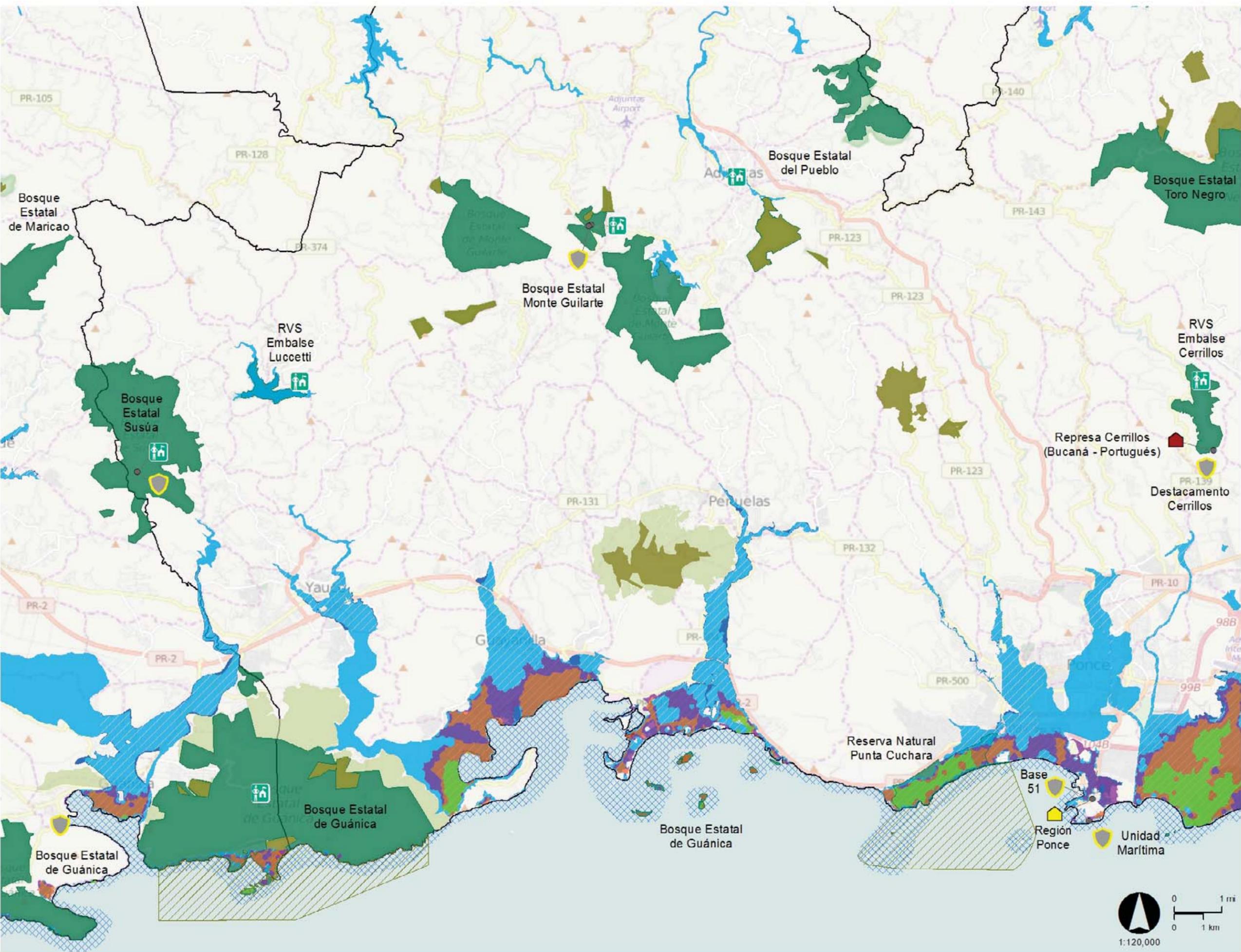
Áreas Naturales Protegidas

- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

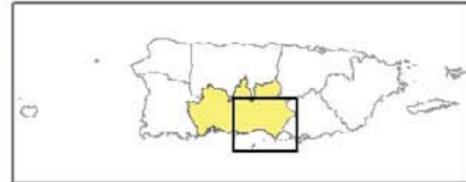
- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



Análisis de Vulnerabilidad: Áreas con riesgo a inundación y marejadas ciclónicas

Región Ponce (2/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Oficinas Regionales
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Otras unidades
-  Regiones DRNA

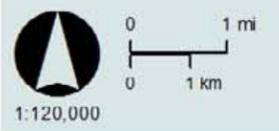
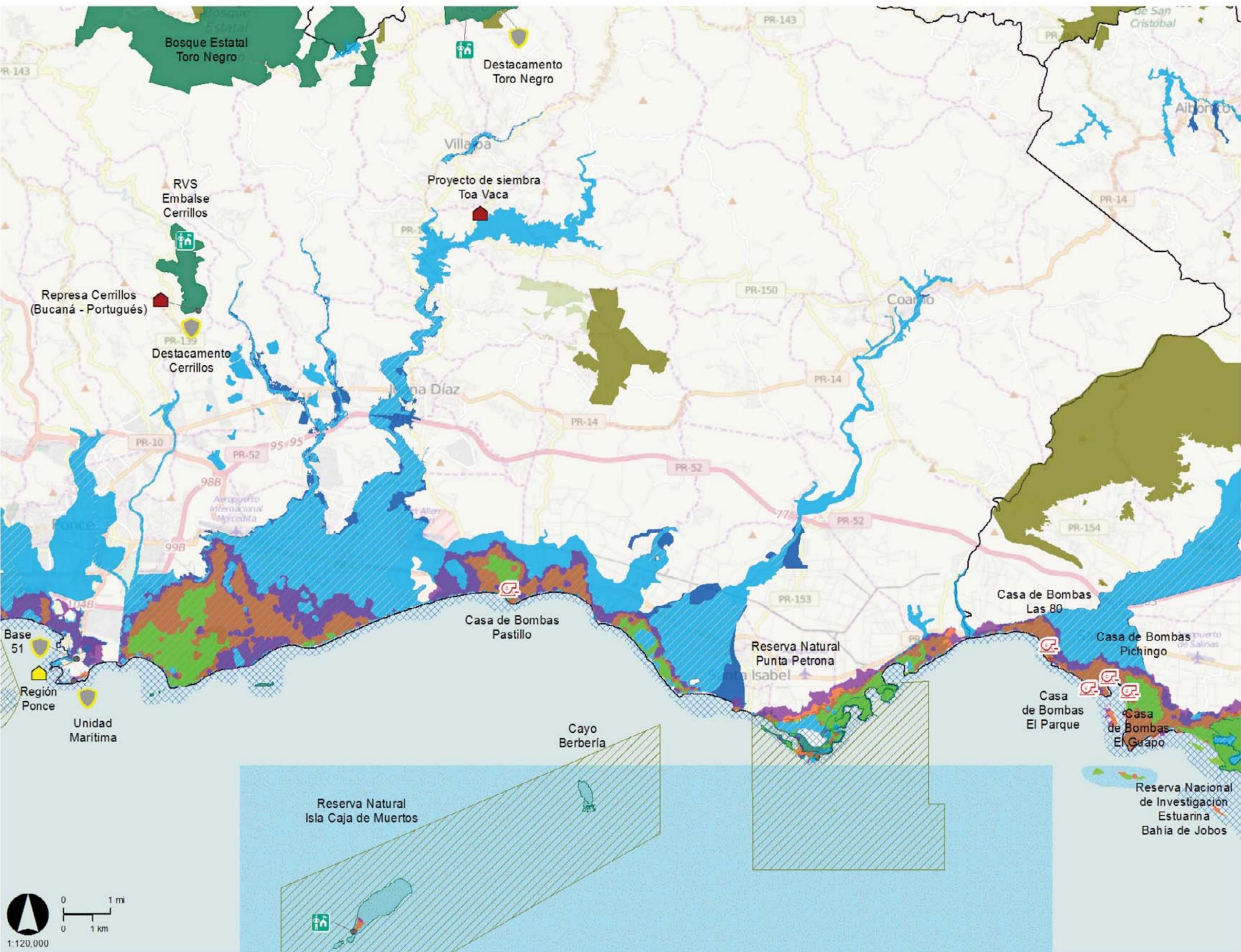
Áreas Naturales Protegidas

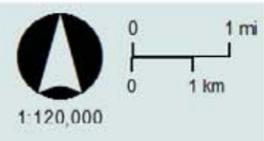
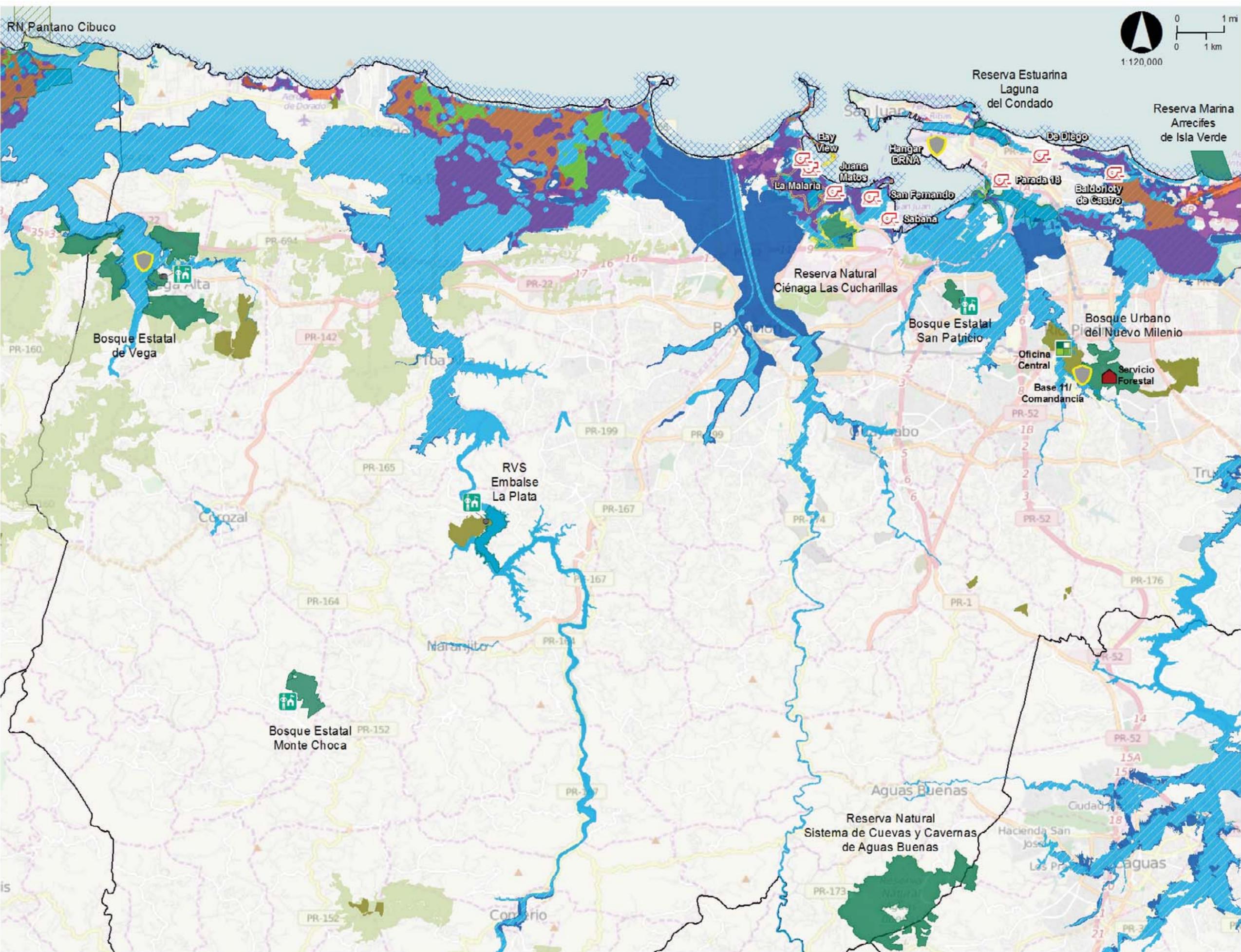
-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

-  Huracán Categoría 1
-  Huracán Categoría 3
-  Huracán Categoría 5
-  Zona X: Inund. de 500 años
-  Zonas A (A; A99; AH; AO)
-  Zona AE: Inund. de 100 años
-  Posible Inund. / No determinado
-  Zona VE: Inundación costera

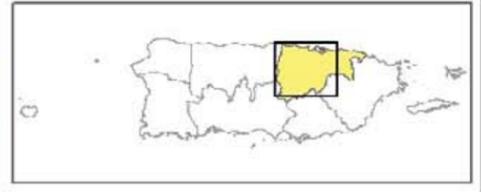
UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Áreas con riesgo a inundación
y marejadas ciclónicas**

Región San Juan (1/2)



LEYENDA

- Dependencias DRNA**
- Casas de Bombas
 - Oficina Central (San Juan)
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA

- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas

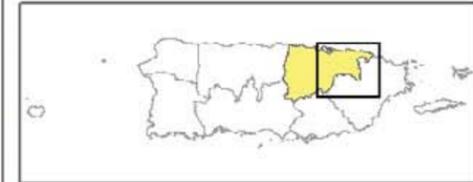
- Áreas vulnerables a inundación**
- Huracán Categoría 1
 - Huracán Categoría 3
 - Huracán Categoría 5
 - Zona X: Inund. de 500 años
 - Zonas A (A; A99; AH; AO)
 - Zona AE: Inund. de 100 años
 - Posible Inund. / No determinado
 - Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



Análisis de Vulnerabilidad: Áreas con riesgo a inundación y marejadas ciclónicas

Región San Juan (2/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Casas de Bombas
- Oficina Central (San Juan)
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

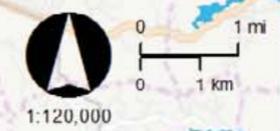
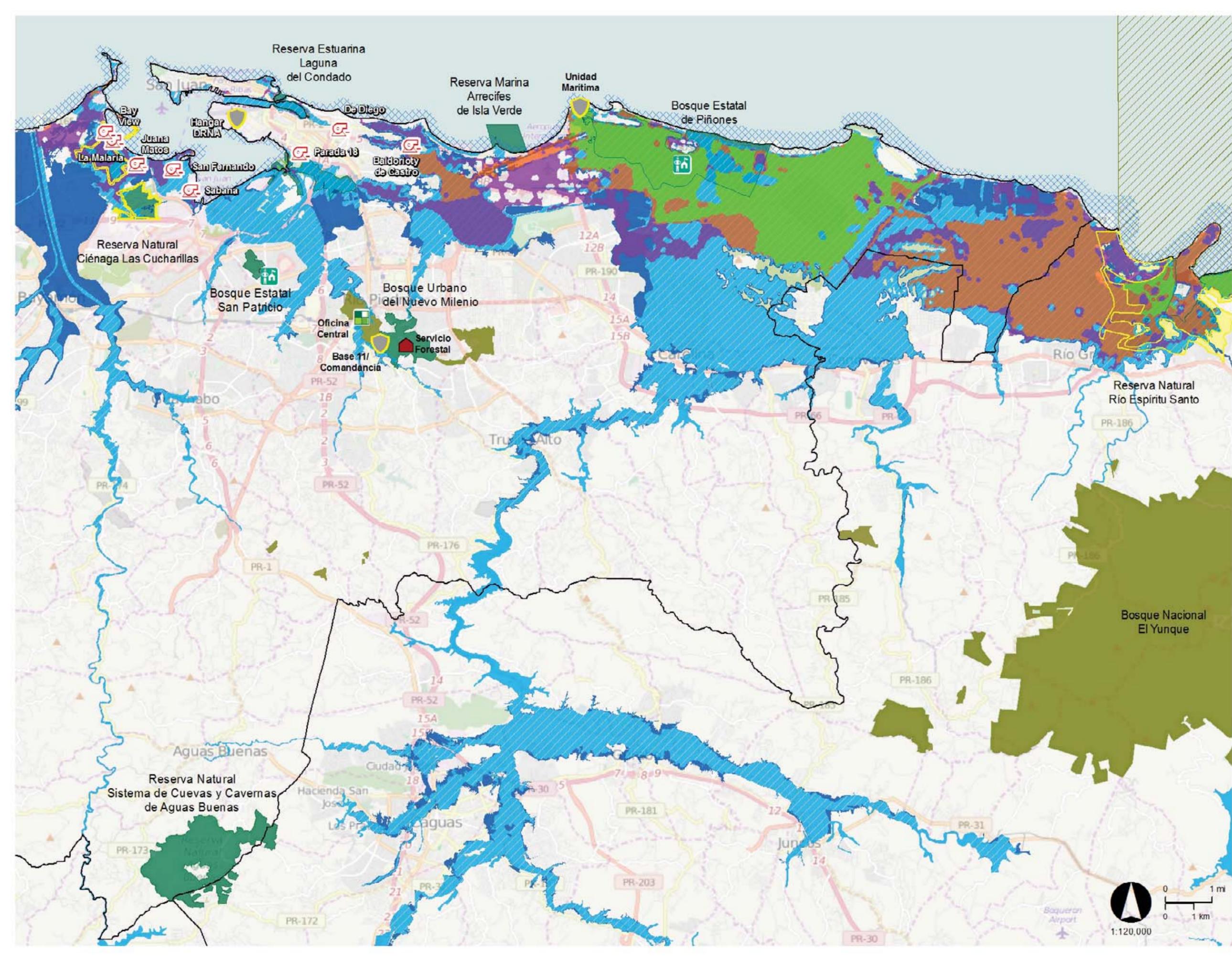
Áreas Naturales Protegidas

- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Áreas vulnerables a inundación

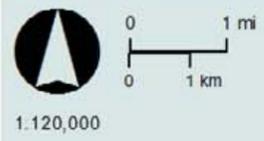
- Huracán Categoría 1
- Huracán Categoría 3
- Huracán Categoría 5
- Zona X: Inund. de 500 años
- Zonas A (A; A99; AH; AO)
- Zona AE: Inund. de 100 años
- Posible Inund. / No determinado
- Zona VE: Inundación costera

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016); FEMA DFIRMs (2009)



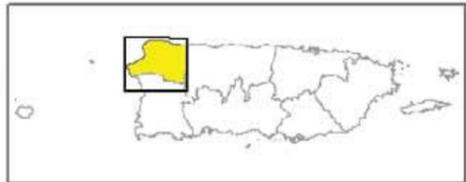
ANEJO 8: FIGURAS – ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE EL AUMENTO DEL NIVEL DEL MAR

BORRADOR



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Aguadilla (1/1)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Regiones DRNA

Áreas Naturales Protegidas

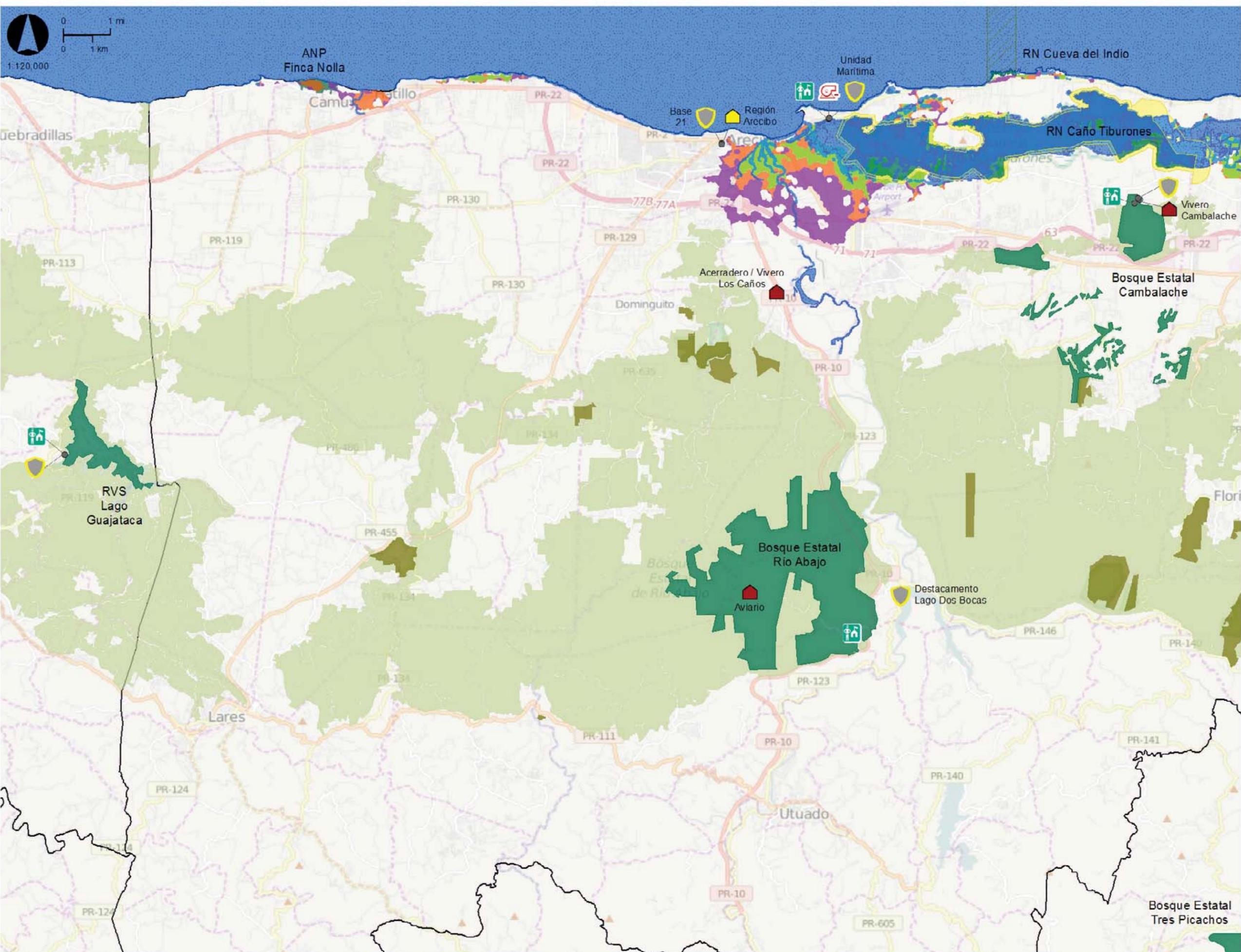
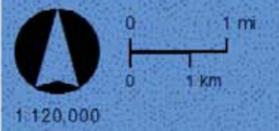
- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona Restricta del Carso

Aumento en el nivel del mar

- Aumento de 50 cm
- Aumento de 1 metro
- Huracán C1 - Aumento de 1 m
- Huracán C3 - Aumento de 1 m
- Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Arcibo (1/2)



LEYENDA

- Dependencias DRNA**
- Casas de Bombas
 - Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA

- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas

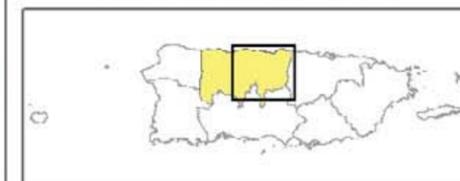
- Aumento en el nivel del mar**
- Aumento de 50 cm
 - Aumento de 1 metro
 - Huracán C1 - Aumento de 1 m
 - Huracán C3 - Aumento de 1 m
 - Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYAGUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Arcibo (2/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Otras unidades
-  Regiones DRNA

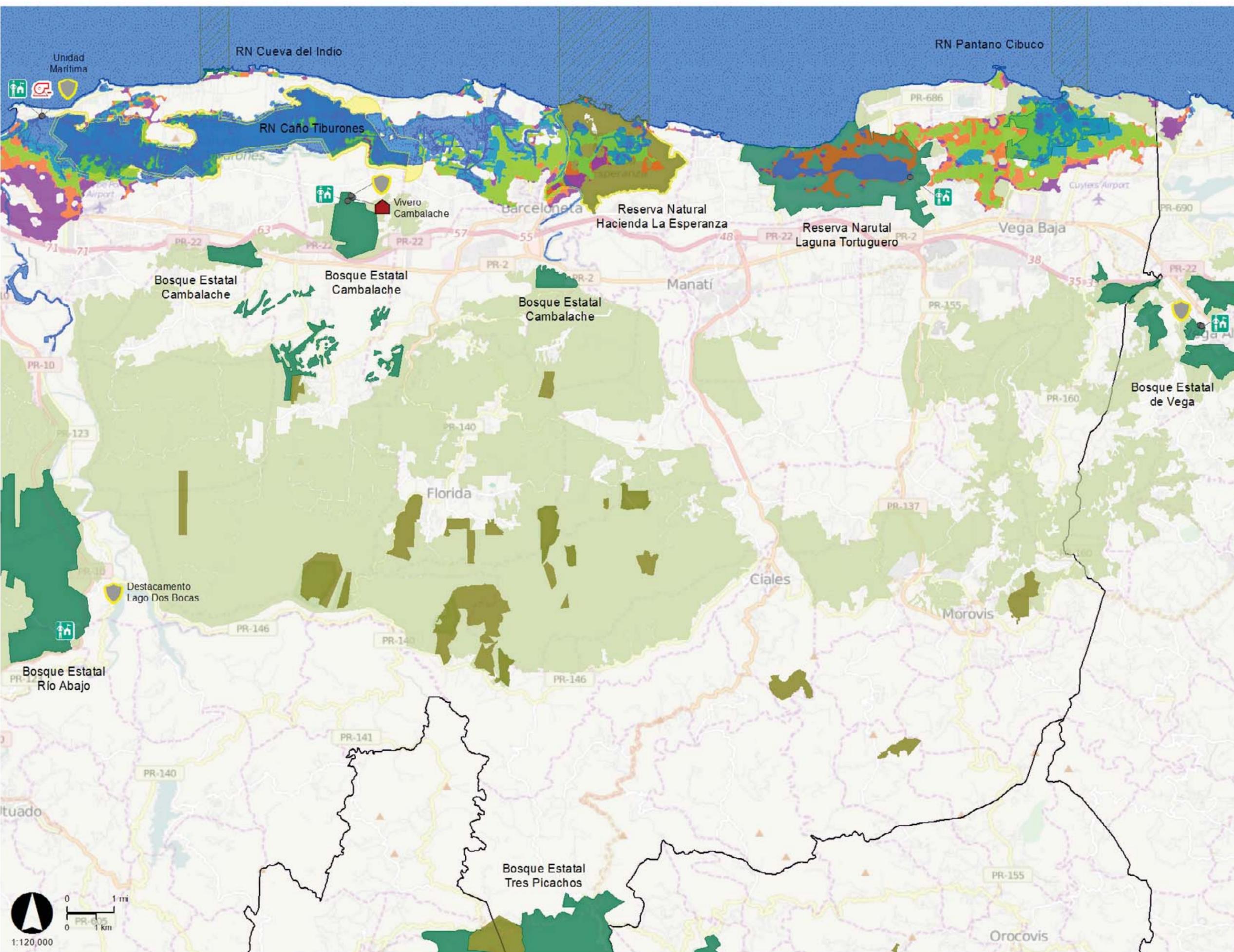
Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona de Amortiguamiento
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

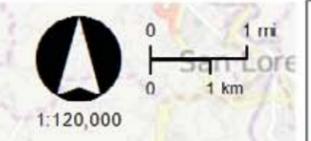
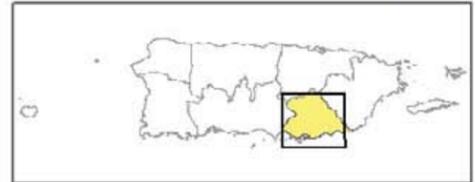
-  Aumento de 50 cm
-  Aumento de 1 metro
-  Huracán C1 - Aumento de 1 m
-  Huracán C3 - Aumento de 1 m
-  Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYAQUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Guayama (1/1)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Oficinas Regionales
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Regiones DRNA

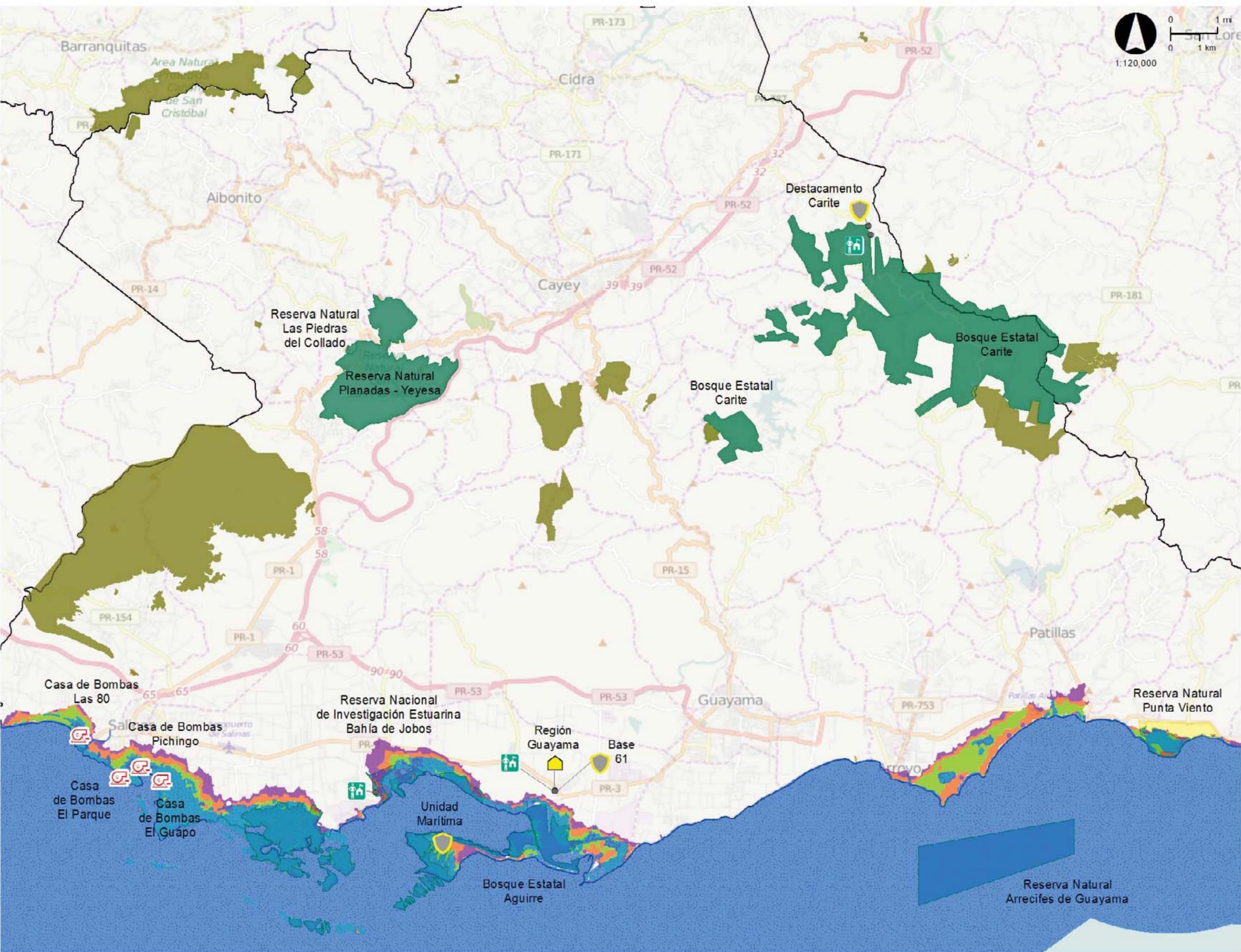
Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona de Amortiguamiento
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

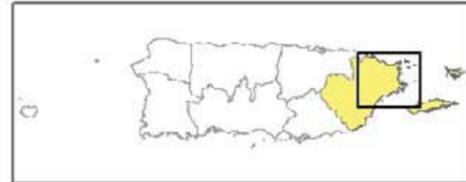
-  Aumento de 50 cm
-  Aumento de 1 metro
-  Huracán C1 - Aumento de 1 m
-  Huracán C3 - Aumento de 1 m
-  Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYAQUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Humacao (1/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

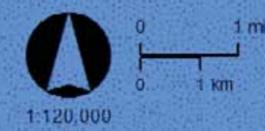
Áreas Naturales Protegidas

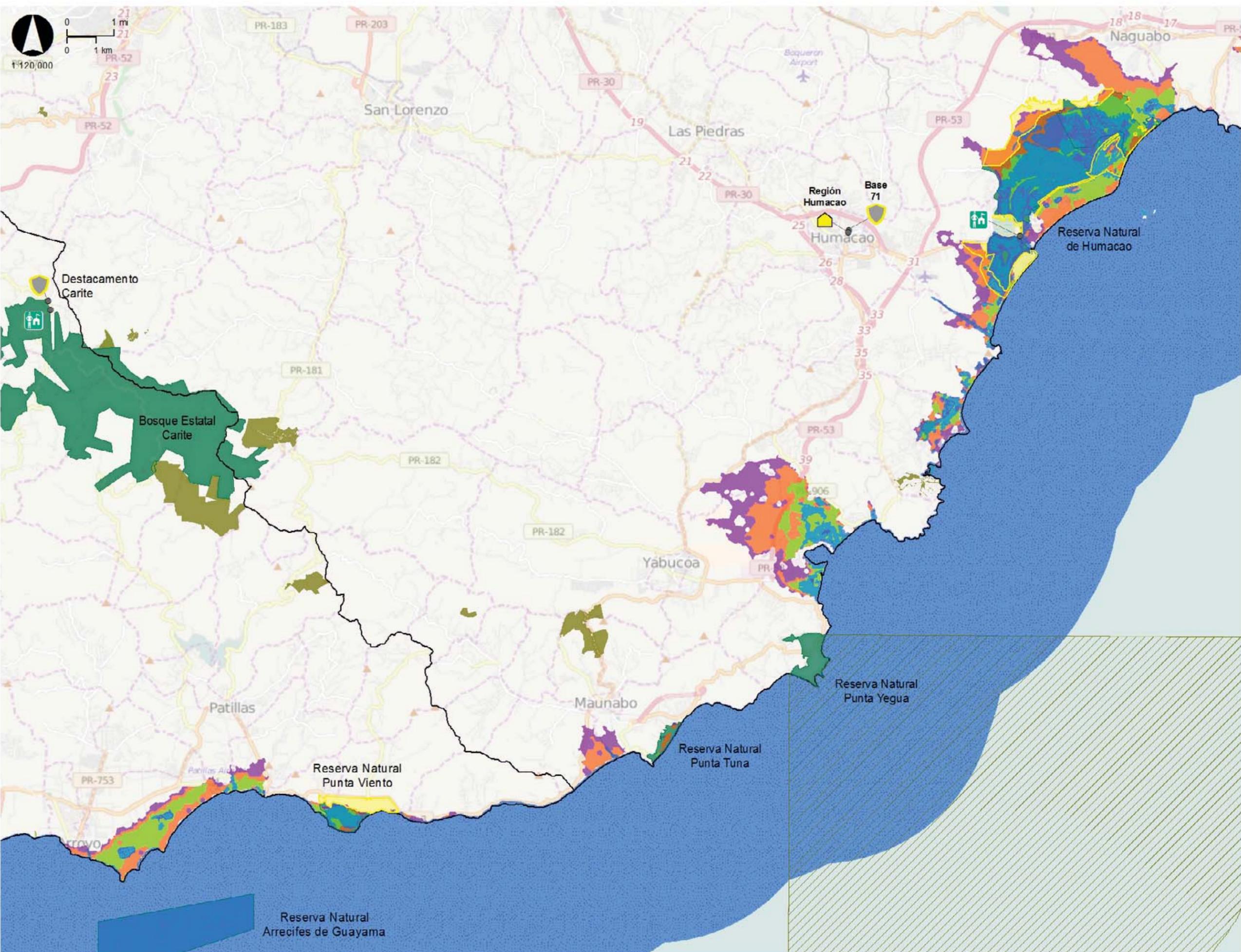
- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

- Aumento de 50 cm
- Aumento de 1 metro
- Huracán C1 - Aumento de 1 m
- Huracán C3 - Aumento de 1 m
- Huracán C5 - Aumento de 1 m

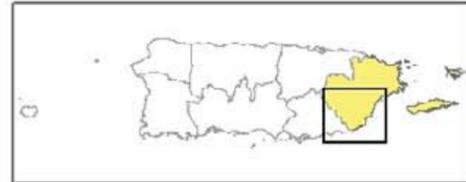
UPR MAYAQUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Humacao (2/3)



LEYENDA

- Dependencias DRNA**
- Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Regiones DRNA
- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas
- Aumento en el nivel del mar**
- Aumento de 50 cm
 - Aumento de 1 metro
 - Huracán C1 - Aumento de 1 m
 - Huracán C3 - Aumento de 1 m
 - Huracán C5 - Aumento de 1 m

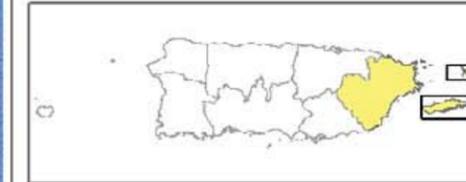
UPR MAYAGUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



Municipio de Culebra

Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas

Región Humacao (3/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

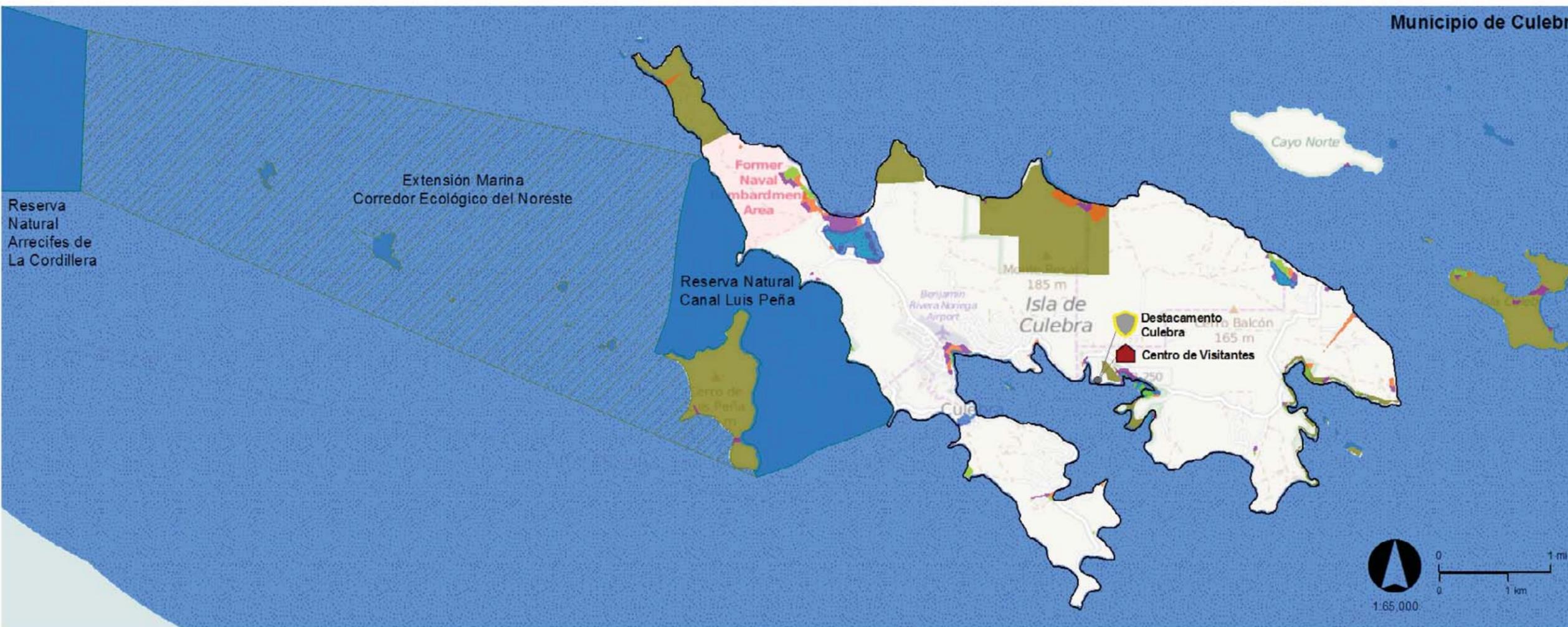
Áreas Naturales Protegidas

- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona de Amortiguamiento
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

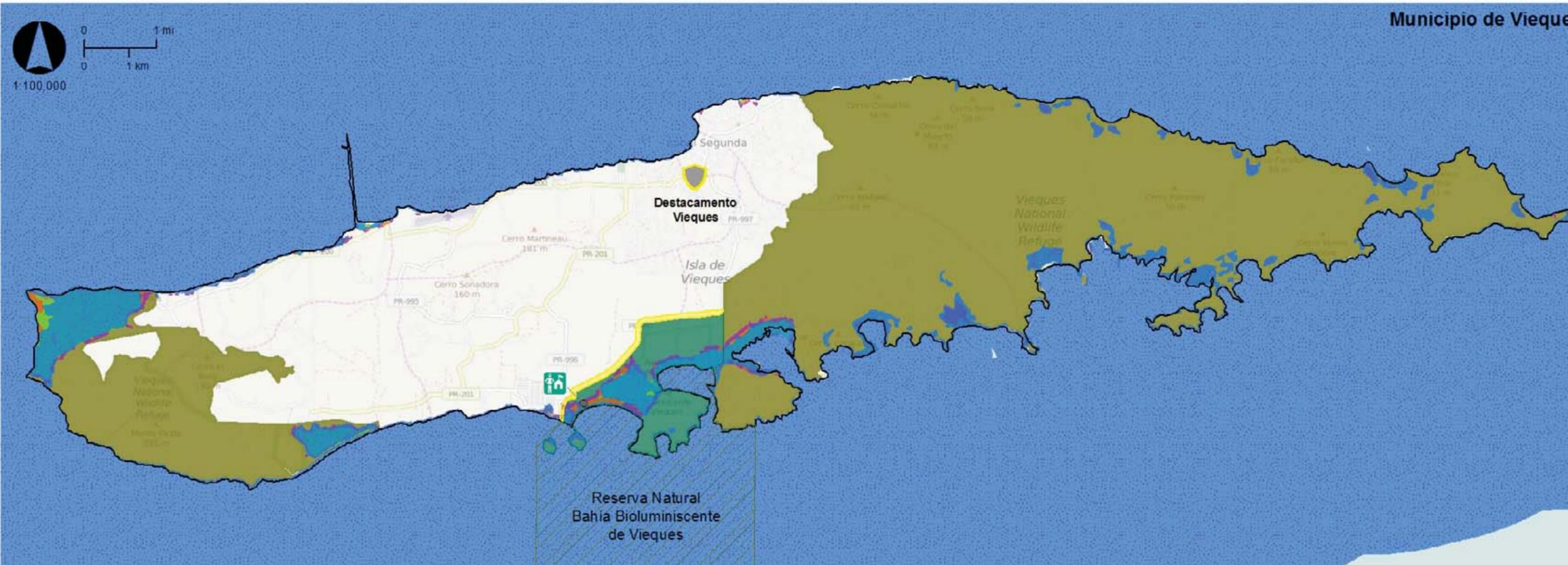
Aumento en el nivel del mar

- Aumento de 50 cm
- Aumento de 1 metro
- Huracán C1 - Aumento de 1 m
- Huracán C3 - Aumento de 1 m
- Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYAQUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)

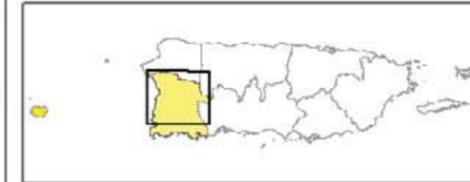


Municipio de Vieques



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Mayagüez (1/3)



LEYENDA

Dependencias DRNA

- Oficinas Regionales
- Cuerpo de Vigilantes
- Oficinas de Áreas Protegidas
- Otras unidades
- Regiones DRNA

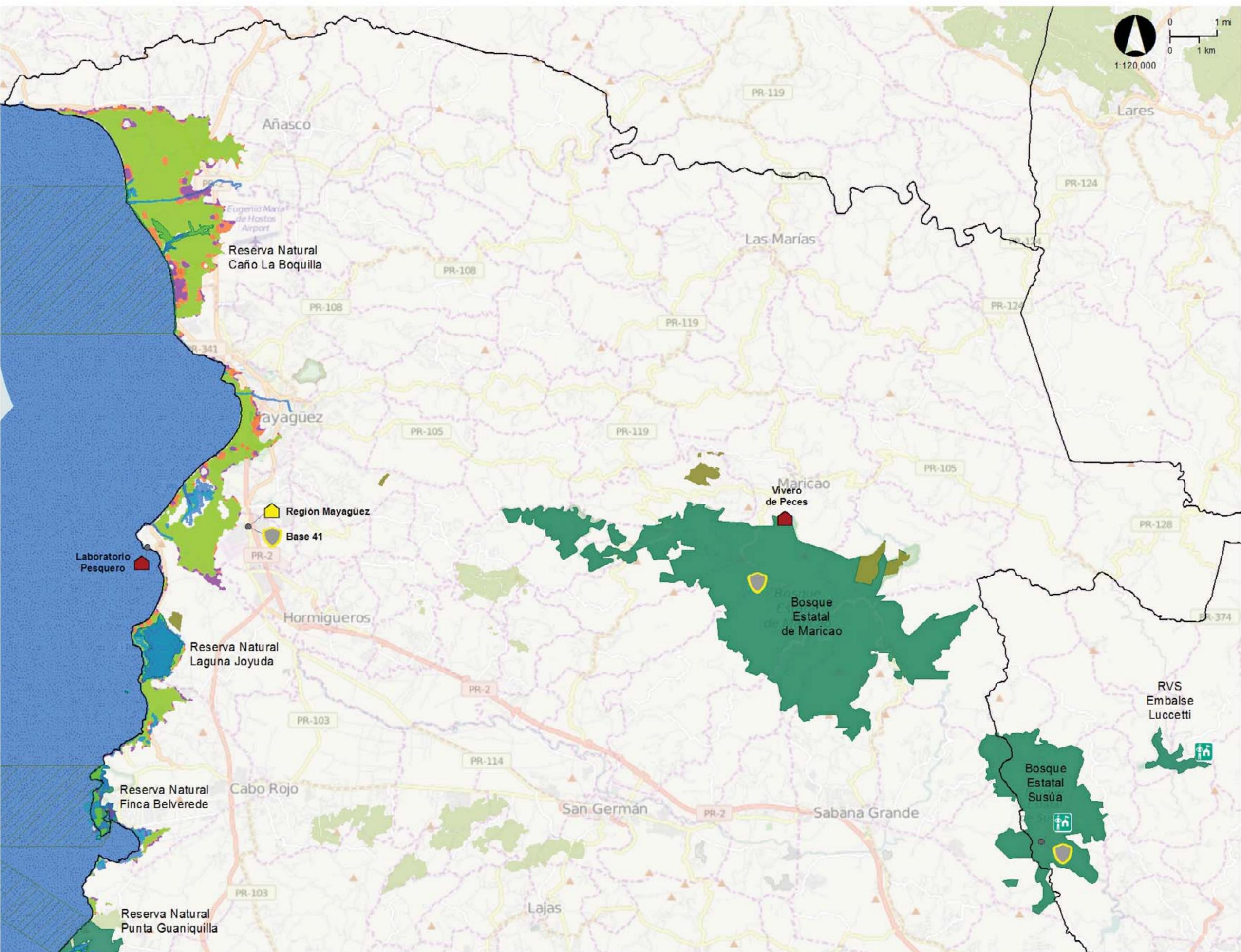
Áreas Naturales Protegidas

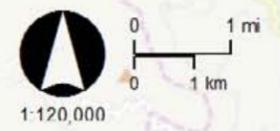
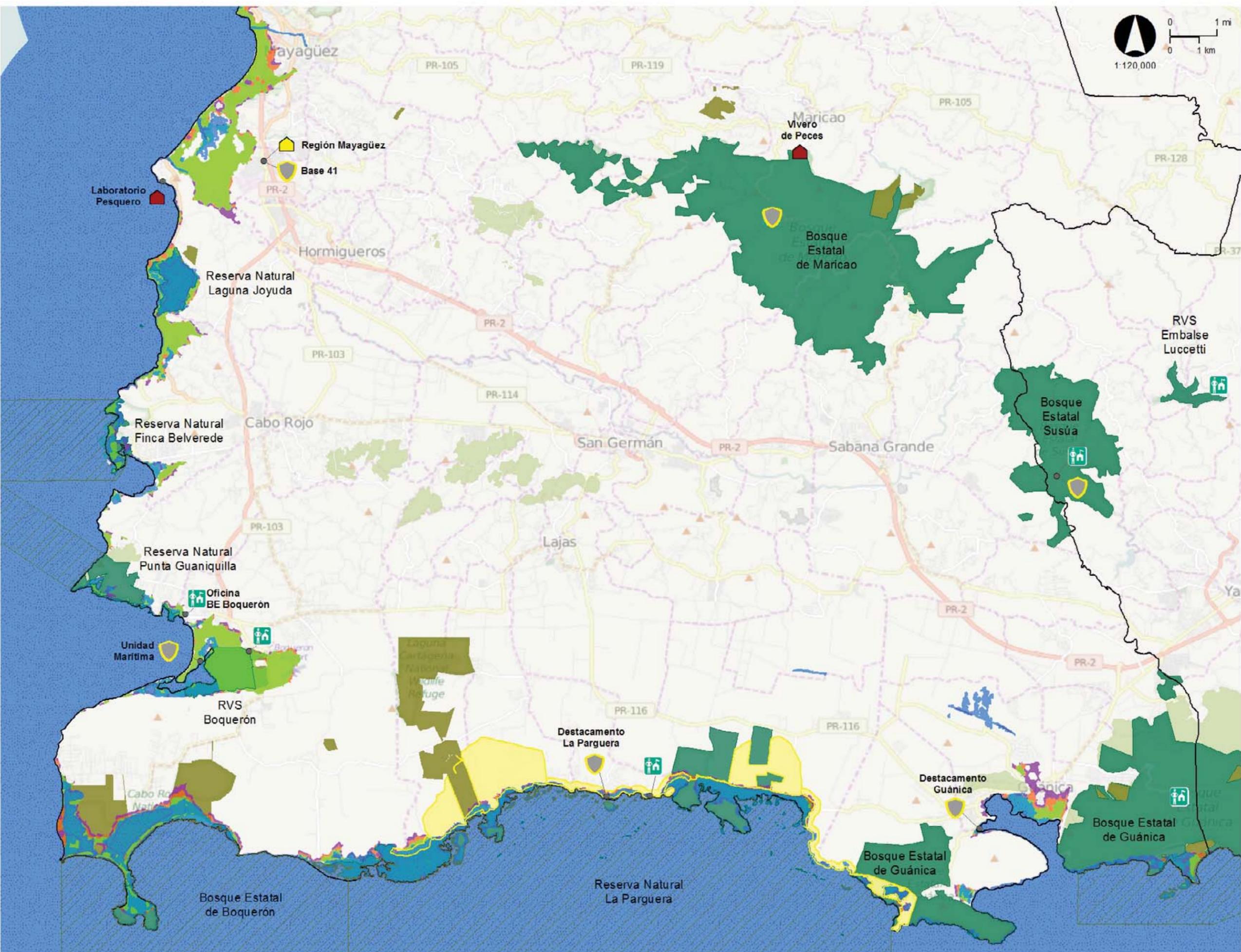
- Área Natural Protegida (DRNA)
- Extensión Marina
- Zona Restricta del Carso
- Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

- Aumento de 50 cm
- Aumento de 1 metro
- Huracán C1 - Aumento de 1 m
- Huracán C3 - Aumento de 1 m
- Huracán C5 - Aumento de 1 m

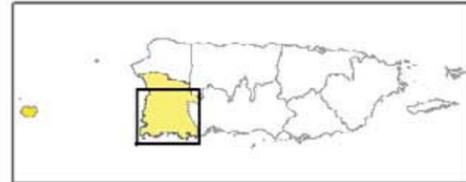
UPR MAYAGÜEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Mayagüez (2/3)



LEYENDA

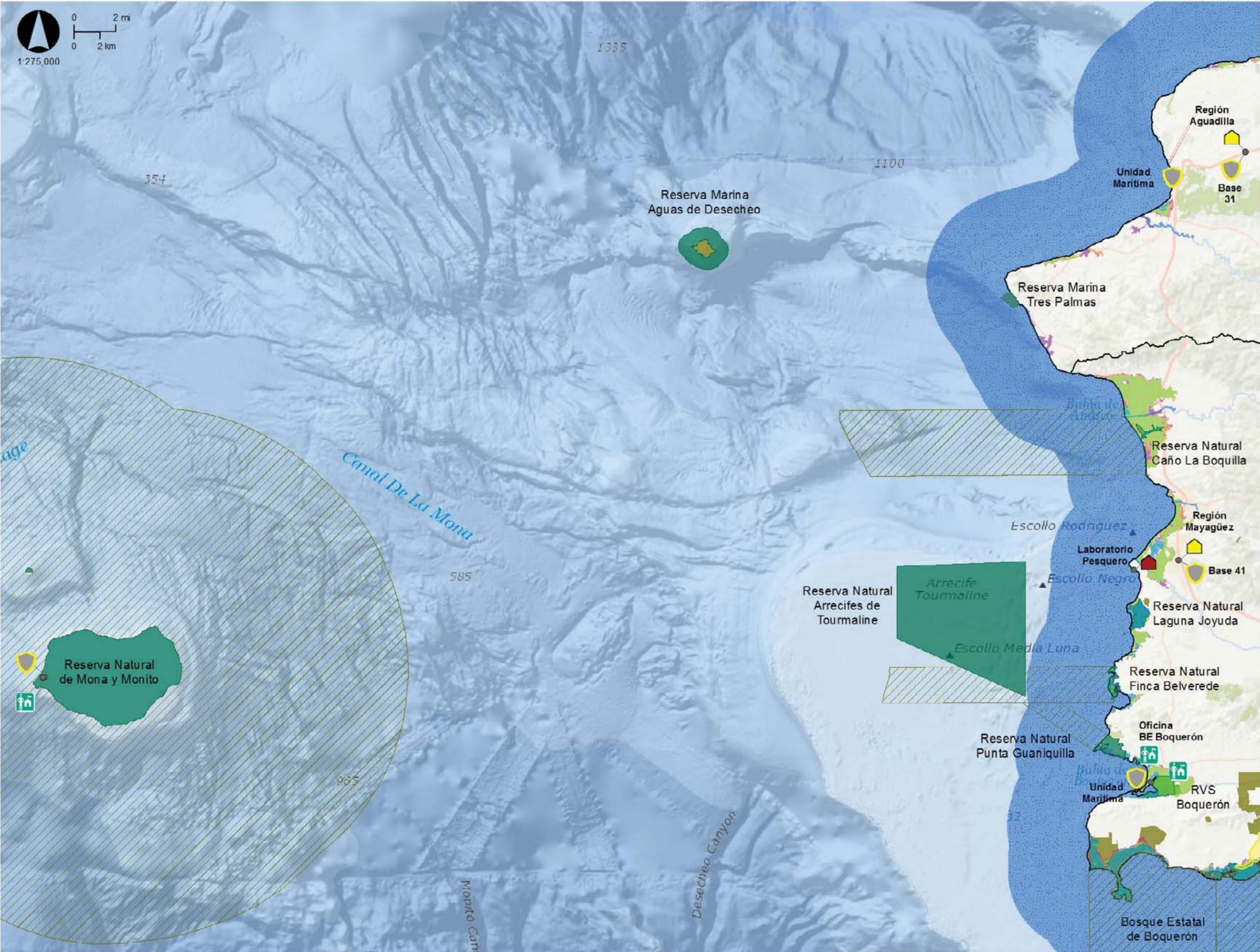
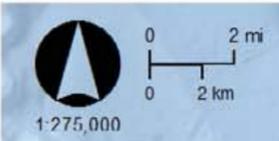
- Dependencias DRNA**
- Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA

- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas

- Aumento en el nivel del mar**
- Aumento de 50 cm
 - Aumento de 1 metro
 - Huracán C1 - Aumento de 1 m
 - Huracán C3 - Aumento de 1 m
 - Huracán C5 - Aumento de 1 m

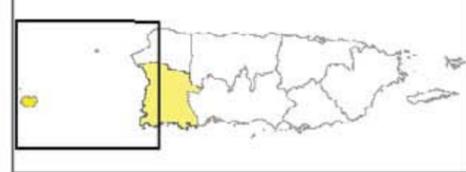
UPR MAYAGUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Mayagüez (3/3)



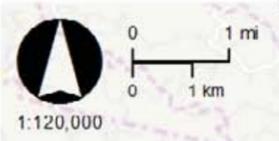
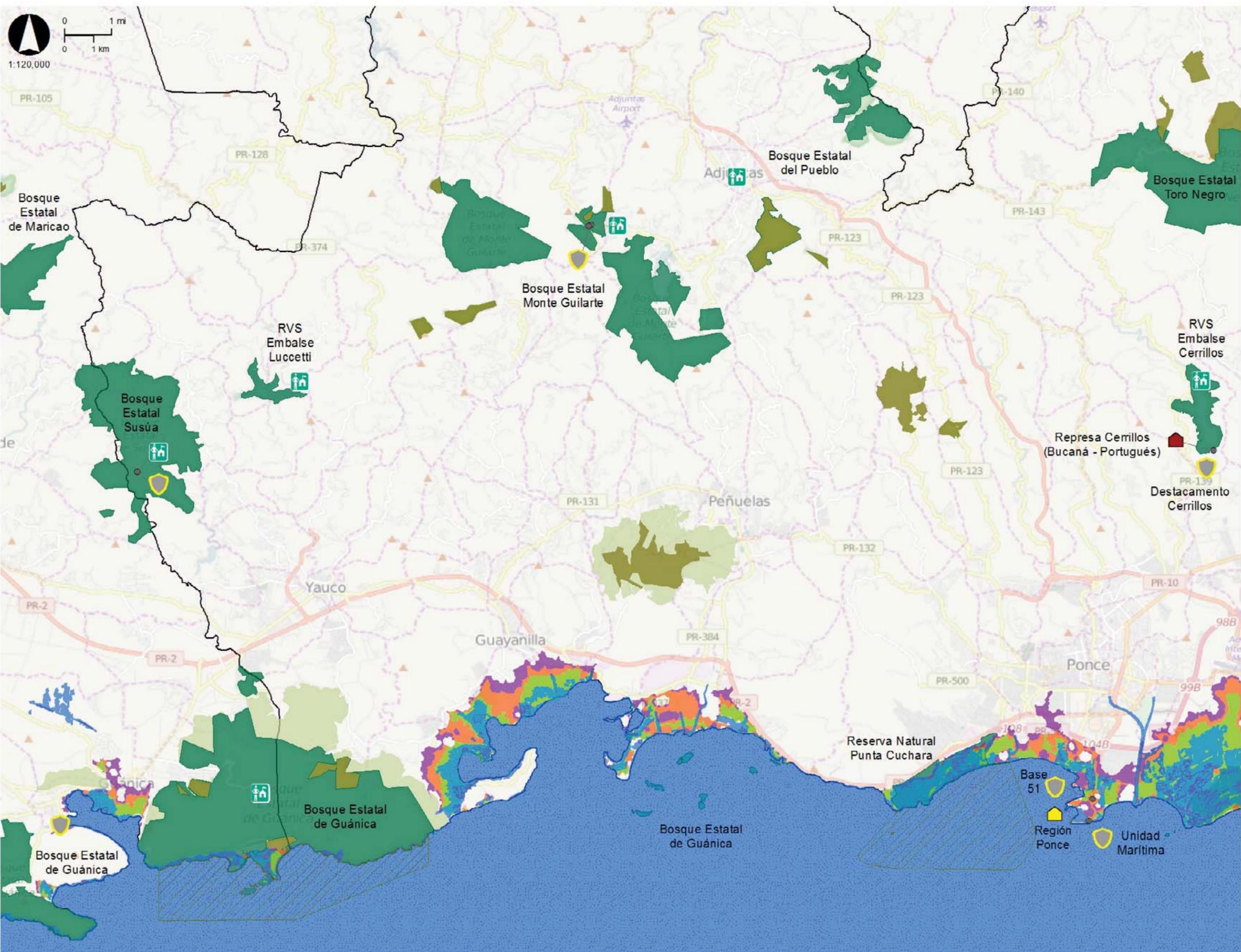
LEYENDA

- Dependencias DRNA**
- Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA
- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona de Amortiguamiento
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas
- Aumento en el nivel del mar ***
- Aumento de 50 cm
 - Aumento de 1 metro
 - Huracán C1 - Aumento de 1 m
 - Huracán C3 - Aumento de 1 m
 - Huracán C5 - Aumento de 1 m

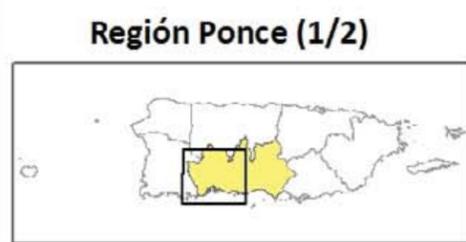
* No hay datos disponibles para las islas de Mona, Monito y Desecheo.

UIPR-MAYAGÜEZ, CARICOOS & DRNA (2014), CI.CC (2018), Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)





**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**



LEYENDA

- Dependencias DRNA**
- Oficinas Regionales
 - Cuerpo de Vigilantes
 - Oficinas de Áreas Protegidas
 - Otras unidades
 - Regiones DRNA

- Áreas Naturales Protegidas**
- Área Natural Protegida (DRNA)
 - Extensión Marina
 - Zona Restricta del Carso
 - Otras Áreas Protegidas

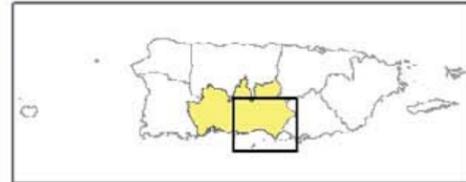
- Aumento en el nivel del mar**
- Aumento de 50 cm
 - Aumento de 1 metro
 - Huracán C1 - Aumento de 1 m
 - Huracán C3 - Aumento de 1 m
 - Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYAQUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región Ponce (2/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Oficinas Regionales
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Otras unidades
-  Regiones DRNA

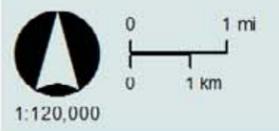
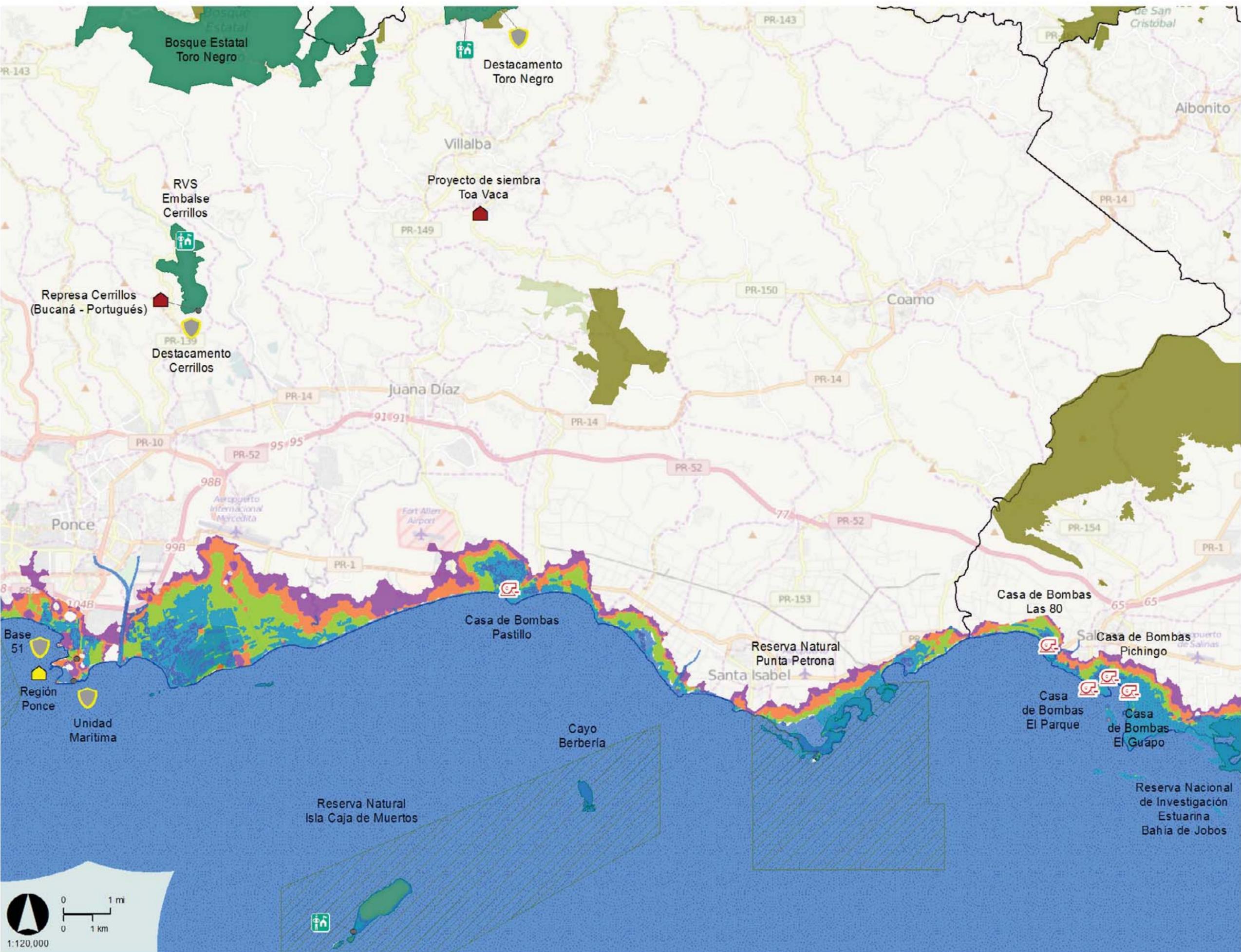
Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

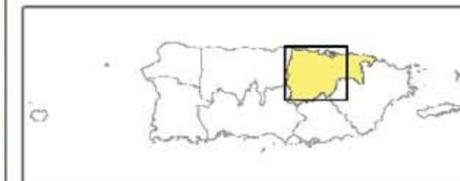
-  Aumento de 50 cm
-  Aumento de 1 metro
-  Huracán C1 - Aumento de 1 m
-  Huracán C3 - Aumento de 1 m
-  Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región San Juan (1/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Oficina Central (San Juan)
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Otras unidades
-  Regiones DRNA

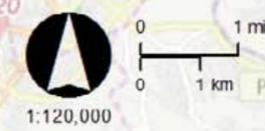
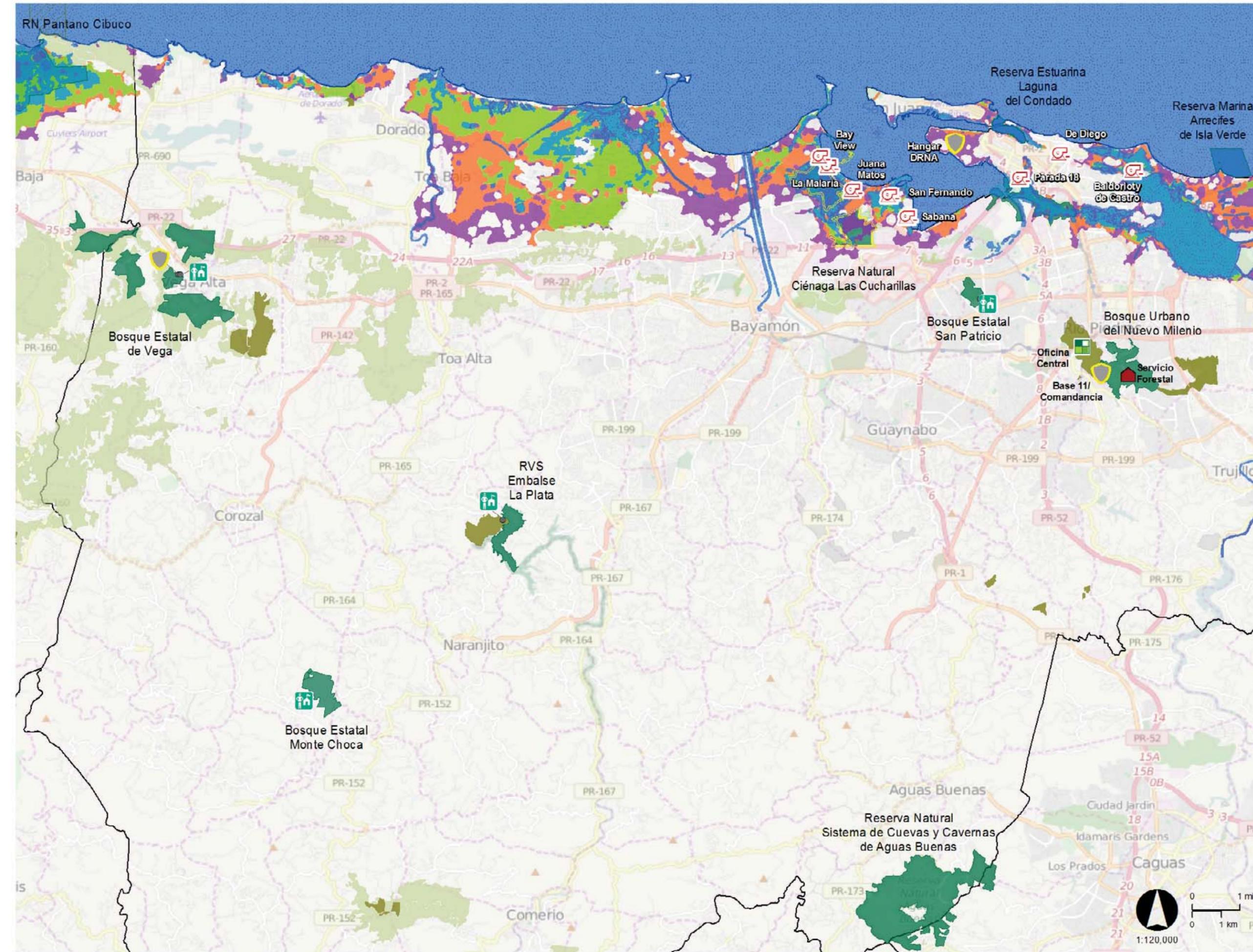
Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona de Amortiguamiento
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

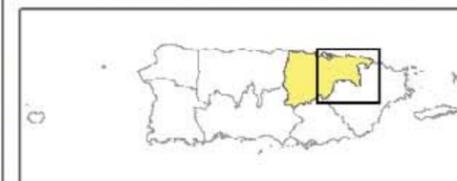
-  Aumento de 50 cm
-  Aumento de 1 metro
-  Huracán C1 - Aumento de 1 m
-  Huracán C3 - Aumento de 1 m
-  Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYAQUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)



**Análisis de Vulnerabilidad:
Aumento del nivel del mar
y marejadas ciclónicas**

Región San Juan (2/2)



LEYENDA

Dependencias DRNA

-  Casas de Bombas
-  Oficina Central (San Juan)
-  Cuerpo de Vigilantes
-  Oficinas de Áreas Protegidas
-  Otras unidades
-  Regiones DRNA

Áreas Naturales Protegidas

-  Área Natural Protegida (DRNA)
-  Extensión Marina
-  Zona de Amortiguamiento
-  Zona Restricta del Carso
-  Otras Áreas Protegidas

Aumento en el nivel del mar

-  Aumento de 50 cm
-  Aumento de 1 metro
-  Huracán C1 - Aumento de 1 m
-  Huracán C3 - Aumento de 1 m
-  Huracán C5 - Aumento de 1 m

UPR MAYACUEZ, CARICOOS & DRNA (2014); CLCC (2016);
Department of Commerce: NOAA, Coastal Services Center (2012)

