

# ***Ruta hacia la Resiliencia:***

## ***Guía de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático en Puerto Rico***

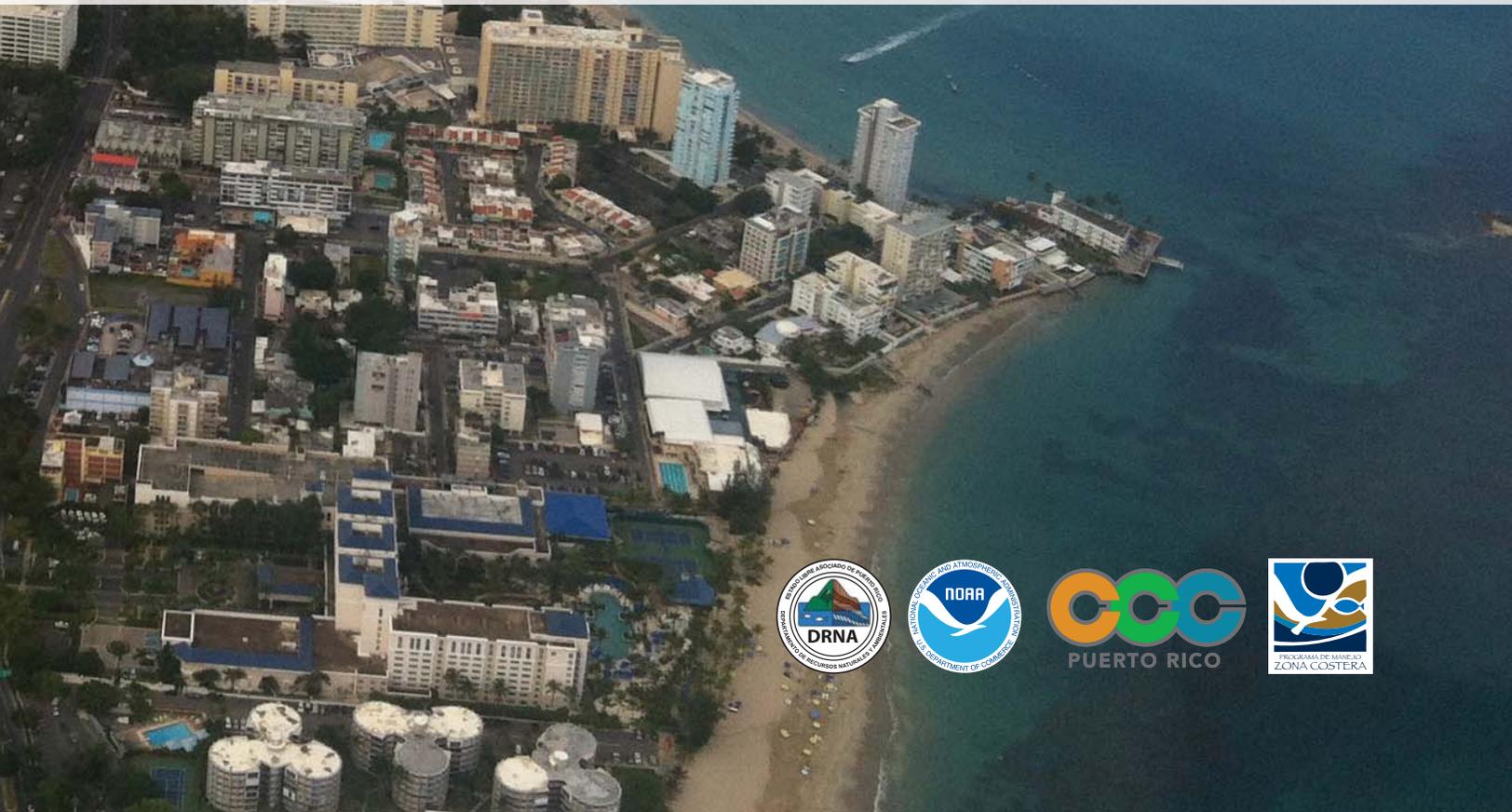




**Esta publicación fue financiada parcialmente a través de fondos asignados al Programa de Manejo de la Zona Costanera por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), a través de las aportaciones NA11NOS410162 y NA12NOS4190172**



# Ruta hacia la Resiliencia: Guía de Estrategias para la Adaptación al Cambio Climático en Puerto Rico





### **Citas a este documento**

Puerto Rico Climate Change Council (2015) Ruta hacia la Resiliencia: Guía de Estrategias para la Adaptación a los Cambios Climáticos. Programa de Manejo de la Zona Costanera; Ernesto L. Díaz, Kasey R. Jacobs y Vanessa I. Marrero editores.

Foto: Reunión para el Plan Piloto Comunitario de Adaptación al Cambio Climático en el Municipio de Culebra.

CONSEJO DE CAMBIO CLIMATICO DE PUERTO RICO

# CONTENIDO

Miembros del Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico .....	6
Acrónimos y Siglas .....	7
Glosario de términos .....	9
Ruta hacia la resiliencia.....	15
Introducción al cambio climático.....	16
Enfoque de la guía .....	18
Infraestructura crítica .....	20
Comunidades costeras .....	20
Turismo y recreación .....	21
Desarrollo económico .....	22
Biodiversidad: ecosistemas, hábitats, especies y servicios ecológicos .....	22
¿Por qué es necesario adaptarnos?.....	23
Conceptos sobre adaptación.....	26
Tipos de acciones de adaptación.....	26
Tipos de estrategias de adaptación.....	27
Pasos para desarrollar un plan de adaptación al cambio climático.....	31
Identificación de los riesgos climáticos presentes y futuros.....	32
Creación de un inventario de infraestructuras y bienes .....	34
Caracterización de riesgos del cambio climático en infraestructuras y bienes .....	34
Determinación del curso de acción .....	39
Identificación y evaluación de acciones de adaptación .....	39
Priorización de las acciones adaptativas .....	40
Identificación de oportunidades para la coordinación.....	41
Identificación de fuentes de financiamiento .....	42
Redacción e implementación del plan de adaptación .....	42
Monitorear y reevaluar periódicamente .....	42
<b>Adaptación a Nivel de País.....</b>	<b>43</b>
¿Por qué desarrollar un plan estratégico de adaptación a nivel nacional? .....	44
Integración de decisiones al funcionamiento de la sociedad (mainstreaming) .....	45
Función de la ciencia en los planes de adaptación .....	46
¡Comunique el plan a lo largo y ancho!.....	47
Apoyo nacional para las comunidades locales.....	48
El contexto internacional es importante .....	48
Opciones de adaptación para la infraestructura crítica .....	52
Adaptación física .....	52
Adaptación no física.....	54
Horizonte de planificación a largo plazo .....	54
Opciones de adaptación para las comunidades costeras.....	59
Adaptación física .....	59
Adaptación no física .....	63
Divulgación total de la información de bienes raíces (full disclosure) .....	63
Opciones de adaptación para el turismo y la recreación .....	65

Adaptación física .....	66
Adaptación no física.....	68
Opciones de adaptación para el desarrollo económico.....	71
Adaptación física .....	71
Garantizar la seguridad laboral .....	71
Adaptación no física .....	71
Crear una isla estable para propiciar el desarrollo empresarial.....	71
Apoyar el desarrollo científico para beneficiar la producción industrial.....	72
Opciones de adaptación para la biodiversidad .....	75
Adaptación basada en los ecosistemas (EbA).....	77
Atención a los arrecifes de corales.....	80
Regulación de las pesquerías .....	81
Diseño coordinado de la conservación del paisaje .....	81
Otras estrategias estructurales de adaptación para la biodiversidad .....	82
Adaptación física.....	82
Adaptación no física .....	86
<hr/>	
<b>Adaptación a Nivel Municipal.....</b>	<b>97</b>
Perspectivas de los municipios costeros de Puerto Rico .....	98
Encuentro de Municipios Costeros, 2015 .....	100
Sugerencias para los municipios ante los efectos del cambio climático .....	101
Medidas de preparación para el cambio climático en la planificación territorial municipal....	102
Manejo de la incertidumbre e información limitada en los municipios.....	105
Ajustando las acciones de adaptación a las funciones municipales .....	105
Administración municipal de los recursos naturales.....	113
Conservación y manejo del recurso agua .....	116
Apoyo a la economía local mediante la adaptación del sector agrícola .....	118
Cómo manejar las limitaciones financieras .....	119
Reduciendo costos mediante enfoques regionales y consorcios .....	121
Fuentes de financiamiento disponibles para los municipios.....	123
<hr/>	
<b>Adaptación a Nivel de las Comunidades .....</b>	<b>125</b>
Estrategias de adaptación a nivel de las comunidades.....	126
Opciones de adaptación para la infraestructura .....	128
Adaptación física.....	128
Manejo de las aguas pluviales .....	128
Infraestructura Verde .....	129
Desarrollo de bajo impacto .....	130
Gerencia y abastecimiento de agua.....	131
Adaptación no física .....	132
Reducción de islas de calor urbano .....	132
Adaptación no física.....	134
Manejo de la construcción y el desarrollo.....	134
Zonificación .....	135
Restricciones de la reurbanización .....	136
Servidumbres de conservación.....	137

Diseño compacto de la comunidad .....	137
Turismo y desarrollo económico .....	138
Biodiversidad: ecosistemas, especies y servicios ecológicos.....	138
<hr/>	
<b>Adaptación a Nivel del Hogar</b> .....	143
El hogar como motor principal de la adaptación .....	144
Garantizar el acceso a los alimentos.....	145
Garantizar el refugio seguro.....	145
Preparación de las casas para enfrentar el cambio climático.....	145
Protección contra inundaciones.....	146
Protección contra las sequías .....	148
Refrescar su casa.....	149
Proteger las escuelas .....	151
Conclusión.....	154
Anejos .....	155
Referencias .....	164

# Miembros del Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico



## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>AAA:</b>	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
<b>ACT:</b>	Autoridad de Carreteras y Transportación (Dpto. de Transportación y Obras Públicas)
<b>ADS:</b>	Autoridad de Desperdicios Sólidos
<b>AEAS:</b>	Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento
<b>AEE:</b>	Autoridad de Energía Eléctrica
<b>AEMEAD:</b>	Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias
<b>AEP:</b>	Autoridad de Edificios Públicos
<b>AFI:</b>	Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura de Puerto Rico
<b>AFICA:</b>	Autoridad para el Financiamiento de Facilidades Industriales, Turísticas, Educativas, Médicas y de Control Ambiental (Banco Gubernamental de Fomento)
<b>AFV:</b>	Autoridad para el Financiamiento de la Vivienda (Banco Gubernamental de Fomento)
<b>AMA:</b>	Autoridad Metropolitana de Autobuses (Dpto. de Transportación y Obras Públicas)
<b>ANP:</b>	Áreas Naturales Protegidas
<b>AP:</b>	Autoridad de los Puertos
<b>ATPR:</b>	Autoridad de Tierras de Puerto Rico (Dpto. de Agricultura)
<b>BDE:</b>	Banco de Desarrollo Económico
<b>BGF:</b>	Banco Gubernamental de Fomento
<b>CARDI:</b>	Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola en el Caribe
<b>CARICOM:</b>	Secretaría de la Comunidad del Caribe
<b>CCCC:</b>	Centro de la Comunidad del Caribe sobre el Cambio Climático
<b>CDC:</b>	Centros de Control y Prevención de Enfermedades
<b>CEPAL:</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CIMH:</b>	Instituto Caribeño de Meteorología e Hidrología
<b>CLCC:</b>	Cooperativa para la Conservación del Paisaje en el Caribe
<b>CCCL:</b>	Línea de Control de Construcción Costera de Florida
<b>CPNPR:</b>	Compañía de Parques Nacionales de Puerto Rico
<b>CSA:</b>	Corporación de Seguros Agrícolas (Dpto. de Agricultura)
<b>CTA:</b>	Centro Técnico de Cooperación Agrícola y Rural
<b>CTPR:</b>	Compañía de Turismo de Puerto Rico (Dpto. de Desarrollo Económico)
<b>CZMA:</b>	Ley Federal de Manejo de las Zonas Costeras
<b>DA:</b>	Departamento de Agricultura
<b>DE:</b>	Departamento de Educación
<b>DEP:</b>	Departamento de Protección Ambiental de Florida

<b>DOT:</b>	Departamento de Transportación de Estados Unidos de América
<b>DRD:</b>	Departamento de Recreación y Deportes
<b>DRNA:</b>	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
<b>DS:</b>	Departamento de Salud
<b>DTOP:</b>	Departamento de Transportación y Obras Públicas
<b>EPA:</b>	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América
<b>FAO:</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>FEMA:</b>	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias
<b>FWS:</b>	Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos de América
<b>IPCC:</b>	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
<b>IWGCCCH:</b>	Grupo de Trabajo Intergencial sobre el Cambio Climático y la Salud
<b>JP:</b>	Junta de Planificación de Puerto Rico
<b>NOAA:</b>	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
<b>NRCS:</b>	Servicio de Conservación de Recursos Naturales de Estados Unidos
<b>NPCC:</b>	Panel de la Ciudad de Nueva York sobre el Cambio Climático
<b>OCS:</b>	Oficina del Comisionado de Seguros
<b>OEPE:</b>	Oficina Estatal de Política Pública Energética
<b>OGP:</b>	Oficina de Gerencia de Permisos
<b>UNWTO:</b>	Organización Mundial del Turismo
<b>PMZC:</b>	Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico
<b>PRCCC:</b>	Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico
<b>TNC:</b>	The Nature Conservancy
<b>UNFCCC:</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>USACE:</b>	Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos de América
<b>USDA:</b>	Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América
<b>USFS:</b>	Servicio Forestal de Estados Unidos de América
<b>USGS:</b>	Servicio Geológico de Estados Unidos de América
<b>UWI:</b>	Universidad de las Indias Occidentales
<b>WPI:</b>	Worcester Polytechnic Institute

# GLOSARIO DE TÉRMINOS

## Acciones de adaptación planificada

Medidas intencionales y proactivas producidas a nivel de la sociedad.\*\*

## Acciones de adaptación reactivas

Cambios en políticas y comportamientos que las personas adoptan luego de enfrentarse a los efectos del cambio climático.\*\*

## Adaptación

Ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos previstos o a sus efectos, que mitiga los daños o aprovecha oportunidades beneficiosas.\*\*

## Cambio climático

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define al cambio climático como un cambio en el estado del clima que se puede identificar (por ejemplo mediante el uso de pruebas estadísticas) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o períodos más largos. Por su parte, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) lo define como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.\*

## Capacidad

Combinación de todas las fortalezas, atributos y recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la implantación de los objetivos acordados. La capacidad puede incluir la infraestructura y los medios físicos, las instituciones y el conjunto de las habilidades disponibles en la sociedad para atender una situación en particular o, en este caso, enfrentar riesgos o adaptarse al cambio climático. Se incluye asimismo el conocimiento humano, las destrezas y los atributos colectivos tales como las relaciones sociales, el liderazgo, la gestión y aptitud.\*

## Capacidad para enfrentar riesgos

Habilidad de la población, las organizaciones y los sistemas para enfrentar y atender condiciones adversas, situaciones de emergencia o desastres, mediante el uso de los recursos y las destrezas disponibles. (en inglés, *coping capacity*).\*

<sup>1</sup> Este glosario es una recopilación de términos claves previamente definidos por organizaciones internacionales, agencias nacionales y otras entidades oficiales. En este caso, han sido reproducidas textualmente de:

\*UNISDR (2009), \*\*OECC (2009), \*\*\*Jackson (2011), \*\*\*\*Augustyn & Chou (2013), †JP (2014), ‡Schleupner (2007). Para la información bibliográfica completa de cada fuente, refiérase a la lista de referencias al final de este documento.

### **Código de construcción**

Normas, guías, ordenamiento o reglamentos relacionados con estándares que sirven para controlar aspectos de diseño, construcción, materiales, modificaciones y ocupación de cualquier estructura, y que son necesarios para velar por la seguridad y el bienestar de los seres humanos en áreas construidas.\*

### **Concientización/sensibilización pública**

Grado de conocimiento común sobre el riesgo de desastres, los factores que conducen a éstos y las acciones que pueden tomarse individual o colectivamente para reducir la exposición y la vulnerabilidad frente a las amenazas.\*

### **Degradación ambiental**

Disminución de la capacidad del ambiente para cumplir sus funciones ecológicas y responder a las necesidades sociales. La degradación del ambiente puede alterar la frecuencia e intensidad de las amenazas naturales y aumentar el grado de vulnerabilidad de las comunidades. Los tipos de degradación inducidos por el ser humano son variados e incluyen el uso indebido de los suelos, la erosión, la desertificación, los incendios forestales, la pérdida de la diversidad biológica, la deforestación, la destrucción de los manglares, la contaminación de los suelos, del agua y del aire; el cambio climático, el aumento del nivel del mar y el deterioro de la capa de ozono.\*

### **Desarrollo de capacidades**

Proceso mediante el cual la población, las organizaciones y la sociedad estimulan y desarrollan sistemáticamente sus capacidades en el transcurso del tiempo, a fin de lograr sus objetivos sociales y económicos, a través de mejores prácticas y conocimientos, habilidades, sistemas e instituciones, entre otras. El concepto incluye el aprendizaje y varios tipos de capacitación, al igual que un esfuerzo continuo para desarrollar las instituciones, la concientización pública, los recursos financieros, los sistemas tecnológicos, así como un entorno propicio y más amplio en los ámbitos sociales y culturales.\*

### **Desastre**

Seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que puede ocasionar una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos. Con frecuencia, se describe un desastre como el resultado de la combinación de la exposición a una amenaza, las condiciones de vulnerabilidad presentes, y capacidades o medidas insuficientes para reducir o hacer frente a las posibles consecuencias negativas.\*

### **Escenario**

Descripción verosímil y simplificada de la forma en que puede evolucionar el futuro, sobre la base de una serie de hipótesis sobre fuerzas determinantes y relaciones fundamentales. Los escenarios pueden derivarse de proyecciones, pero a menudo se basan en información adicional de otras fuentes, en ocasiones combinada con una "línea narrativa evolutiva".\*\*

### Escenario climático

Representación verosímil y simplificada del clima futuro, sobre la base de una serie de relaciones climatológicas, elaborado para la investigación de las posibles consecuencias de los cambios climáticos, y que suele utilizarse como instrumento auxiliar para la elaboración de modelos de impacto. Un “escenario de cambio climático” es la diferencia entre una proyección climática y el clima actual.\*\*

### Estrategias de bajo arrepentimiento (*low-regret strategies*)

Medidas que requieren inversiones a un costo mínimo para prepararse y responder a futuros impactos climáticos.\*\*\*\*

### Estrategias sin arrepentimiento (*no-regret strategies*)

Medidas flexibles y rentables que son beneficiosas para las comunidades en el presente y aún más beneficiosas para los futuros impactos climáticos.\*\*\*\*

### Evaluación del riesgo

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 afectar adversamente 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.\*\*

### Impactos (climáticos)

Consecuencias (positivas o negativas) del cambio climático sobre los sistemas naturales y humanos.\*\*

### Incertidumbre

Describe la calidad de nuestro conocimiento asociado a un riesgo, o el grado de desconocimiento de un valor. La incertidumbre puede derivarse de la falta de información o de las discrepancias en cuanto a lo que se sabe o lo que es posible saber. Puede tener muy diversos orígenes, desde errores cuantificables en los datos hasta ambigüedades en la definición de conceptos o en la terminología, o inseguridad en las proyecciones del comportamiento humano. La incertidumbre puede, por lo tanto, representarse con medidas cuantitativas (por ejemplo, una serie de valores calculados con distintos modelos) o con expresiones cualitativas (por ejemplo, que reflejen la opinión de un grupo de expertos).\*\*

### Mitigación

Este término puede tener dos definiciones y se distingue por el contexto de la declaración: **mitigación del cambio climático**, o intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar la captura de gases de efecto invernadero\*\*; **mitigación de riesgo**, o medidas tomadas con anticipación al desastre, con el objetivo de reducir o eliminar su impacto sobre la sociedad y el ambiente.

### Planificación de los usos del terreno/ordenamiento territorial

Proceso que emprenden las autoridades públicas para identificar, evaluar y determinar las diferentes opciones para el uso de los suelos, lo que incluye la consideración de objetivos económicos, sociales y ambientales a largo plazo.\* Por su parte, la Junta de Planificación de Puerto Rico define la ordenación territorial como el conjunto de criterios, normas y planes que regulan las actividades y los asentamientos sobre el territorio con el fin de lograr una buena relación entre la población, las actividades, los servicios, las infraestructuras y el territorio. Su objetivo central es delimitar los diversos usos a los que puede dedicarse el suelo o el espacio físico territorial.†

### Protección

Consiste en la integración de infraestructura “gris” y/o “verde” para controlar los efectos e impactos de los cambios climáticos. En estos casos, el funcionamiento de los sistemas naturales es controlado por las obras de protección diseñadas y construidas a tales fines.‡

### Resiliencia/resiliente

Capacidad de un sistema, comunidad o sociedad de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de efectos adversos, 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 a su disposición y su capacidad de organizarse rápidamente ante un evento adverso\*

### Riesgo

Combinación de la probabilidad de que ocurra un evento, la frecuencia con la que se presentan la magnitud de sus consecuencias.\*

### Sensibilidad

Grado en que un sistema resulta afectado —negativa o favorablemente— por los estímulos relativos al clima. El efecto de su sensibilidad al clima puede ser directo o indirecto.\*\*

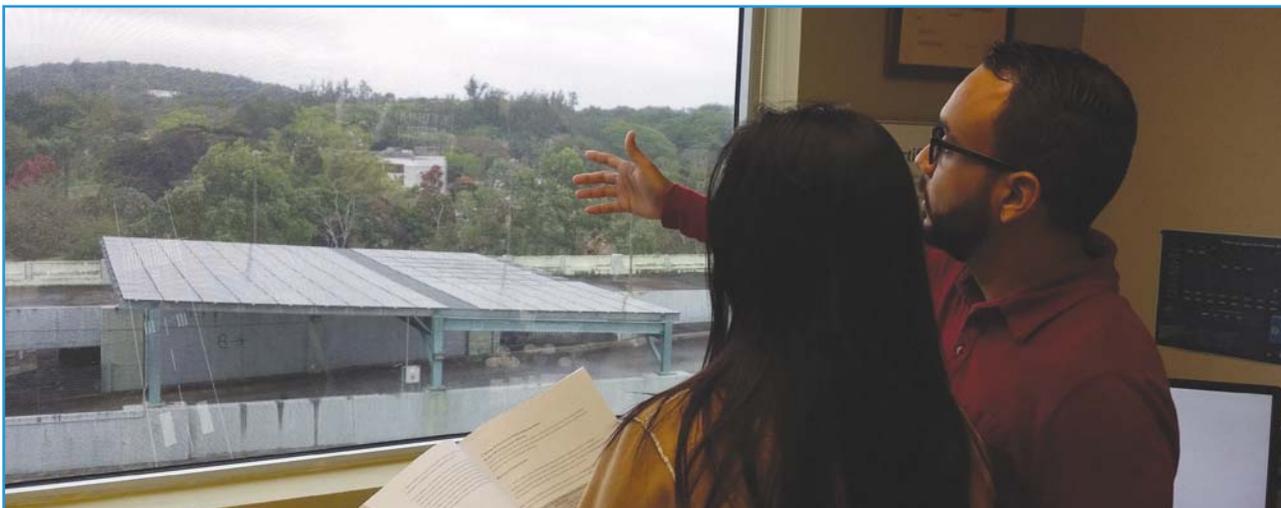
### Servicios de los ecosistemas

Beneficios que las personas y las comunidades obtienen de los ecosistemas. Entre los beneficios que pueden ofrecer los ecosistemas se encuentran: **servicios de regulación**, tales como la regulación de las inundaciones; **servicios de provisión**, tales como los alimentos y el agua; **servicios de apoyo**, tales como la formación del suelo y el ciclo de nutrientes; **servicios culturales**, tales como los beneficios recreativos, espirituales, religiosos y otros que no son materiales. La gestión integral de los suelos, del agua y de los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible sienta las bases para mantener los servicios de los ecosistemas, incluidos aquellos que contribuyen a reducir el riesgo de desastres.\*

## **Vulnerabilidad**

Medida en que un sistema es capaz o incapaz de enfrentar los efectos negativos del cambio climático, incluyendo aquellos asociados a la variabilidad climática natural y a los fenómenos extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática y cambios a los cuales está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.\*\*

## PREFACIO



## Planificando el presente desde el futuro

Imagine que se encuentra en el año 2030 en Puerto Rico. Piense que está en su oficina, en su hogar, o en el parque de su comunidad reflexionando sobre los acontecimientos transcurridos en los últimos 15 años. A lo largo de ese tiempo, usted ha visto como el mar poco a poco comenzó a inundar las calles, las casas y los edificios, y cómo penetraba cada vez más tierra adentro, con mayor frecuencia, causando graves daños e interrupciones a la vida cotidiana. Recuerda, además, los duros años marcados tanto por la tormenta como por la sequía del siglo. Su reflexión lo lleva a analizar— ya desde la experiencia— aquellas decisiones cruciales tomadas por usted, su comunidad, organización y país, durante esos años. Piense, cuál sería el resultado de ese análisis:

- ¿Habría sido su país, comunidad u organización resiliente?
- ¿Se enfrentaron efectivamente a las nuevas situaciones y escenarios de peligro?

- ¿Los daños fueron mínimos debido a la planificación e implantación de las medidas adecuadas para la reducción del riesgo?
- ¿Las actividades socioeconómicas se restablecieron rápidamente porque se habían tomado las medidas necesarias de antemano o, por el contrario, siguen sintiendo los efectos de la falta de preparación y la pérdida innecesaria de vidas y propiedades?
- ¿Cuál sería el estado de los ecosistemas locales, especies y organismos de Puerto Rico?

Sus respuestas a estas preguntas constituyen la base de su legado personal y profesional. Ahora, imagine que sus hijos y nietos se unen a su reflexión e indagan sobre las mismas. ¿Estarán satisfechos con lo que usted tiene que decir?

Esta guía fue diseñada para ayudarnos a reflexionar y poner en práctica acciones que nos coloquen en posición de aspirar a un **Puerto Rico seguro, saludable, productivo, sostenible, resiliente y capaz de adaptarse** a los cambios que enfrentamos en la actualidad, así como a los escenarios de cambio futuros. Nos encontramos en un mundo en constante evolución, ante un clima cambiante, e impera una gran necesidad de planificar sobre la base de nuestro aprendizaje de los acontecimientos del pasado y el reconocimiento de nuevos datos y proyecciones de escenarios futuros. La biodiversidad, los

ecosistemas y las especies que no puedan aclimatarse adecuadamente se verán afectadas, en muchos casos, irreversiblemente. Resulta imperativo que sin más demora comencemos juntos un periodo de transición, una *metamorfosis hacia el futuro*. De lo contrario, comprometeremos los espacios públicos, los procesos naturales y sociales, las fuentes de energía y materia prima y con ello nuestras opciones de sostenibilidad. Esperamos que la información que se presenta a continuación nos sirva de guía en la ruta hacia la resiliencia.

## Ruta hacia la resiliencia

La resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas. La resiliencia también es definida como la capacidad de “resistir

a” o de “resurgir de” un choque (UNISDR, 2009). La resiliencia de una comunidad con respecto a los posibles eventos que resulten de una amenaza se determina por el grado en el que esa comunidad cuenta con los recursos necesarios para anticipar, atender oportunamente, organizarse y sobreponerse de un evento apremiante.



## Introducción al cambio climático<sup>2</sup>

Las temperaturas están aumentando, los patrones de precipitación están cambiando, los océanos continúan almacenando calor y se acidifican, y el nivel del mar incrementa. Las condiciones del tiempo y el clima continúan cambiando a ritmos sin precedentes y se prevé que esta tendencia continuará por largo tiempo. Se proyecta, además,

Como respuesta a esta realidad, en noviembre de 2010 se constituyó el Consejo del Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC, por sus siglas en inglés) con el objetivo de evaluar nuestra vulnerabilidad ante estos retos y recomendar estrategias de respuesta a los cambios. El PRCCC opera a través de cuatro grupos de trabajo o

**Ante este panorama, los registros y patrones del clima del pasado no serían una referencia confiable para pronosticar con certeza el futuro. En consecuencia, se afectará —por ejemplo— la planificación del desarrollo de la infraestructura pública y privada, el turismo, la industria, y el manejo de recursos de agua y energía, entre otros sistemas socioeconómicos y procesos vitales.**

que estos cambios acelerarán la frecuencia e intensidad de eventos extremos.

En Puerto Rico, los cambios en el clima ya han afectado a la sociedad, la economía y a los ecosistemas naturales, y se espera que su impacto se magnifique. No todos los cambios se manifestarán de forma gradual. En algunos casos, cuando se excedan los niveles críticos, los impactos podrían exacerbarse de manera rápida y dramática. Ante este panorama, los registros y patrones del clima del pasado no serían una referencia confiable para pronosticar con certeza el futuro. En consecuencia, se afectará —por ejemplo— la planificación del desarrollo de la infraestructura pública y privada, el turismo, la industria, y el manejo de los recursos de agua y energía, entre otros sistemas socioeconómicos y procesos vitales.

*working groups* (WG), compuestos por expertos en las áreas de:

- Conocimiento Científico, Geofísico y Químico (WG1)
- Ecología y Biodiversidad (WG2)
- Sociedad y Economía (WG3)
- Comunicación de Cambios Climáticos y Riesgos Costeros (WG4)

Apoiados en las aportaciones de estos grupos de trabajo, así como en los resultados de los talleres de evaluación de riesgos costeros desarrollados con la participación de 30 de los 44 municipios costeros, el PRCCC ha concluido que el clima de Puerto Rico está cambiando y que las comunidades costeras de Puerto Rico, la infraestructura crítica, la vida silvestre y los ecosistemas son vulnerables a diversos impactos asociados a los cambios

<sup>2</sup> Adaptado de PRCCC (2013).

globales, regionales e insulares en el clima y las condiciones oceanográficas.

Aunque el cambio climático surge como un fenómeno global, sus efectos se harán sentir a nivel local. Para poder anticiparse, responder o adaptarse a los cambios, todo ciudadano necesitará contar con información confiable para conocer y priorizar las medidas de acción preventiva. Sobre todo, las personas responsables de la toma de decisiones necesitan saber con claridad cuáles poblaciones, sectores y ecosistemas están en mayor riesgo, para así poder evaluar las consecuencias de los impactos climáticos y decidir la mejor forma de enfocar su acción preventiva.

Con este propósito, es importante comenzar a identificar y definir aquellos factores que pudiesen limitar o condicionar la capacidad de respuesta al cambio climático en diferentes espacios. Para determinar estos *indicadores no climáticos de vulnerabilidad* se deben considerar —entre otras— las siguientes categorías:

- **Sistemas sociales y económicos:** género, edad, nivel de educación, condición de salud, ingresos bajo el nivel de pobreza, medios de vida, el capital social y la capacidad para el transporte de bienes y servicios.
- **Grupos de personas interesadas o afectadas:** constituyentes e intereses privados (en inglés, stakeholders).

- **Instituciones:** capacidades, roles, responsabilidades, reglamentación, relaciones y estructuras de poder interpersonales e interministeriales.
- **Infraestructura física:** viviendas, carreteras, puentes, centrales eléctricas, puertos, aeropuertos e infraestructura de sistemas de agua potable y usada.
- **Condiciones de los ecosistemas:** salud de bosques, humedales, estuarios, arrecifes de corales, aguas subterráneas, cuencas hidrográficas y calidad de los suelos.
- **Condiciones de los recursos hídricos:** ríos, lagos, embalses, acuíferos y abastos de agua potable.

Finalmente, para comprender adecuadamente las interacciones entre el clima y estos indicadores no climáticos de vulnerabilidad, es importante monitorear los cambios a través del tiempo y concentrarse en las tendencias a largo plazo.

## El clima siempre cambia

---

Cuando escuchamos el término cambio climático, frecuentemente se presume que los cambios que se observarán serán fenómenos nuevos y que el cambio en sí mismo es la razón de las preocupaciones de la comunidad científica internacional. Este es un problema de percepción. El clima de la Tierra siempre ha cambiado y continuará cambiando. Sin embargo, la preocupación fundamental es la tasa de aceleración del cambio. Al comparar la velocidad de los cambios que se observan con la velocidad en que ocurrieron en el pasado, nos preguntamos si los humanos y la naturaleza podrán adaptarse adecuadamente a las nuevas condiciones climáticas. La aceleración de los cambios se ha vinculado a las actividades del ser humano, tales como la quema de combustibles fósiles empleados para la generación de energía, los cuales liberan gases que atrapan el calor en la atmósfera. El consenso científico permite concluir que estas emisiones han acelerado el calentamiento del clima del planeta (PRCCC, 2013).

## Enfoque de la guía

---

La presente guía de adaptación fue desarrollada por el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico (PMZC) y el Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC, por sus siglas en inglés), con la asistencia de la Cooperativa para la Conservación del Paisaje en el Caribe (CLCC, por sus siglas en inglés). La misma complementa el informe *Estado del clima de Puerto Rico 2010-2013*, publicado en 2013 y disponible en el portal del PRCCC: [www.pr-ccc.org](http://www.pr-ccc.org).

Como parte de la ruta hacia la resiliencia, presentamos una amplia variedad de

posibles estrategias y acciones de adaptación ante los efectos del cambio climático tanto actuales, así como aquellos que se proyectan a mediano y largo plazo. El objetivo principal es brindar estrategias que apoyen a las entidades gubernamentales, industrias, organizaciones, comunidades vulnerables y hogares puertorriqueños a identificar e implementar acciones preventivas y correctivas. Así, el enfoque de esta guía es contribuir a que diferentes sectores de la sociedad puedan aumentar su resiliencia y viabilizar su adaptación al cambio climático.

Las estrategias de adaptación aquí propuestas fueron recopiladas durante el periodo de 2010-2014, a través de talleres y reuniones grupales e individuales de miembros del PRCCC.<sup>4</sup> Las mismas se clasifican por nivel social, sector y tipo de adaptación (Figura 2). Las categorías de niveles sociales consideradas incluyen país, municipio, comunidad y hogar, y se abordan por separado en secciones individuales. Por otra parte, las categorías de sectores seleccionados incluyen

infraestructura crítica, comunidades costeras, turismo y recreación, desarrollo económico, y biodiversidad. Esta última se compone a su vez de ecosistemas, especies y servicios ecológicos. A continuación definimos estas categorías en detalle. Sin embargo, cabe señalar que las acciones de adaptación presentadas no necesariamente son las únicas disponibles, ni que sólo puedan llevarse a cabo exclusivamente dentro de los niveles o sectores propuestos.<sup>5</sup>



Figura 2: Niveles de la sociedad y sectores utilizados en esta guía

<sup>4</sup> Para más información sobre el método empleado para la formulación estas estrategias, vea el Anejo 2.

<sup>5</sup> Para información detallada sobre la literatura consultada acerca de los procesos de coordinación, planificación e implementación de estrategias adaptativas, refiérase al Anejo 1.

## Infraestructura crítica

La infraestructura crítica es el conjunto de elementos y servicios vitales para atender las necesidades básicas y el funcionamiento óptimo de la sociedad. En Puerto Rico la misma incluye:

- **Infraestructura de comunicaciones:** consiste de líneas, cables, torres, instalaciones administrativas y de control, y todo otro elemento necesario para la administración efectiva de estos servicios.
- **Infraestructura energética:** es el conjunto instalaciones de generación de energía, líneas eléctricas, torres, estructuras administrativas y de control, y todo otro elemento necesario para el suministro efectivo del servicio energético.
- **Infraestructura de transporte:** compuesta por los aeropuertos, carreteras, puentes, caminos, túneles, puertos, muelles, instalaciones del Tren

Urbano, autobuses, embarcaciones para el transporte marítimo, estructuras administrativas y de apoyo, y todo otro elemento necesario para cumplir estas funciones.

- **Infraestructura del agua (potable y usada):** incluye estructuras de desagüe, alcantarillas, plantas de tratamiento de agua, embalses, sistemas de bombas, plantas de filtración, estaciones de transferencia, infraestructura verde —como humedales, espacios verdes, jardines de lluvia y demás formas de vegetación—, estructuras administrativas, operacionales y de control, así como cualquier otra instalación destinada al suministro y manejo del recurso del agua.

## Comunidades costeras

De acuerdo a la Ley Federal de Manejo de las Zonas Costeras de 1972 (en inglés, Coastal Zone Management Act, o CZMA), se identifica como zona costera a todas “las aguas costeras (incluyendo los terrenos sumergidos bajo estas) y los terrenos adyacentes (incluyendo las aguas y terrenos bajo estas) sujetas a fuertes influencias entre unas y otras y próximas a los litorales de los estados costeros, e incluye islas, zonas de transición, áreas intermareales, marismas, humedales y playas” (PMZC, 2009).

Por su parte, el PMZC define la zona costanera de Puerto Rico como “una franja de tierra de un kilómetro de ancho, así como distancias

adicionales necesarias para incluir sistemas naturales claves de la costa. El componente marino de la zona costanera se extiende tres leguas marinas (9 millas náuticas o 10.35 millas terrestres), e incluye el suelo oceánico bajo éstas, así como todas las islas y cayos dentro de las aguas territoriales” de Puerto Rico (PMZC, 1978).

Finalmente, para los efectos de esta guía, el sector denominado comunidades costeras incluye los bienes de los municipios, vecindarios y hogares cercanos a la costa. En ese contexto, se evalúan y determinan los efectos del cambio climático sobre la vida, la protección, la seguridad, la salud y la propiedad.

## Turismo y recreación

---

En Puerto Rico se practica un sinnúmero de actividades recreativas, que incluyen el deporte y el turismo local, entre otras actividades. El turismo y la recreación son actividades que se llevan a cabo durante el tiempo libre, y que no están relacionadas a funciones laborales o domésticas. Las mismas se eligen libremente, forman parte del ocio, y su objetivo principal es producir una experiencia agradable.

Técnicamente, el turismo se define como la acción de viajar por placer e implica el transcurso de al menos una noche fuera del hogar con un propósito recreacional. Sin embargo, al encontrarnos en una isla de relativamente poca extensión, en Puerto Rico el turismo local no necesariamente requiere hospedarse o pernoctar fuera del hogar. De tal forma, bajo el concepto de turismo interno —o turismo en el lugar de residencia— se incluyen también actividades que pueden tomar apenas varias horas de duración, como excursiones y visitas a lugares de interés. Por el contrario, el turismo internacional implica necesariamente la acción de viajar fuera del país de residencia.

Asimismo, el turismo sostenible, es aquella modalidad compatible a largo plazo con los medios de vida y la cultura de la población local. Un buen ejemplo es el ecoturismo, pues se enfoca principalmente en la preservación de los ecosistemas, así como la cultura y otros componentes particulares del lugar que se visita.

Otras variantes del turismo sostenible, son el turismo cultural y el turismo patrimonial, que se apoyan en el acervo histórico-cultural de una región o país como su principal foco de atracción, y se complementan con el aprecio del paisaje natural, la gastronomía y los edificios históricos, entre otros.

Por otro lado, el turismo médico es una variante de promoción activa en Puerto Rico. El mismo consiste en viajar para someterse a procedimientos médicos —como odontología y cirugías plásticas. Su motivación principal es la calidad de los servicios, la rigurosidad de las normas médicas y los costos de tratamiento.

El uso del término turismo en esta guía puede referirse a cualesquiera de los antes mencionados. Para analizar la relación entre el cambio climático y el turismo es importante, además, diferenciar entre los tipos de recursos turísticos primarios y secundarios. Los recursos turísticos primarios incluyen atracciones preexistentes, a menudo de forma natural —como el clima, la flora, la fauna, los cuerpos de agua, las playas, los asentamientos humanos, las montañas, los edificios históricos y los yacimientos arqueológicos. Los recursos turísticos secundarios, o recursos recreativos y deportivos, incluyen parques deportivos, pasivos y campos de golf, así como instalaciones que se han construido para los turistas —como hoteles, resorts, restaurantes y aeropuertos, entre otros.

## Desarrollo económico

---

En esta guía, utilizamos el término desarrollo económico para referirnos no sólo a la condición económica de Puerto Rico, sino también a otros aspectos de calidad de vida como salud, educación, distribución del ingreso, entre otros. El desarrollo económico implica mejores niveles de vida para la población y no meramente un crecimiento del producto interno bruto, por lo que representa cambios tanto cuantitativos como cualitativos. En Puerto Rico, se emplean indicadores económicos

que el Banco Gubernamental de Fomento (BGF) y la Junta de Planificación (JP) utilizan para evaluar el desempeño económico de la isla, tales como población, fuerza laboral, empleo total, desempleo e índice de precios al consumidor. Además, ofrecen datos sobre los sectores de construcción, minería, comercio, transportación, utilidades, información, finanzas, seguros, bienes raíces, servicios, turismo y manufactura.<sup>6</sup>

## Biodiversidad: ecosistemas, hábitats, especies y servicios ecológicos

---

Para propósitos de esta guía, hemos agrupado varios atributos socio-ecológicos dentro de un mismo sector al que denominaremos biodiversidad. En su contexto general, la biodiversidad es un concepto amplio que abarca la totalidad de la variedad de la vida, los sistemas y procesos ecológicos, las especies y las variedades genéticas entre las especies. Aquí, sin embargo, se referirá específicamente a los ecosistemas, hábitats, especies y servicios ecológicos en Puerto Rico.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) define ecosistema como un “sistema espacio-temporal de la biosfera que incluye a los componentes vivientes (plantas, animales, micro-organismos) y los no-vivientes del medio ambiente, con sus interrelaciones y determinados por las funciones ambientales pasadas, presentes

y las interrelaciones entre la biota” (INECC, 2013). Por su parte, un hábitat se puede definir como “el sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado” (Hábitat, 2015).

Finalmente, los diferentes componentes del sector de biodiversidad proveen lo que se conoce como servicios ecológicos o servicios ambientales. Estos representan “beneficios de interés social que se derivan de la vida silvestre y sus hábitats, tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, el control biológico de plagas o la degradación de desechos orgánicos” (Servicios ambientales, 2015).

---

<sup>6</sup> Estos datos están disponibles para el acceso del público general a través del portal del BGF, <http://www.gdbpr.com/spa/economy/latest-information-monthly-indicators.html>.



## ¿Por qué es necesario adaptarnos?<sup>3</sup>

Como hemos mencionado anteriormente, el mundo está cambiando y seguirá esta tendencia a un ritmo sin precedentes en la historia humana reciente. Estos cambios —más allá de la variabilidad natural— presentan riesgos sustanciales para todos nosotros, tanto a corto como a largo plazo. En Puerto Rico, ya estamos experimentando impactos del cambio climático con el aumento en la frecuencia de fenómenos naturales con efectos adversos —como marejadas ciclónicas, frentes fríos, inundaciones, sequías y blanqueamiento de corales. Además, procesos más lentos —como el aumento en el nivel del mar y la acidificación de los océanos— acentúan la intensidad y consecuencias de los mismos. Asimismo, se espera que los riesgos que enfrentarán nuestras comunidades a causa de estos fenómenos aumenten debido al desarrollo continuo en zonas de alto riesgo, los cambios en la frecuencia e intensidad de las inundaciones y la aceleración de cambios en el perfil de costa en áreas vulnerables. Evidentemente, es crucial que le otorguemos la atención adecuada a este asunto para así poder responder a los peligros

que ya estamos enfrentando y prepararnos efectivamente para las contingencias futuras.

Con el paso del tiempo, se vuelve cada vez más apremiante la necesidad de fortalecer la capacidad de Puerto Rico para atender estos riesgos. Es imperativo aumentar nuestra resiliencia ante los impactos del cambio climático; nuestro progreso económico, el bienestar colectivo y la capacidad de recuperación de nuestros ecosistemas que se encuentran en riesgos. Una de nuestras principales opciones para atender estos peligros es la adaptación. Este proceso implica una respuesta de ajuste —tanto de los sistemas naturales como de los seres humanos— a las nuevas realidades que resultan de estímulos climáticos actuales y esperados, con el fin de reducir daños y favorecer toda oportunidad con potencial beneficioso. La Tabla 1 presenta ejemplos de adaptación al cambio climático para sectores y agencias de importancia vital en Puerto Rico.

<sup>3</sup> Adaptado de Jacobs (2011).

**Tabla 1: Sectores y agencias que deben invertir estratégicamente en la adaptación al cambio climático**

ÁREAS DE MANEJO	EJEMPLOS DE ADAPTACIÓN	AGENCIAS
Construcción, Urbanismo y Planificación del Uso de Terrenos	Adaptación de la planificación urbana, desde el diseño hasta los materiales de construcción; deben adecuarse y adaptarse a las temperaturas cambiantes y la frecuencia de eventos climáticos extremos (ej. creación de espacios verdes para reducir las temperaturas de las ciudades)	JP OGPe Oficinas municipales de planificación
Manejo del agua (inundaciones)	Ajuste vertical, retiro planificado o protección contra el aumento del nivel del mar  Adaptación a los cambios en los patrones de precipitación (ej. modificación del drenaje y protección contra inundaciones mediante la infraestructura física o infraestructura verde)	AEMEAD DRNA Municipios Oficinas municipales de planificación USACE EPA FEMA DOT AAA
Manejo del agua (sequía)	Manejo integral de los recursos hídricos (ej. medidas de ahorro y conservación de agua, sistemas de riego, recolección de agua de lluvia, reutilización de aguas grises, infraestructura para almacenamiento y distribución del agua potable)	AAA DRNA USGS DA USDA
Suelo	Medidas para proteger el suelo de las consecuencias adversas del cambio climático (ej. prevención de la desertificación y erosión del suelo)	DA JP NRCS USDA
Infraestructura y Transporte	Adaptación de la infraestructura y el sector del transporte (ej. considerar los cambios en el nivel de agua en la construcción de puentes, mejorar la capacidad de recuperación frente a los fenómenos meteorológicos extremos), particularmente el manejo de las aguas y el drenaje pluvial.	ACT AEP AFI AP DOT DRNA DTOP

Energía	Adaptación de la generación, distribución y suministro de energía (ej. preparación de la red eléctrica para resistir fenómenos meteorológicos extremos más recurrentes, incentivar otras de fuentes de generación de energía)	AEE AFI AFICA EPA OEPPE
Agricultura y Silvicultura	Adaptación de las técnicas de cultivo a los cambios de temperatura y precipitación (ej. plantas más resistentes a la sequía)	ATP DA NRCS USDA
Salud	Preparación para cambios en los riesgos para la salud (ej. hacer frente a la propagación de la malaria, el estrés térmico, entre otros)	CDC EPA DS
Seguros y Finanzas	Preparación o desarrollo de microseguros innovadores, ante la presencia de riesgos climáticos más recurrentes, como inundaciones, tormentas y sequías	AFI AFICA BDE CSA FEMA OCS
Control de Desastres	Preparativos para responder a una mayor frecuencia de eventos climáticos extremos (ej. mejorar los sistemas de alerta temprana)	AEMEAD FEMA Oficinas municipales de manejo de emergencias
Biodiversidad	Proteger la biodiversidad, amenazada por el cambio de las condiciones climáticas y el aumento del nivel del mar (ej. protección de especies endémicas y ecosistemas claves como lagunas, playas, estuarios y humedales; extensión de las reservas y áreas de amortiguamiento o conexión de ANP, entre otros)	DRNA FWS JP NRCS USFS USGS USDA NOAA
Turismo y Recreación	Adaptación de los conceptos de turismo y recreación	DRD CPNPR CTPR

Fuente: Tomado y traducido de Meister et al. (2009), y adaptado al caso de Puerto Rico. Para acrónimos, ver lista en la pág.7.

## Conceptos sobre adaptación

---

La adaptación es una respuesta de ajuste a los diferentes estímulos del cambio climático —tanto actuales como esperados— con el fin de reducir daños y explotar oportunidades beneficiosas.

Este proceso se lleva a cabo mediante la implementación de varios tipos de acciones y estrategias.

## Tipos de acciones de adaptación

---

Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), las acciones de adaptación al cambio climático se clasifican en función de su implementación en el tiempo —o lo que es decir, de si se implementan antes o después de haber experimentado el impacto climático. En tal sentido, se define como acciones de adaptación reactivas, a los cambios en las políticas y el comportamiento de las personas y las organizaciones que se adoptan después de enfrentarse a los efectos del cambio climático. Se puede decir, entonces, que un buen ejemplo de acciones reactivas son los cambios adoptados por los pescadores en sus prácticas debido a la migración de los peces a zonas más lejanas a las habituales y la consecuente disminución del volumen pescado. Otro ejemplo sería el aumento de la tasas de seguros por las

compañías aseguradoras debido a la frecuencia e intensidad de eventos naturales extremos, como inundaciones o sequías prolongadas.

Por otro lado, las acciones de adaptación planificadas son medidas intencionales y proactivas que se integran al funcionamiento de la sociedad antes, o en preparación a, el impacto de cambios esperados. Ejemplos de éstas, son la construcción de proyectos a gran escala para reducir físicamente las inundaciones costeras por el aumento del nivel del mar —como diques y barreras, entre otros. Igualmente, en el caso de los agricultores, un buen ejemplo de una acción de adaptación planificada sería la siembra de cultivos que sean resistentes a temperaturas más cálidas y sequías más frecuentes.



# Tipos de estrategias de adaptación

Por otro lado, se conoce como estrategia a la medida que se tome con el propósito de conseguir la adaptación, o lo que es decir, la manera en que se decide reaccionar al riesgo. La NOAA identifica específicamente cinco tipos de estrategias de adaptación al cambio climático:

- **Evitar:** elimina la exposición a un riesgo adicional.
- **Acomodar:** reduce el riesgo o provee un poco más de tiempo.

- **Proteger:** defiende contra el impacto.
- **Retirar:** o en inglés, get out of the way; elimina la exposición al riesgo.
- **No hacer nada:** aceptar el riesgo y su impacto.

Dependiendo de la estrategia que se decida tomar, se determinan las acciones que serán necesarias para la adaptación.

**Tabla 2: Ejemplos de acciones de adaptación para cada estrategia**

Estrategia	Ejemplo de acciones de adaptación o medidas a llevarse a cabo
<b>Evitar</b>	Prohibir nuevos desarrollos en las zonas inundables
<b>Acomodar</b>	Elevar las estructuras dentro de la zona de inundación (ej. construir sobre pilotes)
<b>Proteger</b>	Aprobar proyectos residenciales a prueba de inundación (en inglés, floodproofing)
<b>Retirar</b>	Mudar las estructuras fuera de las zonas inundables (se utiliza cuando no hay otras opciones y el nivel del riesgo es muy alto)
<b>No hacer nada</b>	Esta opción se utiliza por razones de tiempo, económicas, culturales o sociales. A pesar de que no es una acción deseada, es una estrategia válida de adaptación en la cual se asumen los riesgos y se alerta sobre la necesidad de atenderlos mediante otra estrategia de manera oportuna.

En muchas ocasiones, es necesaria una evaluación de las diferentes opciones de adaptación para poder decidir cuál es la más adecuada para atender el riesgo. En esta fase, todas las estrategias deben ser consideradas. Para orientar este proceso, existen categorías adicionales de estrategias de adaptación. Las mismas ayudan en los pasos de evaluación y priorización de alternativas, y en la comunicación de proyectos e iniciativas. Estas incluyen:

- **Estrategias sin arrepentimiento:** o en inglés, no-regret strategies, son medidas flexibles y rentables, beneficiosas para las amenazas ya existentes, y aún más beneficiosas ante los futuros impactos climáticos (Augustyn & Chou, 2013). En la página 29, se presentan ejemplos de este tipo de estrategia.
- **Estrategias de bajo arrepentimiento:** o en inglés, low-regret strategies, son medidas que requieren inversiones de menor costo para poder prepararse y responder a futuros impactos climáticos (Augustyn & Chou, 2013).
- **Co-beneficios o beneficios colaterales:** son acciones de adaptación de fácil aplicación y que independientemente de los cambios que están ocurriendo en el clima,

proporcionarán un beneficio neto para el ambiente, la sociedad y la economía. El hecho de que cierto grado de beneficio se producirá independientemente de la magnitud del cambio climático, contribuirá a viabilizar su implementación, siempre y cuando se disminuya el peso que se le otorgue a la incertidumbre.

- **Medidas físicas o estructurales:** en inglés, hard adaptation; son medidas físicas de adaptación, como ampliación y mejoras al sistema de abastecimiento de agua mediante interconexiones regionales o transvases, entre otros. A la hora de atender situaciones de riesgo, existe una tendencia a seleccionar medidas estructurales o físicas, que usualmente resultan más costosas, menos flexibles o ineficaces.
- **Medidas no físicas o no estructurales:** en inglés, soft adaptation; son medidas alternativas a las estrategias físicas o estructurales, que pueden ser igualmente eficientes —como políticas públicas, reglamentación, herramientas institucionales u organizacionales, incentivos y determinaciones financieras, entre otras.



Jardín Pluvial en las Oficinas de Protectores de Cuenca Inc.

### **ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN SIN ARREPENTIMIENTO (NO REGRET)**

1. Utilizar infraestructura verde para manejar y recoger las aguas pluviales, y mejorar la calidad y cantidad de la escorrentía pluvial.
2. Mejorar la conservación y manejo del agua potable, las aguas negras, y el uso del agua en los hogares, los servicios públicos y la industria.
3. Mejorar la conservación y eficiencia en el manejo del agua entre los usuarios comerciales, industriales e institucionales.
4. Aumentar la eficiencia del uso agua en las prácticas agrícolas y monitorear los impactos de estas en la calidad del agua.
5. Aumentar la reutilización de aguas residuales.
6. Utilizar el agua con mayor eficiencia en la producción de energía, ahorrarla y proteger la vida marina.
7. Preservar y restaurar la infraestructura verde para proteger las fuentes de agua y prevenir inundaciones.
8. Planificar el uso del suelo con mayor eficacia y reducir la construcción en zonas vulnerables.
9. Garantizar la respuesta de emergencia eficaz y la planificación de mitigación de peligros.

\*Fuente (Augustyn & Chou, 2013)

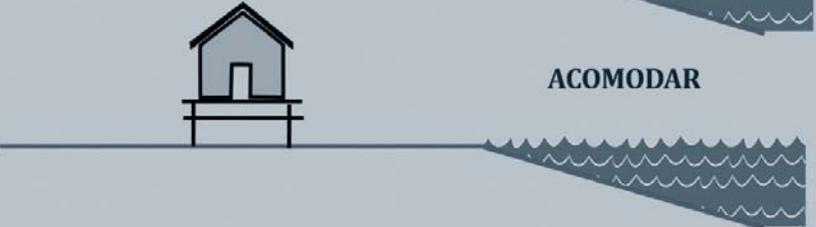
POSIBLES ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN	EJEMPLOS
 <p><b>RETIRAR</b></p>	<p><b>FÍSICA</b> Reubicar casas, estructuras y / o la infraestructura crítica fuera de las zonas de alto riesgo.</p> <p><b>NO FÍSICA</b> Proporcionar incentivos para que los gobiernos locales, las empresas o los propietarios de viviendas reubiquen sus estructuras sus estructuras.</p>
 <p><b>ACOMODAR</b></p>	<p><b>FÍSICA</b> Eleva las estructuras o reforzar los edificios.</p> <p><b>NO FÍSICA</b> Desarrollar sistemas de seguro, de alerta temprana y de evacuación</p>
 <p><b>PROTEGER</b> ej. "FÍSICA/HARD"</p> <p><b>NO SE PERMITE NUEVA CONSTRUCCIÓN</b></p> <p>ej. "NO FÍSICA/SOFT"</p>	<p><b>FÍSICA</b> Construir diques o reforzar los edificios.</p> <p><b>NO FÍSICA</b> Conservar o restaurar los ecosistemas de barrera, como los arrecifes de coral, hierbas marinas, humedales, sistemas de dunas y bosques</p>
 <p><b>EVITAR</b></p>	<p><b>FÍSICA</b> Demoler estructuras abandonadas. Construir parques, nuevos ecosistemas, u otros bienes no estructurales en las costas.</p>
 <p><b>NO HACER NADA</b></p>	<p><b>NO FÍSICA</b> Apoyar la planificación restrictiva del uso del suelo para las áreas de alto riesgo.</p> <p><b>FÍSICA</b> N/A</p> <p><b>NO FÍSICA</b> Permitir que las estructuras en zonas de alto riesgo sean afectadas el aumento del mar y marejadas ciclónicas</p>

Figura 3: Ilustración de posibles estrategias de adaptación utilizando como ejemplo la respuesta al aumento del nivel del mar

# Pasos para desarrollar un plan de adaptación al cambio climático

Como hemos visto, existe una variedad de métodos para identificar, elegir y priorizar las estrategias de adaptación al cambio climático. Por lo tanto, para los propósitos de esta guía para el desarrollo de planes estratégicos de adaptación al cambio climático, seleccionamos como modelo los pasos establecidos por el Panel de la Ciudad de Nueva York sobre el Cambio Climático (NPCC, por sus siglas en inglés) (Rosenzweig, 2010), y los identificados por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) para la preparación de los planes de adaptación de las agencias públicas de Puerto Rico, bajo mandato de la Orden Ejecutiva 2013-016 (García-López & Jacobs, 2013). De tal forma, a continuación detallamos una serie de pasos para orientar el desarrollo de planes de adaptación al cambio climático para agencias, instituciones, organizaciones, empresas, comunidades, hogares y cualquier otro tipo de entidad o individuo interesado en tomar acción.

Para elaborar un plan estratégico de adaptación al cambio climático, es recomendable que en

primer lugar se establezcan claramente las bases del proyecto. Por lo tanto, antes de comenzar el plan es importante:

- Establecer un comité de trabajo: identificar a las personas que trabajarán en el desarrollo del plan estratégico de adaptación al cambio climático. Se recomienda la creación de un comité interno de la agencia, grupo comunitario o entidad, pues no es aconsejable que todo el trabajo recaiga sobre una sola persona.
- Declarar su propósito: en el caso de las agencias públicas, se recomienda preparar una declaración de política pública (o en inglés, policy statement) u orden administrativa donde se establezca su compromiso en el desarrollo de un plan estratégico de adaptación al cambio climático.



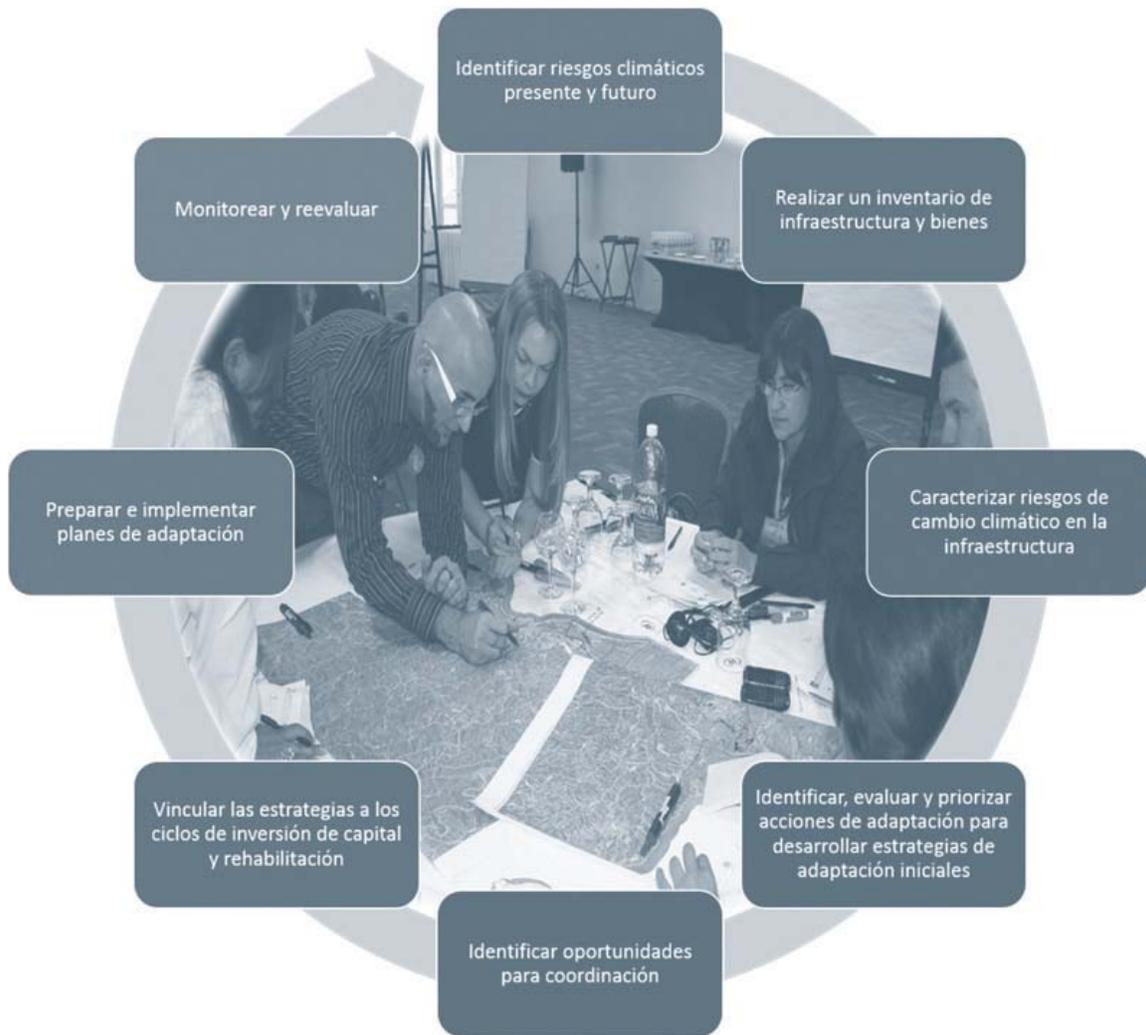


Figura 4: Pasos de adaptación propuestos por el Panel de la Ciudad de Nueva York sobre el Cambio Climático (NPCC)

## Identificación de los riesgos climáticos presentes y futuros

De acuerdo a las recomendaciones del NPCC (Figura 4), el próximo paso a seguir es identificar los riesgos climáticos presentes y futuros. De tal forma, una vez se haya formado un comité de trabajo y establecido su propósito, se debe proceder a fortalecer su conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos locales. A través de esta guía, ofrecemos información sobre diferentes recursos, agencias, organizaciones y otras

fuentes de información que se pueden utilizar como referencia. De hecho, el Anejo 1 ofrece una lista detallada de recursos por tema. Por otro lado, se puede consultar expertos en los distintos temas, así como desarrollar colaboraciones con agencias, municipios y organizaciones que enfrenten retos similares. Además, sugerimos las siguientes lecturas:

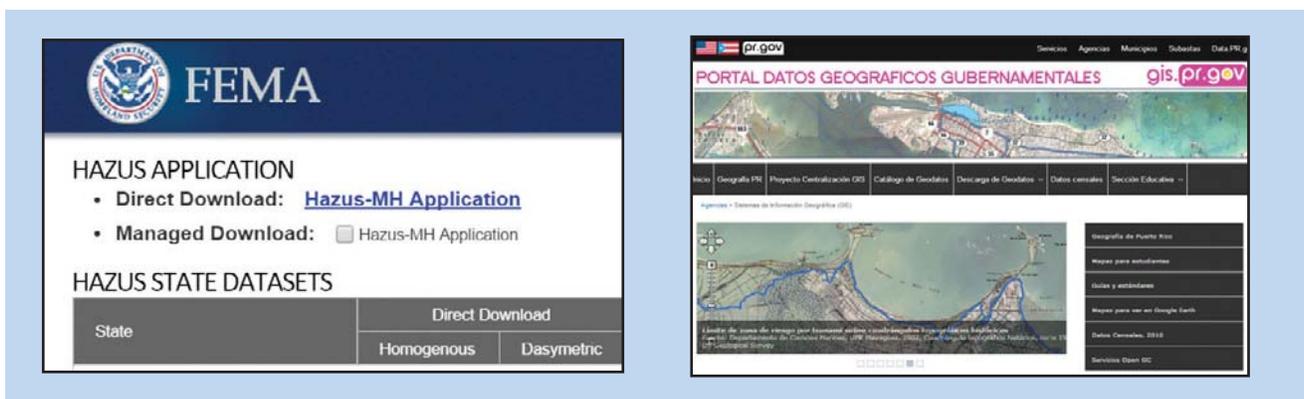
**Tabla 3: Fuentes de información por tema**

Tema/ Asunto	Título del documento	Disponible en
Análisis de vulnerabilidad socio-ecológica ante el cambio climático en Puerto Rico	Informe Estado del clima de Puerto Rico 2010-2013	(PRCCC, 2013) <a href="http://www.pr-ccc.org">www.pr-ccc.org</a> (Publicaciones)
Vulnerabilidad ante el cambio climático en zonas costeras de América Latina y el Caribe	Efectos del cambio climático en la costas de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática	(CEPAL, 2015) <a href="http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/45542/W.447.pdf">http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/45542/W.447.pdf</a>
Proyectos e investigaciones sobre el cambio climático	Recursos en línea del Caribbean Community Climate Change Centre	<a href="http://caribbeanclimate.bz/">http://caribbeanclimate.bz/</a>
Transportación	Integrating Climate Change into the Transportation Planning Process  Regional Climate Change Effects: Useful Information for Transportation Agencies  Recursos en línea del Transportation and Climate Change Clearinghouse	(DOT, 2008) <a href="https://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications_and_tools/integrating_climate_change/climatechange.pdf">https://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications_and_tools/integrating_climate_change/climatechange.pdf</a>  (DOT, 2010) <a href="http://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications_and_tools/climate_effects/">http://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications_and_tools/climate_effects/</a>  <a href="http://climate.dot.gov/index.html">http://climate.dot.gov/index.html</a>
Salud	A Human Health Perspective on Climate Change	(IWGCC, 2010) <a href="http://www.niehs.nih.gov/health/materials/a_human_health_perspective_on_climate_change_full_report_508.pdf">http://www.niehs.nih.gov/health/materials/a_human_health_perspective_on_climate_change_full_report_508.pdf</a>
Turismo	From Davos to Copenhagen and Beyond: Advancing Tourism's Response to Climate Change (2009)	(UNWTO, 2009) <a href="http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/fromdavostocopenhagenbeyondunwtopaperelectronicversion.pdf">http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/fromdavostocopenhagenbeyondunwtopaperelectronicversion.pdf</a>

## Creación de un inventario de infraestructuras y bienes

Una vez se haya informado sobre su posición particular ante el cambio climático, debe realizar o actualizar su inventario de bienes, propiedades e infraestructura crítica. Algunas bases de datos geográficos gubernamentales disponibles en la internet pueden ser útiles para esta tarea, como el Portal de Datos Geográficos Gubernamentales de Puerto Rico<sup>7</sup>, y la herramienta Hazus de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias

(FEMA, por sus siglas en inglés). Estos, a su vez, pueden visualizarse a través de programas como Google Earth o el Sistema de Información Geográfica (GIS). El Portal de la Alianza Regional Oceánica del Caribe, también coordinada desde la Oficina del Programa Manejo de la Zona Costanera ofrece un visualizador donde se puede acceder la información sobre infraestructura costera de Puerto Rico: [www.caribbean-mp.org](http://www.caribbean-mp.org)



## Caracterización de riesgos del cambio climático en infraestructuras y bienes

La vulnerabilidad ante el cambio climático estará en función del carácter, la magnitud, el índice de variación climática y los cambios a los que está expuesto un sistema, así como su sensibilidad y su capacidad de adaptación (McCarthy et al.,

2001). Un inventario de infraestructura y bienes actualizado le permitirá definir más claramente sus riesgos y vulnerabilidad ante el cambio climático. Para llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad y riesgos, debe:



<sup>7</sup> Para datos geográficos de Puerto Rico, puede visitar el Portal de Datos Geográficos Gubernamentales en <http://www2.pr.gov/agencias/gis/Pages/default.aspx>. Para la herramienta Hazus de FEMA, visite <https://msc.fema.gov/portal/resources/hazus>

- **Definir el contexto del análisis:** en el caso de agencias u organizaciones, es importante identificar las metas o servicios que pueden ser impactados adversamente por los riesgos asociados al cambio climático.
- **Identificar los riesgos:** desarrolle una lista detallada de los riesgos asociados al cambio climático aplicables en base a los escenarios previstos, ya sea aumento en nivel del mar, aumento en la temperatura superficial y oceánica, cambios en patrones de precipitación, mayor intensidad de tormentas y huracanes, o acidificación de los océanos.
- La Tabla 3 provee un modelo para este análisis. Además, durante el proceso de identificación de riesgos, debe:

**1. Guiarse por preguntas clave:** conduzca el análisis mediante cuestionamientos simples como, ¿qué estresores o impactos asociados al cambio

climático podrían afectarlos?, ¿qué infraestructura o activos se verían afectados, o ¿se encuentra algo actualmente en riesgo?

**2. Utilizar las herramientas disponibles:** consulte datos o mapas donde se visualizan los impactos del cambio climático que pueden afectarles (Figura 5). Para esto, puede utilizar aquellos disponibles en los portales en internet de: PRCCC ([www.pr-ccc.org](http://www.pr-ccc.org)), la Alianza Regional Oceánica del Caribe ([www.caribbean-mp.org](http://www.caribbean-mp.org)), la CLCC ([www.caribbeanlcc.org](http://www.caribbeanlcc.org)). Además, los mapas participativos pueden ser también una herramienta útil, pues ayudan a recopilar el conocimiento colectivo y actualizar la información oficial.



Mapa participativo para el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Culebra (2014)

### Tabla 3: Modelo para la identificación de riesgos en el análisis de vulnerabilidad

Meta/ Infraestructura	Escenarios	Riesgo
Ej. Manejo de los recursos terrestres y sumergidos de la zona costanera <ul style="list-style-type: none"> <li>• ríos</li> <li>• estuarios</li> <li>• lagunas</li> </ul>	Aumento en la temperatura	Mayor crecimiento de alga en los cuerpos de agua

The collage features several digital resources:

- Top Left:** A map interface showing 'Storm Surge Scenarios: 0.5m Sea Level Rise' with categories from Cat. 1 to Cat. 5 Hurricane Flood. The map highlights the island of Puerto Rico with a purple border.
- Top Right:** A banner for 'Ecosystem Governance' with contact information for 'AnguillaTerra' and a map of the Caribbean region.
- Bottom Left:** A screenshot of the 'pr.ccc.org' website showing a 'DATA ACTIVE LEGEND' for 'Oceanographic Information' with various layers like 'Bathymetric Contours' and 'PR Sea Level Rise (0.5 m)'.
- Bottom Right:** A 'Monitoring data' section featuring a pie chart showing 'Urban use 142,582 ha 10%' and 'Rural use 490,962 ha'.

The URL [caribbean-mp.org](http://caribbean-mp.org) is displayed at the bottom of the collage.

Figura 5: Mapas y datos de Puerto Rico disponibles en la internet

- **Evaluar y priorizar los riesgos:** para cada riesgo identificado, se recomienda desarrollar un análisis cualitativo de los riesgos. Para esto, es recomendable involucrar no sólo al personal de la organización, sino también a expertos y otros aliados externos. El resultado de este análisis debe ser tabulado (Tabla 4), incluyendo las siguientes consideraciones:

1. Impacto esperado (incidental, leve, moderado, mayor, severo, catastrófico)
2. Clasificación del impacto por categorías (seguridad, salud, ambiente, economía, infraestructura)
3. Probabilidad de que ocurra el cambio (muy alta, alta, mediana, baja, muy baja, nula)<sup>1</sup>
4. Escala espacial (local, regional, nacional)

5. Tiempo restante para que ocurra el cambio (décadas, años, ya está ocurriendo)
6. Confiabilidad de la información sobre las otras variables en la misma tabla (baja, mediana, alta)

Utilizar una matriz de probabilidad e impacto: para comparar y priorizar los riesgos identificados se recomienda utilizar una matriz de probabilidad e impacto (EPA, 2014), usando la información obtenida en el paso anterior. Para cada riesgo, se deberá asignar una puntuación basada en la magnitud del impacto y la probabilidad de que ocurra. Luego, se suma la puntuación correspondiente al nivel de impacto y de probabilidad determinados para cada riesgo (Tabla 5). Es importante consultar con todas las partes interesadas para lograr un consenso sobre el valor asignado a la probabilidad y consecuencia de cada riesgo.



**Tabla 4: Ejemplo de análisis cualitativo de los riesgos**

Meta/ Infraestructura	Escenarios	Riesgo	Impacto	Probabilidad	Escala espacial	Tiempo	Confiability	Fuentes científicas
Ej. Administrar estructuras e instalaciones	Eventos extremos	Deterioro físico, estructural de instalaciones	Leve	Baja	Regional	Años	Baja	(PRCCC, 2013)

## RIESGO 1

**Tabla 5: Ejemplo de priorización de riesgos mediante matriz de probabilidad e impacto<sup>8</sup>**

Mayor probabilidad ↑	Probabilidad							
	Muy Alta	6						
	Alta	5						
	Mediana	4						
	Baja	3						
	Muy baja	2						
	Nula	1						
Impacto			1	2	3	4	5	6
			Incidental	Leve	Moderado	Mayor	Severo	Catastrófico
			→ Mayor impacto					
Seguridad								
Salud								
Ambiente								
Infraestructura								

<sup>8</sup> Adaptado de modelo provisto por FEMA. Definiciones: *muy alta* (muy probable), ocurrencia es esperada con mucha probabilidad en la vida útil de la infraestructura; *alta* (ocasional), ocurrencia que ha sido experimentada y que en base a las proyecciones existentes tiene probabilidad de ocurrir en la vida útil de la infraestructura; *mediana* (poca), ocurrencia que no ha sido experimentada en Puerto Rico pero sí en otros países similares, y que en base a las proyecciones existentes podría ocurrir en la vida útil de la infraestructura; *baja* (improbable), es razonable pensar que en base a las proyecciones existentes no ocurrirá en la vida útil de la infraestructura, pero ha pasado en otros países similares; *muy baja*, ha ocurrido una o dos veces en cien años en el mundo, y en base a las proyecciones existentes es muy poco probable que ocurra en la vida útil de la infraestructura; y *nula* (remota), nunca ha ocurrido ni se espera que ocurra, y en base a las proyecciones existentes es casi imposible que ocurra en la vida útil de la infraestructura.

## Determinación del curso de acción

Luego de completar el análisis de vulnerabilidad y priorizar los riesgos, se deben evaluar los posibles cursos de acción. Para esto, debe decidir qué riesgos serán atendidos a través del plan de adaptación, y el tipo de acción que se va a tomar en cada caso. Como indicamos anteriormente, las opciones son:

- **Mitigar (adaptar):** reducir la probabilidad o consecuencia del riesgo.
- **Transferir la acción:** que otra organización o agencia se encargue.
- **Aceptar el riesgo o impacto:** no hacer nada.
- **Evitar el riesgo o impacto:** cambiar las metas de la organización.

## Identificación y evaluación de acciones de adaptación

Para identificar las posibles acciones de adaptación, se recomienda desarrollar una lista de opciones para lidiar con cada riesgo y los tipos de acciones requeridas para implementarlas, ya sea mediante estrategias de adaptación física (hard adaptation) o no física (soft adaptation). La Tabla 6 provee un modelo a seguir para este análisis. Por otra parte, las categorías de adaptación (Tabla 7) pueden clasificarse como:

- Reglamentarias (legales o administrativas; por ejemplo, cambio en algún reglamento o procedimiento)
- Inversión de capital
- Operaciones y mantenimiento

**Tabla 6: Modelo para la evaluación de acciones y categorías de adaptación según el riesgo**

Riesgo	Acción de adaptación	Categoría de acción
Ej. Deterioro físico, estructural de instalaciones	Proveer infraestructura verde para reducir las inundaciones en las propiedades	Operaciones y mantenimiento

## Tabla 7: Ejemplos de categorías de adaptación

Categorías de Adaptación	Ejemplos
<b>Operaciones y mantenimiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la capacidad de drenaje y limpieza frecuente de escombros para reducir las inundaciones</li> <li>• Cambios en el manejo de embalses en función de los efectos de la temperatura y precipitación en la calidad y cantidad del agua</li> <li>• Revisar y modificar las rutas del transporte público en función de los efectos del aumento del nivel del mar, marejadas ciclónicas e inundaciones</li> </ul>
<b>Inversión de capital</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nueva infraestructura</li> <li>• Instalación o aumento de la elevación de infraestructura de protección a inundaciones</li> <li>• Cambios en los materiales de construcción</li> <li>• Integración de diseños “verdes”, como techos verdes en edificios, para reducir la demanda de energía (medidas de mitigación y adaptación)</li> <li>• Modificar las infraestructuras existentes (retrofit)</li> </ul>
<b>Normas y reglamentación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de Emergencias y zonificación</li> <li>• Reglas para la unión de las operaciones de agua, energía, transportación y comunicaciones con las unidades administrativas y políticas</li> <li>• Cambios en los códigos y estándares de diseño</li> <li>• Modificación del proceso de permisos</li> </ul>

Fuente: Major & O’Grady (2010).

## Priorización de las acciones adaptativas<sup>9</sup>

Una vez se hayan clasificado las acciones de adaptación, se debe establecer un orden para su ejecución considerando cuáles son las prioridades. Para determinarlo, sugerimos utilizar los siguientes criterios:

- **Costo:** inversión financiera que requiere la estrategia o acción adaptativa; cuán costosa sería la acción.
  1. **Factibilidad:** viabilidad de la estrategia desde las perspectivas legales, reglamentación aplicable,

de ingeniería, política pública y aceptación social, entre otras.

2. **Urgencia:** o **timing**, en inglés: cuán urgente resulta la implementación de una acción considerando el tiempo en que se espera que ocurran los impactos.
3. **Efectividad:** cuán efectiva se entiende que será la acción para reducir el riesgo

<sup>9</sup> Adaptado de Major & O’Grady (2010).

4. **Beneficios o costos secundarios:** considerar si la estrategia producirá beneficios colaterales, o costos para otros sectores o intereses de la sociedad.
5. **Otros factores particulares:** según sea el caso; por ejemplo, justicia social o equidad.

Luego, se recomienda que se utilice un sistema de puntuaciones para asignarle un valor a cada uno de estos criterios según su prioridad. Por ejemplo, se puede utilizar una escala simple como 3 para criterios de prioridad alta, 2 para criterios de

prioridad mediana, 1 para aquellos de prioridad baja. Para factores negativos —como los costos— puede utilizarse valores con puntuación inversa, ejemplo costo alto = 1, mediano / intermedio 2, bajo 3. Luego, se calcula el promedio de la suma de los valores de todos los criterios considerables para cada acción adaptativa. Este representará, entonces, la puntuación promedio de prioridad de cada acción. Una vez se le haya asignado una puntuación numérica a cada acción adaptativa, será sencillo organizarlas en orden de prioridad. La Tabla 8 presenta un modelo de tabulación para este análisis.

**Tabla 8: Modelo para tabla de priorización de estrategias**

Acción adaptativa	Costo	Factibilidad	Urgencia	Beneficios secundarios	Otros	Puntuación promedio
Proveer infraestructura verde para reducir las inundaciones en las propiedades	3	2	3	3		2.75

## Identificación de oportunidades para la coordinación

Para cada acción adaptativa, debe identificarse a las personas dentro del comité que estarán a cargo de su implementación y establecerlo, claramente, en el plan de adaptación. Además, se debe elaborar una lista de posibles aliados para la implementación de las estrategias en el plan.

Muchas acciones adaptativas pueden resultar en beneficios para un amplio sector o para otros grupos. Considere las ventajas u oportunidades beneficiosas que esto pudiese representar para sus intereses —como colaboraciones a través de apoyo económico, consultoría o mano de obra.

## Identificación de fuentes de financiamiento

Es importante evaluar todas las fuentes de financiamiento disponibles. En primer lugar, los objetivos y metas del plan de adaptación pueden integrarse al presupuesto existente, según la naturaleza de cada estrategia. Además, deben reflejarse en los planes o programas de inversión

de la organización o agencia. Más adelante en este documento, discutiremos en mayor detalle diversas opciones de financiamiento de acuerdo al sector que las requiere. Además, el Anejo 1 provee una lista de recursos con información relevante para la búsqueda de fondos.

## Redacción e implementación del plan de adaptación

Finalmente, una vez completados los pasos anteriores, llega el momento de redactar e implementar su plan de adaptación al cambio climático. En primer lugar, toda la información recopilada con relación a información general y datos sobre el cambio climático, los procesos de selección y evaluación de riesgos que se utilizaron, así como los métodos empleados para la identificación, comparación y priorización de las acciones y estrategias de adaptación, deben incluirse en el plan. Luego, se deben detallar

los tipos de acciones, estrategias y medidas de adaptación que se van tomar, y los riesgos e impactos que se aspiran a mitigar. En esta parte, es importante que se designe claramente a las personas que serán responsables del desarrollo de cada acción. Una vez completado, proceda a implantar y dar seguimiento a su plan estratégico de adaptación al cambio climático. La Tabla 9 provee un modelo que puede utilizar para monitorear su desarrollo.

**Tabla 9: Modelo de tabla para la implementación de las acciones adaptativas**

Acción adaptativa	Riesgo atajado	Persona responsable/ puesto	Próximos pasos	Frecuencia de informe
Proveer infraestructura verde	Inundaciones	Oficina municipal	Mantenimiento sistema pluvial	Tres meses

## Monitorear y reevaluar periódicamente

Considerando que tanto las condiciones del clima —como la sociedad en sí— cambian constantemente, las estrategias de adaptación que se implementen deben ser monitoreadas y ajustadas conforme a la nueva información que vaya surgiendo sobre los cambios en el clima,

así como las nuevas estrategias y tecnologías que se vayan desarrollando y haciendo disponibles. Este enfoque cíclico, conocido como manejo adaptativo, será un concepto clave para la adaptación efectiva al cambio climático.



## Adaptación a Nivel de País





## Adaptación a Nivel de País

### ¿Por qué desarrollar un plan estratégico de adaptación a nivel nacional?

Las estrategias nacionales de adaptación se consideran herramientas imprescindibles para promover la acción coordinada y coherente en la lucha contra los efectos del cambio climático. Un número significativo de naciones en América Latina y el Caribe ya han adoptado planes nacionales de adaptación— por ejemplo, República Dominicana y las Islas Vírgenes Británicas. Los planes a esta escala también son desarrollados y aplicados en diferentes estados y ciudades de los Estados Unidos —como Florida y Nueva York. La coordinación a nivel nacional o estatal se justifica ante:

- La gran variedad y diversidad de intereses, organizaciones, agencias y comunidades que exigen el desarrollo de herramientas y conocimientos inexistentes
- La obligación del estado de promover un desarrollo sostenible
- El hecho de que los efectos del cambio climático no entienden de límites administrativos
- La realidad de que el cambio climático

afectará a todos los sectores y recursos naturales críticos para los distintos países

De tal forma que desde todos los flancos de la sociedad y la vida surge un llamado y una necesidad de tomar acción. Todo plan estratégico de adaptación al cambio climático debe contener, al menos:

1. Un programa de observación sistemática que permita describir el clima, su evolución, y los efectos adversos del cambio climático
2. Una colección de escenarios climáticos regionalizados que proyecten el clima del futuro a partir de hipótesis de evolución social, económica y ambiental plausibles (PRCCC, 2013)
3. Un programa de investigación y desarrollo que permita mejorar el conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos
4. Un plan para desarrollar métodos

y herramientas de evaluación de la vulnerabilidad e impactos a nivel sectorial

5. Una valoración y un conjunto de medidas de adaptación que sean adecuadas
6. Una estrategia de coordinación entre todos los actores relevantes
7. Un programa de información, comunicación y sensibilización dirigido a los actores implicados y al público general
8. Un esquema de participación
9. Un programa de seguimiento y evaluación del desarrollo, la implantación del plan, sus logros y fallas

Un factor crítico para lograr el éxito de los programas de adaptación es garantizar la continuidad en los procesos de planificación,

ejecución, monitoría y evaluación del progreso de la implantación de las estrategias y medidas. Por tal razón, es importante que en el plan de adaptación se formulen metas y objetivos medibles y cuantificables. Igualmente, sus acciones de adaptación deben poder evidenciar el cumplimiento con las metas y objetivos establecidos.

Para lograr la implantación efectiva de estos planes, es fundamental movilizar la conciencia ciudadana y que el proceso sea incorporado en la agenda política pública. Varios países ya han desarrollado políticas públicas y han actualizado las disposiciones reglamentarias necesarias para aplicar sus estrategias de adaptación. Es imperativo, además, que luego de adoptar un plan nacional o estatal, las estrategias se evalúen y actualicen regularmente —al menos cada seis a ocho años. El Reino Unido, por ejemplo, ha legislado para que sus estrategias de adaptación sean actualizadas cada cinco años.

## Integración de decisiones al funcionamiento de la sociedad (*mainstreaming*)

Como hemos mencionado, la adaptación al cambio climático requiere cambios en las políticas y programas existentes y, en algunos casos, el desarrollo de nuevas políticas públicas y enfoques para realizar las gestiones. En lugar de hacer frente a la adaptación de forma aislada y que resulte en un choque con otras decisiones de gestión, es importante integrar los procesos de adaptación al cambio climático a la planificación y la toma de decisiones (Gleeson et al., 2011). En inglés, este concepto se conoce como *mainstreaming*. El mismo, garantiza la

optimización y eficiencia en el uso de los recursos financieros y humanos, y permite profundizar nuestra comprensión de la interacción entre el cambio climático así como muchos otros factores y fuerzas que conforman nuestra sociedad.

Por ejemplo, la necesidad de adaptación tiene que ser considerada en los procesos de ordenación territorial, planificación del uso del terreno, y en el desarrollo y actualización de los códigos de construcción — como construcción de puentes, sistemas de manejo del drenaje pluvial, entre

otros. Los cambios en el clima también deben ser considerados en el desarrollo de los planes de emergencia de salud —como las olas de calor (Meister et al., 2009). En Gran Bretaña, por ejemplo, las leyes y reglamentos para la evaluación de impacto ambiental exigen la revisión de las consecuencias del cambio climático, y se requiere que éstas se integren al proceso de planificación de políticas públicas. Finlandia, por su parte, requiere que el cambio climático sea añadido en los procesos de planificación estratégica.

Para evitar la duplicación de esfuerzos y optimizar la inversión de los recursos del estado, la adaptación al cambio climático debe estar vinculada a las estrategias, estructuras y objetivos del desarrollo integral de coordinación

internacional —como la sostenibilidad y la reducción de la pobreza, entre otros. Debe además considerarse que estos esfuerzos varían de un país a otro. Por ejemplo, si un país es efectivo en adelantar sus estrategias de sostenibilidad eficientemente o en la implantación de estrategias exitosas de conservación de la biodiversidad, nuestras medidas de adaptación pueden integrarse a estos esfuerzos en lugar de generar esfuerzos paralelos. Por otra parte, un país también podría verse afectado por retos o desafíos complejos —como el caso de la protección contra inundaciones en el Reino de los Países Bajos y Bangladesh. En tales casos, resulta aún más sensato conectar la estrategia de adaptación al proceso de planificación del desarrollo ya existente (Meister et al., 2009).

## Función de la ciencia en los planes de adaptación

Todo país debe garantizar que los mejores recursos y conocimiento científico estén a su disposición, para reducir los márgenes de incertidumbre al momento de desarrollar sus planes y estrategias de adaptación. En Puerto Rico, el PRCCC reúne al mejor conocimiento científico sobre los aspectos geológicos, físicos, químicos, biológicos, ecológicos y de biodiversidad relacionados con el cambio climático. Sobre 150 científicos, ingenieros, arquitectos, planificadores, sociólogos, profesionales de la salud, economistas y comunicadores sociales colaboran para integrar todo este vasto

conocimiento a través de informes sobre el estado del clima y análisis de la vulnerabilidad socio-ecológica de Puerto Rico ante el cambio climático. Por ejemplo, el informe que el PRCCC publicó para el período 2010-2013 (PRCCC, 2013) evalúa los aspectos de sociedad y economía, para lo cual se requiere un análisis especialmente profundo y riguroso. La colaboración para la integración de la información, el conocimiento y el desarrollo e implantación de políticas, estrategias y proyectos de adaptación es fundamental para el éxito de todo plan de adaptación.

**El FINSKEN es un proyecto de investigación que ejemplifica apropiadamente el rol de la ciencia en la adaptación al cambio climático. El mismo consiste de una estrategia de adaptación finlandesa que fue desarrollada en estrecha colaboración con la comunidad científica. Uno de los objetivos del FINSKEN es profundizar en la comprensión de los impactos ante el cambio climático, así como en el fortalecimiento de la capacidad de Finlandia para adaptarse. Una parte importante de la estrategia de este país es la promoción de la investigación y desarrollo en el campo de la adaptación. Esto incluye tanto la investigación y planificación intersectorial, como el desarrollo de estudios específicos para cada sector. En 2006, el Ministerio de Agricultura y Bosques lanzó un programa para la investigación de cinco años sobre la adaptación (Programa de Investigación para la Adaptación al Cambio Climático). El objetivo de este programa es proporcionar asesoramiento orientado a la práctica sobre las medidas concretas de adaptación, así como las formas de mejorar la cooperación entre los actores pertinentes.**

## ¡Comunique el plan a lo largo y ancho!

Cualquier estrategia gubernamental de adaptación debe enfatizar la importancia de la comunicación como un componente clave de la capacidad de adaptación del país. De hecho, en cada reunión del PRCCC la comunicación ha sido uno de los principales temas discutidos por sus miembros. Los ejemplos que proporcionan otros países también apoyan esta aseveración.

En Finlandia, la publicación de su estrategia de adaptación al cambio climático fue acompañada por un seminario público. Para llevar a cabo este evento, identificaron claramente quiénes eran sus grupos objetivos —gobiernos locales y empresas— y diseñaron un plan para realizar la actividad. Los proyectos de investigación sobre los efectos del cambio climático y la adaptación

también se acompañan de talleres para cada una de las partes interesadas y periodistas. Además, luego de ocurrir eventos que presentan riesgos para la ciudadanía —como la tormenta de invierno de 2005— las autoridades utilizan la oportunidad para sensibilizar al público, presentando las posibles consecuencias del cambio climático en Finlandia. Esta información es ampliamente difundida a través de los medios de comunicación finlandeses y otros foros. En Puerto Rico y el Caribe, el paso de huracanes, así como los eventos de sequía extrema o las inundaciones sirven para concienciar acerca de los posibles efectos e impactos de los cambios en el clima global y sus repercusiones a nivel regional.

## Apoyo nacional para las comunidades locales

Dado que muchas medidas tienen que ser aplicadas a nivel local, el apoyo a las comunidades locales es indispensable. En Gran Bretaña, se hacen disponibles una variedad de información y herramientas específicas para apoyar a las personas responsables de la toma de decisiones a nivel local. Igualmente, en los Estados Unidos y Australia se producen manuales sobre estrategias

de adaptación para los municipios y se hacen disponibles al público (Meister et al., 2009). Además, existen instrumentos como el European Climate Adaptation Platform (EU Climate-ADAPT), el cual presenta y documenta acciones de adaptación desarrolladas a nivel regional, nacional y local.<sup>10</sup>

## El contexto internacional es importante

Los problemas que enfrenta Puerto Rico pueden ser similares a los de islas caribeñas o del Pacífico. En tal sentido, también es importante estar conscientes del contexto internacional y de la dimensión del problema que enfrentamos. Finlandia, por ejemplo, hace referencia explícita a la perspectiva global de su estrategia de adaptación nacional, y su Ministerio de Relaciones Exteriores está involucrado en la ejecución de la estrategia de adaptación como uno de sus seis ministerios envueltos en una tarea interdepartamental. En Gran Bretaña, por su parte, el Ministerio de Defensa está trabajando en una estrategia que reconoce la interdependencia del cambio climático y la seguridad nacional. De igual forma, desde alrededor del año 2007, los Estados Unidos han reconocido las amenazas a la seguridad nacional asociadas al cambio climático. En los últimos años, el gobierno de los Estados Unidos y las agencias federales han producido una serie de

informes y evaluaciones que han colocado el tema en el centro del escenario gubernamental. Un informe de Casa Blanca del 2015, establece que “el cambio climático va a cambiar la naturaleza de las misiones militares de los Estados Unidos, la demanda de recursos adicionales en las regiones costeras vulnerables al aumento del nivel del mar y otros impactos en el Ártico. Todos estos efectos requerirán una respuesta multilateral ante la creciente crisis humanitaria que se prevé traerá el cambio climático” (White House, 2015, p.10).

En tal sentido, comprender a cabalidad el contexto internacional es importante para el desarrollo e implementación de estrategias adaptativas efectivas en Puerto Rico. Para ilustrar este tema en más detalle, a continuación presentamos una serie de estudios de casos que proveen información relevante.

<sup>10</sup> Para más información, visite <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Manual para el desarrollo de planes de emergencia urbana ante la escasez de agua, España

### Líderes del estudio de caso:

El Ministerio de Medio Ambiente con la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS)

**Año:**  
2007

### Tipos de adaptación:

educación; planificación; manejo de emergencias; adaptación no física

La escasez de agua debido a largos períodos de déficit de lluvias y sequías representa un riesgo cada vez mayor para los suministros de agua de muchas ciudades españolas. Por ejemplo, recientemente el suministro de agua potable de Barcelona estuvo en riesgo debido a un invierno muy seco. Al comienzo del próximo verano, los niveles de agua eran extremadamente bajos en los embalses y represas más importantes que almacenan el agua de la ciudad. En respuesta

a este problema, se desarrolló un plan de emergencia para que la ciudad se abasteciese de agua a través de camiones cisterna, así como por una tubería desde el Río Ebro.

El Ministerio de Medio Ambiente ha colaborado con la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS) al publicar un manual para las ciudades con más de 20,000 habitantes. El manual ofrece directrices para el desarrollo de planes de emergencia con el propósito de hacerle frente y disminuir la escasez de agua. Estos incluyen:

- Evaluación de la demanda de agua y los recursos disponibles
- Evaluación del riesgo generado por la escasez de agua
- Desarrollo de medidas para reducir el riesgo por la escasez de agua
- Definición de los objetivos para la reducción del uso de agua
- Organización de un programa de gestiones en el caso de emergencias

El manual incluye, además, un sistema estandarizado para estimar la situación de los recursos hídricos y evaluar las fases de la escasez de agua. Este sistema le permite a las ciudades prepararse mejor para aquellos períodos de sequía y fomenta la coordinación adecuada de estos asuntos a nivel nacional.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

CARDI-CTA, asociación de defensa ante el cambio climático en el Caribe

### Líderes del estudio de caso:

Instituto de Investigación y Desarrollo de Agrícola en el Caribe y el Centro Técnico de Cooperación Agrícola y Rural

### Año:

2010-2011

### Tipos de adaptación:

planificación; educación; investigación; adaptación no física



“El clima ha cambiado, el clima cambiará, el clima exige el cambio” fue un mensaje clave que viene de un taller del Instituto de Investigación y Desarrollo de Agrícola en el Caribe (CARDI, por sus siglas en inglés), apoyado por el Centro Técnico de Cooperación Agrícola y Rural (CTA, por sus siglas en inglés), sobre los efectos del cambio climático en la agricultura, que se celebró en Granada durante la Semana de la Agricultura del Caribe, 2010. Esa iniciativa estuvo centrada en las estrategias de adaptación y mitigación para reducir los impactos adversos de la variabilidad

climática en las fuentes de alimentos y seguridad nutricional a nivel regional.

Una estrategia propuesta y presentada en dicho taller, fue la expansión del uso de la agricultura protegiendo los recursos, especialmente el agua, que es un tema crítico para la región ya que, debido al cambio climático, se prevé que el clima de la Región del Caribe sea más cálido y seco durante algunas de las próximas décadas. Este tema también se desarrolló en otro taller apoyado por el CTA —esta vez en la Semana de la Agricultura del Caribe en Dominica, en octubre de 2011— sobre la adaptación al cambio climático en la agricultura del Caribe.

Además, el CTA y el CARDI se han asociado con organizaciones internacionales, regionales y nacionales con un gran interés en los impactos del cambio climático en la agricultura y los recursos hídricos. Las mismas incluyen la Secretaría de la Comunidad del Caribe (CARICOM), el Centro de la Comunidad del Caribe sobre el Cambio Climático (CCCCC), la Universidad de las Indias Occidentales (UWI), el Instituto Caribeño de Meteorología e Hidrología (CIMH), la FAO, autoridades nacionales de agua y ministerios regionales de agricultura. Las recomendaciones de ambas iniciativas se resumen de la siguiente manera:

- Uso de prácticas de secuestro o captura de carbono para el desarrollo de la agricultura y las fuentes de financiamiento sostenible
- Desarrollar de un plan de acción integrado para abordar los asuntos horizontales o transectoriales como la agricultura, la pesca, la tierra, el turismo y la energía

- Evaluar opciones para la formación de las políticas públicas de manejo del agua por parte del sector agrícola a nivel regional y nacional, apoyados, según el mandato de la CARICOM en la Declaración Liliendaal sobre el Cambio Climático de 2009
- Establecer consenso entre los actores agrícolas y no agrícolas en cuestiones

claves y prioridades de políticas públicas para el manejo eficaz del agua en actividades agrícolas

- Evaluar la implementación del componente agrícola en la Declaración Liliendaal sobre la agricultura y la seguridad alimentaria, preparados y utilizados para el acoplamiento de los políticos responsables

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Plan nacional de adaptación al cambio climático de España

### Líderes del estudio de caso:

Gobierno de España

### Año:

2006

### Tipos de adaptación:

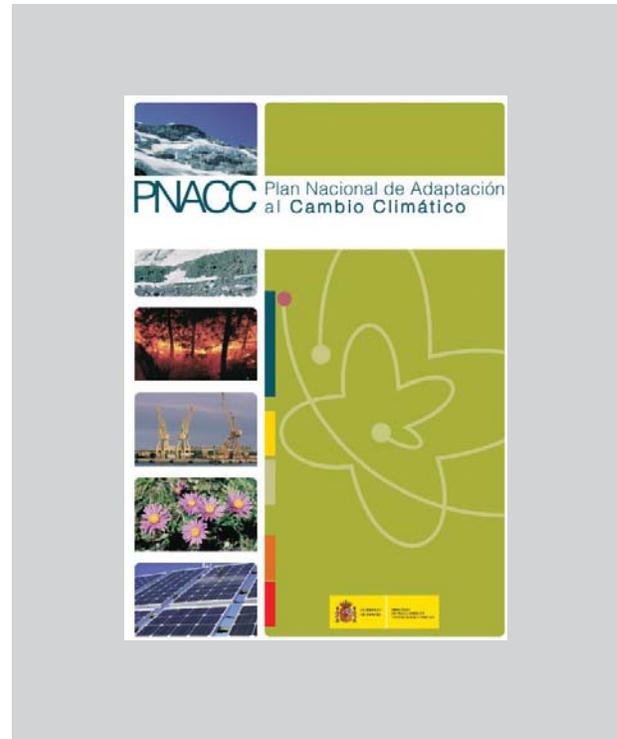
planificación; adaptación física; adaptación no física

En España, el cambio climático muy probablemente inducirá la escasez de agua y el aumento de las temperaturas. El Ministerio de Medio Ambiente publicó un plan de adaptación nacional en el año 2006. El plan pretende mejorar la coordinación e integración de las medidas de adaptación al cambio del clima. Además, aparte

del esfuerzo nacional, muchas organizaciones no gubernamentales, municipios y empresas particulares han puesto en práctica medidas de adaptación. Abordar la escasez de agua se ha convertido en un asunto tan crucial, que el país ya ha adoptado un plan de acción para combatir la desertificación.

El Plan nacional de adaptación al cambio climático (OECC, 2009) es el marco de referencia para la coordinación entre las administraciones públicas en las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en España. El plan, elaborado por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), fue adoptado por el Consejo de Ministros en el año 2006, después de un amplio proceso de consulta pública y participación con los principales órganos de coordinación a nivel nacional —como la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático, el Consejo Nacional del Clima, el Grupo Interministerial de Cambio Climático y la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente.

El objetivo de este documento es lograr la integración de medidas de adaptación al cambio climático basadas en el mejor conocimiento disponible, en todas las políticas sectoriales y de gestión de los recursos naturales que sean vulnerables al cambio climático, para contribuir al desarrollo sostenible a lo largo del siglo XXI.



## Opciones de adaptación para la infraestructura crítica

### Adaptación física

La acción más eficaz que se puede hacer a nivel nacional en relación a la infraestructura y los servicios críticos, es evaluar todos los activos críticos en zonas de alto riesgo y desarrollar un plan integral para ya sea retirar, acomodar, o proteger a los activos más importantes de la infraestructura crítica. Debido a que el cambio climático no genera nuevas vulnerabilidades sino que más bien exacerba las ya existentes, la identificación de la infraestructura más vulnerable o expuesta a mayor riesgo no resulta en un proceso muy complicado.

Nuestra exposición al riesgo, junto con nuestra sensibilidad y falta de capacidad adaptativa,

nos coloca en una posición más vulnerable. Considerando la cantidad de infraestructura crítica necesaria para mantener la economía y funciones cotidianas —que en nuestro caso se ubica mayormente a menos de 1 km de la costa— nuestra vulnerabilidad como país aumenta considerablemente ante las principales proyecciones del cambio climático, tales como el aumento del nivel del mar, entre otras. El estudio de caso a continuación provee un excelente ejemplo sobre consideraciones de adaptación física que podríamos emular en nuestro país.

## Infraestructura crítica cercana a la costa en Puerto Rico



9 puertos



154 millas  
de carreteras  
principales



5 Aeropuertos



5 Plantas de  
Generación de  
Energía Eléctrica



200 km. de tuberías  
agua potable y  
260 km. de tuberías de  
aguas sanitarias

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Planta de tratamiento de aguas residuales de Deer Island, medidas de fomento de prevención

### Líderes del estudio de caso:

Autoridad de Recursos de Agua de Massachusetts

### Año:

1990-2000

### Tipos de adaptación:

planificación; acomodación; adaptación física

Durante la década de 1990, la Autoridad de Recursos de Agua de Massachusetts decidió construir una nueva planta de tratamiento de aguas residuales en un terreno más elevado, debido a la preocupación por el aumento del nivel

del mar. La planta está situada en una isla en el puerto de Boston. Los efluentes de la planta de tratamiento se descargan a través de una tubería alimentada por gravedad en el puerto de Boston.

Los planificadores estaban preocupados de que el aumento proyectado del nivel del mar podría



Crédito de foto: Climate Adaptation Knowledge Exchange; Fletcher6 via Wikimedia Commons

perturbar el funcionamiento de la tubería por gravedad, lo cual requeriría la instalación de bombas. La decisión de utilizar un terreno más elevado se hizo para evitar los costos a largo plazo de la construcción de diques alrededor

de la instalación. Los planificadores decidieron, además, elevar la planta de tratamiento de aguas residuales por 1.9 pies para adaptarse a los cambios del nivel del mar proyectados hasta el año 2050, es decir, la vida útil prevista para la instalación. La medida es considerada como un ejemplo de planificación para la adaptación e infraestructura resiliente ante el cambio climático en los Estados Unidos.

Por otra parte, la ciudad de Boston tiene un plan integral para hacerle frente a las consecuencias

del cambio climático. El alcalde inició el desarrollo de un plan de adaptación integrado para reducir los riesgos relacionados con el clima para la ciudad y para coordinar con las diferentes autoridades involucradas la implementación de las medidas de adaptación. Por ejemplo, la ciudad requiere considerar los riesgos climáticos futuros en cada proyecto de construcción pública que se proponga, ya sea de nueva construcción, mejoras o renovación.

## Adaptación no física

### Horizonte de planificación a largo plazo

La institucionalización de la planificación a largo plazo puede ayudar a anticipar problemas e implementar respuestas adecuadas. En el Plan de acción sobre el Agua de California (Brown, 2014), todos los proveedores de agua que sirvan a más de 3,000 clientes tienen que llevar a cabo un análisis prospectivo de su actividad para los próximos 25 años. Este análisis debe ser actualizado cada 5 años. El análisis debe incluir la proyección de la demanda del agua, futuras fuentes de abastecimiento de agua, y el peor escenario de sequía. Este tipo de ejercicios son muy útiles porque ayudan a visualizar a largo plazo, a evaluar y a fortalecer la comunicación entre los agentes económicos y científicos del clima, lo cual constituye una aportación valiosa para enfrentar los cambios futuros.

En la situación actual, donde los parámetros que solían ser conocidos se tornan inciertos, un horizonte de planificación a largo plazo es clave para determinar dónde y cómo se deben cambiar

las prácticas empresariales. Las soluciones institucionales también tienen una función importante en el manejo de la zona costanera. Mientras existan mapas de las inundaciones costeras sin actualizaciones regulares que tienen como base un nivel del mar casi constante, el cambio climático y el aumento del nivel del mar representan una gran amenaza. Estos cambios en el nivel del mar exigen analizar los riesgos de inundaciones costeras de forma regular y actualizar los mapas cuando sea necesario. La creación de instituciones específicas para llevar a cabo estos análisis puede, por lo tanto, ser una opción eficiente de adaptación (Hallegatte, 2009).

El estudio de Hallegatte (2009) nos presenta otro ejemplo apropiado, esta vez en la agricultura, sector altamente sensible a la disponibilidad del agua. En lugares donde se proyecta una disminución en las precipitaciones anuales, los problemas en el sector de la agricultura pueden verse mayormente afectados a causa de eventos

extremos en la escasez de agua —por ejemplo, sequías largas— y no tanto por la disminución de la disponibilidad en el promedio del agua. En la región del Mediterráneo, por ejemplo, se espera que los rendimientos de los cultivos disminuyan, pero la mayor preocupación es la frecuencia de sequías extremas con consecuencias desastrosas.

En el caso de eventos extremos de precipitación hay varias formas de adaptación. El objetivo es transformar la pérdida anual incierta —potencialmente grande y desastrosa— en una pérdida cierta, cuantificada y manejable. Para lograr esto, las soluciones técnicas y financieras deben coexistir. Las primeras soluciones técnicas se pueden implementar utilizando la infraestructura de servicio del agua. Sin embargo, estas estrategias de adaptación son altamente dependientes de los futuros niveles de precipitación. Algunos de ellos —como los depósitos de agua— serán eficientes, siempre y cuando el cambio climático siga siendo moderado, pero no podrán hacerle frente a los escenarios más pesimistas. Frente a una reducción en la disponibilidad del agua, ¿sería seguro invertir sustancialmente en los proyectos de adaptación que pueden llegar a ser ineficientes si la situación empeora? En estos casos específicos, otras estrategias de adaptación podrían ser exploradas —como contar con planes de seguro. En el caso

de los agricultores, una opción es tener un seguro que los proteja contra grandes pérdidas cuando el clima es desfavorable. Esto puede ser tan eficiente como las opciones físicas de adaptación, que implican la construcción de costosas infraestructuras.

En las regiones propensas a huracanes, puede ser más eficiente una combinación de estrategias que integre adaptaciones físicas y no físicas. Por ejemplo, implementar un sistema de alerta y evacuación eficiente combinado con un plan de seguros y plan de recuperación que proteja a aquellas comunidades inundables con diques. Sin embargo, este último recurso puede ser muy costoso. Por lo tanto, una alternativa más económica a la construcción de diques para la protección del área, sería un aumento considerable de las tasas de seguro para las constructoras e individuos que deseen construir en áreas de riesgo —o adaptación no física. De hecho, aunque los sistemas de alerta no son impecables y siempre es difícil decidir cuándo desalojar, la experiencia de Katrina demostró que las estructuras físicas de protección también pueden fallar, con consecuencias sumamente trágicas. Los estudios de casos que se presentan a continuación proveen buenos ejemplos sobre consideraciones de adaptación no física que nos pueden servir de modelo en nuestro país.



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

El estado de Washington protege sus áreas costeras vulnerables

### Líderes del estudio de caso:

Gobierno del estado de Washington

### Año:

1995

### Tipos de adaptación:

adaptación no física; acción legislativa; planificación; protección

En el año 2009, la gobernadora del estado de Washington, Christine O. Gregoire, firmó la Orden Ejecutiva 09-05 sobre el cambio climático que incluye un mandato a las agencias estatales para proteger las áreas costeras vulnerables del estado. Las tareas del director del Departamento

de Ecología —en colaboración con la Asociación Estatal de Washington de Condados y la Asociación de Ciudades de Washington— específicamente requieren realizar una evaluación de los impactos potenciales del aumento del nivel del mar en la costa del estado y el desarrollo de recomendaciones para abordar estos impactos. Una ley estatal complementaria (SB 5560-2009-10) dirige a los departamentos estatales de ecología, agricultura, comercio y el desarrollo económico, peces y vida silvestre, recursos naturales, y transporte —en consulta con otras partes interesadas, según se especifica— a desarrollar una estrategia integrada de respuesta al cambio climático. Además, hace un llamado al Departamento de Ecología para que establezca una estrategia de acción basándose en una serie de escenarios específicos, que incluyen: resumir los impactos del cambio climático para el estado de Washington, evaluar la vulnerabilidad del estado a esos impactos, priorizar soluciones, e identificar fondos y recursos técnicos para apoyar su implementación. La ley también permite que las agencias estatales integren dicha estrategia en la planificación y el diseño de nuevas políticas y programas.



*Sea Level Rise and Coastal Hazards, Preparing Washington for a Changing Climate*

## Aprendiendo de nuestras experiencias

### Estudio de caso:

Cinco órdenes ejecutivas para proteger el ambiente, adaptarse al cambio climático y promover el desarrollo sostenible en Puerto Rico

### Líderes del estudio de caso:

Gobierno de Puerto Rico

### Año:

2013

### Tipos de adaptación:

adaptación no física; legislación; planificación; protección

El 28 de febrero de 2013, el gobernador Alejandro García Padilla anunció cinco órdenes ejecutivas como parte de sus esfuerzos para implantar su política ambiental, comenzando con una directriz para culminar el Plan de Uso de Terrenos, y lograr establecer los parámetros que conlleven al desarrollo económico del país de forma coherente con la protección del ambiente. Estas son:

- 0 E - 2 0 1 3 - 0 1 9  
Ordena al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales a realizar el Deslinde Nacional de la Zona Marítimo Terrestre
- 0 E - 2 0 1 3 - 0 1 8  
Ordena la cuantificación de las emisiones de los gases con efecto de invernadero en Puerto Rico y la elaboración de un plan para la reducción de estas emisiones con el fin de acercarnos a la meta de carbono neutral.
- 0 E - 2 0 1 3 - 0 1 7  
Ordena la creación del Consejo de Acción para la Sostenibilidad de Puerto Rico.
- 0 E - 2 0 1 3 - 0 1 6  
Ordena 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.
- 0 E - 2 0 1 3 - 0 1 5  
Ordena a la Junta de Planificación a finalizar y adoptar el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico.



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Éxito del uso de la tierra y códigos de construcción más estrictos en el estado de Florida

### Líderes del estudio de caso:

Departamento de Protección Ambiental del Estado de Florida

### Año:

1995

### Tipos de adaptación:

Evitar; uso del suelo; adaptación no física

El paso del huracán Opal por el estado de Florida en 1995, demostró la necesidad de la planificación y ordenación del uso de la tierra, y la aplicación de códigos de construcción más estrictos, como los relacionados a la Línea de Control de la

Construcción Costera (CCCL, por sus siglas en inglés), en la reducción de los daños relacionados con la tormenta. La CCCL fue establecida en la década de 1980 por el Departamento de Protección Ambiental de Florida (DEP, por sus siglas en inglés) para fortalecer las normas sobre el uso del suelo y las normas de construcción de edificios tales como: consideraciones de fundación, elevación y carga de viento,— en zonas costeras de alto riesgo. De acuerdo con el DEP, la erosión causada por el oleaje asociado al huracán Opal —de categoría 3— dañó y destruyó más estructuras que cualquier otra tormenta en los 20 años anteriores. Una evaluación de daños realizada después de la tormenta, reveló que de las 576 estructuras habitables de la CCCL cercanas a la costa construidas bajo estándares regulatorios más altos, ninguna fue considerablemente dañada. Por otra parte, de las 1,366 principales estructuras habitables cercanas a la costa que se construyeron antes del establecimiento de la CCCL, 768 — o el 56%— recibieron daños considerables según un estudio realizado por la FEMA.



# Opciones de adaptación para las comunidades costeras

## Adaptación física

Las medidas de adaptación no tienen que implantarse sólo para combatir el cambio climático. Muchas medidas de adaptación se realizan para mitigar otros riesgos y tienen una ventaja adicional de reducir las vulnerabilidades a las cambiantes condiciones climáticas. Las inundaciones por los sistemas de aguas pluviales sobrecargados o mal diseñados es uno de los problemas más frecuentes que enfrentan las comunidades costeras en Puerto Rico. Las inundaciones no son ocasionadas directamente por el cambio climático, ya que el problema ha

afectado a muchas comunidades de la isla desde hace décadas. La optimización de los sistemas de infraestructura existentes al momento de planificar, diseñar y construir nuevas mejoras capitales previamente programadas, es una buena opción de adaptación que protege a las comunidades costeras, reduce los costos posteriores y mejora la condición de infraestructura deficiente de una manera oportuna. A continuación, se presentan ejemplos de estos casos.

**Las medidas de adaptación no tienen que ocurrir sólo para combatir el cambio climático. Muchas medidas de adaptación se realizan para mitigar otros riesgos y tienen la ventaja adicional de reducir las vulnerabilidades a las cambiantes condiciones climáticas.**



Restauración de dunas en el Municipio de Isabela. Crédito de foto: Dr. Robert Mayer.

## Aprendiendo de nuestras experiencias

### Estudio de caso:

Familias de Puerto Rico reubicadas después del paso del huracán Georges

### Líderes del estudio de caso:

Oficina del Gobernador de Puerto Rico

### Año:

1998

### Tipos de adaptación:

retiro planificado; adaptación física

Luego de que el huracán Georges en 1998 — categoría 2— impactara a Puerto Rico, la Oficina del Gobernador de Puerto Rico, Hon. Pedro Roselló González, creó el Programa Nuevo Hogar Seguro para reubicar familias cuyas viviendas habían sido dañadas o destruidas por las inundaciones. Como parte del programa, se realizó un proyecto de desalojo en Toa Baja, con fondos proporcionados por el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos de FEMA.



Toa Baja, PR, 1 de Octubre de 1998 - Una familia en la Barriada de la Villa del Sol en Toa Baja, observa los daños causados por las inundaciones y el viento a su hogar, junto con FEMA y funcionarios de Defensa Civil. Crédito de foto: FEMA; Dave Gatley

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

La ciudad de Copenhague calibra la infraestructura de agua usando los escenarios del futuro

### Líderes del estudio de caso:

Ciudad de Copenhague y Comité de la Contaminación del Agua de la Sociedad de Ingenieros Daneses

### Año:

2008

### Tipos de adaptación:

acomodo; margen de seguridad; estrategias sin arrepentimiento; adaptación física

Existen estrategias que reducen la vulnerabilidad a costos bajos, tales como establecer un margen de seguridad. Muchos estudios científicos han mencionado la viabilidad de este tipo de estrategias de adaptación para atender las implicaciones del aumento del nivel del mar (Nicholls & Leatherman, 1996; Groves & Lempert, 2007, Groves et al., 2007). Hoy día existen bastantes ejemplos de aplicaciones prácticas. Por ejemplo, para calibrar la infraestructura de drenaje de escorrentías, las compañías de gerencia del agua de Copenhague actualmente utilizan cifras que son 70% mayores al nivel actual de escorrentías. Para ello, se consideran las proyecciones del crecimiento poblacional y aumento substancial en la precipitación sobre



La Ciudad de Copenhague. Crédito de Foto: Kasey R Jacobs

Dinamarca debido al cambio climático, con el fin de prevenir los efectos que estos pudiesen causar.

Este aumento del 70% no se ha calibrado con precisión, pues la misma se hace imposible debido, precisamente, a las incertidumbres relacionadas con el cambio climático. No obstante, teniendo en cuenta la información actualmente proporcionada por los modelos climáticos, las autoridades prevén que este aumento sería suficiente para confrontar casi cualquier posible cambio climático durante el siglo presente. Esta medida se justifica, ya que en la fase de diseño resultaría más económico implementar un sistema de drenaje capaz de hacer frente al aumento de la precipitación y eventos extremos, en vez de tener que hacer la modificación después de que se haya construido, lo cual evidentemente resultaría mucho más difícil y costoso. En ese sentido, se recomienda anticipar escenarios extremos en la fase de diseño, lo cual representa una idea buena y decisión oportuna.

Esta consideración también es aplicable al diseño de diques y malecones. Además de evaluar los costos de construcción, se deben

anticipar escenarios pesimistas que puedan resultar de la construcción de los mismos. Por ejemplo, se debe evaluar el costo social total que pueda surgir de los efectos de diques y malecones sobre las actividades de esparcimiento —como la pérdida de la vista al mar—, así como otros efectos indirectos

—como la pérdida de la biodiversidad, costos ambientales el funcionamiento de los ecosistemas, e incremento de la erosión en las localidades vecinas. De no hacerlo, los mismos podrían repercutir en aumentos significativos en los costos totales del proyecto.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Florida implementa programa para mejoras, inspecciones y reequipamiento de hogares

### Líderes del estudio de caso:

Legislatura del Estado de Florida

### Año:

2006

### Tipos de adaptación:

acomodación; adaptación física

En el año 2006, los legisladores del estado de Florida asignaron fondos para crear un programa titulado Mi Hogar Seguro (en inglés, My Safe Florida Home). A través de otorgaciones de fondos y el ofrecimiento de inspecciones de vientos gratuitas, el estado ayudaba a sus constituyentes a identificar riesgos, realizar mejoras y fortalecer sus viviendas contra huracanes.

Los fondos correspondientes de la subvención estuvieron disponibles para las mejoras de resistencia contra vientos en siete categorías específicas:

- Mejoras para reforzar el techo
- Construcción de barreras de agua secundarias para evitar inundaciones



- Mejoras en la resistencia de la cubierta del techo
- Construcción de hastiales en la elaboración de techos
- Refuerzo de las conexiones entre el techo y la pared
- Actualización de protección de paredes con aperturas exteriores
- Actualización de las puertas exteriores, incluyendo las puertas de garaje

Entre 2006 y 2009, el programa proporcionó inspecciones a más de 400,000 propietarios de viviendas y re-equipó casi 33,000 hogares. Un análisis del programa encontró que por cada dólar de subvención, las pérdidas por huracanes pudieran reducirse hasta la suma de \$1.50. Esto equivale a una reducción de alrededor de \$140 millones en pérdidas totales de los hogares reacondicionados.

## Adaptación no física

### Divulgación total de la información de bienes raíces (full disclosure)

Según FEMA, la mayoría de los compradores potenciales no toman en cuenta los posibles riesgos de la estructura cuando están considerando la compra de una propiedad. La divulgación de la vulnerabilidad de una propiedad ante los peligros costeros permite que los potenciales compradores tomen decisiones informadas que reflejen el nivel de impacto al que estarían expuestos y que estarían dispuestos a aceptar.

Los estados pueden requerir que se incluya información sobre cualquier inundación conocida, erosión y riesgos de subsidencia. Pueden incluso sugerir si una propiedad podría ser más vulnerable a cambios climáticos,

como el aumento del nivel del mar y aumento en intensidad de las tormentas, entre otros. Los estados también pueden proporcionar información sobre la mitigación de riesgos para ayudar a los nuevos propietarios de viviendas que estén dispuestos a aceptar las posibles repercusiones y consecuencias. Por ejemplo, información sobre servidumbres, humedales, restricciones de reurbanización, estructuras de protección de orillas —prohibición, restricciones y requisitos de mantenimiento—, y rehabilitación de playas y zonas costeras. Igualmente, proveer información sobre leyes, reglamentos y políticas ambientales que puedan afectar a la propiedad (NOAA, 2010).



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Guía de Hawai'i informa sobre la compra de bienes raíces en la costa

### Líderes del estudio de caso:

Universidad de Hawai'i, Programa Sea Grant

### Año:

2006

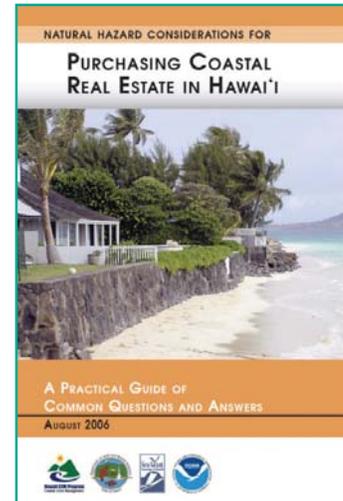
### Tipos de adaptación:

educación; adaptación no física

Reconociendo el rápido aumento en las tasas de crecimiento residencial y el desarrollo a lo largo de la línea de costa de las principales islas de Hawai'i, el Programa de Colegio Sea Grant de la Universidad de Hawai'i, con el apoyo del Departamento de

Tierras, el Programa de Manejo de la Zona Costera y el estado de Hawai'i, publicó el documento titulado "Consideraciones de amenazas naturales para la compra de bienes raíces en la costa de Hawai'i: guía práctica de preguntas comunes" (Eversole & Norcross-Nu'u, 2006). La publicación ofrece

información básica sobre los peligros costeros que desarrolladores e inversores de inmobiliarios frente al mar deben considerar al comprar tierras costeras. La guía también aborda las inquietudes y preguntas comunes, y ofrece opciones y recursos para proteger los bienes raíces costeros y salvaguardar la vida de sus residentes. Antes de comprar una propiedad costera, es importante comprender claramente los posibles riesgos y consecuencias de vivir a la orilla del mar.



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Divulgación de bienes raíces y protección de los intereses de los compradores en las costas del estado de Carolina del Sur

### Líderes del estudio de caso:

Gobierno de Estado de Carolina del Sur, NOAA

### Año:

2006

### Tipos de adaptación:

educación; divulgación; adaptación no-física



Crédito de foto: Gobierno de Carolina del Sur/NOAA

La Ley de Costas, Terrenos Mareales y Humedales de Carolina del Sur requiere que los contratos de compra-venta y transferencia de bienes inmuebles incluyan declaraciones de las condiciones de las propiedades con frente de playa y si éstas se encuentran dentro de la línea de retiro jurisdiccional. La declaración debe indicar si la propiedad es o puede ser afectada por los deslindes, y debe incluir la tasa de erosión local según la última versión preparada por la Oficina del Océano y Manejo de Recursos Costeros de

Carolina del Sur para esa zona. Además, han desarrollado un folleto educativo para talleres sobre bienes raíces. Asimismo, la Comisión de Bienes Raíces del estado ha añadido un anejo a los contratos de venta que atienden la obligación de divulgar la información sobre el ancho de la zona de inundación. Además, en cumplimiento con la Ley de Divulgación Residencial de Bienes Raíces del estado, se incluye una declaración de divulgación que incluye información acerca de los riesgos de inundación.

## Opciones de adaptación para el turismo y la recreación

Al ser áreas altamente frecuentadas por turistas, las zonas costeras representan una actividad económica importante. En el Caribe insular, por ejemplo, el turismo es una de las actividades económicas principales. El turismo es la industria más grande en expansión que ha contribuido sustancialmente a aumentar las tasas de empleo en todo el mundo, y ha representado una importante fuente de ingresos (WTTC, 2015a; WTTC, 2015b). Se prevé que la misma continuará su crecimiento durante la próxima década. Un enfoque alternativo de precaución para el futuro del turismo costero y el desarrollo urbano en la isla podría

ayudar a confrontar las condiciones cambiantes (Hernández-Delgado et al., 2012).

Aunque países en el Caribe han logrado avances sustanciales en sus estrategias de planificación para la adaptación ante los efectos del cambio climático en esta área, en Puerto Rico todavía falta mucho por hacer (PRCCC, 2013). La Compañía de Turismo de Puerto Rico (CTPR) ya ha tomado algunas acciones, incluyendo ser miembros activos del PRCCC y participando con frecuencia en las cumbres locales sobre cambio climático. Además, se encuentran en el proceso de desarrollar su plan de adaptación.



## Adaptación física

Los ingresos anuales del turismo y recreación dependen de las costas en muchos países. El aumento del nivel del mar y las temperaturas ya están afectando *hot spots* de turismo alrededor del mundo, incluyendo a Puerto Rico. Afortunadamente, varias medidas de protección mantienen la integridad de los activos de las áreas costeras, a los cuales los turistas viajan para disfrutar. La planificación y el control de las actividades en zonas de alto riesgo, siempre será la mejor opción. Sin embargo, cuando no es factible retirar la infraestructura se debe fomentar el diseño de edificios y espacios públicos que proporcionen mejores niveles de confort y seguridad.

En las actividades de turismo y recreación es importante asegurar que los servicios básicos siempre estén disponibles. Algunas estrategias para los proveedores de servicios de turismo son:

- Mejorar la disponibilidad y almacenamiento del agua en el lugar, para que los servicios de agua no sean interrumpidos en casos de sequía
- Mejorar los estándares de diseño y construcción, ya que muchos activos



turísticos valiosos están en mayor riesgo de enfrentar fenómenos climáticos extremos

- Asegurarse de que los generadores de electricidad para emergencias no se encuentren en sótanos, estacionamientos o lugares de baja elevación; de ocurrir una inundación estos lugares se inundarían primero. Un estudio llevado a cabo por el Worcester Polytechnic Institute (WPI) para Puerto Rico, encontró que los hoteles en el área metropolitana ya están experimentando frecuentes inundaciones costeras, y en muchas facilidades los generadores de electricidad para emergencias no están ubicados en lugares seguros, creando interrupciones de los servicios de energía para los turistas
- Proporcionar más opciones de sombra y protección contra la lluvia para aumentar el confort turístico



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Nueva Jersey protege la línea costera con re-nutrición de playas

### Líderes del estudio de caso:

Oficina de Ingeniería de Costas del Departamento de Protección Ambiental de Nueva Jersey, en colaboración con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos

### Año:

2015, en curso

### Tipos de adaptación:

protección; adaptación física

En Nueva Jersey, el abastecimiento artificial —o re-nutrición— de las playas es el método preferido para confrontar la erosión de las mismas y para proteger la franja costera. La Oficina de Ingeniería de Costas del Departamento de Protección Ambiental de Nueva Jersey, en colaboración con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos (USACE, por sus siglas en inglés), realizan proyectos de relleno y re-nutrición con el fin de restaurar las playas de Nueva Jersey. El financiamiento estatal proviene del Fondo para la Protección de la Costa (Shore Protection Fund), el cual garantiza la disponibilidad de los fondos necesarios para continuar el programa.



Proyecto de regeneración de playas Federal en marcha en Cay May, Nueva Jersey. Crédito de Foto: Cuerpo de Ingenieros del EE.UU.

## Adaptación no física

Las estrategias de adaptación ante el cambio climático deben ser parte de las políticas públicas de la CTPR e incorporarse en la planificación para el turismo en el futuro. En primer lugar, se debe incorporar el riesgo climático en los reglamentos y códigos de la CTPR.

**Las estrategias de adaptación ante el cambio climático deben ser parte de las políticas públicas de la CTPR e incorporarse en la planificación para el turismo en el futuro.**

En Puerto Rico existen iniciativas específicas en esta área, incluyendo la colección de datos climáticos y la aprobación de leyes relevantes (Ley Núm. 267 de 2004, Ley sobre Política Pública para el Desarrollo Sostenible). Igualmente, en 2006 se creó la Oficina para el Desarrollo Sostenible del Turismo en Puerto Rico. En 2011, la CTPR presentó una conferencia sobre estrategias para reducir los impactos del cambio climático en el sector turismo en Puerto Rico (Terrasa-Soler, 2011). Entre estas se encuentran:

- Estrategias de mitigación: reducción de la huella ecológica del turismo mediante la reducción del consumo de energía, aumento en el uso de materiales

locales en vez de utilizar materiales importados, y reciclaje de los residuos sólidos

- Estrategias de adaptación: mejorar la planificación y diseño de instalaciones turísticas, e iniciativas sostenibles, tales como diseño verde y directrices operacionales. Una buena forma de hacerlo es a través de Programa de Alojamiento de Certificación Verde de Puerto Rico<sup>11</sup> y otras iniciativas sostenibles.

Además, la CTPR expuso que otro método para el sector turístico es el desarrollo de reglamentación para el agroturismo, el cual aún no está bien desarrollado en el país.<sup>12</sup> Finalmente, en el 2014, la CTPR realizó un taller donde resaltó la importancia de la planificación y la adaptación al cambio climático como parte de su esfuerzo para aumentar el conocimiento relacionado al cambio climático.

No obstante, aún queda pendiente la incorporación de este conocimiento a los permisos y códigos de construcción existentes. También, se puede mejorar la cobertura del seguro de las construcciones ya existentes, ya que hay un riesgo creciente de que los turistas y los operadores hagan reclamaciones, pues,

<sup>11</sup> Para más información, visite [www.seepuertorico.com/green\\_hotels](http://www.seepuertorico.com/green_hotels)

<sup>12</sup> Encuentre información adicional en la sección de municipios, más adelante en este documento.

según datos de FEMA y CTPR, existen cerca de 48 hospederías que están en áreas con riesgo a inundación.

Otras estrategias de adaptación pudieran ser:

- Diversificar las actividades turísticas
- Fortalecer las instituciones de turismo para hacer frente al cambio climático

- Promover la educación y sensibilización de los proveedores de turismo, líderes del turismo, el personal y los turistas en sí
- Reducir las presiones del turismo sobre los arrecifes de coral sin afectar o degradar la experiencia turística



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Cambio climático, turismo y formas de vida en el Caribe/ un enfoque multi-sectorial para reducir a la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia

### Líderes del estudio de caso:

CARIBSAVE, CARICOM-CCCCC, y el Centro de la Universidad de Oxford para el Medio Ambiente

### Año:

2015, en curso

### Tipos de adaptación:

adaptación no física

Objetivos principales del proyecto a largo plazo:

1. Modelaje y proyecciones de los cambios en el clima, ya que afectarán el Caribe en una escala regional, nacional, y local
2. Evaluar la vulnerabilidad, la resiliencia y la capacidad de adaptación de la región del Caribe, las naciones y destinos seleccionados

3. Evaluar los impactos del cambio climático en el turismo y los estilos de vida en la región del Caribe, las naciones y destinos seleccionados sobre una base sectorial incluyendo por ejemplo: calidad y disponibilidad de agua suministro y distribución de energía (regional, nacional, local), agricultura, pesca, seguridad alimentaria, salud humana, biodiversidad marina y terrestre, estética del paisaje, infraestructura y asentamientos
4. Realizar un análisis socioeconómico de los costos y riesgos del cambio climático en el Caribe, así como la reducción de las emisiones
5. Proporcionar estrategias de mitigación y adaptación eficaces y prácticas para el desarrollo de la región, sus políticas locales, nacionales y su implementación
6. Apoyar la transición de la región del Caribe para convertirse en la primera región turística del mundo carbon neutral, utilizando tres naciones como países piloto en este sentido
7. Diseñar e implementar talleres de capacitación para diferentes sectores turísticos en la región del Caribe



# Opciones de adaptación para el desarrollo económico

## Adaptación física

### Garantizar la seguridad laboral

La productividad de la industria en Puerto Rico ya está siendo afectada por los efectos adversos de los cambios en el clima, y por el deterioro de la infraestructura pública. Eventos como inundaciones en áreas urbanas pueden impedir o afectar la capacidad de los empleados para llegar a sus lugares de trabajo a sus lugares de trabajo a tiempo. En algunos casos los trabajadores se ven obligados a ausentarse cuando las inundaciones impiden su acceso, o las escuelas de sus hijos están cerradas debido a estas inundaciones. De igual forma, un aumento en la intensidad o en la frecuencia de eventos climáticos adversos puede a su vez, aumentar los riesgos a la salud, la seguridad ocupacional e, inclusive, se puede ver afectado el acceso al trabajo. Tanto el aumento del nivel del mar como el aumento en la severidad

y frecuencia de las tormentas, sequías, incendios, y otros cambios ambientales, afectarán la productividad y los riesgos laborales. Las altas temperaturas y los cambios en el nivel freático pueden aumentar también la propagación de enfermedades y riesgos en los lugares de trabajo, particularmente en el suministro de servicios y el acceso a las facilidades (Finley & Schuchard, 2009).

El gobierno y las empresas deben realizar inversiones oportunas para mantener y garantizar el acceso seguro de la fuerza laboral a sus lugares de trabajo de Puerto Rico. La vialidad debe ser adaptada para que se mantenga funcional frente a riesgos de inundación, que afectan de manera particular a los puentes y segmentos bajos de las carreteras.

## Adaptación no física

### Aumentar la estabilidad para propiciar el desarrollo empresarial

Retener los negocios en Puerto Rico no es sólo una cuestión de incentivos fiscales. La economía y la fuerza laboral de Puerto Rico se concentran en sectores que dependen en gran medida de los sistemas de transporte y servicios de telecomunicaciones. Estos dos tipos de infraestructura podrían verse comprometidos durante eventos climáticos extremos, los cuales se espera que sean más intensos y frecuentes.

Las industrias que dependen de esta infraestructura estarían en mayor riesgo ante los posibles efectos adversos de los fenómenos meteorológicos. Esto, junto al gran compromiso

financiero que normalmente se requiere para establecer una empresa, dificulta la capacidad de sobreponerse ante efectos adversos. De hecho, el 40% de las empresas que se ven afectadas por desastres naturales o daños infligidos por humanos no vuelven a operar (PRCCC, 2013).

Por estas razones, es importante que el Gobierno de Puerto Rico integre las industrias, las compañías privadas, y las necesidades de estas a los esfuerzos de adaptación, especialmente aquellos de los sectores de transporte, energía y telecomunicaciones.

# Apoyar el desarrollo científico para beneficiar la producción industrial

Las universidades e instituciones de investigación científica y tecnológica tienen un papel clave en la adaptación al cambio climático. Sin suficientes investigaciones sobre los efectos del cambio climático en los diferentes sectores económicos y los posibles métodos para hacerle frente,

la economía de Puerto Rico no será capaz de mantenerse al día y enfrentar los impactos hostiles del cambio climático. A continuación, presentamos ejemplos de la vitalidad de estas instituciones en los esfuerzos de adaptación.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Los impactos climáticos y la capacidad de recuperación en la agricultura del Caribe/ evaluación de las consecuencias del cambio climático sobre la producción de cacao y tomate en Trinidad y Tobago, y Jamaica

### Líderes del estudio de caso:

Universidad de las Indias Occidentales

### Año:

2014

### Tipos de adaptación:

planificación; educación; investigación; adaptación no física

A pesar de la importancia del sector agrícola, los agricultores del Caribe disponen de información limitada sobre los probables impactos futuros del cambio climático y el potencial de sus cultivos para soportar estos cambios. La agricultura es una fuente significativa de ingresos y empleos, y representa un importante espacio de intercambios



y medios de vida en el Caribe. En Puerto Rico, el sector agrícola representa aproximadamente el 1% del producto nacional bruto, y junto al turismo es uno de los pocos sectores económicos en expansión. Sin embargo, el sector está limitado por la falta de cultivos competitivos de crecimiento adecuado para suplir las necesidades

locales. Se espera que esta situación empeore en las próximas décadas con el cambio climático, ya que aumentaría la frecuencia de olas de calor y sequías. Tales cambios pueden reducir la productividad de los cultivos y aumentar los casos de pérdida de cosechas, representando además un riesgo importante para la seguridad alimentaria nacional y los modos de vida rurales.

Con el uso de tecnología innovadora, la Universidad de las Indias Occidentales (UWI, por sus siglas en inglés) en San Agustín y Mona, en conjunto con los agricultores locales, trabajan con un método a prueba del clima (o inglés, *climate proof*). Los investigadores trabajan en dos importantes cultivos regionales: el cacao —un cultivo arbóreo perenne— y el tomate —un cultivo hortícola anual. El objetivo es establecer un conjunto de protocolos que puedan utilizarse para detectar plantas tropicales más resistentes a la sequía y el estrés del calor. Esta información será de utilidad para los países de

la región para apoyar la toma de decisiones y desarrollar políticas sobre qué cultivos deben ser seleccionados, así como para realizar inversión agrícola a largo plazo. La información obtenida de este proyecto también se utilizará como base para detectar otras plantas de importancia regional adaptables al cambio climático.

Un resultado importante de este proyecto, será el establecimiento de una instalación que sirva para evaluar la resistencia de los diferentes cultivos del Caribe al cambio climático. Además, los investigadores crearán modelos de cultivos de plantas de cacao y tomate resistentes a variaciones de clima. Estos modelos ayudarán a visualizar las diferentes maneras en que el cambio climático podría afectar la producción agrícola actual. Fundamentalmente, este proyecto ayudará a cerrar la brecha del conocimiento y aumentar el diálogo entre los productores de cacao y tomate, las autoridades del sector agrícola y los investigadores y científicos del Caribe.



## Aprendiendo de nuestras experiencias

### Estudio de caso:

Creación de semillas de frijol tolerantes a efectos del cambio climático<sup>14</sup>

### Líderes del estudio de caso:

USDA Servicio de Investigación Agrícola, Mayagüez, Puerto Rico

### Año:

2010

### Tipos de adaptación:

investigación; adaptación física

El Servicio de Investigación Agrícola (ARS) organismo principal de investigaciones científicas del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)— en conjunto con colaboradores desarrollan nuevas líneas de germoplasma de frijol que toleran el calor, la sequía y varias enfermedades. El geneticista del ARS, Tim Porch, en conjunto con la Estación de Investigación Agrícola Tropical del USDA en Mayagüez, Puerto Rico, lanzó en 2010 dos nuevas líneas de germoplasma de frijol, llamados TARS HT-1 y TARS HT-2, que son tolerantes a condiciones de altas temperaturas. Estos nuevos lanzamientos son parte de los esfuerzos de mejoramiento de colaboración con la Universidad de Cornell, la Universidad de Tennessee y la Universidad de Puerto Rico.



El geneticista del ARS Tim Porch lanzó en 2010 nuevas líneas de frijoles más tolerantes al calor. Foto cortesía de Inspección de Granos, Empacadores y Administración Stockyards, USDA.

TARS HT-1 resiste satisfactoriamente el estrés generado por temperaturas altas, tanto de día como de noche, mientras que TARS HT-2 resiste temperaturas altas de día y moderadas de noche. Estas líneas de germoplasma pueden mejorar el rendimiento en condiciones de verano para los agricultores en regiones propensas a estos cambios. También, pueden ser utilizadas para mejorar la tolerancia al calor en otros granos de semillas grandes a través de la reproducción y selección.

Por otro lado, Porch y sus colegas universitarios también están desarrollando nuevas líneas de germoplasma de frijol negro con la tolerancia al calor y la sequía, y resistencia a la pudrición de la raíz y tizón bacteriano común —padecimiento común que prospera en climas cálidos y húmedos. El mismo, ataca principalmente las hojas y las vainas de las plantas de frijol y causa pérdidas significativas, tanto en el rendimiento como en la calidad de la semilla. Por su parte, la pudrición de la raíz es causada por un complejo de enfermedades fúngicas y está presente en las zonas de producción de frijol más comunes en todo el mundo.

<sup>14</sup> Tomado textualmente y traducido de Yao (2010).

Para producir las nuevas líneas de germoplasma de frijol negro, Porch cruzó frijoles negros y rojos tropicales que se adaptan a áreas templadas, ayudando así a aumentar también la diversidad de germoplasma de frijol en los Estados Unidos. Ensayos de campo y de invernadero en Nebraska demostraron que las líneas rinden bien, toleran la sequía y resisten enfermedades. Según el

investigador, sus granos están demostrando también amplia adaptación, pues son exitosos tanto en los cortos periodos de luz solar en Puerto Rico, como los más largos que se dan en el territorio continental de Estados Unidos. Esta investigación apoya la prioridad del USDA de responder al cambio climático y contribuir a la seguridad alimentaria mundial.

## Opciones de adaptación para la biodiversidad

La Estrategia Nacional de Adaptación de la Pesca, Vida Silvestre y Plantas de los Estados Unidos establece una serie de objetivos y estrategias de adaptación que podrían aplicarse a la biodiversidad en Puerto Rico. A continuación, explicamos dichos objetivos.<sup>15</sup> En las próximas secciones presentamos propuestas para la implementación de cada una de estas estrategias al nivel de los ecosistemas, hábitats, especies y servicios ecológicos de Puerto Rico.

### **Objetivo 1: Conservar los hábitats para aumentar la resiliencia de los peces, la vida silvestre, las poblaciones de plantas y las funciones de los ecosistemas en un clima cambiante.**

El mantenimiento de una diversidad de poblaciones saludables a través el tiempo requiere conservar una cantidad y variedad suficiente de hábitat, y crear una red bien conectada de áreas de conservación para permitir el movimiento de especies en respuesta al cambio climático.

### **Objetivo 2: Manejar especies y hábitats para proteger las funciones del ecosistema y utilizarlos de manera sostenible a nivel cultural, de subsistencia, recreativo y comercial en un clima cambiante.**

La incorporación de información sobre el cambio climático en el manejo de peces, vida silvestre y población de plantas es esencial para salvaguardar estos valiosos recursos naturales.

### **Objetivo 3: Mejorar la capacidad de manejo efectivo en un clima cambiante.**

La adaptación al cambio climático requiere nuevas formas de evaluar la información, nuevas herramientas de manejo y destrezas profesionales, mayor colaboración entre distintas jurisdicciones, y la revisión de leyes, reglamentos y políticas públicas.

<sup>15</sup> Los objetivos fueron tomados textuales y traducidos de National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Partnership (2012).

**Objetivo 4: Apoyar el manejo adaptativo en un clima cambiante a través de la observación y monitoreo integrados, y mediante el uso de herramientas de apoyo para la toma de decisiones.**

La observación coordinada, el manejo de la información y los sistemas de apoyo para la toma de decisiones pueden contribuir a que las estrategias de manejo sean adaptables y se ajusten a las condiciones cambiantes.

**Objetivo 5: Aumentar el conocimiento y la información sobre los impactos y las respuestas de los peces, la vida silvestre y plantas a un clima cambiante.**

Las investigaciones deben estar dirigidas a atender lagunas de conocimiento y necesidades claves. Los hallazgos deben incorporarse rápidamente a herramientas de apoyo para la toma de decisiones que estén a disposición de los administradores de los recursos naturales y demás personas responsables de la toma de decisiones.

**Objetivo 6: Aumentar la conciencia y motivar la acción para proteger los peces, la vida silvestre y la flora, en un clima cambiante.**

Los esfuerzos de adaptación al cambio climático serán más efectivos si cuentan con amplio apoyo popular, y si grupos y personas clave —como dueños de terrenos privados— están motivados a tomar acción.

**Objetivo 7: Reducir los factores de estrés no climáticos para ayudar a los peces, la vida silvestre, las plantas y los ecosistemas a adaptarse a un clima cambiante.**

La reducción de las amenazas existentes, tales como la degradación y fragmentación de hábitats, las especies invasoras, la contaminación y el uso excesivo puede ayudar a los peces, la vida silvestre, las plantas y los ecosistemas a enfrentar mejor factores adicionales producto del cambio climático.



Crédito de foto: Protectores de Cuencas, Inc.

## Adaptación basada en los ecosistemas (EbA)

La adaptación basada en los ecosistemas (o en inglés, ecosystem-based adaptation, EbA) se refiere, como bien indica su nombre, a la incorporación deliberada de los servicios de ecosistemas —como bosques y humedales— en las estrategias de adaptación. Las políticas públicas tipo EbA son medidas o actividades que consideran el rol y el valor de los servicios ambientales —como la purificación del agua

costeros para proteger a las comunidades y la infraestructura contra marejadas y tormentas. Esto a su vez provee un aumento en beneficios económicos para aquellos que dependen de estos recursos naturales para su sustento. Además, la EbA produce una amplia gama de beneficios colaterales, incluyendo el alivio de la pobreza, la adaptación al cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, y la conservación de los

**Es de vital importancia reconocer que los propios ecosistemas deben ser resistentes en un clima cambiante para que puedan prestar los servicios a las comunidades que de ellos dependen (WRI, 2011).**

y la mitigación de daños de tormentas— en la reducción de la vulnerabilidad social y los propios ecosistemas al cambio climático.

En la práctica, la EbA puede tomar muchas formas, tales como el manejo de matorrales y bosques para reducir el riesgo de incendios forestales, o la rehabilitación de los ecosistemas

recursos naturales. Así, es de vital importancia reconocer que los propios ecosistemas deben ser resistentes a un clima cambiante para que puedan prestar los servicios a las comunidades que de ellos dependen (WRI, 2011). El estudio de caso a continuación presenta un ejemplo una iniciativa de este tipo.



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Orientación para la adaptación basada en los ecosistemas en las Islas Vírgenes Estadounidenses/ promoviendo costas y comunidades marinas resilientes<sup>16</sup>

### Líderes del estudio de caso:

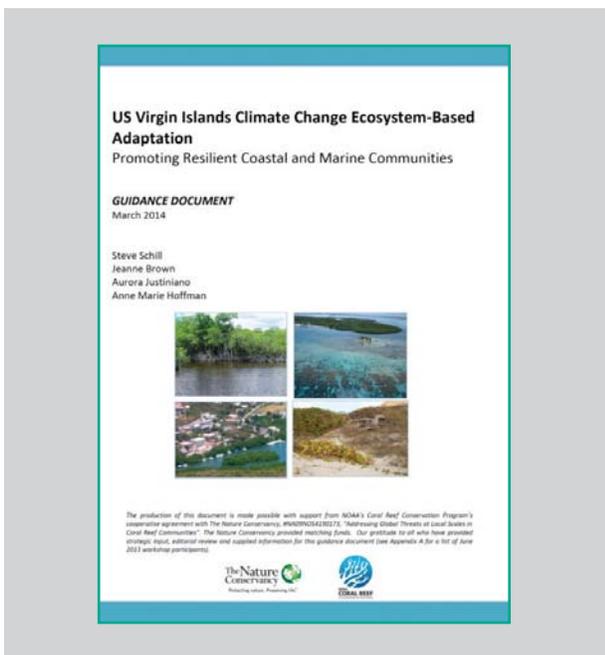
The Nature Conservancy Caribbean Program, en colaboración con la NOAA

### Año:

2013

### Tipos de adaptación:

planificación; adaptación no física; educación; investigación



Con el apoyo del Programa de Conservación de Arrecifes de Coral de la NOAA, el Programa del Caribe de The Nature Conservancy (TNC) dirige un proyecto con el objetivo de desarrollar herramientas de apoyo para la toma de decisiones e implementación de estrategias de adaptación basada en los ecosistemas (EbA) en las Islas Vírgenes. En junio de 2013, TNC convocó a líderes comunitarios, investigadores, gerentes de recursos y otros profesionales a un taller sobre EbA para las Islas Vírgenes el fin de:

1. Documentar la amplia gama de iniciativas de adaptación al cambio climático completadas o en curso en el territorio, e identificar los proyectos necesarios para la preparación a corto plazo y la planificación.
2. Demostrar métodos para el uso de sistemas de información geográfica (GIS) en la identificación de zonas óptimas para la implementación de EBA, basándose en criterios ecológicos y socioeconómicos.
3. Desarrollar soluciones basadas en la naturaleza para hacer frente a los cambios en el ambiente costero y marino en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos.

En este taller, los participantes desarrollaron una visión para continuar el trabajo de planificación de EBA para el territorio. En conjunto, el grupo decidió que el objetivo permanente para los ejecutores de EbA en el territorio sea integrar

<sup>16</sup> Tomado textual y traducido Schill et al. (2004).

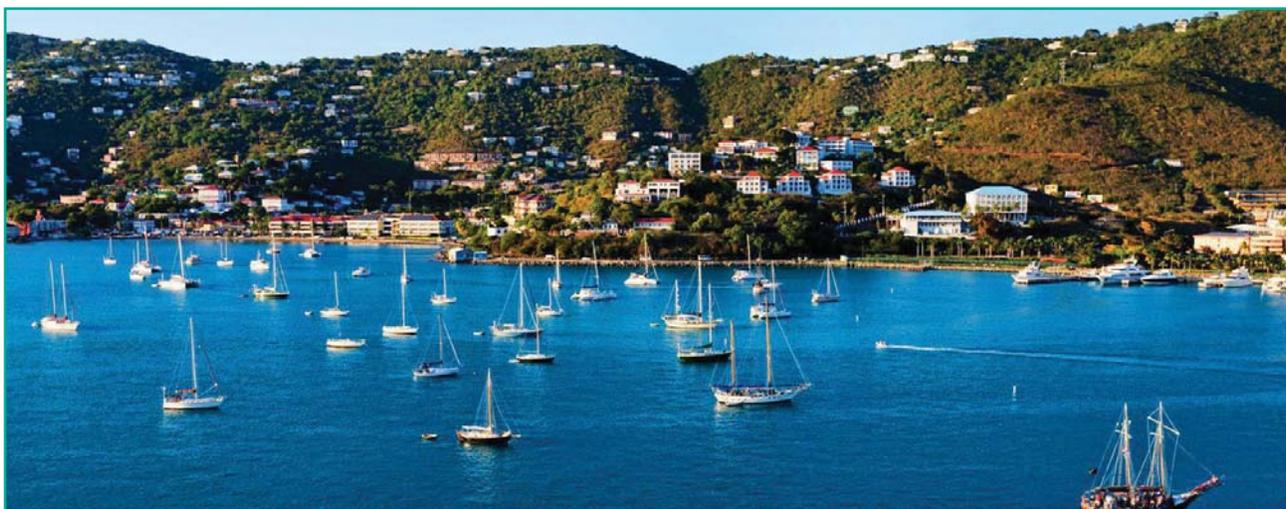
estratégicamente datos, políticas, comunicaciones e iniciativas de servicios de los ecosistemas para adelantar la adaptación al cambio climático en las Isla Vírgenes de Estados Unidos.

Esta iniciativa se basa en el conocimiento compartido de entre grupos de interés y expertos del territorio, incluyendo la comprensión de estresores del desarrollo existentes, con el fin de identificar las vulnerabilidades socioeconómicas y ambientales ante el cambio climático e identificar opciones viables de adaptación. Mediante la integración de las aportaciones de los participantes del taller y el uso de las herramientas de cartografía disponibles en [coastalresilience.org](http://coastalresilience.org), se identificaron las 10 zonas costeras del territorio más vulnerables al cambio climático y con menos probabilidades de responder. Luego, se examinaron algunas posibles soluciones para:

- Mejorar la protección de la costa
- Aumentar los servicios de emergencia para áreas particulares
- Aumentar la resiliencia de la comunidad a condiciones meteorológicas peligrosas e impactos futuros

Estas herramientas de decisión espacial le permiten al territorio desarrollar estrategias a largo plazo que permitan resiliencia a los cambios a través del tiempo. Ahora pueden considerar medidas como:

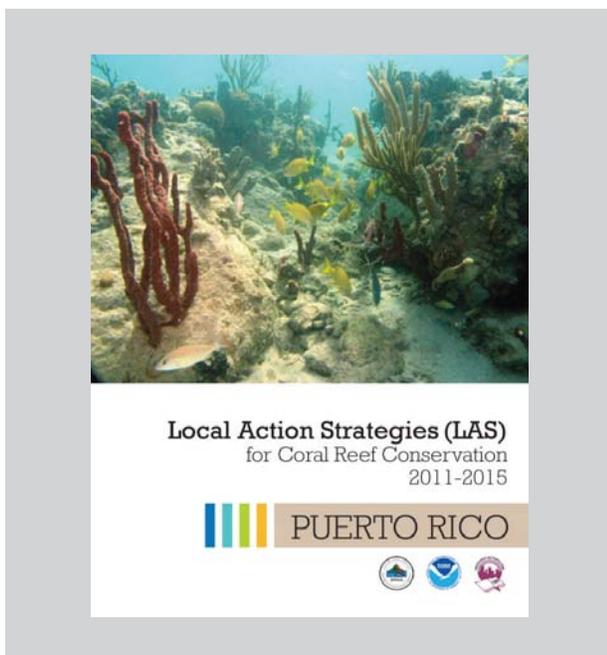
- Aislar terrenos clave para permitir la expansión o migración de hábitats costeros
- Desarrollar planes de infraestructura verde para mejorar las barreras costeras de ingeniera
- Dirigir esfuerzos de restauración de arrecifes de coral y otros hábitats críticos para construir servicios de los ecosistemas



## Atención a los arrecifes de corales

La abundancia de factores de estrés no relacionados al cambio climático que de por sí actúan sobre estos ecosistemas — tales como las fuentes terrestres de contaminación, la sobrepesca, y la navegación recreativa y comercial—, hace que los arrecifes de coral sean particularmente vulnerables al cambio climático. Los corales se ven altamente afectados por los cambios en la temperatura, el aumento en el nivel del mar, los huracanes intensos, y la acidificación de los océanos por el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. En Estados Unidos, el Programa de Conservación de Arrecifes de Coral de la NOAA ya ha identificado estrategias para proteger a los sistemas de arrecifes de coral a nivel nacional (NOAA Coral Reef Conservation Program, 2009).

En 2010, un grupo de especialistas convocado por la NOAA y el DRNA publicó un plan estratégico para los años 2011-2015 (NOAA, 2010) que identificó estrategias de adaptación



al cambio climático para los arrecifes de coral de Puerto Rico. Las mismas buscan promover la recuperación de eventos anteriores y manejar las enfermedades que emanan producto del aumento en la frecuencia de tormentas y el aumento en la temperatura del agua, así como la contaminación del aire. Las estrategias de adaptación incluyen:

- Identificar las áreas de alta diversidad y de cobertura de coral vivo para protección adicional, y ampliar las áreas protegidas existentes para incluir las mismas; cerrar áreas blanqueadas y enfermas, así como afectadas extensamente por huracanes para permitir la recuperación de las zonas de arrecifes
- Apoyar más investigaciones sobre enfermedades de corales, y sobre la relación entre el blanqueamiento y las enfermedades; apoyar más investigaciones sobre la resistencia al blanqueamiento de corales, enfermedades y su capacidad de recuperación después de enfrentarse a factores de estrés —tanto a nivel mundial como regional y local—, y sobre los posibles efectos del cambio climático en los arrecifes de coral y otros ecosistemas
- Fortalecer la capacidad de respuesta en casos de desastres naturales
- Implementar la planificación costera tomando en consideración el aumento del nivel del mar y dirigir el nuevo desarrollo a distancia de las costas

En numerosas reuniones del PRCCC, sesiones de la conferencia del clima y talleres, se ha llegado a la conclusión de que el problema del cambio climático y los arrecifes de coral requiere múltiples soluciones. No hay soluciones mágicas. Necesita abordarse en todos los niveles, desde las

montañas hacia los arrecifes —fuentes terrestres de contaminación, sedimentos, nutrientes, calidad del agua, modernización y corrección de fallas de los sistemas sépticos y la infraestructura inadecuada de manejo de aguas residuales, entre otros.

## Reglamentación efectiva de las pesquerías

Desde hace muchos años, se ha reconocido que Puerto Rico requiere la aplicación efectiva de las reglamentación existentes a fin de proteger los beneficios sociales y económicos de los arrecifes de coral saludables, especialmente para las pesquerías (USCRTE, 2002). Los manejadores de áreas protegidas de Puerto Rico trabajan con gran dedicación para poner en práctica estas medidas. Sin embargo, no siempre han contado con el apoyo técnico y financiero que necesitaban de las personas que están tratando de servir que necesitaban.

La adaptación al cambio climático en las pesquerías requiere, principalmente, la reducción de estresores que ya existen. Por lo tanto, una estrategia de adaptación será mejorar la reglamentación en la pesca, reforzar el cumplimiento de la reglamentación vigente, y proteger los hábitats. También, una buena forma para reducir la vulnerabilidad del sistema es proveer más educación a nivel nacional sobre el valor de los hábitats para las especies y la pesca. Aunque los pescadores entienden este valor, gran parte de la población no los utiliza como fuente de información.

## Diseño coordinado de la conservación del paisaje

Como expusimos previamente, el objetivo 3 de la Estrategia Nacional de Adaptación de Pesca, Vida Silvestre y Plantas de los Estados Unidos sugiere, específicamente, “facilitar una respuesta coordinada al cambio climático a escala regional, nacional, internacional y del paisaje, entre las agencias de manejo de recursos naturales estatales, federales y tribales, y las organizaciones

privadas de conservación” (NFWPCAP, 2012, p.65). La Cooperativa para la Conservación del Paisaje en el Caribe (CLCC, por sus siglas en inglés) se esfuerza para cumplir dicho rol en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de Estados Unidos. A través del diseño de la conservación del paisaje (o en inglés, landscape conservation design), combinan datos geoespaciales con información biológica y

modelos para crear diversas herramientas — como mapas que evalúan el potencial de cada acre de hábitat para apoyar a la población de una especie.

Mediante el uso de estas herramientas, se puede determinar —por ejemplo— la capacidad actual de hábitat por acres, y la necesaria para alcanzar objetivos o resultados biológicos específicos. Así, se colabora en la toma de decisiones el tipo, la cantidad y la configuración del hábitat necesario, las actividades a realizar y el lugar donde se llevarán a cabo. Por esto, el diseño de la conservación del paisaje es una buena estrategia de adaptación para entidades en el nivel nacional

para proteger los ecosistemas naturales de Puerto Rico. Es a la vez un buen ejemplo de un proceso guiado por la asociación colaborativa basada en la ciencia.

La representación espacial explícita de la condición futura o deseada del paisaje no es sólo útil, sino necesaria para cumplir con los objetivos de la sociedad. La CLCC está desarrollando, y ya hace disponibles, la ciencia y las herramientas necesarias —como clasificaciones de hábitats, mapas de especies y evaluaciones de vulnerabilidad de hábitats— para informar el diseño de conservación del paisaje en Puerto Rico.

## Otras estrategias estructurales de adaptación para la biodiversidad

### Adaptación física

Los próximos estudios de casos presentan ejemplos adicionales sobre la aplicación exitosa de estrategias físicas o estructurales para los

esfuerzos de adaptación de la biodiversidad al cambio climático que podemos considerar en Puerto Rico.



Restauración de dunas en el Municipio de Isabela. Crédito por la foto: Dr. Robert Mayer

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Programa de apoyo a la restauración de hábitats costeros de Connecticut

### Líderes del estudio de caso:

Departamento de Energía y Protección Ambiental de Connecticut

### Año:

2015, en curso

### Tipos de adaptación:

protección; adaptación física



Bosque Estatal Infierno Tates, un proyecto de Florida Forever

El Departamento de Energía y Protección Ambiental de Connecticut (DEEP, por sus siglas en inglés) ofrece apoyo técnico a los pueblos y los ciudadanos para la restauración de dunas a través del Programa Restauración de Hábitats Costeros de Connecticut. Como resultado ya se

han restaurado una serie de zonas de dunas en las playas del estado mediante la siembra de hierba playa (o en inglés, american beach grass) para reemplazar la vegetación que se ha perdido.

Las dunas de arena son, evidentemente, la defensa más eficaz contra las inundaciones costeras y la erosión de playas. Sin embargo, existe el problema de que las playas de arena extensas —entorno donde se producen la mayoría de las dunas naturales de arena— son altamente atractivas para el desarrollo. Por otra parte, si se considera que de por sí las dunas de arena naturales, como tal, están disminuyendo, se enfrenta una mayor probabilidad de erosión a causa del aumento del nivel del mar y el clima de olas (o en inglés, wave climate), las dunas de arena están en gran riesgo. La construcción de dunas artificiales y la rehabilitación de las existentes son medidas posibles para la adaptación al cambio climático en la zona costera.

La forma más simple para la reconstrucción artificial de dunas consiste en el dragado hidráulico de los sedimentos arenosos del fondo del mar cerca de la playa donde se encuentre la duna afectada —cuyo sedimento sea compatible— y la deposición de esta arena en el exterior. Luego, se sigue con el movimiento de estos depósitos hacia las dunas utilizando equipo pesado adecuado. Como la arena es fácilmente manejable, esto a su vez contribuye al abastecimiento artificial de la playa.

Por otro lado, existen varios métodos para la rehabilitación de las dunas. Uno de éstos es la construcción de vallas en el lado que da hacia el

<sup>18</sup> Para más información, visite la página web del Department of Energy and Environmental Protection en <http://www.ct.gov/deep/cwp/view.asp?A=2705&Q=323538>

mar de la duna existente, para crear una trampa de arena y ayudar a estabilizar las superficies del terreno arenoso. Este método también se puede utilizar para promover el crecimiento de dunas después de una construir una estructura en la zona. Comúnmente, se utilizan materiales naturales, como ramas, paletas de madera y estacas de caña para la construcción de las vallas, ya que estas se rompen y se descomponen una vez hayan cumplido su objetivo de atrapar la arena.

Otro método, es la siembra de cierta de vegetación para estabilizar las dunas, ya sean

naturales o artificiales. Esta vegetación promueve la acumulación de arena que migra por la playa impulsada por el viento, que con el tiempo se deposita los tallos. Esta continua acumulación de arena promueve el crecimiento de las dunas. Con el paso del tiempo, las redes de raíces de la vegetación también ayudan a estabilizar las dunas. La siembra se puede lograr mediante el trasplante de vegetación de un vivero o de otras dunas cercanas, y se puede llevar a cabo como una actividad comunitaria utilizando herramientas ampliamente disponibles.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Florida considera el cambio climático en la conservación de tierras

### Líderes del estudio:

División de Tierras del Departamento Estatal de Protección Ambiental de la Florida

### Año:

En curso desde el año 2001

### Tipos de adaptación:

proteger; retirar; adaptación física; adaptación no física



Bosque Estatal Infierno Tates, un proyecto de Florida Forever

El programa para la adquisición y la conservación de terrenos del estado de Florida, Florida Forever, proporciona un plan para conservar el patrimonio natural y cultural. Administrado por la División de Tierras del Departamento de Protección Ambiental del estado, las metas del programa incluyen la restauración del ambiente, el desarrollo de los recursos hídricos, mayor acceso del público, gestión pública para

la conservación, y mantenimiento y aumento de la protección del terreno a través de las servidumbres de conservación. El proyecto que incluye la consideración y priorización de la conservación de tierras ante el cambio climático mediante adquisición conservación, protección, restauración, mitigación y fortalecimiento de los terrenos, el agua y los recursos costeros de Florida. Estos terrenos secuestran carbono, proporcionan hábitat, protegen las costas y barreras de islas, y ayudan a mitigar y adaptarse a los efectos del aumento del nivel del mar.

Desde su creación en julio de 2001, el programa ha adquirido más de 707,740 hectáreas de terreno e invertido \$2,890 millones. Esto ha resultado en la protección de:

- 610,270 hectáreas de áreas de conservación de hábitat estratégico
- 575,070 hectáreas de áreas de conservación del hábitat de especies raras

- 127,580 hectáreas de las comunidades naturales
- 482,300 hectáreas de áreas para la protección del paisaje
- 384,380 acres de las llanuras inundables naturales
- 713,420 acres importantes de cuerpos de agua
- 386,040 hectáreas para minimizar los daños de las inundaciones
- 9,470 hectáreas de costa frágiles
- 305,590 hectáreas de humedales funcionales
- 686,370 hectáreas de zonas de recarga de agua subterránea
- 370 millas de senderos recreativos prioritarios
- 351,180 hectáreas de terreno forestal sostenible
- 818 sitios históricos y arqueológicos
- 13,450 hectáreas en áreas de servicio urbano



## Adaptación no física

El cambio climático puede afectar las tasas de crecimiento, alterar los patrones de disponibilidad de alimentos, las tarifas, los patrones de descomposición y el ciclo de nutrientes. Estos cambios pueden ser impulsados por uno o múltiples factores relacionados al clima que actúan en forma sinérgica y pueden alterar la distribución, abundancia, fenología, fisiología y el comportamiento de las especies, y la diversidad, estructura y función de los ecosistemas.

Se espera que uno de los efectos de los cambios climáticos sea una mayor probabilidad de la interrupción sustancial y acontecimientos inesperados en los sistemas naturales (Root & Schneider, 1993). La posibilidad de acontecimientos inesperados aumenta la necesidad de la gestión adaptativa, donde las acciones y enfoques sean lo suficientemente flexibles para ajustarse ante los cambios de las condiciones existentes. Las especies y poblaciones más sensibles al cambio climático son aquellas que tienen requisitos muy especializados de hábitat o límites de temperatura. Son igualmente vulnerables aquellas que tengan otras tolerancias estrechas al ambiente, aisladas, raras, o con disminución poblacional, poca capacidad de

dispersión, y grupos especialmente sensibles a los agentes patógenos (Foden et al., 2008).

Las especies con estas características serán aún más vulnerables si tienen una población pequeña, una tasa reproductiva baja, longevidad intergeneracional prolongada, baja diversidad genética, o están amenazadas por otros factores. El manejo de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción presentará grandes desafíos en un clima cambiante, porque muchas de estas especies tienen capacidades y oportunidades de dispersión limitada (USGCRP, 2008).

Los impactos climáticos varían, tanto regionalmente como por ecosistemas, a través de la isla. La comprensión de la variación regional del impacto y de cómo las especies y los ecosistemas responderán, es fundamental para el desarrollo de estrategias de adaptación exitosas. Los ejemplos de los impactos actuales y proyectados del cambio climático en ecosistemas se resumen en PRCCC (2013). A continuación, un estudio de caso relacionado a este tema que amerita nuestra atención. Más adelante, la Tabla 10 ofrece un resumen de las opciones de adaptación por sector a nivel de la isla discutidos en esta sección.



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Martinica integra ecosistemas al manejo del agua

### Líderes del estudio de caso:

Conservatorio de Litorales y Lagos de Francia

### Año:

1999

### Tipos de adaptación:

acomodación; retiro planificado; planificación de adaptación; adaptación no física

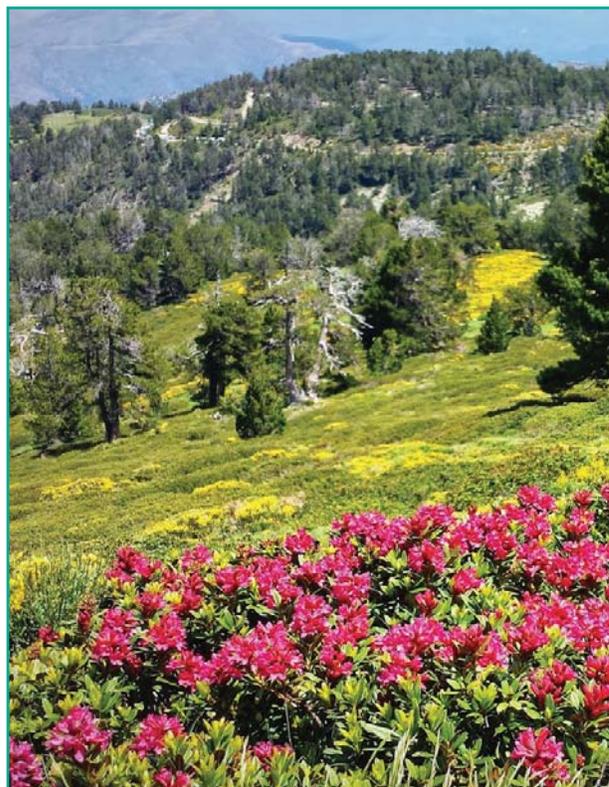
En el 1999, el Conservatorio de Litorales y Lagos (Conservatoire de l'espace littoral et des ravages lacustres, en francés) desarrolló un plan maestro sobre el manejo del agua en Martinica. En este plan, se toman en cuenta los arrecifes de coral, las praderas de yerbas marinas y los manglares como zonas sensibles. Además, favorece especialmente



Crédito de Foto: Charly Bravo, martinique-nature.com, Peninsula of La Caravelle

el retiro planificado para la defensa en partes de la costa de Martinica, donde deberán implantarse las medidas estructurales de protección.

El Conservatorio del Litoral y los Lagos es un organismo público con el mandato de velar por la protección definitiva de los espacios naturales importantes en la costa, orillas de lagos y cuerpos de agua de más de 1,000 hectáreas. El mismo atiende principalmente áreas naturales protegidas de la costa de Martinica, y presta menos atención a las zonas muy pobladas. Martinica cuenta con varias zonas protegidas al borde del mar. El Parque Natural Regional, por ejemplo, se compone de dos áreas separadas que constituyen el 60% de la superficie de la isla e incluye el área montañosa y la parte volcánica de la isla, así como acantilados costeros, lagunas y playas. Asimismo, la agencia ha comprado seis áreas en Martinica que suman 1,135 hectáreas.





**Tabla 10: Resumen de opciones de adaptación física y no física**

Efectos de cambio climático	Sub-sectores	Opciones de adaptación
Todos los efectos	Todo los sectores y sub-sectores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrar decisiones al funcionamiento de la sociedad (mainstreaming)</li> <li>• Desarrollar un plan estratégico de adaptación a nivel nacional o de entidades gubernamentales</li> <li>• Integrar la mejor ciencia disponible para reducir las incertidumbres en todas las actividades de planificación y adaptación</li> <li>• Comunicar los planes a lo largo y ancho</li> <li>• Dar apoyo nacional para las comunidades locales</li> <li>• Estar conscientes del contexto internacional y de la dimensión del problema que enfrentamos</li> </ul>

#### INFRAESTRUCTURA CRÍTICA

<p>Clima más cálido (días y noches más calientes)</p> <p>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</p>	<p>Transporte</p> <p>Vivienda</p> <p>Industria de la construcción</p> <p>Salud pública</p> <p>Energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Re-evaluar el uso de otras tecnologías para los vehículos de transporte público no dependientes de combustibles fósiles.</li> <li>• Programas de reforestación dentro de áreas urbanas para disminuir el efecto de islas de calor en áreas urbanas</li> <li>• Incentivar el uso de la infraestructura verde</li> <li>• Incentivar diseños de edificios y residencias que provean áreas verdes, ventilación cruzada y otras medidas de enfriamiento natural</li> <li>• Incentivando inversiones en tecnología de energía limpia y medidas de eficiencia energética</li> </ul>
---	---	---

Efectos de cambio climático	Sub-sectores	Opciones de adaptación
<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>	<p>Uso del terreno</p> <p>Vivienda</p> <p>Desperdicios sólidos</p> <p>Salud pública</p> <p>Manejo de emergencias</p> <p>Turismo</p> <p>Agricultura</p> <p>Transporte</p> <p>Sector privado</p> <p>Acueductos y Alcantarillados</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración e implementación de un plan de uso del terreno con base en el conocimiento de la vulnerabilidad al cambio climático, que promueva eficazmente un desarrollo denso y mixto en zonas resilientes, y que utilice enfoques de planificación ecológica fuera de los límites de la ciudad (ej. gestión de divisorias de agua en los alrededores de una ciudad, protección de manglares y humedales en las costas)</li> <li>• Reubicación de la infraestructura crítica y bienes públicos para que estén fuera de zonas propensas a inundaciones y reducir el riesgo de pérdidas. (ej. almacenaje de autobuses y vagones ferroviarios)</li> <li>• Inversiones en infraestructura verde y planificación de ecosistemas para mejorar la función de drenaje natural de aguas pluviales</li> <li>• Manejo de escorrentías en prácticas agrícolas (ej, cultivo en curvas de nivel, formación de terrazas y forestación para el control de la erosión)</li> <li>• Mejores prácticas de manejo de desperdicios sólidos (ej. proximidad a fuentes de abastecimiento de agua potable, contenedores resistentes a la corrosión para prevenir infiltración y contaminación)</li> <li>• Mantenimiento frecuente de los drenajes para prevenir la obstrucción por desperdicios sólidos</li> <li>• Programas educativos del sistema de salud pública enfocados en la prevención de riesgos de enfermedades relacionadas con inundaciones</li> <li>• Evaluar medidas para el control de erosión (ej. nutrición del sedimento en las playas, creación de arrecifes, mantenimiento de humedales)</li> <li>• Diques u otras inversiones estructurales, como último recurso, para protección contra inundaciones costeras</li> <li>• Renovación de edificios viejos y mejoras en el diseño de nuevos edificios, si los residentes permanecen en lugares vulnerables</li> <li>• Imposición de requisitos más estrictos para la declaración de riesgos a desarrolladores de viviendas</li> <li>• Iniciativas de sensibilización pública y preparación para emergencias, para dar a conocer a los residentes los riesgos de inundación existentes</li> <li>• Modificación de códigos de diseño del sistema pluvial</li> </ul>

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
Aumento de zonas afectadas por sequías	Abastecimiento de agua Generación de energía hidroeléctrica Alimentos y agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar planes de emergencia ante la escasez de agua</li> <li>• Empresas de abastecimiento de agua a través de redes (suponiendo que el sistema de abastecimiento de agua es resiliente)</li> <li>• Recuperación de aguas residuales (con capacidad de adaptación si la gestión del sistema es adecuada)</li> <li>• Programa de manejo de la demanda y uso eficiente del agua a largo plazo</li> <li>• Sensibilización pública y desarrollo de competencia municipal en materia de abastecimiento de alimentos</li> <li>• Promoción de la agricultura local/urbana y expansión del uso de la agricultura protegiendo los recursos, especialmente el agua</li> <li>• Desarrollo de infraestructura de almacenaje de alimento a nivel urbano</li> </ul>

**COMUNIDADES COSTERAS**

<p>Clima más cálido (días y noches más calientes)</p> <p>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</p>	Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener un seguro para agricultores que los proteja contra grandes pérdidas cuando el clima es desfavorable</li> </ul>
---	-------------	---



Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>	<p>Manejo de emergencias</p> <p>Viviendas</p> <p>Hogares</p> <p>Agricultura</p> <p>Ecosistemas</p> <p>Infraestructura de aguas pluviales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar infraestructura verde, jardines de lluvia; un sistema de alerta y evacuación eficiente combinado con un plan de seguros y plan de recuperación que proteger aquellas comunidades inundables con diques (posiblemente muy costoso)</li> <li>• Mejorar los sistemas de infraestructura existente al momento de planificar, diseñar y construir nuevas mejoras capitales previamente programadas</li> <li>• Tener un seguro para agricultores que los proteja contra grandes pérdidas cuando el clima es desfavorable</li> <li>• Encargar a las agencias estatales la protección de las áreas costeras vulnerables de Puerto Rico</li> <li>• Reubicar familias cuyas viviendas hayan sido dañadas o destruidas por las inundaciones</li> <li>• Calibrar la infraestructura de agua usando los escenarios del futuro</li> <li>• Ayudar a los puertorriqueños a identificar y realizar mejoras para fortalecer sus viviendas contra huracanes a través de inspecciones de vientos gratuitas y otorgación de fondos</li> <li>• Requerir la divulgación total de la información de riesgos en los bienes raíces</li> </ul>

### TURISMO Y RECREACIÓN

<p>Clima más cálido (días y noches más calientes)</p> <p>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</p>	<p>Salud</p> <p>Alojamiento</p> <p>Arrecifes de corales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el diseño de edificios y espacios públicos que proporcionen mejores niveles de confort térmico</li> <li>• Proporcionar más opciones de sombra y protección contra la lluvia para aumentar la comodidad turística</li> <li>• Reducir las presiones del turismo sobre el coral sin degradar experiencias turísticas</li> </ul>
---	---	--

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>	<p>Seguridad Alojamiento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar la planificación y las actividades en las zonas de alto riesgo</li> <li>• Fomentar el diseño de edificios y espacios públicos que proporcionen mejores niveles de seguridad (ej. protección durante inundaciones o viento extremo)</li> <li>• Mejorar los estándares de diseño y construcción, ya que muchos activos turísticos valiosos están cada vez en mayor riesgo de los fenómenos climáticos extremos</li> <li>• Asegurarse que los generadores de electricidad para emergencias no se encuentren en sótanos, estacionamientos o lugares de baja elevación, pues de ocurrir una inundación estos lugares se inundarían primero</li> <li>• Proporcionar más opciones de sombra y protección contra la lluvia para aumentar la comodidad turística</li> </ul>
<p>Aumento de las zonas afectadas por sequías</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la disponibilidad y almacenamiento del agua dulce en el lugar, para que los servicios de agua no sean interrumpidos en casos de sequía</li> </ul>



Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
Todo	Desarrollo económico Turismo Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversificar las actividades turísticas</li> <li>Fomentar el desarrollo de ramas no tradicionales de turismo (ej. eco-turismo, turismo cultural y médico)</li> <li>Mejorar la planificación y diseño de instalaciones turísticas; iniciativas sostenibles tales como diseño verde y directrices operacionales (ej. a través del Programa de Alojamiento de Certificación Verde de Puerto Rico y otras iniciativas sostenibles)</li> <li>Promover la educación y sensibilización de los proveedores de turismo, líderes del turismo, el personal y los turistas</li> <li>Desarrollar regulación para el agroturismo, que no está bien desarrollada en el país</li> <li>Incorporar el conocimiento de los cambios climáticos en los permisos y códigos de construcción existentes</li> <li>Mejorar la cobertura del seguro de las construcciones ya existentes, ya que hay un riesgo creciente de que los turistas y los operadores hagan reclamaciones de seguros</li> </ul>

### DESARROLLO ECONÓMICO

<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>	<p>Empresas</p> <p>Fuerza laboral</p> <p>Industrias</p> <p>Transporte</p> <p>Energía</p> <p>Telecomunicaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El gobierno y las empresas deben realizar la inversión oportuna para mantener y garantizar el acceso seguro a los lugares de trabajo por parte de la fuerza laboral de Puerto Rico</li> <li>Es importante que el Gobierno de Puerto Rico integre las industrias y compañías privadas y sus necesidades en los esfuerzos de adaptación, especialmente en relación a los sectores de transporte, energía y telecomunicaciones</li> </ul>
<p>Aumento de las zonas afectadas por sequías</p> <p>Clima más cálido (días y noches más calientes)</p> <p>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</p>	<p>Agricultura</p> <p>Seguridad de alimentos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apoyar estudios y protocolos que puedan utilizarse para detectar plantas tropicales más resistentes a la sequía y el estrés del calor</li> <li>Mejorar la implementación de la reglamentación de la pesca, protección de hábitats y cumplimiento con la reglamentación vigente</li> </ul>

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
Todo	Todo Tecnología e innovación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear una isla estable para propiciar el desarrollo empresarial</li> <li>• Apoyar el desarrollo científico para beneficiar la producción industrial</li> </ul>

### BIODIVERSIDAD: ECOSISTEMAS, ESPECIES Y SERVICIOS ECOLÓGICOS

<p>Clima más cálido (días y noches más calientes)</p> <p>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</p> <p>Aumento de las zonas afectadas por sequías</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la implementación de la reglamentación de la pesca, protección de hábitats y el cumplimiento con las regulaciones vigentes</li> <li>• Reducir las presiones del turismo sobre el coral sin degradar experiencias turísticas</li> <li>• Observación coordinada, manejo de la información y sistemas de apoyo de decisiones</li> </ul>
<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversiones en infraestructura verde y planificación de ecosistemas para mejorar la función de drenaje natural de aguas pluviales</li> <li>• Realizar retiros planificados para defensa en partes de la costa de Puerto Rico</li> <li>• Implementar planificación costera que se ocupe de la subida del nivel del mar, y dirigir el nuevo desarrollo a distancia de las costas</li> <li>• Aislar terrenos clave para permitir la expansión y migración de hábitats costeros</li> <li>• Desarrollar planes de infraestructura verde para mejorar las barreras costeras de ingeniería</li> <li>• Dirigir esfuerzos de restauración de los arrecifes de coral y otros hábitats críticos para la construcción de servicios de los ecosistemas</li> </ul>

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
Todo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar educación en términos de valor de ecosistema y hábitats</li> <li>• Desarrollar políticas públicas de adaptación basadas en los ecosistemas, medidas o actividades que consideren el rol y el valor de los servicios ambientales (ej. purificación del agua y mitigación de daños de tormentas) en la reducción de la vulnerabilidad social y de los propios ecosistemas al cambio climático (ej. restauración de dunas)</li> <li>• Manejar hábitats y especies usando la gestión adaptativa, donde las acciones y enfoques sean lo suficientemente flexibles para ajustarse ante los cambios de las condiciones existentes</li> <li>• Restaurar del ambiente y desarrollar gestión pública para la conservación, mantenimiento y aumento de la protección del terreno a través de las servidumbres de conservación</li> <li>• Considerar y priorizar la conservación de tierras ante el cambio climático, mediante la adquisición donde sea esencial y necesario u otra medida de conservación, a través de la protección, la restauración, la mitigación y el fortalecimiento de los terrenos, el agua y los recursos costeros de Puerto Rico; estos terrenos secuestran carbono, proporcionan hábitat, protegen las costas y barrera de islas, y ayudan a mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático</li> <li>• Identificar las áreas de alta diversidad y la cobertura de coral vivo para protección adicional, y ampliar las áreas protegidas existentes para incluir estas áreas</li> <li>• Cerrar áreas de corales cuando blanqueen, exista enfermedad o sufran daños extensos por huracanes, para permitir la recuperación de las zonas de arrecifes</li> </ul>

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar más investigaciones</li> <li>• Implementar la reglamentación de pesca, protección de hábitat y cumplimiento con la reglamentación vigentes</li> <li>• Mayor educación sobre el valor del hábitat para las especies</li> <li>• Abordar todos los niveles desde las montañas hacia los arrecifes (ej. fuentes terrestres de contaminación, sedimentos, nutrientes, calidad del agua, modernización y actualización de fallas en sistema sépticos inadecuados y otra infraestructura.</li> <li>• Aumentar la información y el conocimiento sobre los impactos de un clima cambiante sobre los peces, la vida silvestre y las plantas</li> <li>• Reducir los factores de estrés no climáticos</li> <li>• Facilitar una respuesta coordinada en el diseño del paisaje entre entidades internacionales, regionales, nacionales, estatales, federales, territoriales, tribales y las organizaciones privadas de conservación</li> <li>• Realizar el diseño de conservación del paisaje para regiones vulnerables usando la combinación de datos geoespaciales con información biológica y modelos para crear herramientas, como mapas que evalúan el potencial de cada acre de hábitat para apoyar a la población de una especie</li> </ul>





## Adaptación a Nivel Municipal





## Adaptación a Nivel Municipal

### Perspectivas de los municipios costeros de Puerto Rico

En 2012, el PRCCC llevó a cabo dos talleres de evaluación de riesgos en los municipios costeros, denominados Talleres para la Evaluación de Riesgos Actuales y Futuros en la Zona Costanera. Un total de 30 de los 44 municipios costeros de Puerto Rico asistieron con representantes de sus respectivas oficinas de planificación, manejo de emergencias y funcionarios de obras públicas (Figura 6). Una de las actividades de los talleres

se dedicó a la identificación de las estrategias de adaptación de aquellos sectores catalogados como los más importantes por los participantes del taller, y las necesidades de los municipios para reducir los impactos adversos del cambio climático. La Figura 7 presenta un resumen de las estrategias de adaptación identificadas por los presentes en este taller.



Figura 6: Entre el 6-8 de marzo de 2012, un total de 30 de los 44 municipios costeros de Puerto Rico asistieron a los dos talleres del PRCCC denominados Talleres para la Evaluación de Riesgos Actuales y Futuros en la Zona Costanera.

## ESTRATEGIAS IDENTIFICADAS POR LOS MUNICIPIOS DE PUERTO RICO

*Mejorar la infraestructura (ej., sistema de alcantarillados; carreteras) y realizar la relocalización, acondicionamiento, protección y mantenimiento de infraestructura crítica*

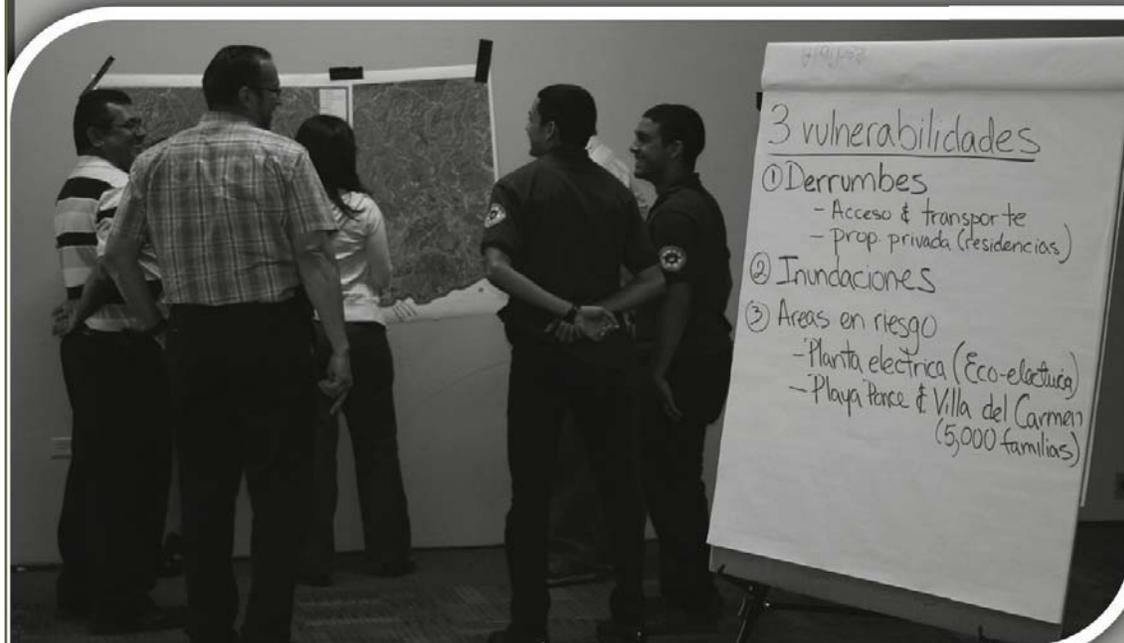
*Recaudar fondos para implementar programas como el plan de manejo de escorrentías (educación y mantenimiento del sistema pluvial, monitoreo de calidad de agua, detección de descargas ilegales) y control de erosión e inundaciones*

*Mejorar la calidad de agua de nuestros ríos, estuarios y el océano a través la implantación de los estándares de "Total Maximum Daily Load" por la Junta de Calidad Ambiental y por la implementación de las recomendaciones de los estudios de calidad de agua por RUM Instituto de Recursos de Agua*

*Aumentar la educación de la población y los políticos sobre el Cambio Climático*

*Revisar los procesos de permisos y Plan de Uso de Terrenos y Planes Territoriales Municipales para que sea efectivo, especialmente para control de permisos en áreas inundables y costeros o propensas a deslizamientos*

*Planificar y controlar desarrollo desmedido*



*Mejorar la cooperación de agencias estatales y crear alianzas con otros municipios y agencias*

*Reducir las obstrucciones de las bocas de los ríos*

*Actualizar información de los riesgos (i.e., los mapas)*

*Emplear más personal de manejo de emergencia (equipo y fondos; orientación a la comunidad, campañas de radio, TV, diarios)*

*Generación eléctrica en emergencias para mantener servicios*

*Recibir ayuda técnica de diferentes entidades*

*Construir refugios verticales o reforzar edificios públicos que sirven de refugio (cisternas, plantas eléctricas, etc)*

*Mejorar la interacción de los sectores comunitarios*

*Mejorar el manejo de desperdicios sólidos (reciclaje)*

*Limpia los caños y quebradas (cuerpos de agua, cuencas hidrográficas, etc)*

*Cumplir con las leyes que ya existen*

*Reducir el consumo eléctrico y menos dependencia de plantas de energía eléctrica (aumentar el uso de energía renovable en escuelas y edificios públicos)*

*Controlar erosión, derrumbes e inundación con vegetación (opciones naturales)*

*Apoyar opciones transporte público y crear menos congestión en caso de emergencias*

*Ordenamiento territorial adecuado*

*Usar menos petróleo para tener menos contaminación*

*Realizar proyectos colaborativos regionales del plan de uso de terrenos y educación*

*Devolver poderes a municipios para tener mayor autonomía municipal para reducir los efectivos negativos de cambio climático*

Figura 7: Resumen de las estrategias de adaptación identificadas por representantes de los municipios de Puerto Rico que asistieron a los talleres en el año 2012

## Encuentro de Municipios Costeros, 2015

El 26 de marzo de 2015, se llevó a cabo el Encuentro de los Municipios Costeros de Puerto Rico. En el mismo, participaron representantes de 28 municipios, incluyendo varios alcaldes (Figura 8). Algunos de los retos para el manejo integral de las costas y playas planteados por los participantes, fueron la seguridad de los visitantes y la erosión en la costa. A continuación, un resumen de los resultados de la actividad.

### Metas

- Adaptación a los impactos del cambio climático
- Colaboración entre municipios y con agencias de la rama ejecutiva
- Protección de los recursos naturales costeros para salvaguardar vida y propiedad
- Promover comunidades costeras resilientes

### Objetivos

- Establecer un diálogo entre municipios y agencias que permita identificar las amenazas y retos del manejo integral de nuestras costas y playas
- Crear un diálogo deliberativo entre municipios y agencias participantes para identificar alternativas de acción y desarrollar planes y estrategias a corto, mediano y largo plazo, que permitan atender la problemática actual
- Desarrollar un plan de trabajo que involucre a los principales actores en el manejo, protección, conservación y uso de nuestros recursos costeros



Figura 8: Municipios que participaron del Encuentro de los Municipios Costeros de Puerto Rico, 2015

# Sugerencias para los municipios ante los efectos del cambio climático<sup>20</sup>

## Paso 1: Iniciar y fortalecer los esfuerzos de desarrollo de la resiliencia al cambio climático

- Organizar un grupo de trabajo para la preparación ante el cambio climático
- Consultar y mantener contactos de apoyo con expertos en cambio climático
- Aumentar el conocimiento del municipio sobre el cambio climático y sus impactos locales
- Desarrollar y adoptar una visión a largo plazo
- Identificar las áreas de planificación relevantes a los impactos del cambio climático
- Evaluar los impactos del cambio climático y su alcance en diferentes sectores
- Aprobar una resolución u orden administrativa dirigiendo los esfuerzos para prepararse ante el cambio climático
- Forjar alianzas municipales, locales o internacionales para enfrentar los efectos del cambio climático.

## Paso 2: Desarrollar un estudio de resiliencia al cambio climático

- Identificar la infraestructura crítica —pública y privada— del municipio que se pueda ver afectada por los impactos de cambio climático
- Identificar metas y políticas públicas del municipio que se puedan ver afectadas por los impactos del cambio climático
- Llevar a cabo una evaluación de la vulnerabilidad y riesgos al cambio climático
- Priorizar las áreas de planificación para tomar acción

## Paso 3: Desarrollar un plan de adaptación al cambio climático

- Establecer una visión y principios rectores para un municipio resiliente
- Establecer las metas de preparación ante el cambio climático
- Identificar, evaluar, seleccionar y priorizar sus acciones de adaptación

## Paso 4: Implementar el plan de adaptación

- Asegúrese de que tiene las herramientas necesarias para su implantación

## Paso 5: Medir su progreso y actualizar su plan

- Monitorear progreso y ajustar el plan según sea necesario

<sup>20</sup> Adoptado de Snover et al. (2007) y JP (s.f.).

# Medidas de preparación para el cambio climático en la planificación territorial municipal<sup>21</sup>

1. Crear una unidad o programa de cambio climático en el municipio con un oficial de resiliencia
2. Desarrollar un plan de resiliencia municipal al cambio climático
3. Incluir un capítulo sobre cambio climático en el plan de mitigación multi-riesgo y/o en el plan territorial municipal (Requerido por FEMA 2016)
4. Incluir las recomendaciones del plan de mitigación multi-riesgo en la elaboración y/o revisión del plan territorial municipal
5. Desarrollar proyecciones locales para los planes territoriales municipales y de mitigación multi-riesgo de cada municipio
6. Incorporar Hazus u otros mapas de riesgo que tomen en cuenta el incremento en el nivel del mar y otras variables del cambio climático en la elaboración del plan territorial municipal
7. Considerar la capacidad adaptiva del municipio
8. Desarrollar indicadores de cambio climático a nivel municipal
9. Designar áreas de acción para adaptación como distrito de calificación sobrepuesto
10. Identificar las áreas más vulnerables a los impactos del cambio climático con una clasificación de sector especial
11. Identificar y clasificar los recursos naturales del municipio que contribuyen a mitigar los impactos del cambio climático (EbA)
12. Desarrollar un plan de área para las zonas más vulnerables del municipio
13. Desarrollar un programa de prevención de riesgos del cambio climático, que incluya un programa rutinario de limpieza de ríos y quebradas en el municipio
14. Desarrollar un programa de educación sobre el cambio climático
15. Establecer un programa de relocalización de personas, familias, comunidades y especies que vivan en zonas de alto riesgo

<sup>21</sup> Tomado de JP (s.f.).

16. Establecer una aplicación estricta de los retiros reglamentarios
17. Desarrollar una franja de separación o retiro mínimo de la costa
18. Realizar inventario de infraestructura crítica en cada municipio, y rehabilitar aquella infraestructura vulnerable para que sea resiliente al cambio climático
19. Desarrollar programas y proyectos de recuperación y reconstrucción para desastres naturales en áreas vulnerables al cambio climático, que incluya medidas para mitigar futuros impactos, como la moratoria o prohibición de construcción en áreas de alto riesgo
20. Utilizar una aplicación estricta de los códigos de construcción y otras regulaciones de ordenamiento territorial para limitar nuevo desarrollo en áreas afectadas por desastres naturales
21. Desarrollar un plan municipal de infraestructura verde
22. Reforzar los sistemas de manejo de agua, las plantas de filtración y la infraestructura de aguas usadas
23. Planificar para epidemias de enfermedades sensibles al clima
24. Crear juntas de comunidad de resiliencia al cambio climático
25. Crear un fondo de resiliencia municipal para financiar proyectos de adaptación al cambio climático



Mapa participativo en el municipio de Rincón.

## PRINCIPIOS GUÍAS PARA ADAPTACIÓN EN MUNICIPIOS\*

**Adoptar enfoques integrados:** la adaptación debe ser incorporada en las políticas públicas, la planificación, las prácticas y programas del municipio siempre que sea posible.

**Priorizar a los más vulnerables:** los planes de adaptación deben priorizar la ayuda a la gente, comunidades e infraestructura más vulnerables, al igual que la participación ciudadana.

**Utilizar la mejor ciencia disponible:** la adaptación debe estar basada en el mejor entendimiento científico disponible sobre los riesgos, impactos y vulnerabilidad al cambio climático. No se debe esperar a que exista 100% de certeza; los planes se ajustarán en el camino.

**Desarrollar alianzas robustas:** los municipios deben incorporarse en los esfuerzos existentes y buscar el conocimiento de todos los interesados.

**Aplicar métodos y herramientas de manejo de riesgos:** el manejo o gestión de riesgo es una forma efectiva de cuantificar y responder al cambio climático porque el tiempo, probabilidad y naturaleza de riesgos climáticos específicos son difíciles de predecir.

**Aplicar enfoques basados en ecosistemas:** los ecosistemas proveen servicios valiosos que ayudan a desarrollar resiliencia y reducir la vulnerabilidad de las comunidades a los impactos del clima.

**Maximizar co-beneficios:** la adaptación, siempre que sea posible, debe integrar estrategias que complementen o directamente apoyen otras iniciativas ambientales.

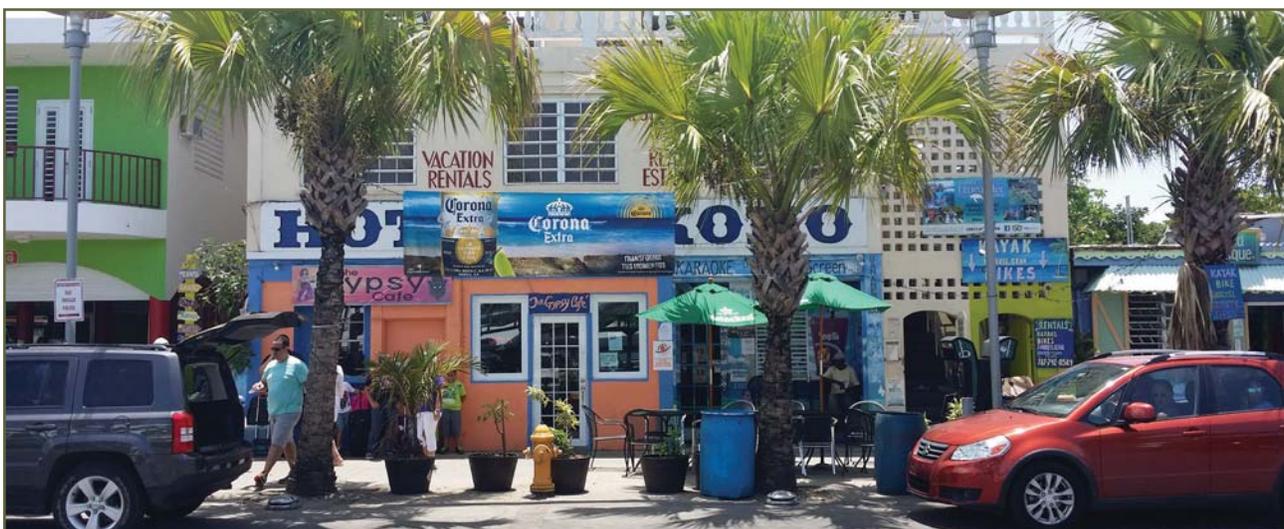
**Evaluar el rendimiento continuamente:** los planes deben incluir objetivos medibles y métricas de desempeño para evaluar si las acciones de adaptación están logrando los resultados deseados.

\*Tomado de JP (s.f.).

## Manejo de la incertidumbre e información limitada en los municipios

Independientemente de los cambios que están ocurriendo en el clima de Puerto Rico, es más fácil para los municipios implementar medidas de adaptación que proporcionarán un beneficio neto para el ambiente, la sociedad y la economía. El hecho de que un cierto grado de beneficio y co-

beneficios se producirán independientemente a la magnitud del cambio climático, ayudará a disminuir las dificultades asociadas a la incertidumbre científica en la aplicación de las medidas de adaptación (SME Australia, 2007).



## Ajustando las acciones de adaptación a las funciones municipales

Los efectos del cambio climático tendrán consecuencias directas e indirectas en los municipios de Puerto Rico. Aparte de las variaciones regionales de los impactos, también habrá diferencias en el grado en que estos impactos se harán sentir, especialmente en las comunidades de un municipio. Por ejemplo, la composición demográfica del municipio podría aumentar la vulnerabilidad ante los impactos a la salud, sobre todo en infantes y personas mayores de 65 años o de bajos ingresos. Estas son más susceptibles a impactos tales como el estrés por el calor diario y las enfermedades.

Durante el proceso de identificación de estrategias de adaptación y la elaboración de planes de adaptación, se debe incluir el contexto y los impactos previstos del cambio climático, así como sus implicaciones en las responsabilidades y la provisión de los servicios municipales. La Tabla 11 presenta ejemplos de acciones para los municipios basándose en el ejemplo provisto por Australia. Además, el estudio de caso a continuación demuestra la manera en que estas estrategias son viables y beneficiosas.

## Tabla 11: Posibles acciones para las funciones municipales

Servicio del Municipio	Acción de Adaptación
<b>Infraestructura crítica, comunidades costeras y desarrollo económico</b>	
<b>Desarrollo y mantenimiento de infraestructura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoptar mejores prácticas en el diseño de edificios públicos utilizando técnicas ambientalmente amigables y edificios verdes (environmentally friendly, green building)</li> <li>• Desarrollo de infraestructura con una vida superior a 50 años, diseñados por etapas considerando los futuros impactos del cambio climático que deban tomarse en cuenta</li> <li>• Diseños de edificios públicos para permitir la adaptación futura</li> <li>• Estar a prueba de inundaciones (floodproofing) o cambiar la ubicación peligrosa de infraestructuras y planificar rutas de transporte y caminos para evitar la interrupción de las actividades durante una inundación</li> <li>• Aumentar las actividades de monitoreo y mantenimiento en terraplenes y puentes, así como en los desagües pluviales</li> <li>• Antes de la ubicación de una nueva infraestructura y bienes públicos, evaluar los riesgos para asegurarse que no se coloquen en áreas propensas a incendios, inundaciones, derrumbes o cerca de la costa</li> <li>• Cuando la ubicación no es flexible, evaluar las medidas necesarias para reducir su susceptibilidad a riesgos, como incendios forestales e inundaciones</li> <li>• Evaluar los problemas confrontados en edificios existentes para mejorar su diseño (ej. sistemas de refrigeración eficientes)</li> <li>• Ubicar los sistemas de emergencias (ej. ubicar las plantas eléctricas en lugares elevados, evitando el riesgo a inundación)</li> <li>• Reducir la iluminación y equipo de cargas para reducir el sobrecalentamiento</li> <li>• Optimizar el diseño de los sistemas de enfriamiento para proporcionar el mejor rendimiento energético bajo cargas de operación con temperaturas más altas, es decir, el uso de los sistemas de enfriamiento pasivo; mejor uso de las propiedades térmicas de los materiales de construcción; reducir el calentamiento solar utilizando ventanas empotradas, aleros y matices</li> <li>• Promover iniciativas de microenergía</li> <li>• Proporcionar educación de las prácticas preventivas antes y durante los eventos extremos (ej. limpieza de cunetas y desagües)</li> <li>• Minimizar la impermeabilización de espacios, tales como el uso de concreto o asfalto (ej utilizar otras técnicas de construcción que permitan la percolación del agua)</li> <li>• Incluir medidas adaptativas, como las que promueven superficies blandas externas a la huella del edificio</li> </ul>

Servicio del Municipio	Acción de Adaptación
<b>Manejo de desperdicios sólidos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la educación comunitaria para reducir la generación de residuos a través de un consumo sostenible y la reducción del consumo en general</li> <li>• Maximizar el desvío de materiales de los sistemas de relleno sanitario mediante la aplicación de sistemas de recogida de alto rendimiento</li> <li>• Incentivar la clasificación de residuos en el hogar, los comercios y la construcción y promover el reciclaje y el compostaje</li> </ul>
<b>Aprobación y planificación del desarrollo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar áreas que serán vulnerables a los peligros, tomando en cuenta las proyecciones en el aumento del nivel del mar, aumento, en la intensidad de las tormentas y eventos extremos de precipitación</li> <li>• Promover que en los nuevos desarrollos y realizar cambios en los desarrollos existentes para incluir mejor protección y adaptación al aumento de los eventos de riesgo</li> <li>• Incorporar políticas públicas que garanticen que los recursos hídricos y sus proyecciones de sequía sean considerados en los nuevos desarrollos</li> <li>• Promover un diseño urbano sensible para el agua durante las etapas de planificación diseño, construcción y evaluación del desarrollo</li> <li>• Asegurarse que los procedimientos y equipos de emergencia estén disponibles acorde con la información actualizada sobre los riesgos de inundaciones locales</li> </ul>
<b>Manejo, distribución y conservación del agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar estrategias que incorporen la reutilización del agua de lluvia</li> <li>• Complementar suministros existentes con agua reciclada cuando esto sea posible</li> <li>• Educar a la comunidad sobre el uso eficiente del agua en la siembra, jardín y riego</li> <li>• Promover el uso de sistemas de diseño sostenible y equipos urbanos eficientes de agua en los nuevos desarrollos</li> <li>• Identificar oportunidades para incluir el diseño de sistemas urbanos sostenibles en desarrollos e infraestructura existente</li> <li>• Preparar o revisar las políticas para incorporar las estrategias de recolección de agua de lluvia, tales como la captación de agua de techo en las zonas residenciales</li> <li>• Identificar posibles incentivos de conservación del agua</li> </ul>
<b>Aguas residuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el diseño de los sistemas de aguas residuales para evitar desbordamientos durante condiciones de mayor precipitación, basándose en los escenarios del cambio climático; si los costos son prohibitivos, planificar un sistema de revisiones periódicas para re-examinar los efectos del cambio climático</li> </ul>

Servicio del Municipio	Acción de Adaptación
<b>Servicios de aguas pluviales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el sistema de drenaje en áreas urbanas para optimizar la capacidad de almacenamiento activo y aliviar los picos de inundación</li> <li>• Vincular el sistema de drenaje urbano a las sub-cuencas o pequeñas áreas de captación dentro de la cuenca total, con el fin de evitar inundaciones e impactos en otras áreas de la cuenca</li> <li>• Utilizar y promover el uso de técnicas de infraestructura verde para el sistema de drenaje urbano <sup>22</sup>:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconexión de canales de recolección de agua de lluvia del drenaje pluvial</li> <li>• Recolección de agua de lluvia</li> <li>• Jardines de lluvia, o jardines a desnivel que recogen las escorrentías principalmente residenciales o de las carreteras; estos jardines son mantenidos típicamente por los dueños de estructuras privadas a cambio de incentivos como reducción de tasas de impuestos municipales</li> <li>• Cajas de infiltración, o jardines con las aceras a desnivel para recoger las escorrentías</li> <li>• Utilizar pavimentos permeables como concreto poroso, asfalto permeable y adoquines.</li> <li>• Uso de techos verdes, o vegetación en los techos, que no sólo permiten la captación del agua de lluvia, sino que también mejoran el aislamiento térmico del edificio, entre otros beneficios</li> </ul> </li> <li>• Desarrollar un plan de gestión de las aguas pluviales que considere los posibles usos alternos localmente apropiados de aguas pluviales e incluye medidas para reducir los flujos máximos durante tiempos húmedos (ej. aumento del uso de las aguas pluviales mediante su captura, creación de humedales en los desarrollos, almacenamiento en los acuíferos, y su recuperación)</li> <li>• Revisar periódicamente y de manera continua, las estrategias y operaciones del sistema de alcantarillado para confrontar, las limitaciones hidráulicas y los riesgos de desbordamiento, y regímenes de rehabilitación de alcantarillado y su limpieza</li> <li>• Limitar la extensión del crecimiento y las conexiones a partes del sistema de alcantarillado donde hayan posibles limitaciones de capacidad</li> </ul>

### Instalaciones de Turismo y Recreación, Comunidades Costeras y Desarrollo Económico

<b>Provisión y protección de la sombra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y elaborar directrices de diseño para el mobiliario urbano, refugios y toldos, y la infraestructura para proporcionar protección (ej. desarrollo de una política de protección de sombra y sol)</li> <li>• Realizar auditorías de sombra para determinar si es idónea la sombra existente o si hay una necesidad de más sombra, siempre que estén debidamente ubicados y de tamaño apropiado</li> <li>• Incluir un suministro éstas sean de estructuras de sombra en el diseño en las nuevas instalaciones recreativas municipales</li> <li>• Asegurar que exista suficiente sombra —ya sea natural o construida— y que esté disponible o prevista a la hora de desarrollar nuevas instalaciones o centros de recreación y en los planes de desarrollo para zonas de picnic, juegos infantiles, entre otros</li> </ul>
--	---

<sup>22</sup> Tomado de Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (2014, Junio).

Servicio del Municipio	Acción de Adaptación
<b>Uso del agua</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuatro opciones principales se deben tener en cuenta en la reducción de la red de riego para el uso del agua:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elección de las zonas que pueden recibir menos riego</li> <li>• Tener un riego eficiente</li> <li>• Jardinería que no requiere mucha agua</li> <li>• Usar suministros alternos de agua, como tanques de agua de lluvia, almacenamiento adecuado y recuperación de acuíferos, aguas de lluvia y aguas usadas, efluentes recuperados y aguas subterráneas</li> </ul> </li> <li>• Capacitar al personal en auditoría de sistemas de riego y la programación</li> <li>• Desarrollar un plan de riego para identificar y reducir los niveles de riego existentes siempre que esto sea posible</li> <li>• Personalizar los controles y el manejo del agua para ciertas áreas municipales específicas</li> </ul>
<b>Eventos deportivos y recreativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforestar con especies nativas los parques y espacios abiertos</li> <li>• Promover zonas de huertos comunitarios y promover su uso en jardines</li> <li>• Aumentar la altura de corte del césped para reducir el uso del agua en el césped y el estrés</li> <li>• Aumentar el uso de <i>mulch</i></li> <li>• Dedicar recursos adicionales para el suministro y mantenimiento de parques, bosques y otras zonas verdes</li> <li>• Añadir en los programas de ornato municipal y presupuesto un aumento en la frecuencia del mantenimiento regular de los parques o espacios verdes</li> <li>• Adoptar planes de contingencia para olas de calor durante eventos recreativos y turísticos celebrados en el municipio (estos planes se desarrollan por lo general por los gobiernos estatales)</li> <li>• Fomentar que la programación de eventos y actividades recreativas y deportivas eviten las horas más calurosas del día y sean en lugares con sombra siempre que sea posible</li> </ul>

### Comunidades (salud)

<b>Acciones generales de adaptación para la salud pública en las comunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el perfil demográfico y el análisis social del área de municipal para evaluar áreas demográficas con mayor vulnerabilidad a la salud</li> <li>• Identificar las comunidades afectadas y sus necesidades</li> <li>• Desarrollar un plan de salud pública municipal, que promueva la salud y el bienestar de las comunidades y desarrollar indicadores de bienestar para que el programa se pueda re-evaluar en el futuro</li> <li>• Revisar y actualizar los planes de respuesta de calor en coordinación con el Departamento de Salud; preparar un plan de respuesta al calor que incluya, por ejemplo, el establecimiento de un centro con refrigeración donde los residentes pueden ir a refrescarse en los días de mucho calor, que se puede ubicar en centros comunitarios, parques de atracciones, bibliotecas y otras instalaciones públicas (CEMA &amp; CRNA, 2012)</li> </ul>
--	---

Servicio del Municipio	Acción de Adaptación
<b>Estrés térmico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la educación comunitaria sobre la conciencia de los peligros de la exposición al sol e identificación de síntomas de estrés por calor</li> <li>• Realizar auditorías de sombra y proveer más sombra en las zonas comunes de recreo</li> <li>• Reducir el impacto del estrés térmico a través de consejos sobre cómo mantener la calma, uso de ventiladores portátiles, mejora de la ventilación de viviendas, edificios públicos y otras estructuras residenciales y centros de trabajo</li> <li>• Desarrollo de planes de manejo de emergencias ante olas de calor</li> <li>• Aumentar la sensibilidad ante las enfermedades relacionadas con el calor</li> </ul>
<b>Enfermedades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar los sistemas de alerta en la posibilidad de brotes de enfermedades transmitidas por vectores con el asesoramiento del Departamento de Salud</li> <li>• Educar a los residentes acerca de los riesgos de dichas enfermedades, las precauciones y los síntomas</li> <li>• Incrementar los programas de inmunización municipal para abordar cualquier aumento de amenazas cuando sea posible (debe incluir coordinación con los programas de salud estatales)</li> <li>• Mantener la vigilancia y presentar informes sobre las poblaciones de vectores e incidencia de las enfermedades</li> <li>• El control de vectores de enfermedades, incluyendo la eliminación de criaderos</li> <li>• El aumento de la vigilancia de las enfermedades transmitidas por el agua (ej. E. coli, algas tóxicas y virus)</li> <li>• Participar en las actividades de educación sobre la salud pública; proveer información sobre el manejo más seguro, producción y almacenamiento de alimentos procesos para las empresas locales y las comunidades, directrices de manipulación de alimentos, entre otros</li> </ul>
<b>Eventos climáticos extremos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar los planes de emergencias ante los desastres locales</li> <li>• Mejorar la preparación de las comunidades ante desastres y sistemas de respuesta.</li> </ul>

### Planificación y evaluación del desarrollo

<b>Acciones generales de adaptación para la aprobación de planificación y desarrollo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la ubicación inadecuada de las áreas de expansión urbana</li> <li>• Evaluar el costo de la adaptación de los sistemas</li> <li>• Aumento de los costos de seguros</li> <li>• Aumento de la presión sobre la gestión de desastres y recursos de respuesta</li> <li>• Renovación de la infraestructura capital</li> </ul>
--	---

### Manejo de recursos naturales (Biodiversidad: ecosistemas, hábitat, especies y servicios ecológicos)

Servicio del Municipio	Acción de Adaptación
<b>Manejo y protección de la biodiversidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un plan de biodiversidad local como componente de la Estrategia de Planificación Local y Plan de Ordenación Municipal</li> <li>• Implementar planes de manejo de conservación de las reservas y otros terrenos del gobierno</li> <li>• Fomentar la conservación en tierras privadas (ej. a través de incentivos)</li> <li>• Durante la planificación estratégica, se debe tener en cuenta el posible impacto de la reducción en la vegetación urbana al suministro de agua</li> <li>• Desarrollar bordes con vegetación en las carreteras (ej. corredores de vegetación nativa); esto debe hacerse en consulta con la ACT/DTOP</li> </ul>
<b>Protección de la costa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar programas de restauración de dunas, según proceda</li> <li>• Proteger la vegetación que actúa como zona de amortiguamiento en áreas costeras</li> </ul>
<b>Manejo de malezas y plagas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar e implementar una política de estrategia y manejo de plagas, malezas y especies invasoras teniendo en cuenta el cambio de las condiciones climáticas; modificar las políticas de manejo y estrategias existentes considerando el cambio climático</li> <li>• Promover el conocimiento de las comunidades sobre los riesgos potenciales de malezas resultantes del cambio climático en el área local (ej. fuegos)</li> <li>• Revisar los horarios de corte y control de malezas teniendo en cuenta los cambios en las condiciones climáticas, pues estos pueden afectar el crecimiento y dispersión, así como la salud de los empleados por las altas temperaturas</li> </ul>

#### Acciones que se aplican a todos los sectores del nivel municipal

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecer el perfil del cambio climático en los municipios y combinarlo con una agenda de sostenibilidad</li> <li>• Sensibilizar a las comunidades sobre las acciones de cambio climático y adaptación que pueden ser implementadas y que tienen beneficios secundarios (ej. medidas de conservación del agua y la energía)</li> <li>• Establecer canales de comunicación entre los científicos y funcionarios del gobierno local</li> <li>• Mejorar la capacidad del sector público a través de talleres de capacitación para el personal del gobierno local</li> <li>• Realizar evaluaciones de los riesgos del cambio climático</li> </ul>
--	---

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Ciudades desarrollan programas de reducción de islas urbanas de calor

### Líderes del estudio de caso:

Ciudades de Nueva York, San Francisco, Santa Mónica, Portland y Chicago

### Año:

2015, en curso

### Tipos de adaptación:

acomodación; adaptación física; adaptación no física

En Estados Unidos, numerosas ciudades han creado programas y políticas que incluyen planes forestales urbanos para la reducción de islas de calor en los espacios urbanos. Estos programas coordinan una variedad de acciones para mitigar las temperaturas elevadas en la urbe. Por ejemplo, se considera el uso, ampliación y mejora de los



Techo verde del Ayuntamiento en Chicago, Illinois.

bosques urbanos. Además, incluyen medidas que van desde el aumento de la vegetación hasta modificaciones en el grado en que la luz solar se refleja —por ejemplo, a través de los techos y pavimentos frescos o, en inglés, cool pavement.

Un programa forestal urbano debe contemplar para la siembra de árboles y mantenimiento a largo plazo. El aumento de la cobertura de árboles en un área urbana reduce la experiencia del calor en sus entornos, pues los árboles limitan el grado en que se calientan las superficies urbanas —disminuyendo así la temperatura a través de la evapotranspiración—, y dándole sombra a los residentes y edificios cercanos. Como beneficios colaterales adicionales, estos programas sirven para secuestrar gases de invernadero, resultan en calles más atractivas y pueden agregar valor a las propiedades.

Esta es una estrategia con muchos beneficios colaterales, pero que debe siempre adaptarse a las necesidades locales. No todas las estrategias que reduzcan islas de calor urbano funcionarán igualmente en todos los lugares. Cada comunidad debe evaluar las estrategias a implementarse y que éstas sean prácticas, eficaces, y que a la vez satisfagan otras necesidades locales. Por otra parte, la creación de un programa integral de reforestación requiere la evaluación de los árboles urbanos existentes, la identificación del espacio que necesitan las copas de los árboles, y el desarrollo de un programa de mantenimiento a largo plazo. Al elegir los árboles, se debe considerar además, la reducción de los efectos secundarios por alérgenos potenciales.

La Ciudad de Nueva York ha desarrollado un plan de reducción de su isla de calor urbano existente

con el análisis de datos para comprender mejor el calor en el contexto urbano y adaptar estrategias nuevas. Además, la Ciudad de Santa Mónica, California ha desarrollado un plan de

manejo forestal urbano, y la ciudad de Portland, Oregon tiene un programa de silvicultura urbana multifacético que incluye fases de mantenimiento, supervisión y monitoreo.

## Administración municipal de los recursos naturales

Todos los ecosistemas naturales son vulnerables al cambio climático. A pesar de que el manejo de los recursos naturales es obligación primaria del DRNA, los municipios deben tener presente los impactos del cambio climático e integrarlos a su toma de decisiones. Como hemos visto, existe una gran variedad de posibles opciones de adaptación disponibles para la protección de estos recursos. Alguna de éstas son:

- **Abandonar:** permite que los procesos naturales continúen sin interrupciones o impactos.
- **Proteger:** proveer áreas de amortiguamiento ante los impactos del cambio climático pertinentes y peligros identificados.
- **Adaptar:** formular medidas que permitan la continuación o ampliación del uso de la tierra y los recursos vulnerables.
- **Retirar:** fomentar y ejecutar medidas para minimizar los costos del cambio de uso de la tierra una vez amenazada por peligros costeros y efectos del cambio climático.
- **No hacer nada**

Los impactos en la costa no se limitan sólo a los cambios sobre esa zona específica. Los cambios en los humedales debido a la elevación del nivel

del mar, la erosión costera y la intrusión de agua salada son también importantes impactos asociados al cambio climático.

Otros aspectos que pudieran afectarse potencialmente por el cambio climático, incluyen los hábitats costeros, la biodiversidad y otros recursos de la tierra. Es importante recordar que éstos son ya vulnerables al riesgo debido a la tensión de algunas actividades realizadas por el ser humano, como la contaminación ambiental. La pérdida de los hábitats naturales y el cambio de las actividades en el uso de la tierra para acomodar el crecimiento demográfico continuo y la expansión urbana, continuarán ejerciendo presión sobre el ambiente y los procesos que sustentan sus ecosistemas (PIA, 2002). La ciudad de Salisbury, Australia, por ejemplo, desarrolló una amplia zona de humedales como parte de una estrategia de manejo de las aguas pluviales. Este es un buen ejemplo de cuando la previsión y el mantenimiento de un área de recursos naturales resultan en una medida efectiva de adaptación.

Durante la última década, se ha hecho más evidente que la jurisdicción o interés individual sobre la tierra y la protección del agua no son suficientes para enfrentar los cambios a escala de paisaje a causarse por el cambio climático, y en algunos casos, incluso podrían ser contraproducentes. El Servicio de Pesca y Vida Silvestre federal

(FWS, por sus siglas en inglés), junto con otras agencias para la conservación, los gobiernos locales, y los intereses privados de conservación deben trabajar juntos de manera coordinada para construir una red de áreas de conservación conectadas ecológicamente (NFWPCAP, 2012).

En Puerto Rico, las asociaciones de conservación ya están trabajando con miras a involucrar a los municipios en la identificación de áreas para crear una red ecológicamente conectada de hábitats

terrestres, agua dulce, zona costera y áreas de conservación marina. Esta sería una medida de adaptación para aumentar la probabilidad de que las especies y hábitats resistan los efectos del cambio climático. Algunos ejemplos de estas iniciativas incluyen el Caribbean Regional Ocean Partnership y la CLCC. El estudio de caso a continuación presenta un ejemplo de acciones efectivas de adaptación planificada a nivel municipal.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Retirada controlada en la playa Surfer's Point, California<sup>23</sup>

### Líderes del estudio de caso:

La ciudad de Ventura, la Feria del Condado de Ventura, el Departamento de Parques y Recreación de California, la Fundación Surfrider y otros grupos de interés de la región

### Año:

Desde 1995

### Tipos de adaptación:

retiro planificado; adaptación física



Ventura, CA adoptó un enfoque retirada controlada para hacer frente a problemas de erosión en el Surfer's Point

La ciudad de Ventura estaba experimentando la erosión costera en el área de la playa Surfer's Point, en Ventura, un popular destino de surfing en California. Un carril de bicicletas en la costa cerca del lugar ya había sido socavado por la erosión. Mientras que el proceso fue lento y en ocasiones polémico, en 1995, los representantes de la ciudad llegaron a un consenso sobre la implementación de la estrategia de retirada controlada. El mismo fue un resultado del esfuerzo en conjunto de los representantes con la Feria Ventura del Condado, el Departamento de California de Parques y Recreación, la Fundación

<sup>23</sup> Tomado textual y traducido de NOAA Ocean & Coastal Resource Management (n.d.).

Surfrider, y otros grupos de interés en la región. El proyecto de la retirada controlada incluyó:

- Reubicación del carril de bicicletas y estacionamiento público a más de 60 metros tierra adentro
- Eliminación del rompeolas existente
- Restauración de la zona a un hábitat más natural
- Continuar proporcionando estacionamiento adecuado para amantes de la playa y el área recreativa
- Prever abastecimiento artificial de la playa
- Preservar el acceso público a la zona
- Abogar por la eliminación de la represa de Matilija (cercana) para aumentar los suministros de arena de la playa

En el verano de 2005, se completó la fase inicial de planificación, diseño y documentación ambiental del proyecto. La ciudad de Ventura asignó \$1 millón a través del Departamento de TEA-21, y financiado por el Departamento de Transportación de Estados Unidos para el diseño y la reubicación de la ruta de bicicletas. El costo total de construcción se estima en \$ 4.5 millones, y el ayuntamiento está llevando a

cabo el financiamiento de los costos restantes. Además, la Comisión Costera de California aprobó un permiso para un proyecto abastecimiento artificial (re-nutrición) de arena que incluye un plan de 5 años para la recuperación de las playas en el área.

A menudo, la respuesta inicial a la erosión del litoral es la construcción de un dique marino o, en inglés, seawall. Debido a que la retirada controlada no ha sido un método ampliamente utilizado para mejorar al litoral, ha sido difícil convencer a los demás de que esto podría ser la mejor solución económica y ambientalmente, para sus problemas de erosión. La adopción de una política de retirada controlada en Surfer's Point ha tenido éxito debido a que comenzó a nivel de base. El Capítulo de la Fundación Surfrider del Condado de Ventura defendió continuamente esta estrategia durante dos décadas, y destacó los beneficios de la opción para el ayuntamiento y el público en general. El proyecto también resultó exitoso porque involucró a todos los principales actores de la toma de decisiones en el proceso de planificación. Aunque el proceso tomó tiempo ya que este se vio afectado por un cambio de administración, finalmente se llegó al consenso de que la retirada controlada era la mejor alternativa.



## Conservación y manejo del recurso agua

En los últimos años, se ha logrado aumentar el nivel de conocimiento ciudadano sobre los problemas de los recursos hídricos en Puerto Rico. Cada vez son más necesarias las actividades para identificar e implementar acciones de conservación de los abastos de agua. Una opción básica de adaptación es la implementación de prácticas más eficientes para el manejo del agua y su demanda en el municipio. Por ejemplo, la recolección de agua de lluvia, la instalación jardines de lluvia o a gota de agua, e inversión en equipo para mejorar la eficiencia en el uso del agua, ayudaría a las comunidades a adaptarse a la disminución de la disponibilidad del agua.

Algunos mecanismos de adaptación comúnmente identificados son:

- Uso de electrodomésticos y otro equipo (hardware, en inglés) para el consumo eficiente del agua
- Diseño urbano con técnicas de manejo eficiente del agua y normas para viviendas

- Uso eficiente del agua en las prácticas de siembra y riego de jardines
- Restricciones al riego en general
- Complementar los suministros con agua reciclada
- Mecanismos de fijación de tarifas apropiadas
- Detección y control de fugas, incluyendo el manejo de la presión del agua (Brisbane Institute, 2005)
- Destacar la educación comunitaria y el compromiso, pues se prevé que esta estrategia seguirá desempeñando un papel fundamental en la adaptación de los servicios de agua y alcantarillado de los municipios



## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Reciclaje de aguas pluviales a través de humedales en la ciudad de Salisbury, Australia

### Líderes del estudio de caso:

División de Sistemas de Agua de Salisbury, Australia

### Año:

1990

### Tipos de adaptación:

planificación; acomodación; adaptación física



En 1984, la ciudad de Salisbury preparó y aprobó un concepto inicial de desarrollo de 42 hectáreas de terrenos bajos contiguos a terrenos salinos en un hábitat de la cuenca de retención de aguas pluviales y de humedales. El resultado fue el Humedal de Greenfields. Su primera fase terminó en 1990 y fue uno de los primeros grandes

humedales urbanos construidos en Australia. Desde entonces los humedales se han incorporado como parte integral de los sistemas de drenaje de aguas pluviales en la ciudad de y se están desarrollando como parte de la infraestructura de drenaje.

Durante los últimos 10 años, en los permisos de todas las nuevas subdivisiones residenciales se requiere instalar humedales con el objetivo de contener las aguas pluviales en el lugar, siempre y cuando sea posible. Desarrollos industriales grandes también han fomentado activamente el desarrollo de los humedales. Como resultado, la ciudad cuenta con más de 30 humedales que cubren aproximadamente 250 hectáreas. Las aguas pluviales urbanas se colectan y purifican en los humedales, que a su vez las hace disponibles para riego y uso industrial, y recargan los acuíferos subterráneos para su uso posterior (recarga y recuperación de acuíferos).

La implementación de esta estrategia alterna novel en la ciudad fue impulsada por una combinación de varios factores, entre estos:

- La naturaleza del área propensa a inundaciones de la localidad
- El reconocimiento de que las aguas pluviales son un recurso que se puede utilizar para mejorar las amenidades del paisaje urbano y el medio ambiente existente
- Los impactos ambientales significativos de las aguas pluviales si se dejan sin tratamiento
- Una menor necesidad de tuberías subterráneas, desagües y canales,

lo que a su vez reduce los costos de infraestructura

- Mayor control de las inundaciones y reducción en las tasas de flujo máximo a un 80%
- Mejoras en la calidad del agua mediante la reducción de los flujos de agua superficial contaminada
- Creación de hábitats naturales y biodiversidad de flora y fauna
- Oportunidades para recreación y educación ambiental
- Recolección de agua para la recarga de acuíferos y su reutilización
- Mejora general del paisaje local

Si bien no son impulsadas específicamente como medio de adaptación al cambio climático, las iniciativas de la ciudad también tendrán el beneficio de ayudar a la comunidad a adaptarse a los impactos adversos relacionados con el cambio climático. La ciudad continúa construyendo sobre esta base para el futuro mediante la adopción de un Plan de Manejo Integral del Ciclo de Agua. Este plan integrará el manejo de las aguas pluviales, aguas subterráneas, aguas residuales y agua potable. El objetivo principal del plan es sustituir hasta 20 galones por año de agua de la red mediante la utilización de tanques de agua de lluvia inteligentes, agua de lluvia reciclada, y aguas subterráneas sostenibles.

## Apoyo a la economía local mediante la adaptación del sector agrícola

La agricultura es un sector difícil de abordar para las jurisdicciones locales. Muchas de las actividades agrícolas tienen lugar en terrenos privados, mientras que otras ocupan de la Autoridad de Tierras (ATPR). Las jurisdicciones locales y regionales pueden ser de gran asistencia sobre las medidas de adaptación de los agricultores. Se pueden asignar incentivos y otros recursos para aliviar la tensión que el cambio climático impone sobre la agricultura.

Un ejemplo de cómo el gobierno local puede promover la diversidad económica, es el ajuste de reglamentos para el uso del suelo —como la zonificación agrícola— con el objetivo de fomentar la diversificación de las fuentes

potenciales de ingresos agrícolas, incluyendo los productos de valor agregado, turismo rural o agrícola, la agricultura ecológica y los mercados de agricultores. Diversas fuentes de ingresos pueden contribuir a reducir las consecuencias financieras de los impactos del cambio climático sobre los propietarios de los terrenos agrícolas. El ajuste de las regulaciones de uso del suelo permitirá y fomentará prácticas como el turismo agrícola u otras operaciones comerciales. Varios condados en California han permitido el turismo agrícola en sus códigos de zonificación (CEMA & CNRA, 2012).

Otro ejemplo, es ofrecer talleres a los agricultores sobre la adaptación al cambio climático. Se puede,

## ESTRATEGIAS DE AGRICULTURA A NIVEL MUNICIPAL

- **Ajuste de reglamentos para el uso del suelo, diversificando las posibles fuentes de ingresos agrícolas incluyendo los productos de valor agregado, turismo rural o agrícola, puestos de venta, la agricultura ecológica y los mercados de agricultores.**
- **Talleres con los agricultores sobre la adaptación al cambio climático y trabajar con otras entidades.**
- **Promover técnicas de riego alternas.**
- **Promover el uso de cultivos resistentes a la sequía.**
- **Promover la investigación sobre la seguridad alimentaria.**

además, trabajar con organizaciones y agencias de conservación de recursos, cooperativas y otras organizaciones agrícolas para introducir técnicas de adaptación, datos científicos y enfoques de adaptación más actualizados y que estas herramientas puedan llegar a los agricultores. Trabajar con este tipo de entidades permitirá a su vez identificar las técnicas agrícolas con mayor probabilidad de beneficios para los agricultores locales. Los métodos pueden incluir

la distribución de materiales educativos, así como talleres y sesiones de demostración y capacitación sobre técnicas de adaptación. Con este fin, se deben identificar las organizaciones más directamente alineadas con los agricultores locales para garantizar que la información llega a su público objetivo. Es imperativo que las estrategias y el apoyo se adapten específicamente a las necesidades locales.

## Cómo manejar las limitaciones financieras

Cuando se cuenta con fondos limitados, un análisis intersectorial exhaustivo sobre las posibles medidas de adaptación le permitirá a los municipios priorizar las acciones a realizarse con los fondos disponibles. Los costos de las medidas de adaptación pueden aumentar sustancialmente si se opta por actualizar o sustituir la infraestructura existente. Esto se debe a que los costos de diseño de edificios nuevos adaptados al cambio climático son usualmente más bajos que

los costos de la adaptación a la infraestructura existente. La implementación temprana de estrategias de adaptación en la infraestructura y servicios reduce el riesgo, los daños y las fallas de los bienes en el futuro, representando una reducción a largo plazo en los costos económicos y sociales en última instancia inciden en los gobiernos locales (UKCIP, 2001). La Tabla 12 provee un modelo para el análisis de costos y beneficios.

**Tabla 12: Ejemplo de análisis sobre las acciones de adaptación**

Impacto	Acción	Beneficios directos o colaterales (económico, ambiental, social)	Costos
<b>Infraestructura, desarrollo, suministro y mantenimiento</b>			
<p>Aumento en los eventos extremos de precipitación con potencial de mayor riesgo de interrupción por inundaciones del funcionamiento de las ciudades.</p> <p>Mayor riesgo de inundaciones en carreteras situadas en áreas inundables o en las zonas costeras.</p>	<p>Prepararse para reducir los efectos de las inundaciones (floodproofing).</p> <p>Cambiar la ubicación de infraestructuras y planificar las rutas de transporte y caminos para evitar la interrupción de las actividades por inundaciones.</p> <p>Aumentar las actividades de monitoreo y mantenimiento en terraplenes, puentes, y desagües pluviales.</p>	<p>Beneficios sociales y económicos asociados a sobrellevar mejor los eventos de inundación existentes (ser más resilientes ante estos eventos)</p> <p>Beneficios económicos de mantenimiento de la infraestructura y evitar su degradación rápida.</p>	<p>Costos económicos de proyectos para reducir de las inundaciones</p> <p>Costos económicos, ambientales y sociales de la posible reubicación de la infraestructura.</p> <p>Costos económicos para mantener una vigilancia y mantenimiento más rigurosos.</p>
<b>Manejo de desperdicios sólidos</b>			
<p>Aumento de la intensidad de lluvias.</p> <p>Aumento del riesgo de contaminación por residuos o desperdicios tóxicos.</p>	<p>Aumentar la educación comunitaria para reducir la generación de residuos a través del consumo sostenible y la reducción de un consumo general.</p> <p>Maximizar el desvío de material de los sistemas de rellenos sanitarios mediante el uso de sistemas de recogida y reciclaje de alto rendimiento.</p> <p>Incentivar compañías de reciclaje.</p> <p>Promover la clasificación de residuos desde el hogar, comercios y compañías de la construcción, así como promover el compostaje.</p>	<p>Beneficios ambientales y económicos asociados con una menor producción de desperdicios o residuos, aumento del reciclaje y la recuperación de recursos.</p> <p>Beneficio económico creando empleos y nuevas compañías de reciclaje.</p>	<p>Costos económicos de personal para la educación y aumento de las estrategias de reducción de residuos.</p>

## Reduciendo costos mediante enfoques regionales y consorcios

La adaptación al cambio climático no requiere necesariamente un cambio fundamental en las acciones que el gobierno local ya está llevando a cabo. De hecho, muchas de las acciones de adaptación que pudieran considerarse convenientes, ya están siendo realizadas en algunos municipios —como iniciativas de manejo eficiente del agua y uso de energía renovable. Aunque quizás hayan sido establecidas inicialmente por razones ajenas a los riesgos del cambio climático, ofrecen beneficios de adaptación. Así, una estrategia a considerar es simplemente fortalecer la implementación y seguimiento de un programa existente. Con el fin de capitalizar en medidas ya existentes, los municipios pueden considerar:

- Adoptar un enfoque regional para la adaptación y manejo de riesgos (Ej. Consorcio de Municipios Costeros para atender los problemas de erosión costera)
- Crear alianzas con otros municipios, los gobiernos estatal y federal, la industria privada y otras entidades

Un enfoque regional es un mecanismo eficiente para que los municipios participen en la implementación de medidas de adaptación, ya que permite el intercambio de recursos y conocimientos. Dado que muchos de los

problemas de adaptación al cambio climático que enfrentan los municipios son similares —sobre todo para los municipios vecinos—, la cooperación puede proporcionar beneficios sustanciales. La colaboración a escala regional no es un concepto nuevo para los municipios. Algunas las organizaciones regionales ya operan en muchas partes de Puerto Rico, como la Iniciativa Tecnológica del Norte (INTENOR), INTECO, Inc., la Iniciativa Tecnológica del Noreste (INTENE), el Desarrollo Integral del Sur (DISUR), el Corredor Tecnoeconómico de Puerto Rico (PRTEC, por sus siglas en inglés).

Las alianzas con diferentes niveles de gobierno y el sector privado son un mecanismo útil y, muchas veces, esencial para una mayor implementación de acciones de adaptación. Las asociaciones permiten la distribución más efectiva de los recursos, el conocimiento existente y evita —metafóricamente— la reinención de la rueda. En algunos casos, será necesario establecer relaciones con organizaciones privadas —como la industria de la construcción— para realizar funciones particulares. Asimismo, las agencias gubernamentales estatales y federales también pueden ser capaces de proporcionar la orientación o asistencia a los municipios. El estudio de caso a continuación ofrece evidencia del potencial y viabilidad de este tipo de asociación.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Nueva York y Connecticut se unen para la monitorear el estuario Long Island Sound <sup>24</sup>

### Líderes del estudio de caso:

Monitoreo Centinela del Cambio Climático en Long Island Sound, EPA Oficina de Long Island, NOAA, Departamento de Conservación Ambiental de Nueva York, Departamento de Energía y Protección Ambiental de Connecticut, Sea Grant de Nueva York y Sea Grant de Connecticut

**Año:**  
2008

**Tipos de adaptación:**  
monitoreo; planificación de adaptación; investigación; adaptación no física

El monitoreo del cambio climático en el estuario Long Island Sound comenzó en 2008, a través de una asociación entre el Departamento de Protección Ambiental de Connecticut y la Universidad de Connecticut. Luego se unió el Estado de Nueva York al esfuerzo, creando una asociación de agencias federales y estatales,



Una proyección de Bluff Point en Connecticut según un escenario de 36 centímetros (0.91 metros) de aumento del nivel del mar. Crédito de Foto: Long Island Sound Study.

grupos de usuarios, organizaciones interesadas e individuos dedicados a la restauración y protección del estuario Long Island Sound.

El programa de monitoreo, es un enfoque científico multidisciplinario para proporcionar alertas tempranas sobre los impactos del cambio climático en los ecosistemas, las especies y los procesos de Long Island Sound, para facilitar la toma de decisiones apropiada y oportuna sobre el manejo de los recursos y las respuestas de adaptación. Su objetivo es diseñar y desarrollar un proyecto de seguimiento del cambio climático dinámico para los ecosistemas del lugar y sus ecorregiones costeras. El programa de monitoreo a largo plazo identificará los recursos que son más vulnerables al cambio climático y permitirá a los socios desarrollar estrategias de adaptación adecuadas para proteger la biodiversidad y los recursos naturales más importantes. Las alertas se basarán en evaluaciones de variaciones asociadas al cambio climático realizadas por una serie de grupos de trabajo de asesores técnicos.

<sup>24</sup> Tomado textual y traducido de LISS (n.d.).

## Fuentes de financiamiento disponibles para los municipios

Como se puede observar en la lista de las necesidades y las medidas de adaptación identificadas por 30 de 44 municipios costeros de Puerto Rico en 2012 (Figura 7), el financiamiento es una prioridad para la aplicación de medidas de reducción de riesgos. Pero, ¿cuáles son las fuentes de financiamiento disponibles? Existen fuentes de financiamiento federal, estatal y local.

### Fuentes de financiamiento federal

Además de los fondos disponibles a través de los PMZC y otros programas administrados por la NOAA, otras agencias federales también ofrecen financiamiento para actividades de adaptación al cambio climático. Estas incluyen FEMA, EPA, FWS, y USACE, entre otros. Algunos de estos programas sólo aceptan solicitudes para la implementación de acciones que sean para acciones consistentes con las metas y objetivos establecidos en los planes aprobados por el gobierno federal. Por lo tanto, para maximizar las oportunidades de financiamiento, es buena idea incorporar a su plan de adaptación al cambio climático otras actividades de planificación cónsonas con las metas del gobierno federal.

### Fuentes de financiamiento estatal y local

Una alternativa para obtener fuentes de financiamiento para su plan de adaptación a nivel local, es incorporar las acciones del mismo a los

presupuestos estatales existentes que pudiesen relacionarse —como programas de mejoras de capital, o presupuestos de desarrollo económico. Por otra parte, las fuentes establecidas de financiamiento estatal y municipal incluyen impuestos generales, cargos por impacto, impuestos a la propiedad, bonos de obligación general, impuestos sobre las ventas, bonos de ingresos, distritos de impuestos especiales, certificados de participación, honorarios, y arrendamientos —de terrenos y agua—, entre otros. Puede referirse, además a los reportes de NOAA (2010) y Augustyn & Chou (2013) para información adicional sobre posibles fuentes de financiamiento disponibles para los estados y los gobiernos locales. Asimismo, existen fuentes de financiamientos privadas, como el programa 100 Resilient Cities Challenge de la Fundación Rockefeller<sup>25</sup> el National Disaster Resilience Competition<sup>26</sup> y el Climate Resilient Transportation System. Además existen asociaciones en internet dedicadas específicamente a brindar apoyo en la búsqueda de fondos, como los portales de Climate Investment Funds<sup>27</sup> y Climate Funds Update<sup>28</sup>, entre otros. Otras fuentes de financiamiento se discuten en el Anejo 1. También, puede comunicarse con el PMZC para asesoría en esta materia.<sup>29</sup>

<sup>25</sup> Para más información, visite <http://www.100resilientcities.org/-/-/>

<sup>26</sup> Para más información, vea [http://portal.hud.gov/hudportal/documents/huddoc?id=FactSheet\\_071514.pdf](http://portal.hud.gov/hudportal/documents/huddoc?id=FactSheet_071514.pdf)

<sup>27</sup> Visite <https://www-cif.climateinvestmentfunds.org/>

<sup>28</sup> Visite <http://www.climatefundsupdate.org/the-funds>

<sup>29</sup> Para información de contacto, visite [www.drna.pr.gov](http://www.drna.pr.gov) ó 787-999-2200

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

**Estudio de caso:**  
"Community Rating System" del Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones

**Líderes del estudio de caso:**  
FEMA

**Año:**  
en curso

**Tipos de adaptación:**  
prevención; protección;  
adaptación planificada; adaptación no física



El Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones de FEMA (NFIP, por sus siglas en inglés), tiene un proyecto llamado Sistema de Clasificación de la Comunidad o Community Rating System (CRS, por su siglas en inglés). Se trata de un programa voluntario de incentivos que reconoce y fomenta las actividades de gestión comunitaria en áreas inundables que superan los requisitos mínimos del NFIP.

Las comunidades participantes que reflejan la reducción en la vulnerabilidad a inundaciones, reciben descuentos del seguro de inundación. Otros beneficios de la participación incluyen una mayor seguridad pública, reducción de daños en los entornos construidos y naturales, prevención de perturbaciones económica y pérdidas, reducción del sufrimiento, y acceso a asistencia técnica. Además, algunas actividades también pueden ayudar a las comunidades a cualificar para programas de asistencia federal —como planificación de mitigación de peligros. En fin, el CRS acredita 18 actividades de gestión en áreas inundables, organizados bajo cuatro diferentes categorías:

- Información pública
- Mapas y reglamentos
- Reducción de daños de inundaciones
- Preparación de inundaciones

Cada actividad del CRS tiene unos criterios que deben cumplirse para que las comunidades reciban sus créditos. Los gobiernos locales deben revisar estos criterios en el diseño e implementación de medidas de adaptación para asegurarse de manera que les garantice el crédito máximo. Además, se debe tener en cuenta que las agencias estatales pueden apoyar a los municipios en sus esfuerzos por mejorar sus calificaciones mediante créditos mínimos uniformes que las comunidades pueden ganar. FEMA actualiza periódicamente los criterios y el sistema de puntos para reflejar las nuevas formas de reducir los riesgos en las comunidades.<sup>30</sup>

<sup>30</sup> Las actualizaciones pueden encontrarse en <https://www.fema.gov/national-flood-insurance-program-community-rating-system>

6/6/2009



## Adaptación a Nivel de las Comunidades



Image © 2011 GeoEye

1994

19°25'51.20" N, 66°02'33.45" W, elev



## Adaptación a Nivel de las Comunidades

Las comunidades en el mundo ya están sintiendo los impactos del cambio climático. Por tal razón, es necesario que las mismas establezcan un plan estratégico de adaptación a escala local con apoyo de los municipios, pues las características, cualidades, necesidades y oportunidades varían de una comunidad a otra.

### Estrategias de adaptación a nivel de las comunidades

La adaptación de base comunitaria o community-based adaptation (CBA), en inglés, es un enfoque utilizado para desarrollar la capacidad de adaptación de las comunidades y personas vulnerables ante el cambio climático. Existen diferentes pasos o esquemas para llevar a cabo este fin. Por lo tanto, para fines de esta guía utilizaremos como modelo el esquema de CBA desarrollado por el programa CARE Internacional en su informe del año 2014. El mismo, presenta

varios factores de apoyo que deben ocurrir a nivel individual, familiar, comunitario, local y nacional para que pueda producirse una verdadera adaptación comunitaria. Estos factores de apoyo están relacionados con los cuatro elementos clave de CBA, que son (CARE, 2014):

- Estrategias que fomenten la resiliencia
- Estrategias que reduzcan el riesgo de desastres para mitigar el impacto de los peligros naturales y tecnológicos
- Desarrollo de las capacidades de la sociedad civil local e instituciones gubernamentales
- Reivindicación, movilización social y empoderamiento, para abordar las causas fundamentales de la vulnerabilidad



## Aprendiendo de nuestras experiencias

### Estudio de caso:

Cuatro comunidades costeras de Puerto Rico resisten desastres contra todo pronóstico<sup>31</sup>

### Líderes del estudio de caso:

Programa Sea Grant, Universidad de Puerto Rico

### Año:

2010

### Tipos de adaptación:

educación; mitigación de riesgos costeros; adaptación planificada



<sup>31</sup> Tomado textualmente y traducido de Ramírez-Durand & Carrero-Morales (n.d.).

El municipio de Mayagüez es la ciudad más grande de la costa oeste de Puerto Rico, con una población de 89,080 —según el censo de 2010 de Estados Unidos. Las principales actividades económicas de la zona tienen lugar cerca de la costa. Hace varias décadas atrás, comunidades como Guanajibo, San José, El Maní, y El Seco se establecieron en los humedales costeros ubicados en este municipio. Actualmente, la población estimada de estas comunidades es de 16,234 habitantes. Poco se sabe sobre cuán resistentes son estas comunidades y qué alternativas u opciones están disponibles para ellos en caso de un desastre natural.

Las comunidades de San José, El Seco y El Maní —que se encuentran dentro de los mayores bosques de manglares y marismas costeras de Puerto Rico— se ofrecieron como voluntarios para participar en un proyecto del Programa Sea Grant del Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, para evaluar los casos de estas comunidades. Los participantes proporcionaron al equipo de investigadores de Sea Grant información sobre sus conocimientos y prácticas en relación a los peligros costeros —tales como tsunamis, huracanes, tormentas, rutas de evacuación y protocolos de seguridad en el hogar—, y las medidas de respuesta y resistencia.

Los residentes de estas comunidades identificaron como principales puntos de preocupación el tema del cambio climático y su capacidad de resistencia a los impactos causados por el mismo. Miembros de la comunidad identificaron también una matriz de procesos claves ante el cambio climático. Los participantes señalaron que las rutas de evacuación reales

no son las mejores, debido a su proximidad al mar y riberas. Mediante discusiones en grupos, identificaron en mapas las rutas de evacuación para cada comunidad ante diferentes escenarios. También, identificaron como prioridad programas educativos y de asistencia por parte de las agencias locales y estatales, con el fin de desarrollar conjuntamente planes para gestionar las rutas de traslado y evacuación en función de sus distintas necesidades, y las características socioeconómicas y culturales particulares de sus respectivas comunidades.

A base de los hallazgos, el Programa Sea Grant está en planes de coordinar una conferencia y un taller con las comunidades para discutir la capacidad de recuperación, los riesgos costeros, y la adaptación al cambio climático, entre otros. Además, están desarrollando un programa de educación y divulgación sobre el cambio climático, la adaptación de estas comunidades y estrategias de resistencia, así como la incorporación de otras comunidades costeras de los municipios de Mayagüez, Añasco y Rincón.

## Opciones de adaptación para la infraestructura

### Adaptación física

Muchos de los impactos del cambio climático sobre la infraestructura estarán relacionados con el agua, ya sea inundaciones o escasez de agua. Varias de las medidas discutidas en esta sección se pueden utilizar para ayudar a proteger las comunidades costeras del aumento del nivel del mar y otros tipos de inundaciones. Esta

categoría incluye medidas que se pueden tomar para manejar las aguas pluviales, superficiales urbanas e inundaciones que resulten de fuertes eventos de precipitación. De igual forma, se incluyen medidas para manejar el suministro de agua en previsión a períodos de sequía y escasez (NOAA, 2010).

### Manejo de las aguas pluviales

En general, el propósito del manejo de las aguas pluviales es controlar la cantidad de contaminantes, sedimentos y nutrientes que entran en los cuerpos de agua a través de la escorrentía generada por la precipitación. Sin embargo, también juega un papel importante en la prevención de daños al medio ambiente construido y los sistemas naturales que los

protegen. Sistemas de drenaje existentes pueden estar mal equipados para manejar la cantidad de escorrentía de aguas pluviales que acompañará a los eventos de lluvias más intensas que se esperan en el futuro. Las comunidades en las zonas bajas enfrentarán un reto aún mayor, debido a las pérdidas atribuidas al aumento del nivel del mar.

Para adaptarse a estos cambios, las comunidades costeras pueden requerir a los municipios o estado la modificación y mejoramiento de las capacidades de sus sistemas de drenaje, así como tener en cuenta el cambio climático en la aplicación y actualización de los planes de manejo de aguas pluviales existentes. Las modificaciones y mejoras pueden incluir:

- Cumplir con la normativa de aguas pluviales
- Actualizar la normativa de aguas pluviales
- Incorporar la infraestructura verde (ver la próxima sección)
- Diseñar cuencas de detención para imitar estanques naturales con pendientes laterales suaves y vegetación nativa, que ayuden a

prevenir la erosión y la suspensión de sedimentos y contaminantes de intercepción de la escorrentía

- Limitar o eliminar las superficies impermeables
- Adquirir servidumbres para nuevas y más amplias zanjas de drenaje
- Aplicar y hacer cumplir la reglamentación de transmisión para las descargas la reglamentación
- Mejorar la capacidad de carga y almacenamiento de los arroyos, canales y cuencas a través de un programa de mantenimiento continuo
- Instalar tuberías y alcantarillas más grandes
- Añadir sistema de bombeo
- Crear cuencas de retención y detención
- Conversión de alcantarillas a puentes

## Infraestructura Verde

En cuanto al manejo de los recursos hídricos y su protección, la infraestructura verde es un enfoque integral que promueve el uso de los sistemas naturales. En general, la infraestructura verde regional es una red interconectada de terrenos y cuerpos de agua naturales —como humedales, llanuras aluviales y bosques—, que proporcionan funciones esenciales al medio ambiente y lo protegen. Ejemplos prácticos de estrategias enfocadas en la infraestructura verde para la adaptación al cambio climático de comunidades costeras son (NOAA, 2010):

- Surcos y franjas con vegetación
- Silvicultura urbana
- Pavimento poroso

- Jardines de lluvia
- Techos verdes
- Aljibes para almacenar el agua de lluvia y cisternas

La integración de estrategias enfocadas en la infraestructura verde, ayuda a mantener y restaurar la hidrología natural y la eliminación de nutrientes, patógenos y contaminantes. Algunos de los beneficios de este tipo de acción incluyen:

- Mejorar la calidad del agua y la recarga de las aguas subterráneas
- Reducir las inundaciones de aguas pluviales
- Proteger los ecosistemas

- Proporcionar hábitats adecuados para la vida silvestre
- Proporcionar oportunidades de recreación
- Mejorar la estética

Los jardines de lluvia, por ejemplo, son sistemas contruidos específicamente para mejorar la infiltración, evapotranspiración, captura y reutilización de las aguas pluviales a escala regional, y para abastecer a la comunidad local. Se utiliza el suelo y la vegetación del lugar, además de la típica infraestructura dura o gris, para desviar, almacenar y tratar las aguas pluviales.

Mediante la captura de la escorrentía de las superficies impermeables —tales como techos, carreteras y aceras—, los jardines de lluvia permiten que el agua se filtre lentamente hacia el suelo, ayudando así a proteger los cuerpos de agua cercanos reduciendo la pérdida de insumos por escorrentías y la filtración de contaminantes. Si se considera esta opción, debe gestionarse la reglamentación de algunos aspectos relevantes, como el uso de la tierra y los códigos de construcción. Además, se pueden gestionar programas de adquisición de tierras, que a su vez serán más eficaces si son promovidos a través de divulgación, educación y adiestramiento.

## Desarrollo de bajo impacto<sup>32</sup>

Niveles altos de agua producto del aumento del nivel del mar o inundaciones tierra adentro, pueden afectar la seguridad de los sistemas de aguas pluviales. A su vez, los sistemas de drenajes de aguas pluviales deficientes pueden provocar inundaciones en las zonas interiores del cuerpo receptor. Por lo tanto, además de la infraestructura verde, las comunidades vulnerables en este sentido pueden integrar lo que se conoce como técnicas de desarrollo de bajo impacto, o low-impact development (LID, en inglés). Estas, reducen el volumen de aguas

pluviales manejado por el sistema y el riesgo a inundaciones. Las prácticas de desarrollo de bajo impacto consideran o imitan la hidrología natural del entorno. Además, integran al diseño elementos que permiten la infiltración, evapotranspiración y la reutilización de la escorrentía. La implementación de este tipo de estrategia requiere que la comunidad evalúe e identifique los emisarios de aguas pluviales e infraestructura más vulnerable o propensa a inundación.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> Tomado de CEMA y CNRA, (2012).

<sup>33</sup> El portal de la EPA (<http://water.epa.gov/polwaste/green/index.cfm>) incluye una amplia gama de información útil sobre este tema, incluyendo hojas de datos, estudios de casos y revisiones bibliográficas. Para ejemplos de aplicación, ICLEI et al. (2012) provee un proceso paso a paso para la evaluación, designación de prioridades, y aplicación de prácticas de diseño de bajo impacto.

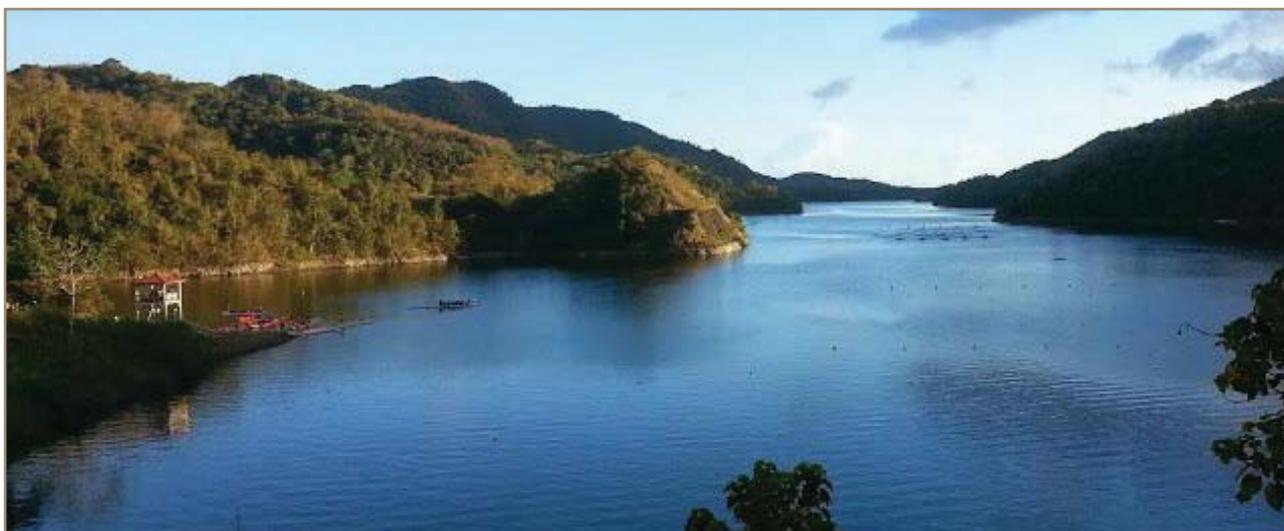
## Gerencia y abastecimiento de agua

Dado a que se espera que el cambio climático afectará adversamente tanto la cantidad como la calidad del agua, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) debe estar preparada para responder a los cambios asociados a la oferta y la demanda. La conservación del agua, la recuperación y la reutilización serán fundamentales para los esfuerzos de protección de los suministros de agua y el fortalecimiento de su sostenibilidad. Ejemplos de actividades para apoyar estos esfuerzos o proporcionar protección adicional son:

- Cambios en el consumo mediante incentivos
- Modificación de las operaciones de servicios de agua
- Diversificación de los suministros de agua
- Integración del manejo de aguas subterráneas y superficiales
- Aumento de la capacidad de almacenamiento

- Empleo de nuevas tecnologías
- Revisión de los planes para la sequía y manejo del agua
- Revisar reglamentos y códigos de construcción, y fortalecer su cumplimiento
- Ajustar las tarifas del agua
- Reasignar la distribución del agua
- Considerar el creciente uso de los mercados de agua
- Reubicar y re-equipar las infraestructuras existentes
- Incorporar la infraestructura verde

La planificación futura debe considerar los múltiples fenómenos de cambio climático que afectarán el suministro de agua y la infraestructura de apoyo. Además, se debe proveer la flexibilidad para realizar ajustes, como cambios necesarios basados en proyecciones mejoradas, predicciones estacionales y observaciones (NOAA, 2010).



## Adaptación no física

### Reducción de islas de calor urbano<sup>34</sup>

Es necesario desarrollar un programa de reducción de islas de calor urbano que incluya un programa o plan de bosques urbanos. El mismo debe, además, coordinar una variedad de acciones que mitiguen las temperaturas elevadas que se encuentran en las zonas urbanas, y considerar la ampliación y mejora de los bosques urbanos como parte de una respuesta de adaptación para reducir el efecto de las islas de calor. Las estrategias de mitigación de islas de calor urbano proveen alivio a las amenazas limitando el grado en que el sol puede calentar un entorno urbano. Las medidas de manejo de islas de calor urbanas se enfocan, además, en el aumento de la cobertura vegetal, los techos verdes, y la manipulación del grado de reflejo de luz solar.

El aumento de la cobertura arbórea en un área urbana reduce el calor en los entornos urbanos. Los árboles limitan el grado en que las superficies urbanas se calientan, la temperatura local se

refresca a través de la evapotranspiración, y proporcionan sombra a los residentes y los edificios cercanos. Como beneficios colaterales, estos programas sirven para secuestrar gases del efecto de invernadero. Como resultado, las calles se vuelven más atractivas y agregan valor a las propiedades públicas y privadas.

La estrategia de reducción de islas de calor debe ajustarse a las necesidades locales. Para tener éxito, todo programa de bosque urbano debe ser integral, e incluir la evaluación de los árboles urbanos existentes, la identificación de las áreas que necesitan los árboles, y el desarrollo de un programa de mantenimiento a largo plazo. Es importante, además, que al elegir los árboles, se consideren los posibles efectos secundarios de alérgenos potenciales. El estudio de caso a continuación, presenta un ejemplo de este tipo de estrategia.



<sup>34</sup> Tomado de CEMA y CNRA (2012).



## Adaptación no física

### Manejo de la construcción y el desarrollo<sup>35</sup>

Como el desarrollo y redesarrollo a lo largo de nuestras costas continúa, se podrían implantar estrategias de crecimiento inteligente o smart growth, en inglés, para guiarlo lejos de las zonas propensas a desastres y recursos naturales valiosos o sensibles. La construcción es necesaria, la misma debe ser manejada de una manera que responda a las necesidades de la población, que ofrezca protección a los recursos naturales, y

**La mejor oportunidad para proteger la tierra es antes de que se desarrolle.**

que sea compatible con los servicios que estos prestan.

Gran parte del desarrollo será gestionado a nivel local, el estado cumple un papel importante, incluyendo la restricción de la construcción cuando afecte a los terrenos públicos o violente leyes y reglamentos existentes. También, puede ofrecer asistencia y desincentivos — como negar financiamiento para infraestructura u otros servicios que promuevan la construcción en áreas inapropiadas e incentivos para que se desarrolle en terrenos aptos.

La vulnerabilidad se reduce si se limita la exposición al riesgo. La mejor oportunidad para proteger la tierra es antes de que se desarrolle. En la práctica, resulta mucho más fácil y económico dirigir la nueva construcción lejos de las áreas sensibles y propensas a amenazas, que restaurar terrenos degradados, reforzar, o remover estructuras existentes. Asimismo, es más factible tomar medidas preventivas durante el diseño.



<sup>35</sup> Tomado de NOAA (2010).

Un equipo compuesto por la NOAA, EPA, la Asociación Internacional de Manejo de Ciudades y Condados y Sea Grant de Rhode Island, en consulta con la Red Smart Growth publicaron una guía interagencial titulada Smart Growth for Coastal and Waterfront Communities (NOAA et al., n.d.). La misma aborda elementos de desarrollo costero y de recreación marítima únicos de las comunidades frente al mar. Su enfoque es promover principios de crecimiento inteligente para enfrentar los desafíos existentes y las oportunidades caracterizan la costa y el litoral. Su objetivo es proveer orientación a planificadores, funcionarios gubernamentales, desarrolladores, grupos sin fines de lucro, y residentes de la costa para ayudarlos a planificar su crecimiento, proteger sus recursos naturales y económicos, así como el patrimonio marítimo y el sentido tradicional del lugar. La guía incluye una visión general de los retos relacionados con el crecimiento y las oportunidades que enfrentan las comunidades costeras, además de una descripción de las herramientas y técnicas para la aplicación de los elementos de crecimiento inteligente, y estudios de casos que ilustran el crecimiento inteligente en acción. Algunas de las sugerencias se pueden aplicar a nivel local para la adaptación al cambio climático. (Tomado de NOAA et al., n.d.).

## Zonificación

La zonificación se puede utilizar para regular el uso de las parcelas, la densidad del desarrollo, las dimensiones de la construcción, retiros, superficies impermeables, tipos de construcción, estructuras de protección de costas, paisajismo, entre otros. También se puede utilizar para designar los lugares desarrollables, representando así una herramienta muy valiosa en los esfuerzos para proteger los recursos naturales y las áreas ambientalmente sensibles, y guiar el desarrollo lejos de las zonas propensas a desastres.

Los usos y normas permisibles varían según el distrito de zonificación. Los tipos de distritos incluyen:

- Distritos de uso general
- Distritos de superposición, donde se aplican disposiciones adicionales a las de los distritos subyacentes
- Distritos de uso especial, en el que todos los usos requieren permisos

La zonificación de valles inundables es un buen ejemplo de la aplicación de esta técnica con potencial de generar múltiples beneficios, siempre y cuando se redacte cuidadosamente. Por ejemplo, además de proteger la vida y la propiedad, los beneficios pueden incluir la conservación de los recursos, preservación

de espacios abiertos, el acceso público y la protección de la calidad del agua. Como hemos expuesto anteriormente, a medida que el clima cambie, tendrán que hacerse ajustes. Las normas de zonificación debe ser adaptativas y pueden necesitar revisiones para ajustarse a las nuevas condiciones de la normativa vigente.

## Restricciones de reurbanización

---

Los lugares con mayor probabilidad de ser impactados por los efectos del cambio climático son los que ya han sido afectados por eventos relacionados en el pasado. Por ejemplo, es probable que un edificio que sufrió daños en una tormenta vuelva a afectarse ante otra si se reconstruye en el mismo lugar, y si no se aplican mejoras estructurales significativas. A pesar del deseo de volver a las condiciones previas a la tormenta, es importante mejorar las decisiones tomadas.

La combinación de restricciones en los programas de adquisición, demolición y reubicación ofrecería opciones más seguras a los dueños de propiedades luego de la pérdida o daño de sus hogares o negocios. Tales restricciones serán probablemente más aceptables si se adoptan antes de un desastre, que durante la recuperación. Las restricciones que se adhieren a disposiciones en la reconstrucción —como emplazamiento, diseño y requisitos de construcción— a menudo son más alcanzables. Como mínimo, para

permitir la reconstrucción se deben cumplir con los requisitos de permisos generales, incluso para aquellas estructuras que no se conformaban a estos antes de su pérdida.

Además, la reconstrucción después de una pérdida proporciona una oportunidad para incluir medidas adicionales que mejoren y protejan la estructura. Es importante tener en cuenta que en muchos casos los residentes en zonas de alto riesgo prefieren quedarse en esas zonas, incluso después de sufrir pérdidas después de una tormenta u otro evento de amenaza. Las razones incluyen fuertes lazos con la comunidad, el deseo de seguir viviendo cerca de la familia, el amor al área, capacidad o ingresos limitados para mudarse, discapacidades físicas que impiden el traslado, y muchos otros. Por lo tanto, se debe ejercer precaución para asegurarse de que toda reubicación se realice de manera justa. En este sentido, en Puerto Rico se ha adquirido mucha experiencia en la zona del Caño Martín Peña, en San Juan.

## Servidumbres de conservación

Una servidumbre de conservación es un acuerdo legal entre el dueño de un terreno y un fideicomiso de tierras o agencia gubernamental que restringe el desarrollo en áreas sensibles y propensas a desastres. A diferencia de la preservación y conservación mediante la adquisición, las servidumbres no pueden impedir otros usos de la tierra y permiten que la propiedad permanezca privada. Los propietarios pueden vender o donar su servidumbre. Las servidumbres que se venden son también conocidas como compra de derechos de desarrollo. Por su parte, los propietarios de tierras que deciden donar su servidumbre pueden ser elegibles para exenciones de impuestos federales o estatales. Estas servidumbres normalmente se aplican a perpetuidad y se transfieren de un propietario a otro. La mayoría se ubica en propiedades individuales, aunque también pueden ubicarse en las subdivisiones o coordinadas a escala regional —por ejemplo, para manejar más eficazmente una franja de costa o acomodar la playa, y para la migración de humedales.

Asimismo, se pueden designar servidumbres ecológicas para prohibir algún tipo de desarrollo, o para exigir ciertas restricciones y requisitos de desarrollo —como tamaño de la construcción, entre otros. Las mismas, también se pueden usar para prohibir o establecer normas para la protección de la orilla y restringir actividades que perjudiquen los procesos naturales. Además, pueden ser utilizadas para garantizar el acceso del público.

Las servidumbres ecológicas son, típicamente, de carácter voluntario y flexible. Esto las hace más atractivas para los propietarios, pero a menudo menos eficaces que los enfoques normativos —como reverses y zonificación, entre otros. No obstante, es probable que un programa de servidumbre de conservación sea más eficaz si cuenta con fuertes componentes de identificación, planificación y divulgación de tierras que se beneficiarían de las servidumbres, y si se informa a los propietarios sobre los elementos que los beneficiarían directamente.

## Diseño compacto de la comunidad

El concepto de diseño compacto de la comunidad, permite el desarrollo al mismo tiempo que protege los recursos naturales. Se trata de un modelo de desarrollo que tiene como objetivo utilizar la tierra de manera más eficiente mediante la agrupación de un uso mixto de los edificios colindantes, minimizando su huella colectiva y dejando el suelo no urbanizable en su estado natural. La creación de espacios más abiertos y la reducción de superficies impermeables,

repercute en escorrentías reducidas y menos inundaciones. Esta práctica también reduce las cifras de inversión en los servicios y el diseño de infraestructura, construcción y mantenimiento. Debido a su diseño compacto, este tipo de comunidad se distingue por su accesibilidad.

Este modelo de desarrollo contribuye a la mitigación de los impactos del cambio climático. El desarrollo de alta densidad sugerida por el

diseño compacto de la comunidad puede permitir más oportunidades para guiar el desarrollo lejos de las zonas sensibles y de riesgo. No obstante, sin una planificación adecuada, puede conducir a una mayor susceptibilidad a los peligros. Por esto, es importante que todo diseño compacto de comunidades considere la ubicación de las zonas propensas a desastres, así como la ubicación y la capacidad de carga de las rutas de evacuación. El diseño de la comunidad compacta se implementa más eficazmente en conjunto con ordenanzas de

zonificación que regulen el desarrollo en áreas propensas a desastres, y códigos de construcción fuertes. Además, los espacios que se conservarán abiertos como parte del diseño, deben zonificarse de manera consistente con los planes de infraestructura verde vigentes, y los corredores verdes migratorios para humedales, entre otras consideraciones. Otros conceptos relacionados al diseño de comunidades compactas incluyen el diseño de construcción compacta, diseño de conservación y desarrollo en clúster.

## Turismo y desarrollo económico

Muchas de las acciones ya descritas para las comunidades — como reducir el efecto de islas de calor, las inundaciones, y la protección de los cuerpos de agua— también tienen el beneficio adicional de mejorar la estética de la comunidad y hacerlas más agradables, no sólo para los residentes, sino también para los turistas locales e internacionales. Por otro lado, los servicios de

arquitectos paisajistas son útiles para integrar prácticas de embellecimiento de la comunidad. Además, existen diversas oportunidades disponibles para los agricultores y pescadores para el desarrollo del ecoturismo y agroturismo en sus comunidades, lo cual sirve de complemento cuando las capturas o el rendimiento de los cultivos son bajos.

## Biodiversidad: ecosistemas, especies y servicios ecológicos

Los beneficios de la naturaleza no se limitan sólo a los niveles nacional y municipal. De hecho, las comunidades se benefician más de forma individual de la protección de los servicios que proporcionan los ecosistemas —como la filtración del agua, la reducción de la energía de las olas, la reducción del calor, la retención de las

aguas, entre otros. Por ejemplo, los manglares pueden ser un factor importante en los esfuerzos locales de adaptación, ya que ofrecen una barrera natural contra las inundaciones. Sin embargo, en muchos países y en Puerto Rico, los bosques de manglares fueron eliminados en el pasado y su recuperación ha sido lenta. La reforestación de

manglares representa una medida infalible para la protección de los recursos y la adaptación al cambio climático (Meister, 2009). Así, el manejo comunitario de áreas naturales es una opción para mantener los servicios ecológicos, educativos y hasta económicos dentro de las comunidades, empoderando a la ciudadanía mientras se protegen los recursos.

La Tabla 13 ofrece un resumen general de las opciones de adaptación por sector a nivel de las comunidades discutidos en esta sección.

A continuación, presentamos un estudio de caso relacionado al tema de estrategias de adaptación al cambio climático para la biodiversidad.

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Adaptación de la Gran Barrera de Coral a un clima cambiante

### Líderes del estudio de caso:

Autoridad del Parque Marino Gran Barrera de Coral

### Año:

2007-2012

### Tipos de adaptación:

planificación; adaptación no física

La Gran Barrera de Coral se extiende más de 2,300 kilómetros a lo largo de la costa noreste de Australia, y se considera el mayor y más espectacular arrecife en el mundo. El arrecife tiene flora y fauna únicas, y se seleccionó como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 1981. También es de gran importancia económica para la industria turística y de ocio de Australia. Según la Autoridad del Parque Marino Gran Barrera de Coral (GBRMPA), la industria del

turismo y el ocio conectado al arrecife aporta 6.9 billones de dólares australianos a la economía.

El informe del IPCC de 2007 muestra que la Gran Barrera de Coral será uno de los hábitats más afectados por el cambio climático. El aumento del nivel del mar y el aumento de las temperaturas amenaza a los corales, haciendo que se blanquean y mueran debido a la acidificación del océano. Se espera que estos impactos afecten significativamente la biodiversidad, la pesca y el turismo en la región. Por lo tanto, se necesitan medidas de adaptación extensas para proteger esta reserva natural única.

Con este fin, la GBRMPA desarrolló un plan de acción (GBRMPA, 2007) que establece estrategias de adaptación para el arrecife. El mismo, se basa en una evaluación exhaustiva de los posibles impactos del cambio climático en la Gran Barrera de Coral, y se centra en cuatro objetivos principales, que son:

- Atenuar los impactos del cambio climático en la Gran Barrera de Coral
- Mejorar la capacidad de recuperación del ecosistema
- Adaptar las empresas y las comunidades locales a las nuevas realidades

**Tabla 13: Resumen de opciones de adaptación a nivel de las comunidades**

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
<b>COMUNIDADES</b>		
<p><b>Clima más cálido (días y noches más calientes)</b></p> <p><b>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</b></p>	<p>Salud Turismo Recreación Seguridad Calidad de vida</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar un programa de reducción para islas de calor urbano que incluya un programa o plan de bosque urbano</li> <li>• Aprovechar los esfuerzos de infraestructura verde y aumentar la cubierta vegetal, los jardines de lluvia y los techos verdes</li> <li>• Aumentar el grado de reflejo de luz solar (ej. techos y pavimentos frescos)</li> <li>• Desarrollar el ecoturismo y oportunidades de agroturismo en las comunidades de agricultores y pescadores, para complementar sus ingresos cuando las capturas o el rendimiento de los cultivos sean bajos</li> </ul>



Restauración de dunas en el Municipio de Isabela. Crédito de foto: Dr. Robert Mayer

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>	<p>Salud Turismo Recreación Seguridad Calidad de vida Desarrollo económico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporcionar información sobre sus conocimientos y prácticas en relación a los peligros costeros y las medidas de respuesta a amenazas tales como huracanes, tormentas y tsunamis (aunque estos últimos no están relacionados a cambios en el clima), así como rutas de evacuación, protocolos de seguridad en el hogar y la resistencia</li> <li>• Modificar y mejorar la capacidad de sus sistemas de drenaje, y tener en cuenta el cambio climático en la aplicación y actualización de los planes de manejo de aguas pluviales existentes. Para esto, deben a su vez:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actualizar y cumplir con la normativa de aguas pluviales</li> <li>2. Diseñar cuencas de detención que imiten estanques naturales, con pendientes laterales suaves y vegetación nativa</li> <li>3. Limitar y eliminar de superficies impermeables</li> <li>4. Adquirir servidumbres para nuevas y más amplias zanjas de drenaje</li> <li>5. Aplicar y hacer cumplir las regulaciones de transmisión para las descargas</li> <li>6. Mejorar la capacidad de carga y almacenamiento de los arroyos, canales y cuencas a través de un programa de mantenimiento continuo</li> <li>7. Instalar tuberías y alcantarillas más grandes</li> <li>8. Añadir sistemas de bombeo</li> <li>9. Crear charcas de retención y detención</li> <li>10. Considerar la conversión de alcantarillas a puentes</li> </ol> </li> <li>• Incorporar la infraestructura verde:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear superficies impermeables, tales como techos, carreteras y caminos de entrada</li> <li>2. Crear jardines de lluvia, surcos y tiras con vegetación, silvicultura urbana, pavimento poroso, techos verdes, aljibes para almacenar el agua de lluvia y cisternas, y disminuir la desconexión</li> </ol> </li> <li>• Evaluar para identificar los emisarios de aguas pluviales con mayores probabilidades de inundarse, y desarrollar manejo de prácticas de aguas pluviales de bajo impacto (low-impact development)</li> <li>• Trabajar con la AAA para apoyar los esfuerzos y proporcionar protección adicional, como:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambios alentadores en el comportamiento</li> <li>2. Modificación de las operaciones de servicios de agua</li> <li>3. Diversificación de los suministros de agua</li> <li>4. Integración de la gestión de las aguas subterráneas y superficiales</li> <li>5. Aumentar la capacidad de almacenamiento</li> <li>6. Emplear de las nuevas tecnologías</li> <li>7. Revisar reglamentos y los códigos de construcción</li> <li>8. Sincerar las tarifas de agua</li> <li>9. Reasignar distribución del agua</li> <li>10. Reubicar de las infraestructuras existentes y re-equiparlas</li> <li>11. Incorporar la infraestructura verde</li> </ol> </li> <li>• Combinar restricciones con los programas de adquisición, demolición, y reubicación; ofrecer opciones más seguras a los dueños de propiedades luego de pérdidas o daños a sus hogares o negocios</li> <li>• Donde se permita la reconstrucción, cumplir con los requisitos de permisos generales para la nueva construcción, incluso para aquellas estructuras que fueron no conformes antes de su pérdida</li> <li>• Notificar a los propietarios que pueden vender o donar su servidumbre para propósitos de conservación y protección ambiental de la comunidad</li> <li>• Reforestar los ecosistemas costeros, como los manglares</li> </ul>

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
Aumento de las zonas afectadas por sequías	Salud Seguridad Calidad de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de los planes de sequía y de manejo del agua por la AAA</li> </ul>
Todo	Salud Turismo Recreación Seguridad Calidad de vida Desarrollo económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implantar una serie de estrategias de crecimiento inteligente (smart growth)</li> <li>• Prohibir la construcción cuando afecte terrenos públicos</li> <li>• Ofrecer asistencia y desincentivos (ej. no proporcionar financiamiento para infraestructura u otros servicios que estimulen la construcción en áreas inapropiadas)</li> <li>• Dirigir la nueva construcción lejos de las áreas sensibles y propensas a amenazas, en lugar de tener que restaurar terrenos degradados y reforzar o remover las estructuras existentes</li> <li>• Utilizar la zonificación para regular el uso de las parcelas, la densidad del desarrollo, las dimensiones de construcción, retrocesos, superficies impermeables, tipos de construcción, estructuras de protección de costas, y paisajismo, entre otros</li> <li>• Utilizar el concepto de diseño compacto de la comunidad para producir desarrollo y al mismo tiempo reducir escorrentías e inundaciones, los costos de inversión en los servicios y diseño de infraestructura, construcción y mantenimiento</li> <li>• Aprovechar los co-beneficios de prácticas de adaptación e integrar el embellecimiento de la comunidad a estos esfuerzos</li> </ul>





## Adaptación a Nivel del Hogar





## Adaptación a Nivel del Hogar

### El hogar como motor principal de la adaptación

La información más importante que esperamos que esta guía ofrezca a los ciudadanos y propietarios de viviendas, es que la adaptación al cambio climático tiene que ocurrir en todos los niveles, pero sobre todo a nivel del hogar. La adaptación es local (Apel et al., 2010). Estar conscientes de los riesgos actuales y los posibles riesgos a los que usted y sus seres queridos estarían expuestos en el futuro, es fundamental para garantizar la capacidad de recuperación en todas las áreas de su vida: la seguridad personal, la salud, la seguridad de la propiedad, la productividad del trabajo y el disfrute la vida. Por lo tanto, se recomienda que desarrolle un plan estratégico de adaptación al cambio climático a nivel personal y familiar. Para esto, es imperativo informarse a profundidad sobre el cambio climático y, en ese proceso, examinar cómo los cambios proyectados pueden afectarlo directamente a usted, su familia, su lugar de residencia o trabajo, escuela y áreas recreativas,

así como a la calidad de vida de sus descendientes. Estas interrogantes son la base para su plan de adaptación y preparación ante los riesgos del cambio climático.

Para comenzar a descifrar las mejores opciones y estrategias de adaptación para su hogar, es crucial que adopte nuevos comportamientos y medidas, especialmente:

- Estar atentos a todos los riesgos alrededor del hogar
- Ser activos en los procesos de su gobierno local

A continuación presentamos una serie de medidas de adaptación enmarcados en estas dos acciones principales. Entre ellas, se incluyen alternativas para asegurar los abastos de comida, agua y refugio en el hogar.



## Garantizar el acceso a los alimentos<sup>36</sup>

Para asegurar los abastos de comida en su hogar y fortalecer su resiliencia ante los efectos proyectados del cambio climático, debe considerar:

- Mantener reservas de alimentos en el hogar
- Desarrollar huertos caseros y comunitarios
- Promover el consumo de alimentos del

país y el desarrollo de la agricultura local

- Apoyar los mercados de alimentos locales
- Abogar o invertir en la agricultura local
- Reciclar, reutilizar, compostar y reducir los desperdicios
- Informarse y orientar a otras personas sobre las amenazas del cambio climático a la seguridad alimentaria

## Garantizar el refugio seguro

### Preparación de las casas para enfrentar el cambio climático<sup>37</sup>

Una casa ofrece a sus ocupantes un refugio contra efectos adversos del clima. Sin embargo, ante los cambios climáticos, su casa podría no ser capaz de satisfacer esta necesidad. Como hemos discutido anteriormente, las temperaturas están aumentando, los niveles del mar están subiendo y los extremos en el clima son más probables. Si se considera el cambio climático en el proceso de diseño o remodelación del hogar, es probable que dure más tiempo, posiblemente durante toda su vida. Por otra parte, en la compra de una casa asegúrese de que está consciente de su ubicación en lo que respecta a los posibles riesgos relacionados al cambio climático —

como inundaciones, tsunamis, terremotos, deslizamientos de tierra, y los vientos de los huracanes.

Lamentablemente, aunque es importante reducir nuestra vulnerabilidad ante el cambio climático a través de medidas de la mitigación —como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero—, muchas oportunidades de evitar en sí los impactos del cambio climático ya han pasado. Si queremos garantizar que nuestros hogares se mantengan seguros, tenemos que tomar en cuenta y adaptarnos al clima futuro.

<sup>36</sup> Tomado de Comas-Pagán (2012).

<sup>37</sup> Tomado textual y traducido de Australian Government (n.d.).

## Protección contra inundaciones

Evidentemente, el riesgo de inundaciones en las viviendas puede reducirse si se evita construir en zonas propensas a inundación, como los valles inundables de los ríos y las zonas costeras de baja altitud. Otras opciones para reducir el riesgo de inundación son:

- Elevar la estructura o niveles mínimos de suelo
- Construir casas de varios pisos, dejando el nivel más bajo para usos no habitables
- Construir con materiales resistentes al agua (ej. hormigón o fibrocemento)
- Asegurar el funcionamiento del sistema de drenaje, para que el agua pueda fluir luego de una inundación
- Elevar equipos vulnerables (ej. generadores de electricidad)
- Construir un dique alrededor de la casa
- Construir un jardín que redirija el agua (jardín de lluvia)

Por otra parte, algunas de las estrategias para lidiar específicamente con el aumento del nivel del mar, las marejadas ciclónicas y las tormentas, son:

- Proteger (ej. construcción de diques, restauración de los ecosistemas que sirven de barrera)
- Acomodarse (vivir con el impacto)
- Retirarse (reubicar la residencia)

Para más información sobre estas estrategias, puede referirse a los capítulos anteriores donde se han discutido en detalle. A continuación, presentamos un estudio de caso que ofrece un ejemplo de una estrategia contra inundaciones y crecidas adoptada por una comunidad en particular.

### RECURSOS PARA CONOCER MÁS SOBRE LOS RIESGOS DE SU RESIDENCIA

**JUNTA DE PLANIFICACION DE PUERTO RICO:**

[WWW.JP.GOBIERNO.PR/AVI/AREASDERIESGO/MAPASDERIESGOAINUNDACION/TABID/76/DEFAULT.ASPX](http://WWW.JP.GOBIERNO.PR/AVI/AREASDERIESGO/MAPASDERIESGOAINUNDACION/TABID/76/DEFAULT.ASPX)

**FEMA, MAPAS DE INUNDACIONES:**

[WWW.FEDERALFLOOD.COM/](http://WWW.FEDERALFLOOD.COM/)

**AGENCIA ESTATAL PARA EL MANEJO DE EMERGENCIAS DE PUERTO RICO:**

[WWW2.PR.GOV/AGENCIAS/AEMEAD/PORTALEDUCATIVO/PAGES/DEFAULT.ASPX](http://WWW2.PR.GOV/AGENCIAS/AEMEAD/PORTALEDUCATIVO/PAGES/DEFAULT.ASPX)

**ADMINISTRACION DE VALLES INUNDABLES DE PUERTO RICO:**

[WWW.JP.GOBIERNO.PR/AVI/AREASDERIESGO/MAPASDERIESGOAINUNDACION/TABID/76/DEFAULT.ASPX](http://WWW.JP.GOBIERNO.PR/AVI/AREASDERIESGO/MAPASDERIESGOAINUNDACION/TABID/76/DEFAULT.ASPX)

**CATASTRO DIGITAL DE PUERTO RICO:**

[WWW.SATASGIS.CRIMPR.NET/CDPRHELP/TUTORIAL.HTML](http://WWW.SATASGIS.CRIMPR.NET/CDPRHELP/TUTORIAL.HTML)

**PORTAL DEL CONSEJO DE CAMBIO CLIMATICO DE PUERTO RICO:**

[WWW.PR-CCC.ORG](http://WWW.PR-CCC.ORG)

## Aprendiendo de nuestros vecinos y otros países

### Estudio de caso:

Casas flotantes/ arquitectura del futuro en zonas especialmente amenazadas

### Líderes del estudio de caso:

Dura Vermeer y 46 propietarios de hogares en Países Bajos

### Año:

2005

### Tipos de adaptación:

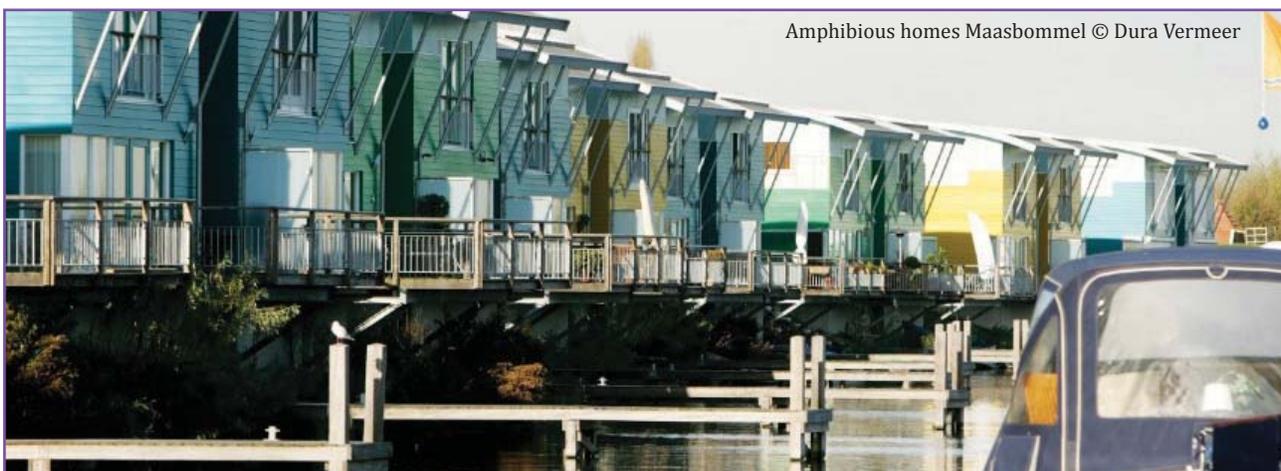
acomodo; adaptación física

Arquitectos y planificadores holandeses desarrollaron un concepto denominado casas anfibia, como una estrategia de adaptación al constante aumento del nivel del mar. La idea de los planificadores era que las casas no necesariamente tienen que ser construidas en tierra firme, sino que también se pueden construir

sobre el agua. El primer proyecto de este tipo se desarrolló cerca de la ciudad de Maasbommel, en los Países Bajos. Allí, Dura Vermeer —la mayor empresa de construcción del país— construyó 32 casas anfibia y 14 casas flotantes.

Las casas anfibia están fijadas a postes de amarre flexibles y descansan sobre cimientos de hormigón. Si el nivel del río donde se encuentran sube, pueden moverse hacia arriba y flotar. Los cierres de los puertos de amarre reducen el vaivén causado por el agua. Cuando el agua baja las casas también, y descansan sobre los cimientos de hormigón.

Por otra parte, hay otros conceptos de la arquitectura del agua que pueden ser explorados, como casas sobre pilotes y casas a prueba de agua. Al igual que las casas anfibia, éstas se pueden conectar a la red eléctrica y al suministro de agua potable. Así, el interés en las casas y ciudades flotantes como una forma de adaptarse a los impactos del cambio climático ha aumentado considerablemente. Actualmente, estas están siendo probadas en otras ciudades europeas, como Londres y Hamburgo.



Amphibious homes Maasbommel © Dura Vermeer

No se estimula ni se recomienda la construcción en áreas inundables ni sobre el agua, sin embargo, la preparación de las casas para enfrentar escenarios de inundabilidad, en función de los mapas sobre proyecciones de aumento del nivel del mar o en las márgenes de ríos, puede ser una estrategia de adaptación de utilidad para Puerto Rico.

## Protección contra las sequías

Históricamente, las sequías en Puerto Rico han sido poco frecuentes. A pesar de que ciertas áreas de la isla principal experimentan condiciones más secas —como Guánica y otras áreas a lo largo de la costa sur— la escasez de precipitación persistente sobre la isla sólo se ha observado durante los años 1966-1968, 1971-1974, 1976-77, 1993-1994, 1998 y más recientemente 2014-2016. Entre estas, la sequía de 1971-1974, fue la más grave en cuanto a duración y reducción en el flujo fluvial, mientras que las sequías de 1993-1994 y la del 2014-2016, han sido las peores en términos del impacto en los suministros de agua de la isla. No obstante, como estamos viendo en la actualidad, las proyecciones de cambios climáticos para el Caribe incluyen sequías más prolongadas y frecuentes en el futuro.

Por esta razón, es de vital importancia mejorar los sistemas domésticos de almacenamiento de agua en preparación para posibles interrupciones y racionamientos del servicio por sequías. El uso de cisternas para el agua potable ha tenido éxito en muchas islas del Caribe (incluyendo las Islas Vírgenes de Estados Unidos). El uso de cisternas y aljibes solía ser ampliamente utilizado en Puerto Rico. Es importante seguir las instrucciones de su proveedor de servicios de agua y de la compañía que le vende el sistema en términos de mantenimiento y limpieza, para proteger la salud y la seguridad de su familia.

Además, se pueden utilizar barriles o cisternas para recoger el agua de lluvia para el riego,

entre otros usos. Existen sistemas comerciales de recogido de agua de lluvia para azoteas. Sin embargo, una opción más sencilla y económica es desviar los desagües de agua en los exteriores de su residencia hacia barriles cubiertos con mallas metálicas u otros materiales. No obstante, debe informarse con la AAA y su municipio antes de instalar su sistema de recogido de agua de lluvia, pues podrían existir leyes que lo prohíben o lo regulen.

Finalmente, adoptar prácticas de jardinería y riego eficientes en su hogar es una gran manera de conservar los recursos limitados de agua de la isla. Según la EPA, el primer paso a tomar en esta dirección es sembrar plantas resistentes a la sequía. Además, regar su jardín con agua de lluvia o agua reutilizada ayuda a aliviar la tensión en el suministro de agua municipal. Para esto, puede reutilizar las aguas residuales o aguas grises de su hogar —tales como las que efluyen de lavabos, duchas, bañeras y lavadoras de ropa. Está comprobado que estas aguas residuales son seguras para el riego de jardines. Para reutilizar las aguas grises de su hogar, puede instalar sistemas para desviar el agua usada hacia un tanque de almacenamiento en el exterior de su residencia. Las leyes y políticas de aguas grises varían por localidad, por lo que también debe investigar si existen restricciones en su área que le puedan aplicar.

**Para más información sobre la conservación del agua en casa, visite:**

**Recogido de aguas pluviales e infraestructura verde:**

[http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/gi\\_what.cfm#rainwaterharvesting](http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/gi_what.cfm#rainwaterharvesting)

**Reciclaje y reutilización del agua:**

<http://www.epa.gov/region9/water/recycling/>

**Productos que ahorran agua en casa, patio y negocio:**

<http://www.epa.gov/WaterSense/>

## Refrescar su casa

Ante el aumento de las temperaturas, la demanda de refrigeración y aires acondicionados se intensifica. El uso de tecnología innovadora en la construcción y diseño de estructuras provee múltiples beneficios, pues permite disminuir el alto consumo de energía de los aires acondicionados y reduce al mínimo la demanda de energía al incorporar el uso de fuentes alternas (Meister, 2009).

En el año 1980, el arquitecto puertorriqueño Fernando Abruña publicó su libro titulado *Fresco Gratis* (Abruña, 1980), que ya se ha consagrado como clásico de la arquitectura. A igual que en muchos otros foros en la isla en los que el autor se ha presentado, incluyendo algunos del PRCCC—, el arquitecto explica múltiples maneras disponibles para alcanzar el confort y adaptarnos de manera más eficiente al entorno, especialmente

en el trópico. Hoy día, este tipo de estrategia se conoce como acondicionamiento pasivo. En su libro, Abruña recomienda principalmente la selección de materiales de construcción diseñados específicamente para aislar en calor en el trópico, aumentando y disminuyendo su masa según la situación. También, recomienda tener cuidado con el control de la humedad, que puede ser fuente de estrés ante el aumento en las temperaturas. Además, se deben conocer los patrones de viento y como estos afectan las estructuras, así como la topografía y su comportamiento. Finalmente, se deben colocar las aberturas de la estructura de manera que provoquen que el aire fluya a través de la mayor cantidad de espacios posibles. A continuación, presentamos un ejemplo de implementación de este tipo de enfoque, precisamente por el mismo autor.

## Aprendiendo de nuestras experiencias

### Estudio de caso:

Hogar Ecohab/ asequible y respetuoso del medio ambiente, en San Juan, Puerto Rico

### Líderes del estudio de caso:

Fernando Abruña, Margaret Musgrave, Abruña & Musgrave Architects, FAIA, Peter Palos, PE Verde Homes Inc.

### Año:

2014

### Tipos de adaptación:

acomodo; adaptación física



Cortesía de greenbuildermedia.com  
Credito de Foto: Luis Roca Iguina

Ecohab es un proyecto experimental de vivienda sustentable de dos unidades construidas a través del Municipio de San Juan para el programa HOME del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD). El mismo ocupa 564 metros cuadrados de parcelas previamente impactadas, situadas en un distrito residencial de mediana densidad previamente existente, y en una calle sin salida.

Las unidades comparten una pared medianera, duplicando así la densidad del desarrollo. Cada unidad consta de sala, cocina, comedor, tres dormitorios y un baño, con una superficie bruta de 900 a 920 pies cuadrados. Se construyeron en el lugar con paneles de hormigón aislante pre-fabricado, haciendo innecesario el uso de encofrado de madera, método común en la industria de construcción local. Cada unidad tiene un estacionamiento de grava y un jardín de bajo mantenimiento. Su ubicación se seleccionó considerando la accesibilidad peatonal a servicios, amenidades y otras necesidades en la urbe —incluyendo iglesias, parques, y farmacias, entre otros.

Los espacios interiores de las unidades son, además, convenientemente transformables para acomodarse a cambios en la composición familiar a través de la vida útil de la estructura, mediante la integración de rejillas de plástico plegables que se abren y evitan la necesidad de demolición o construcción. Los cambios pueden llevarse a cabo en cuestión de minutos.

Por otra parte, las casas también cuentan con patios interiores que permiten la iluminación del espacio interno con luz solar y ventilación natural.

Esto a su vez maximiza la eficiencia del consumo energético. También cuentan con calentadores solares, sistemas de recolección de agua de lluvia e inodoros que funcionan con un solo galón de agua. Las aguas grises del lavabo y la ducha se reutilizan para el riego subterráneo del jardín. Además, todos los electrodomésticos, lámparas

y abanicos cuentan con la clasificación Energy Star. Todos estos elementos han conseguido que estas unidades sean las primeras certificadas como Energy Star Homes en todo el Caribe, y se encuentran en el proceso de obtener más certificaciones que validan su manejo eficiente de los recursos.

## Proteger las escuelas

Las escuelas son una extensión de los hogares. Luego de determinar los peligros que podrían afectar su casa, es importante conocer los riesgos que afectan o pudieran afectar las escuelas de sus hijos, así como las vías de acceso a éstas.. Por ejemplo, muchas escuelas en Puerto Rico sufren riesgos de inundación. Por lo tanto, debe formularse preguntas como:

- ¿Tiene la escuela de mis hijos un programa de preparación ante emergencias?
- ¿La escuela ya ha tomado medidas para reducir los riesgos para los niños?

Si sus respuestas a estas y otras preguntas son negativas, como padre, debe compartir esta información sobre la importancia de reducir los riesgos climáticos de la escuela, y ofrecer su participación para un plan de adaptación. Muchos de los métodos ya discutidos en esta guía para reducir la exposición a riesgos se pueden aplicar a edificios escolares, vías de acceso y estacionamientos.



A continuación, la Tabla 14 ofrece un resumen general de las opciones de adaptación a nivel del hogar que hemos discutido en esta sección.

**Tabla 14: Resumen de opciones de adaptación a nivel del hogar**

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
<b>HOGAR</b>		
<p>Clima más cálido (días y noches más calientes)</p> <p>Aumento de la frecuencia de intervalos cálidos y olas de calor</p> <p>Aumento de las zonas afectadas por sequías</p>	<p>Seguridad de alimentos</p> <p>Residuos sólidos</p> <p>Recursos hidrológicos</p> <p>Energía</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener reservas de alimentos en el hogar</li> <li>• Desarrollar huertos caseros y comunitarios</li> <li>• Promover el consumo de alimentos del país</li> <li>• Orientar a otras personas sobre la seguridad alimentaria</li> <li>• Tener reciclaje y composta</li> <li>• Usar sistemas domésticos de almacenamiento de agua potable como cisternas</li> <li>• Instituir prácticas en su casa para la conservación del agua</li> <li>• Las aguas residuales de los hogares de lavabos, duchas, bañeras y lavadoras de ropa, o “aguas grises”, se pueden reutilizar para el riego de jardines</li> <li>• Utilizar la tecnología innovadora en la construcción y diseño de la arquitectura para disminuir el uso de la energía para el aire acondicionado, reducir al mínimo la demanda general de energía e incorporar el uso de energías alternativas</li> </ul>

Efectos de cambio climático	Sub-Sectores	Opciones de adaptación
<p>Aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa</p> <p>Aumento de la intensidad de las tormentas y huracanes</p> <p>Aumento en el nivel del mar</p>	<p>Estructuras de hogares</p> <p>Construcción</p> <p>Energía</p> <p>Paisajismo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la compra de una casa, asegúrese de que está consciente de su ubicación en lo que respecta a los posibles riesgos del cambio climático</li> <li>• Elevar la estructura o niveles mínimos de suelo (relleno)</li> <li>• Construcción de casas de varios pisos, dejando el nivel más bajo para usos no habitables</li> <li>• Construir con materiales resistentes al agua</li> <li>• Asegurar el funcionamiento del sistema de drenaje, lo cual permite que el agua se escape después de la inundación</li> <li>• Elevar equipos vulnerables (ej. generadores de electricidad)</li> <li>• Construcción de un dique alrededor de la casa</li> <li>• Crear un jardín que redirija el agua (jardín de lluvia)</li> </ul>
<p>Todo</p>	<p>Todo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar atentos a todos los riesgos alrededor el hogar</li> <li>• Ser activo en los procesos de gobierno local</li> <li>• Considerar el cambio climático cuando una casa está siendo comprada, diseñada o remodelada</li> <li>• Minimizar la magnitud del cambio climático a través de medidas de mitigación como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero</li> <li>• Conocer los riesgos que afectan o pudieran afectar las escuelas de sus hijos</li> </ul>

## Conclusión

En esta guía, hemos presentado métodos para la evaluación de los riesgos, recursos disponibles y múltiples opciones de adaptación que se pueden implementar desde el nivel nacional hasta el individual, para desarrollar una sociedad resiliente ante los efectos climáticos. Hemos incluido, además, referencias y enlaces a diferentes recursos (ver Anejo 1) para orientar el desarrollo, implementación y monitoreo de planes de adaptación en todos los niveles y sectores de la sociedad. Finalmente, hemos presentado ejemplos breves —o estudios de casos— con opciones de adaptación para distintas áreas que ya se están realizando a nivel local e internacional.<sup>39</sup>

Las acciones de adaptación al cambio climático son versátiles y deben ajustarse a las realidades específicas de cada área. Entendemos que no existe un procedimiento único o totalmente correcto para guiar la adaptación al cambio climático. Cada método de elaboración de estrategias de adaptación tiene sus fortalezas y aplicabilidad, dependiendo del proceso específico de adaptación y de la eficiencia de los actores involucrados.

Debido a las incertidumbres asociadas con algunas opciones de adaptación, también es importante

la flexibilidad en el proceso y el aprendizaje en la práctica —o como se expresa en inglés, "*learning by doing*". En términos generales, las opciones pueden incluir estrategias específicas, enfoques regionales, y acciones y tácticas preventivas que busquen reducir las amenazas específicas del lugar, mejorar la capacidad de las especies y de los sistemas para adaptarse, comprometer a la gente en el proceso de adaptación, y mejorar el conocimiento sobre el cambio climático (Gleeson et al., 2001).

Muchas veces cuando vamos a escoger una respuesta al cambio climático nos preguntamos: ¿cómo debemos actuar responsablemente ante las condiciones de incertidumbre? Como suele ser el caso, nos enfrentamos a esta situación de forma racional, con la intención de descifrar el curso más sensato dentro de un contexto de incertidumbre fundamental. Sin embargo, en el proceso de adaptación, se debe evitar que la incertidumbre paralice la acción y sumerja a la sociedad en la inacción. En la medida en que aumentemos la producción del conocimiento, su integración en todos los niveles y el desarrollo de ideas nuevas, promoveremos una sociedad productiva, saludable, sostenible y resiliente.

<sup>39</sup> Para recursos que proveen ejemplos adicionales a los aquí presentados sobre opciones de adaptación para distintas áreas, consulte: Áreas Costeras (EPA-CREP 2009); Servicios de Agua (EPA-CREP 2012); Multi-Sectores (CCS 2011); Recursos de Agua (NRDC 2012); Región Caribe (IISD 2011)

# Anejos

# ANEJO 1: Recursos adicionales

## Riesgos y vulnerabilidad

---

Recursos a considerar en el comienzo del proceso de evaluación de riesgos y vulnerabilidad.

- **Puerto Rico Climate Change Council ([www.pr-ccc.org](http://www.pr-ccc.org))**  
Portal del Consejo de Cambios Climáticos de Puerto Rico
- **A Community-Based Social Marketing Approach to Promoting Safe Growth in Coastal Communities**  
Esta publicación es una herramienta para ayudar a los planificadores a comunicar el valor y los beneficios de la planificación integral.
- **Example Assessment Maps**  
Ejemplos de mapas de vulnerabilidad y evaluación de riesgos del Condado de Miami-Dade en el estado de Florida.
- **Geospatial Data Checklist**  
Lista de datos espaciales que pueden ser utilizados en la creación de mapas de riesgo y evaluación de vulnerabilidad.
- **Introduction to Stakeholder Participation**  
Esta publicación ofrece una guía y explica algunas de las consideraciones más importantes para aumentar la participación de los interesados.
- **Potential Participant Checklist**  
Lista de agencias y organizaciones que deben ser consideradas en la evaluación
- **Stakeholder Engagement Strategies for Participatory Mapping**  
Esta publicación ofrece estrategias simples para que facilitadores dirijan los procesos de cartografía participativa. Debido a que hay varios aspectos a considerar en la cartografía participativa, esta publicación se enfoca principalmente en capturar la participación de los interesados.
- **Storyboards and Photos**  
Fotos de evaluaciones previas llevados a cabo mediante un proceso de hoja de ruta (roadmap).
- **Understanding an Audience's Social Values: Communicating with Americans with Different Worldviews on Global Warming**  
Esta publicación proporciona información útil para la comunicación sobre el cambio climático, evaluaciones de riesgo y vulnerabilidad a grupos interesados.

# Hazards Profile

---

Recursos a para explorar riesgos pertinentes, tendencias climáticas e impactos potenciales para la evaluación de riesgos y vulnerabilidad de la comunidad.

- **Coastal Climate Adaptation Resources**

Este enlace provee prácticas comunitarias para acceder y compartir recursos de adaptación ante el clima en la costa.

- **Mapping Coastal Inundation Primer**

La guía resume el proceso de creación de mapas de inundación.

- **Coastal Inundation Mapping**

Este curso de dos días ofrece una combinación de conferencias y ejercicios prácticos para ofrecerles a los estudiantes una mejor comprensión sobre problemas de inundaciones costeras y métodos de creación de mapas utilizando un sistema de información geográfica (GIS).

- **FEMA Website**

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) ofrece enlaces para adiestramientos, becas, servicios de mapas, entre otros.

- **GIS Web Services for the FEMA National Flood Hazard Layer**

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) proporciona acceso a su capa de riesgo de inundación a través de mapas en su enlace de internet.

- **Historical Hurricane Tracks**

Esta herramienta de mapas interactivos busca y muestra datos globales de ciclones tropicales. Los usuarios pueden indagar en la información de tormentas ya sea por el nombre, código postal, ciudad, estado, región geográfica, como también mediante coordenadas.

- **Incorporating Sea Level Change Scenarios at the Local Level**

Esta publicación describe ocho pasos para ayudar a las comunidades a calcular distintos escenarios sobre el cambio del nivel del mar y comunicar sus impactos.

- **NOAA National Climatic Data Center**

Este enlace proporciona información del tiempo, como también acceso a datos climáticos y meteorológicos históricos.

- **Regional Climate Information from the U.S. Global Change Research Program**

Este enlace presenta información regional sobre las implicaciones del cambio climático en los diversos aspectos de la sociedad y la economía.

- **Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes (SLOSH)**

El modelo SLOSH es un programa numérico computarizado desarrollado por el Servicio Meteorológico Nacional para estimar alturas de marejadas ciclónicas resultantes de los huracanes.

- **Sea Level Rise and Coastal Flooding Impacts Viewer**

El visualizador provee posibles impactos por el aumento del nivel del mar. La información incluye datos e imágenes sobre inundaciones por el alza del nivel del mar, incertidumbre, frecuencia de inundaciones, impactos a humedales y socioeconómicos.

- **Sea Levels Online**

El visualizador muestra los cambios promedios en el nivel del mar, el aumento o disminución del nivel del mar, que ha sido calculado en 128 estaciones de nivel del agua utilizando un lapso mínimo de 30 años de observaciones en cada lugar.

- **Sea Level Rise Tool for Sandy Recovery**

La herramienta está diseñada principalmente para ayudar a los esfuerzos de planificación a largo plazo en estados y comunidades afectadas por el huracán Sandy.

- **Spatial Hazard Events and Losses Database for the United States (SHELDUS)**

Este enlace ofrece datos sobre riesgos a nivel de condados establecidos para los EE.UU, para eventos de peligros naturales como: tormentas, huracanes, inundaciones, incendios forestales y tornados. Mapas y gráficos confeccionados están disponibles para cada estado.

## Perfil Social

---

### Recursos para ayudar a evaluar las fortalezas y vulnerabilidades de la población local.

- **Flood Exposure Snapshot**

Esta herramienta ofrece a funcionarios locales observación rápida de la demografía, infraestructura y del ambiente dentro de la zona de inundación del condado.

- **Social Vulnerability Index for the United States, 2006-2010**

Este índice mide la vulnerabilidad social de los condados de EUA a los riesgos ambientales.

- **United States Census Bureau**

Datos de la población, vivienda, economía y geografía son accesibles en este enlace.

## Perfil de Infraestructura

---

Recursos para identificar las fortalezas y vulnerabilidades del ambiente construido.

- **American Planning Association (APA) Newsletter: Zoning Practice – Practice Resilience**

Examina los principios de crecimiento inteligente (smart growth) que apoya la resiliencia para los riesgos costeros.

- **American Planning Association (APA) Newsletter: Zoning Practice – Practice Safe Growth Audits**

Examina la necesidad de las comunidades para implantar prácticas de crecimiento seguro para prevenir los conflictos de crecimiento futuro.

- **Critical Facilities Flood Exposure Tool**

Esta herramienta provee una evaluación rápida de las facilidades críticas y de carreteras dentro de las áreas de riesgo a inundación de 1%.

- **FEMA NFHL WMS**

FEMA provee acceso a las capas de Riesgo de Inundación Nacional (NFHL, por sus siglas en inglés) a través de su servicio de mapas para usuarios del SIG.

- **Flood Exposure Snapshot**

Esta herramienta ofrece a funcionarios locales observación rápida de la demografía, infraestructura y del ambiente dentro de la zona de inundación del condado.

- **Hazards U.S. Multi-Hazard (HAZUS-MH)**

Este enlace presenta un método estándar aplicable nacionalmente para estimar las posibles pérdidas por terremotos, vientos huracanados e inundaciones.

- **National Flood Hazard Layer Web Map Service in Google Earth**

Esta herramienta (Stay Dry) permite que usuarios de Google Earth puedan visualizar información básica de los riesgos de inundación de una comunidad o dirección.

# Perfil de Ecosistemas

---

## Recursos para identificar las fortalezas y vulnerabilidades de los recursos naturales

- **CanVis Simulation Tool**

Can Vis es un programa de visualización usado para “ver” los posibles impactos de las construcciones en la costa o del aumento del nivel del mar.

- **Coastal Change Analysis Program (C-CAP) Land Cover Change Atlas and Data Sheets**

Mapa interactivo para visualizar la cubierta del terreno y sus cambios. Hoja de datos y datos sin procesar están disponibles para descargar (download).

- **Coastal Resilience**

Examina la condición social y exposición económica de las comunidades costeras y su relación con la migración potencial de los humedales costeros.

- **Conserving Coastal Wetlands for Sea Level Rise Adaptation**

Data, herramientas e información para identificar comunidades y humedales vulnerables y priorizar los esfuerzos de conservación de humedales.

- **Habitat Priority Planner**

The planner is a GIS tool that helps prioritize conservation, restoration, and natural resource management actions.

- **Introducing Green Infrastructure for Coastal Resilience Training**

Este taller presenta los conceptos de infraestructura verde que apoyan la resiliencia costera y estudia los beneficios recibidos de los recursos naturales.

- **Marshes on the Move**

Provee un conocimiento básico de los parámetros, incertidumbres y usos apropiados de los modelos que representan los impactos futuros del aumento del nivel del mar en los humedales costeros.

- **Scanning the Conservation Horizon: A Guide to Climate Change Vulnerability Assessment**

Esta guía se enfoca en los componentes claves de vulnerabilidad, sensibilidad y exposición. Además, revisa las mejores prácticas para realizar evaluaciones enfocadas en las especies, hábitats y ecosistemas.

- **Wetland Benefits Snapshot**

Provee una observación rápida a como los humedales contribuyen a comunidades costeras económicamente más productivas, limpias y seguras.

# Estrategias para el Manejo de Riesgos

---

Recursos para tener una implantación exitosa de las medidas determinadas en el análisis de vulnerabilidad y riesgo

- **EPA Green Infrastructure Website**  
Es una fuente de información, herramientas y estudios de casos relacionados con la infraestructura verde.
- **Hazard Mitigation: Integrating Best Practices into Planning**  
Proporciona orientación sobre cómo integrar las estrategias de mitigación de riesgos en la planificación y crear planes funcionales. Muestra cómo pueden incorporarse la mitigación de riesgos en los códigos de zonificación. Discute las mejores prácticas sus aplicaciones.
- **Introducing Green Infrastructure for Coastal Resilience Training**  
Este curso de tres horas presenta a los estudiantes los conceptos de infraestructura verde que desempeñan un papel fundamental en la creación de comunidades costeras resilientes.
- **No Adverse Impact: A Common Sense Strategy for Floodplain Management**  
Ningún impacto adverso para el Manejo de las llanuras de inundables, ofrece una nueva y efectiva filosofía de gestión costera, y también identifica sus fundamentos legales.
- **Smart Growth Online**  
Noticias, investigación, presentaciones, publicaciones y otros recursos relacionado con el crecimiento inteligente y apoyados por el financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental Federal.
- **The Green Infrastructure Center**  
Otra fuente de información sobre la infraestructura verde

## Recursos de financiamiento

---

### Oportunidades de financiamiento

- **Coastal Zone Enhancement Grants (Section 309)**  
La Ley de Manejo de la Zona Costera Federal (CZMA), en la Sección 309, ofrece un financiamiento especial para ayudar a los Estados inscritos en el programa para desarrollar o implementar cambios en su Programas de Manejo de la Zona Costera estatal aprobado por el gobierno federal.
- **Community Assistance Program, State Support Services Element (CAP-SSSE)**  
Este programa proporciona fondos a los estados para proporcionar asistencia técnica a las comunidades en el Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en

inglés) y para evaluar el desempeño de la comunidad en la implementación de las actividades de gestión del NFIP en la llanura de inundación.

- **Flood Mitigation Assistance Program**

El Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones proporciona fondos para ayudar a los estados y las comunidades a implementar medidas para reducir o eliminar el riesgo a largo plazo de los daños por inundaciones a edificios, viviendas prefabricadas y otras estructuras asegurables bajo el Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones.

- **Pre-Disaster Mitigation Program**

Fondos para la planificación de mitigación de riesgos y la implementación de proyectos de mitigación antes de que ocurra algún evento de desastre.

- **Repetitive Flood Claims Program**

Este programa proporciona fondos a los estados y comunidades para reducir o eliminar el riesgo a largo plazo de los daños por inundaciones a las estructuras aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones que han tenido una o más reclamaciones por daños por inundación, y que no puede cumplir con los requisitos de Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones.

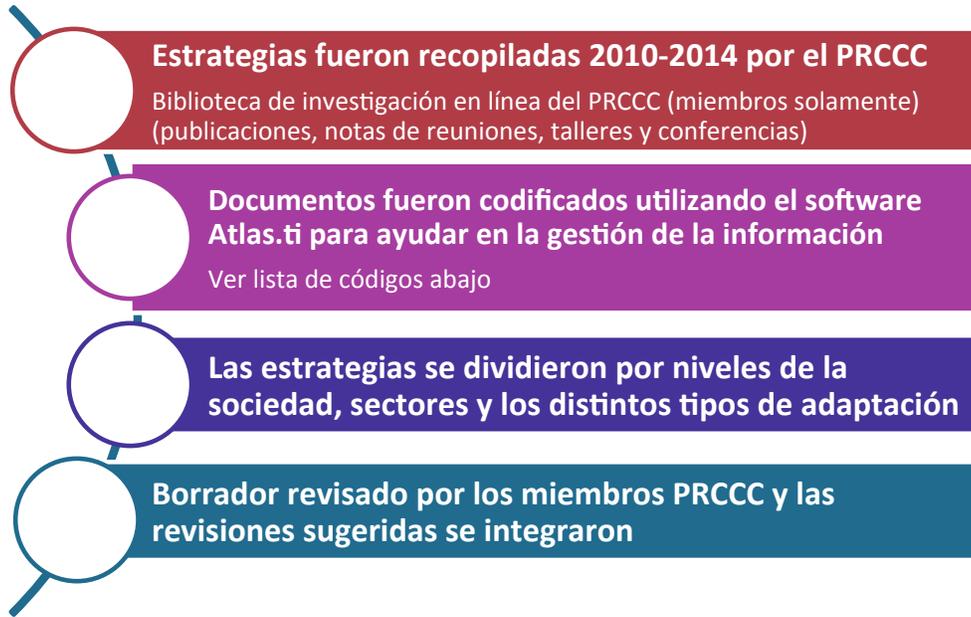
- **Severe Repetitive Loss Program**

Proporciona fondos para reducir o eliminar el riesgo a daños por inundaciones en pérdida severas y repetitivas a las estructuras aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones.

- **Other Funding Opportunities**

Información sobre becas y programas de fondos adicionales. Proporciona enlaces a las oportunidades de financiamiento de dos maneras: por categoría y por región.

## ANEJO 2: Metodología



### LOS CÓDIGOS DEL ANÁLISIS DE LOS DOCUMENTOS PARA LA GESTION DE LA INFORMACIÓN USANDO ATLAS SOFTWARE (EN INGLES)

Accommodation	Ecosystems, species, ecosystem services	Natural Resources
Adaptive capacity/soft	Education	New institutional alliances
Agriculture/food security	Effect on Mitigation	Planning
Air Conditioning	Enforcement	Policy
Building/Architecture	Existence of cheap safety margins	PRCCC Recommendations
Capacity Building	Faith Based	Protection
Capital Investments	Financial	Regulatory
Case Study	Fisheries	Research
Challenges for the Islands	Hard	Retreat
Coastal Communities	Implementation	Reversible/Flexible
Command and Control	Information	Social Justice
Cooling Capacity	Integrated Coastal Management	Soft
Coral reefs	Integrated Nature and Water Management	Solid Waste
Critical Infrastructure	Institutional	Stakeholder Engagement
Ecological Networks	Maintenance and Operations	Synergies with mitigation
Economic Development	Media/Press	Tourism and Recreation
		Transportation
		Wastewater/Stormwater
		Water Resources
		Wetlands

## Referencias

---

- Abruña, F. (1980). *Fresco gratis*. San Juan, PR: Future Conceptions Workshop.
- Apel, M., McDonell, L., Moynihan, J. Simon, D., & Simon-Brown, V. (2010). *Climate Change Handbook: A Citizen's Guide to Thoughtful Action*. Corvallis, OR: Contributions in Education and Outreach 4b, Forest Research Laboratory, & Oregon State University, Corvallis.
- Augustyn, F., & Chou, B. (2013). *Getting Climate Smart: A Water Preparedness Guide for State Action*. Washington, DC: American Rivers and Natural Resources Defense Council.
- Australian Government. (n.d.). *Adapting to Climate Change* [Web log post in *Your Home: Australia's guide to environmentally sustainable homes*]. Retrieved from <http://www.yourhome.gov.au/housing/adapting-climate-change>
- Brisbane Institute. (2005). *Queensland Water: Securing Our Future*. Retrieved from <http://www.brisinst.org.au>
- Brown, E.G. (2014) *California Water Action Plan*. Sacramento, CA: California Natural Resources Agency, California Environmental Protection Agency, California Department of Food and Agriculture. Retrieved from [http://resources.ca.gov/docs/california\\_water\\_action\\_plan/Final\\_California\\_Water\\_Action\\_Plan.pdf](http://resources.ca.gov/docs/california_water_action_plan/Final_California_Water_Action_Plan.pdf)
- California Emergency Management Agency (CEMA), & California Natural Resources Agency (CNRA). (2012). *California Adaptation Planning Guide*. Retrieved from [http://resources.ca.gov/docs/climate/01APG\\_Planning\\_for\\_Adaptive\\_Communities.pdf](http://resources.ca.gov/docs/climate/01APG_Planning_for_Adaptive_Communities.pdf)
- CARE. (2014). *Community-Based Adaptation in Practice: A global overview of CARE International's practice of Community-Based Adaptation (CBA) to climate change*. Retrieved from [http://www.arefrance.org/ressources/themas/1/4424,CARE\\_COP20\\_Community-based-adaptati.pdf](http://www.arefrance.org/ressources/themas/1/4424,CARE_COP20_Community-based-adaptati.pdf)

Chisari, O., & Galiani, S. (2010). Climate Change: A Research Agenda for Latin America and the Caribbean. Inter-American Development Bank, Department of Research and Chief Economist. Technical Notes (No. IDB-TN-164).

Coastal Zone Management Act , 16 U.S.C. § 1453 (1972).

Comas-Pagán, M. (2012, febrero). Vulnerabilidad y riesgos de las cadenas de suministros de alimentos de Puerto Rico y el desarrollo de estrategias de adaptación. Presentación ante la Cámara de Comercio de Puerto Rico. Obtenido a través de <http://www.camarapr.org/Presentaciones-Calaf/Agricultura-Myrna-Comas-Pagan.pdf>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas. (2015). Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática. Santiago, Chile: Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria.

Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC). (2013). Estado del clima de Puerto Rico 2010-2013 Resumen Ejecutivo: evaluación de vulnerabilidades socio-ecológicas en un clima cambiante. San Juan, PR: Programa de Manejo de la Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Oficina de Océanos y Recursos Costeros (NOAA-OCRM).

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](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

Eversole, D., & Norcross-Nu'u, Z. (2006). Natural Hazard Considerations for Purchasing Coastal Real Estate in Hawai'i: A Practical Guide for Common Questions and Answers. Honolulu, HI: Sea Grant College Program, University of Hawai'i.

Federal Highway Administration, United States Department of Transportation (DOT). (2010). Regional Climate Change Effects: Useful Information for Transportation. Retrieved from [http://www.fhwa.dot.gov/environment/climate\\_change/adaptation/publications\\_and\\_tools/climate\\_effects/](http://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications_and_tools/climate_effects/)

- Federal Highway Administration, United States Department of Transportation (DOT). (2008). Integrating Climate Change into the Transportation Planning Process. Retrieved from [https://www.fhwa.dot.gov/environment/climate\\_change/adaptation/publications\\_and\\_tools/integrating\\_climate\\_change/climatechange.pdf](https://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications_and_tools/integrating_climate_change/climatechange.pdf)
- Finley, T., & Schuchard, R. (2009). Adapting to Climate Change: A Guide for the Energy and Utility Industry. BSR Industry Series. Retrieved from [http://www.bsr.org/reports/BSR\\_Climate\\_Adaptation\\_Issue\\_Brief\\_Energy\\_Uutilities.pdf](http://www.bsr.org/reports/BSR_Climate_Adaptation_Issue_Brief_Energy_Uutilities.pdf)
- Foden, W., Mace, G., Vié, J.-C., Angulo, A., Butchart, S., DeVantier, L., Dubis, H., Gutsche, A., Stuart, S., & Turak, E. (2008). Species susceptibility to climate change impacts. In Vié, J.-C., Hilton-Taylor, C., & Stuart, S.N. (Eds.) The 2008 Review of the IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Switzerland: IUCN.
- 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.
- Gleeson, J., Gray, P., Douglas, A., Lemieux, C.J., & Nielsen, G. (2011). A Practitioner's Guide to Climate Change Adaptation in Ontario's Ecosystems. Sudbury, ON: Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources.
- Great Barrier Reef Marine Park Authority (GBRMPA). (2007). Great Barrier Reef Climate Change Action Plan 2007-2011. Retrieved from [http://www.gbrmpa.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0020/4493/climate-change-action-plan-2007-2012.pdf](http://www.gbrmpa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/4493/climate-change-action-plan-2007-2012.pdf)
- Green Builder. (n.d.). EcoHab Affordable Green Home [Web log post]. Retrieved from <http://www.greenbuildermedia.com/green-builder-hoty-entry-ecohab-affordable-green-home>
- Groves, D.G., Knopman, D., Lempert, R.J., Berry, S.H., & Waifan, L. (2007). Presenting Uncertainty About Climate Change to Water-Resource Managers: A Summary of Workshops with the Inland Empire Utilities Agency. Retrieved from [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical\\_reports/2008/RAND\\_TR505.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/technical_reports/2008/RAND_TR505.pdf)

Groves, D.G., & Lempert, R.J. (2007). A New Analytic Method for Finding Policy-Relevant Scenarios. *Global Environmental Change*, 17 (1): 73-85.

Hábitat. (2015). En Glosario de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. Obtenido a través de <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/2012-11-06-21-50-20>

Hallegatte, S. (2009). Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, 19: 240-247.

Hernández-Delgado, E.A., Ramos-Scharrón, C.E., Guerrero-Pérez, C.R, Lucking, M.A., Laureano, R., Méndez-Lázaro, P.A., & Meléndez-Díaz, J.O. (2012). Long-term impacts of non-sustainable tourism and urban development in small tropical islands coastal habitats in a changing climate: lessons learned from Puerto Rico. In Kasimoglu, M. (ed.), *Visions for Global Tourism Industry: Creating and Sustaining Competing Strategies*. doi: 10.5772/2278

ICLEI-Local Governments for Sustainability USA, The San Diego Foundation, & Tijuana River National Estuarine Research Reserve - Coastal Training Program. (2012). Sea Level Rise Adaptation Strategy for San Diego Bay: Executive Summary. Retrieved from <http://icleiusa.org/wp-content/uploads/2015/08/San-Diego-Sea-Level-Rise.pdf>

Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles. (2014, Junio). 6 soluciones de infraestructura verde para problemas urbanos [Web log post]. Obtenido a través de <http://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2014/06/10/6-soluciones-de-infraestructura-verde/>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2013). Glosario: términos comunes de la Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Obtenido a través de <http://www.inecc.gob.mx/glosario>

Jacobs, K. (2011). Proyecto de adaptación costera a los cambios climáticos 2010-2012. En Díaz, E.L., & Hevia-Rivera, K.M. (Eds.), *El estado de la costa de Puerto Rico 2009-2010*. San Juan, PR: Programa de Manejo de la Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

- Jackson, R. (2011, November). Fundamental Concepts in Adaptation Planning for Climate Change. In *Climate Change in the Caribbean 2011: Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Symposium conducted by the Puerto Rico Climate Change Council, San Juan, PR. Retrieved from [http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivientes/costasreservasrefugios/pmzc/riesgos-costeros-1/cc-conference/presentations-1/DayTwo\\_Plenary1\\_RussellJackson\\_Adaptation101.pdf](http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivientes/costasreservasrefugios/pmzc/riesgos-costeros-1/cc-conference/presentations-1/DayTwo_Plenary1_RussellJackson_Adaptation101.pdf)
- Junta de Planificación de Puerto Rico (JP). (2014). Memorial del Plan de Uso de Terrenos: guías de ordenación del territorio, borrador para vista pública. Obtenido a través de <http://gis.jp.pr.gov/put2015/memorial.html>
- Junta de Planificación de Puerto Rico (JP). (s.f.). Guía para la integración de consideraciones de cambio climático en la planificación de uso de suelos en PR. Obtenido a través de <http://www.jp.gobierno.pr>
- Long Island Sound Study (LISS). (n.d). About the Long Island Sound Study: What is Being Done to Restore and Protect the Long Island Sound? [Web log post]. Retrieved from <http://longislandsoundstudy.net/about/about-the-study/>
- Long Island Sound Study (LISS). (n.d.) Sentinel Monitoring for Climate Change in Long Island Sound: Mission and Goals [Web log post]. Retrieved from <http://longislandsoundstudy.net/research-monitoring/sentinel-monitoring/>
- Major, D.C., & O'Grady, M. (2010) Adaptation Assessment Guidebook. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1196: 229-292. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05324.x
- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., & White, K.S. (Eds.). (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Meister, H., Kröger, I. Richwien, M., Rickerson, W., & Laurent, C. (2009). *Floating houses and mosquito nets: Emerging climate change adaptation strategies around the world; case studies from selected countries*. Boston, MA: Meister Consultants Group, Inc.

National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Partnership (NFWPCAP). (2012). National Fish, Wildlife and Plants Climate Adaptation Strategy. Washington, DC: Association of Fish and Wildlife Agencies, Council on Environmental Quality, Great Lakes Indian Fish and Wildlife Commission, National Oceanic and Atmospheric Administration, & U.S. Fish and Wildlife Service.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2010). Adapting to Climate Change: A Planning Guide for State Coastal Managers. Retrieved from <http://coastalmanagement.noaa.gov/climate/docs/adaptationguide.pdf>

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2010). Local Action Strategies (LAS) for Coral Reef Conservation 2011-2015. Retrieved from <http://coralreef.noaa.gov/aboutcrp/resources/pdfs/lasreport2012.pdf>

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), US Environmental Protection Agency (EPA), International City/County Management Association, Rhode Island Sea Grant, & Smart Growth Network. (n.d.). Smart Growth for Coastal and Water Front Communities. Retrieved from <http://coastalsmartgrowth.noaa.gov/smartgrowth/fullreport.pdf>

Nicholls, R.J., & Leatherman, S.P. (1996). Adapting to sea-level rise: relative sea level trends to 2100 for the United States. *Coastal Management*, 24: 301-324.

NOAA Coral Reef Conservation Program. (2009). NOAA Coral Reef Conservation Program Goals & Objectives 2010-2015. Silver Spring, MD: NOAA.

NOAA Ocean & Coastal Resource Management. (n.d.). Multi-pronged Approach to Manage Erosion at Surfer's Point, Ventura, CA [Web log post]. Retrieved from [http://coastalmanagement.noaa.gov/initiatives/shoreline\\_ppr\\_retreat.html#2](http://coastalmanagement.noaa.gov/initiatives/shoreline_ppr_retreat.html#2)

Planning Institute of Australia (PIA). (2002). Sustainable Regional and Urban Communities Adapting to Climate Change: Partnership Proposal & Project Outline. Queensland, AU: Planning Institute of Australia.

Oficina Española de Cambio Climático (OECC), S.G. Para la Prevención de la Contaminación y del Cambio Climático, Ministerio de Ambiente. (2009). Plan Nacional para la Adaptación al Cambio Climático. Obtenido a través de [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pna\\_v3\\_tcm7-12445\\_tcm7-197092.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pna_v3_tcm7-12445_tcm7-197092.pdf)

Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC). (2009). Programa de manejo para la zona costanera de Puerto Rico: revisión y actualización. Obtenido a través de [http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/costasreservasrefugios/pmzc/pmzc/pmzc2009/PMZCPR\\_espagnol\\_2009-final.pdf](http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/costasreservasrefugios/pmzc/pmzc/pmzc2009/PMZCPR_espagnol_2009-final.pdf)

Puerto Rico Climate Change Council (PRCCC). 2013. Puerto Rico's State of the Climate 2010-2013; Assessing Puerto Rico's Social-Ecological Vulnerabilities in a Changing Climate. Puerto Rico Coastal Zone Management Program. Department of Natural and Environmental Resources. NOAA Office of Coastal and Ocean Resources Management. San Juan, PR.

Puerto Rico Tourism Company (PRTC). (2009). Puerto Rico Tourism Strategic Plan: 2009-2013. San Juan, PR: Puerto Rico Tourism Company.

Ramírez-Durand, L., & Carrero-Morales, Carlos. (n.d.) Resisting Disasters: Four Coastal Communities Against all Odds. Mayagüez, PR: Sea Grant College Program & University of Puerto Rico. Retrieved from [http://cohemis.uprm.edu/cacce/pdfs/abs\\_ramirez\\_carreropdf](http://cohemis.uprm.edu/cacce/pdfs/abs_ramirez_carreropdf)

Root, T.L., & Schneider, S.H. (1993). Can large-scale climatic models be linked with multi-scale ecological studies? *Conservation Biology* 7: 256-270.

Rosenzweig, C., & Solecki, W. (2010). Climate change adaptation in New York City: Building a risk management response. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1196. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05324.x

SB 5560-2009-10, Washington State Senate (2009) (enacted).

- Schill, S., Brown, J., Justiniano, A., & Hoffman, A.M. (2014). US Virgin Islands Climate Change Ecosystem-Based Adaptation: Promoting Resilient Coastal and Marine Communities, Guidance Document. The Nature Conservancy & NOAA Coral Reef Conservation Program. Retrieved from [https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Marine/crr/library/Documents/USVI\\_EBA\\_Guidance\\_Final.pdf](https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Marine/crr/library/Documents/USVI_EBA_Guidance_Final.pdf)
- Schleupner, C. (2007). Spatial assessment of sea level rise on Martinique's coastal zone and analysis of planning frameworks for adaptation. *J Coast Conserv*, 11 (2), 91-103. doi: 10.1007/s11852-008-0010-2
- Servicios ambientales. (2015). En Glosario de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. Obtenido a través de <http://tramites.semarnat.gob.mx/index.php/2012-11-06-21-50-20>
- SME Australia. (2007). *Climate Change Adaptations for Local Government*. Canberra, ACT: Australian Greenhouse Office, Department of the Environment and Water Resources.
- Snover, A.K., Whitely-Binder, L., López, J., Willmott, E. Kay, J., Howell, D., & Simmonds, J. (2007). *Preparing for Climate Change: A Guidebook for Local, Regional, and State Governments*. Oakland, CA: ICLEI-Local Governments for Sustainability.
- Terrasa-Soler, J.J. (2011, November). Greening the hospitality sector in Puerto Rico. In *Climate Change in the Caribbean 2011: Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands*. Symposium conducted by the Puerto Rico Climate Change Council, San Juan, PR. Retrieved from [http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/costasreservasrefugios/pmzc/riesgos-costeros-1/cc-conference/presentations-1/DayOne\\_Plenary4\\_Panel\\_JoseJuanTerrasa.pdf](http://www.drna.gobierno.pr/oficinas/arn/recursosvivos/costasreservasrefugios/pmzc/riesgos-costeros-1/cc-conference/presentations-1/DayOne_Plenary4_Panel_JoseJuanTerrasa.pdf)
- The Interagency Working Group on Climate Change and Health (IWGCCH). (2010). *A Human Health Perspective on Climate Change: A Report Outlining the Research Needs on the Human Health Effects of Climate Change*. Research Triangle Park, NC: Environmental Health Perspectives, National Institute of Environmental Sciences. doi: 10.1289/ehp.1002276.

- UKCIP. (2001). Climate Change and the Built Environment Research Flora. Workshop Report. Retrieved from <http://www.ukcip.org.uk/resources/>
- United States Agency for International Development (USAID). (2009). Adapting to Coastal Climate Change: A Guidebook for Development Planners. Retrieved from <http://www.crc.uri.edu/download/CoastalAdaptationGuide.pdf>
- United States Environmental Protection Agency (EPA). (2014). Being Prepared for Climate Change: A Workbook for Developing Risk-Based Adaptation Plans. Retrieved from [http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-09/documents/being\\_prepared\\_workbook\\_508.pdf](http://www2.epa.gov/sites/production/files/2014-09/documents/being_prepared_workbook_508.pdf)
- United States Coral Reef Task Force (USCRTF). (2002). Decisions from the 8th Meeting of U.S. Coral Reef Task Force 2-3 October, 2002, San Juan, Puerto Rico. Retrieved from <http://www.coralreef.gov/meeting8/dec2002.html>
- USGCRP. (2008). Preliminary Review of Adaptation Options for Climate-Sensitive Ecosystems and Resources (SAP 4.4). Washington, D.C.: U.S. Environmental Protection Agency.
- Washington State Exec. Order No. 09-05, (2009).
- White House. (2015). Findings from Select Federal Reports: The National Security Implications of a Changing Climate. Retrieved from [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/national\\_security\\_implications\\_of\\_changing\\_climate\\_final\\_051915\\_embargo.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/national_security_implications_of_changing_climate_final_051915_embargo.pdf)
- Willows, R.I., & Connell, R.K. (Eds.). (2003). Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making (United Kingdom Climate Impacts Programme (UKCIP) Technical Report). Oxford, ENG: UKCIP.
- World Bank Group. (n.d). Guía para la Adaptación al Cambio Climático en Ciudades, Resumen Ejecutivo. Obtenido a través de [http://www.preventionweb.net/files/23158\\_57883execsumspanish1027web.pdf](http://www.preventionweb.net/files/23158_57883execsumspanish1027web.pdf)

- World Resources Institute (WRI), UNDP, UNEP, & World Bank. (2011). World Resources 2010-2011: Decision Making in a Changing Climate – Adaptation Challenges and Choices. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- World Travel and Tourism Council (WTTC). (2015a). Travel and Tourism Economic Impact 2015: Caribbean. Retrieved from <http://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic%20impact%20research/regional%202015/caribbean2015.pdf>
- World Travel and Tourism Council (WTTC). (2015b). Trinidad and Tobago: The impacts of travel and tourism on jobs and the economy. Retrieved from <https://www.wttc.org/-/media/files/reports/economic%20impact%20research/countries%202015/trinidadandtobago2015pdf>
- World Tourism Organization (UNWTO). (2009). From Davos to Copenhagen and Beyond: Advancing Tourism's Response to Climate Change. Retrieved from <http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/fromdavostocopenhagenbeyondunwtopaperelectronicversion.pdf>
- Yao, S. (2010, June 30). ARS Releases Heat-Tolerant Beans [Web log post, USDA-ARS News & Events]. Retrieved from <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2010/100630.htm>











[www.pr-ccc.org](http://www.pr-ccc.org)

Autorizado por la Comisión Estatal de Elecciones  
CEE-SE-16-2656