

Borrador del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico



Tomo 2



Borrador del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico

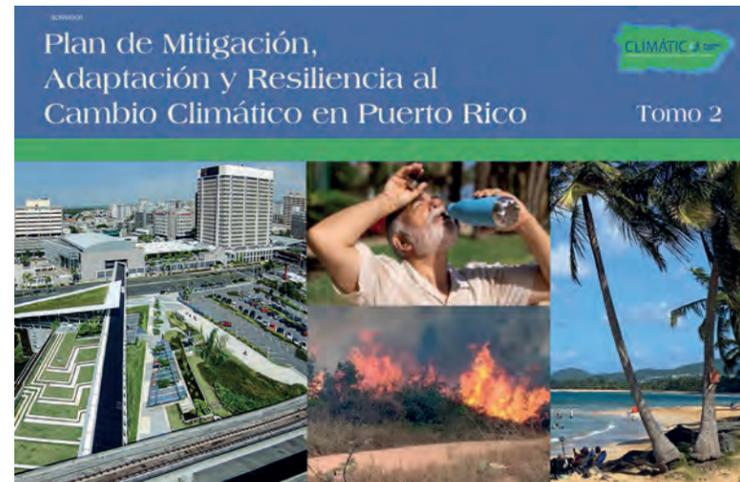
Tomo 2



Comité de Expertos y Asesores
sobre Cambio Climático (CEACC)

Gobierno de Puerto Rico

Versión revisada. Abril de 2024



La elaboración de este documento fue subvencionada por fondos del cambio climático del gobierno de Puerto Rico

Cite este plan de la siguiente manera:

Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático (CEACC) (2024). *Borrador del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico*. CEACC - Gobierno de Puerto Rico.

LISTA DE SIGLAS..... 293

CAPÍTULO 6.
Cursos de acción (COA) para la mitigación de fuentes antropogénicas de emisiones de gases de efecto invernadero 295

CAPÍTULO 7.
Cursos de acción (COA) para la adaptación y resiliencia ante el cambio climático por sectores..... 331

7.1. Energía..... 333

7.2. Infraestructuras 349

7.3. Transportes y movilidad..... 395

7.4. Residuos sólidos 413

7.5. Salud y bienestar 433

7.6. Agricultura y ganadería 455

7.7. Agua 483

7.8. Ecosistemas marinos y zonas costeras 517

7.9. Forestación y ecosistemas terrestres 567

7.10. Turismo 587

7.11. Educación 617

7.12. Justicia climática..... 651

CAPÍTULO 8.
Adopción del plan 657

Implantación, monitoreo, evaluación y actualización del plan 657

Asignación de fondos para el CEACC 657

Supremacía..... 657

Vigencia..... 657

CAPÍTULO 9.

Recomendaciones y conclusiones 659

Recomendaciones 659

Propuestas de enmiendas a la Ley 33-2019 659

Otras recomendaciones 660

Conclusiones 662

ANEJOS

Anejo 1. Definiciones..... 667

**Anejo 2. Descripción de procesos y actividades de participación
pública llevadas a cabo..... 671**

**Anejo 3. Guía para la revisión curricular e integración de temas
desde k-12 para escuelas públicas y privadas 683**

Anejo 4. Perfil de acciones sostenibles..... 685

Anejo 5. Guía de reforestación para Puerto Rico..... 687

Apéndice 1 695

Apéndice 2 697

Apéndice 3 698

Apéndice 4 700

Apéndice 5 701

Apéndice 6 702

Apéndice 7 703

Anejo 6. Informe de la vulnerabilidad turística de Puerto Rico 705

Créditos 719

LISTA DE SIGLAS

AAA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados	DRNA	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales	ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
AAPP	Autoridad de Alianzas Público-Privadas	DS	Departamento de Salud	ODSEC	Oficina para el Desarrollo Socioeconómico y Comunitario
ACT	Autoridad de Carreteras y Transportación	DTOP	Departamento de Transportación y Obras Públicas	OGPe	Oficina de Gerencia de Permisos
AEE	Autoridad de Energía Eléctrica	DV	Departamento de la Vivienda	OMEPE	Oficina para el Mejoramiento de Escuelas Públicas
AEP	Autoridad de Edificios Públicos	EDA	Administración federal de Desarrollo Económico	ONU	Organización de las Naciones Unidas
AFI	Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura	EPA	Agencia federal de Protección Ambiental	PAN	Programa de Asistencia Nutricional
AMA	Autoridad Metropolitana de Autobuses	FAA	Administración Federal de Aviación	PMZC	Programa de Manejo de la Zona Costanera (del DRNA)
AP	Autoridad de los Puertos	FCC	Comisión Federal de Comunicaciones	PPA	<i>Power Purchase Agreement</i> (Acuerdo de compra de energía)
ARPA	Ley del Plan de Rescate Estadounidense	FEMA	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias	PPPE	Programa de Política Pública Energética (del DDEC)
ASG	Administración de Servicios Generales	FHA	Administración Federal de Vivienda	PRCCC	Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico
ASSMCA	Administración de Servicios de Salud Mental y contra la Adicción	FTA	Administración Federal de Transporte	PRITS	Servicio de Innovación y Tecnología de Puerto Rico
ATI	Autoridad de Transporte Integrado	GDP	Producto Interno Bruto	USACE	Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos
BDE	Banco de Desarrollo Económico	GEI	Gases de efecto de invernadero	USDA	Departamento federal de Agricultura
CARICOOS	Sistema Caribeño de Observación Costera Oceánica	GPR	Gobierno de Puerto Rico	USDE	Departamento federal de Educación
CDC	Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades	GPS	Sistema de Posicionamiento Global	USDOE	Departamento federal de Energía
CEACC	Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático	HMGP	Programa de Asistencia para la Mitigación de Riesgos (de FEMA)	USDOT	Departamento federal de Transportación
CFMC	<i>Caribbean Fishery Management Council</i>	HUD	Departamento federal de Vivienda y Desarrollo Urbano	USGS	Servicio Geológico federal
CIF	Comisionado de Instituciones Financieras	IEPR	Instituto de Estadísticas de Puerto Rico	VPP	Plantas de energía virtuales
CoRePI	Instituto de Investigación y Planificación Costera de Puerto Rico	IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático	WIPR	Corporación de Puerto Rico para la Difusión Pública
CSP	Comisión de Servicio Público	IRA	Ley federal de Reducción de la Inflación		
CTPR	Compañía de Turismo de Puerto Rico	IVU	Impuesto sobre Ventas y Uso		
DA	Departamento de Agricultura	JP	Junta de Planificación		
DACO	Departamento de Asuntos del Consumidor	MARAD	Administración federal Marítima		
DDEC	Departamento de Desarrollo Económico y Comercio	NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio		
DE	Departamento de Educación	NBS	Soluciones basadas en la naturaleza		
DH	Departamento de Hacienda	NEPR	Negociado de Energía de Puerto Rico		
DHS	Departamento federal de Seguridad Nacional	NMEAD	Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres		
		NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica		

Cursos de acción (COA) para la mitigación de fuentes antropogénicas de emisiones de gases de efecto invernadero

En este capítulo se identifican los COA desarrollados a partir del diagnóstico de la situación de las fuentes antropogénicas de emisiones de **gases de efecto de invernadero (GEI)**. Se toman como base los objetivos iniciales de reducción dispuestos en el artículo 5 de la Ley 33-2019. También se tomaron en cuenta los comentarios y recomendaciones surgidos del peritaje del CEACC y del DRNA, así como las recomendaciones recibidas durante un proceso de vistas públicas.

En este capítulo se enumeran los COA para reducir las emisiones de GEI y los componentes que ayudarán a viabilizar su implantación: **objetivos, estrategias, entidad responsable, costo estimado, fuente potencial de financiamiento, período aproximado y resultado y métricas.**

Para cumplir la meta del P-MARCC de lograr un nivel base de reducción de emisiones de GEI, los COA deberán tener medidas encaminadas a propiciar la reducción de las emisiones de GEI en 50 % en un período de cinco años. Por tal motivo, la base desde la cual se identifican las estrategias es el análisis de los capítulos anteriores y del capítulo 7.

En el desarrollo de las estrategias de los COA se han tomado en cuenta diferentes planes agenciales, privados y de organizaciones sin fines de lucro, entre otros, así como aspectos organizacionales, reglamentarios, fiscales y legales que favorecen o limitan la implantación. También se realizó un análisis de las experiencias o mejores prácticas en Puerto Rico, Estados Unidos y otros países referentes al tema. Esto permitió seleccionar aquellas estrategias para cada COA que pueden implantarse en Puerto Rico para alcanzar los objetivos y la política pública dispuesta por la Ley 33-2019. Las estrategias se presentan en forma tabular, de manera que se facilite su identificación y seguimiento. Además, se crean nuevas guías siguiendo la estructura de las guías por sectores incluidas en el artículo 9 de la Ley 33-2019.

Las estrategias y medidas de implantación incluidas conllevarán procesos de participación ciudadana y otras iniciativas externas, como acuerdos interagenciales con entidades de los gobiernos estatal y federal, instituciones educativas y acuerdos de colaboración con la empresa privada. Los fondos para implantar las estrategias podrán provenir de fuentes federales, estatales, municipales y privadas. La implantación de estos cursos de acción deberá priorizar en las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas, tomando en cuenta las particularidades de las diversas comunidades de Puerto Rico y reconociendo que las manifestaciones y los efectos del cambio climático varían a través de todo el archipiélago.

A continuación, se explican los componentes de la tabla:

- Guías creadas a partir del análisis de los capítulos anteriores, el capítulo 7 y el *Informe del Inventario de Gases de Efecto de Invernadero para Puerto Rico 2019 y 2021*, publicado en junio de 2023.
- COA basados en la política establecida en la Ley 33-2019 y sus objetivos iniciales de reducción establecidos en el artículo 5 en los sectores donde sean aplicables, diagnósticos, el capítulo 7 y el análisis FODA.
- Mejores prácticas (si aplica), basadas en el análisis de experiencias exitosas que validan la viabilidad de implantación de los COA. Se incluyen solo las referencias.
- Objetivos, basados en los COA.
- Estrategias específicas de reducción de emisiones de GEI para Puerto Rico. En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar a los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de

lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

- Entidad responsable de implantar las estrategias propuestas.
- Costo estimado para ejecutar la estrategia. Las estrategias necesitan costos estimados. Será la entidad responsable de ejecutar la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y estrategias en las tablas trazadas. En las estrategias para las cuales no se determine el costo, la entidad responsable será la que proveerá un costo estimado tomando en consideración experiencias previas en y fuera de Puerto Rico, durante la fase previa de implantación de la estrategia.
- Fuente potencial de financiamiento: se recomiendan los fondos como un mecanismo de financiamiento para el P-MARCC, ya que no tiene requisitos de repago y reduce las barreras para el desarrollo de proyectos. Los fondos podrán ser provistos por agencias federales y algunas agencias estatales, para proyectos que cumplan con los objetivos específicos del programa que los provee. Las entidades que pueden ofrecer el mecanismo varían, destacándose: gobierno municipal, gobierno estatal, gobierno federal e instituciones sin fines de lucro, entre otros. Todos los años surgen oportunidades para recibir fondos que permitan desarrollar programas y estrategias a fin de promover la mitigación del cambio climático. La Ley 33-2019 define mitigación como las medidas e iniciativas que permitan limitar y reducir las fuentes antropogénicas de emisiones de GEI y mejorar nuestros sumideros de carbono naturales. En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad

que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

- Período aproximado de programación del desarrollo de las estrategias propuestas:
 - **corto plazo - 0 a 3 años,**
 - **mediano plazo - 4 a 6 años,**
 - **largo plazo - 7 años o más.**
- Resultado esperado para el cumplimiento de la meta del P-MARCC y métricas para evaluar los avances.

Se exhorta a los municipios y otras entidades públicas a alinear sus documentos de normativas y política pública (planes, reglamentos, ordenanzas, entre otros) con el P-MARCC.

Tabla 6.1. Cursos de acción (COA) para la mitigación de fuentes antropogénicas de emisiones de gases de efecto invernadero.



A. Reducir los niveles de las emisiones de gases de efecto de invernadero de forma real, permanente, cuantificable, verificable en un 50 % en los próximos cinco años.

COA A.1: Reducir el consumo general de energía al menos 1 % anualmente, comenzando en el año 2024, hasta alcanzar para 2034 una reducción de 10 % a base de la densidad poblacional.¹

Mejores prácticas:

- S. Subramanian et al., (2022). *2022 State Energy Efficiency Scorecard*. American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). <https://www.aceee.org/sites/default/files/pdfs/u2206.pdf> ; tabla 13.
- State of New Jersey (2022). *In the Matter of the Clean Energy Programs and Budget for Fiscal Year 2022 – True-Up, Revised Budgets and Program Changes*. <https://njcleanenergy.com/files/file/BPU/2022/8A%20ORDER%20FY%202022%20True%20Up%20Budget.pdf>
- *Energy Efficiency 101, Resources for the Future*. <https://www.rff.org/publications/explainers/energy-efficiency-101/>
- HECO (2016). *Power Supply Improvement Plan*. https://www.hawaiianelectric.com/Documents/about_us/our_vision/psip_executive_summary_20161223.pdf
- Eversource Energy et al., (2022, 1 de marzo). *2022-2024 Conservation & Load Management Plan*. <https://portal.ct.gov/-/media/DEEP/energy/ConserLoadMgmt/Final-2022-2024-Plan-to-EEB-1112021.pdf>
- Electric Power Research Institute (2010). *Assessment of Achievable Potential from Energy Efficiency and Demand Response Programs for the Tennessee Valley Authority*. <https://www.epri.com/research/products/000000000001020871>
- Programa Energy Star de la EPA: *Energy Star, 2019 Status Update*, EPA. <https://www.epa.gov/vcs/energy-star>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ²	Costo estimado ³	Fuente potencial de financiamiento ⁴	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en las plantas generatrices de electricidad mediante la disminución de la demanda de electricidad.	1. Desarrollar un plan de eficiencia y conservación energética para todas las instalaciones públicas a fin de reducir el consumo de energía 1 % anualmente por 10 años.	DRNA y NEPR	No aplica	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	R: Reducción de la demanda de electricidad en 39 % para 2028 y reducción de 10 % del consumo de energía para 2034. M: 1 % de reducción anual del consumo energético.

¹ Este es un tema transversal que incide en los sectores de energía (sección 7.1) y de infraestructura (sección 7.2). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidos en los sectores mencionados, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

² En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

³ La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

⁴ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en las plantas generatrices de electricidad mediante la disminución de la demanda de electricidad.	2. Requerir que la Autoridad de Energía Eléctrica (y las empresas que operan el sistema) logren ahorros de energía anuales de 1 % de generación anual para 2025; 2 % para 2030, y 3 % para 2040 con programas de incentivos para la eficiencia energética dirigidos a los clientes. Esto requiere que la Autoridad de Energía Eléctrica evalúe su Plan Integral de Recursos (PIR) a fin de garantizar que se atempera a lo establecido en la Ley 33-2019. De ser necesario atemperarlo, debe trabajarse con las partes interesadas (<i>stakeholders</i>).	NEPR, AEE/ LUMA Energy (LUMA), DH y DDEC LUMA es la entidad responsable del PIR y su revisión	\$500,000	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	R: Plan de eficiencia y conservación energética detallado. M: Reducción de 39 % de las emisiones de GEI en el sector energético para 2028 y de 10 % de consumo de energía para 2030.
	3. Requerir a las agencias a cargo de edificios y otras instalaciones públicas que planifiquen y realicen actualizaciones (<i>upgrades</i>) y rehabilitaciones (<i>retrofits</i>) inmediatas y a gran escala para generar ahorros de energía.	Autoridad de Edificios Públicos, Oficina para el Mejoramiento de Escuelas Públicas (OMEP), AFI y corporaciones públicas	Costo nivelado de ahorros: \$0.26 por kWh de ahorros ⁵	Ley federal para la reducción de la inflación (IRA) de 2022, secciones 60502 y 60503	Mediano plazo	R: Edificios y otras instalaciones públicas a la vanguardia en ahorro de energía. M: Reducción de 10 % del consumo de energía de edificios y otras instalaciones públicas para 2030.

⁵ P. Knight et al., (2022). *The cost of energy efficiency programs: Estimates from utility-reported datasets*. Energy. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221026979>; C. Cohn (2021). *The Cost of Saving Electricity for the Largest U.S. Utilities: Ratepayer-Funded Efficiency Programs in 2018*. ACEEE. <https://www.aceee.org/topic-brief/2021/06/cost-saving-electricity-largest-us-utilities-ratepayer-funded-efficiency>.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en las plantas generatrices de electricidad mediante la disminución de la demanda de electricidad.	4. Requerir en toda nueva vivienda el uso de enseres electrodomésticos con la rúbrica del programa <i>Energy Star</i> de la EPA. Este programa ayudará a reducir el consumo de energía de estos equipos en $\pm 20\%$.	OGPe	Nominal	DV	Corto plazo	R: Reducción en el consumo de energía a nivel residencial por el uso de aparatos y equipos eficientes.
	5. Fomentar e incentivar en viviendas existentes el remplazo de aparatos y equipos eléctricos por unos con la rúbrica del programa <i>Energy Star</i> de la EPA.	AEE/LUMA	\$100,000 (programa de educación a consumidores)			R: Aumento de viviendas con los equipos del programa.
						M: Porcentaje de aumento en ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC. Porcentaje de reducción del consumo de energía en viviendas bajo el programa, mayor o igual que 10 % anual.
						M: Porcentaje del aumento de viviendas con los equipos del programa siempre mayor o igual a 10 % anual en nuevas viviendas.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en las plantas generatrices de electricidad mediante la disminución de la demanda de electricidad.</p>	<p>6. Requerir en nuevos edificios públicos o privados de oficinas, centros comerciales, hoteles, instalaciones ecoturísticas e industrias el uso de equipos eléctricos con la rúbrica del programa <i>Energy Star</i> de la EPA.</p>	OGPe	Nominal	EPA	Corto plazo	<p>R: Requerimiento adoptado por cada entidad responsable y evidencia de la reducción en el consumo de energía en edificios.</p>
	<p>7. Fomentar e incentivar el remplazo de aparatos y equipos eléctricos existentes por unos de bajo consumo de energía con la rúbrica <i>Energy Star</i> en edificios públicos o privados de oficinas, centros comerciales, hoteles, instalaciones ecoturísticas e industrias.</p>	PPPE				<p>M: Porcentaje del aumento en las ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC.</p>
	<p>8. Eximir del pago del IVU los sistemas de acondicionamiento de aire de alta eficiencia con valores de <i>Seasonal Energy Efficiency Ratio</i> (SEER) mayores o iguales que 25 en todos los edificios y viviendas.</p>	Departamento de Hacienda				<p>R: Exención del IVU a los sistemas de acondicionamiento de aire de alta eficiencia con valores de SEER mayores o iguales que 25 en todos los edificios y viviendas. (Aplica a la estrategia número 5.)</p> <p>M: Porcentaje del aumento en las ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC.</p>
	<p>9. Requerir en toda nueva vivienda el uso de lámparas LED en el rango de 2,500 K° a 3,000 K°.</p>	OGPe				<p>R: Requerimiento adoptado por cada entidad responsable y evidencia de la reducción en el consumo de energía en las viviendas nuevas.</p> <p>M: Porcentaje del aumento en las ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en las plantas generatrices de electricidad mediante la disminución de la demanda de electricidad.	10. Establecer un requisito de divulgación de información sobre la eficiencia energética de los edificios que superen una superficie mínima.	Negociado de Energía y OGPe	No aplica	No aplica	Corto plazo	R: Requerimiento de divulgación de cumplimiento energético de edificios. M: Porcentajes de variación anual de proveedores de información.
	11. Establecer programas piloto de eficiencia energética que incentiven la modernización y establezcan objetivos alcanzables.	NEPR y PPPE	Costo nivelado de ahorros: \$0.26 por kWh de ahorros ⁶	IRA, sección 50121, PR GET, Fondo de Resiliencia Energética de Puerto Rico.	Corto plazo	R: Programas piloto de eficiencia energética establecidos. M: Porcentajes de variación anual de participantes en los programas piloto.
	12. Crear un fondo para financiar proyectos de innovación que tengan como objetivo el conocimiento público de la eficiencia energética y sus beneficios.	AEP, OMEP y AFI	\$400,000 por año	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	R: Mayor conocimiento sobre los programas piloto de eficiencia energética. M: Porcentaje de variación anual de los proyectos de innovación financiados.

⁶ P. Knight et al., (2022). *The cost of energy efficiency programs: Estimates from utility-reported datasets*. Energy. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221026979>; C. Cohn (2021). *The Cost of Saving Electricity for the Largest U.S. Utilities: Ratepayer-Funded Efficiency Programs in 2018*. ACEEE. <https://www.aceee.org/topic-brief/2021/06/cost-saving-electricity-largest-us-utilities-ratepayer-funded-efficiency>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en las plantas generatrices de electricidad mediante la disminución de la demanda de electricidad.	13. Mantener y actualizar periódicamente la información pública disponible sobre mejoras específicas de eficiencia energética, refrigeración y ventilación que cumplan con las normas.	AEP, OMEP y AFI	Un empleado de tiempo completo	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Información pública sobre actualizaciones disponibles para edificios.</p> <p>M: Actualización de la información cada seis meses.</p>
	14. Ampliar los incentivos financieros para la rehabilitación de edificios a fin de propiciar su aclimatación a las altas temperaturas reduciendo el uso de energía. ⁷	AEP, OMEP y AFI	Costo nivelado de ahorros: \$0.26 por kWh de ahorros; ⁸ \$32 - \$191 por pie cuadrado ⁹	IRA, secciones 13301, 13302, 13303, 13304, 30002, 50121, 50122, Fideicomiso de Energía Verde de Puerto Rico (PR GET), ¹⁰ Fondo de Resiliencia Energética de Puerto Rico	Corto plazo	<p>R: Acceso a incentivos financieros para la rehabilitación de edificios.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de accesos a incentivos financieros para la rehabilitación de edificios.</p>

⁷ City of Los Angeles (2019). *L.A.'s Green New Deal: Sustainable City pLAN: Environment, Economy, Equity*. https://plan.lamayor.org/sites/default/files/pLAN_2019_final.pdf; p. 39.

⁸ *Ibíd.*

⁹ RMI (2021). *Guide to Building the Case for Deep Energy Retrofits*. https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/04/Pathways-to-Zero_Bldg-Case-for-Deep-Retrofits_Report_2012.pdf

¹⁰ <https://irecusa.org/blog/irec-news/nuevo-informe-como-financiar-un-futuro-de-energia-solar-en-puerto-rico/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.2 Desarrollar y facilitar el acceso a incentivos financieros y fuentes de inversión para realizar mejoras de eficiencia energética en los sectores residencial, comercial e industrial.</p>	<p>1. Asegurar la capacidad institucional a través de la contratación estable de personal en el Negociado de Energía de Puerto Rico (NEPR) para facilitar el acceso de consumidores de energía a fondos de la ley IRA, destinados a mejoras de eficiencia energética.</p>	<p>Negociado de Energía, AEE y DDEC (PPPE)</p>	<p>\$484,000</p>	<p>IRA, sección 50123</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Aumentos documentados en desembolsos de eficiencia de la IRA a consumidores puertorriqueños.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de aumento de desembolsos para la generación de eficiencia energética a consumidores.</p>
<p>Las inversiones en la eficiencia energética se deben acelerar para asegurar que todos los segmentos de la población, particularmente las comunidades de bajos y medianos ingresos, puedan solventar las actualizaciones y se puedan beneficiar de los ahorros energéticos y financieros que estas inversiones pueden producir. [...]</p>	<p>2. Desarrollar un plan de incentivos financieros para la adopción de eficiencia energética, considerando de manera prioritaria el aprovechamiento de fondos federales disponibles por la ley IRA.</p>	<p>NEPR, AEE/ LUMA, DH y DDEC</p>	<p>Costo nivelado de ahorros: \$0.26 por kWh de ahorros¹¹</p>	<p>IRA, secciones 13301, 13302, 13303, 13304, 30002, 50121, 50122</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Aumento de ahorros energéticos según establecido en este curso de acción.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de ahorro energético.</p>

¹¹ P. Knight et al., (2022). *The cost of energy efficiency programs: Estimates from utility-reported datasets*. Energy. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544221026979> ; C. Cohn (2021). *The Cost of Saving Electricity for the Largest U.S. Utilities: Ratepayer-Funded Efficiency Programs in 2018*. ACEEE. <https://www.aceee.org/topic-brief/2021/06/cost-saving-electricity-largest-us-utilities-ratepayer-funded-efficiency>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.2 [...]</p> <p>Los incentivos financieros para consumidores (residenciales, comerciales e industriales) tienen buen historial de aumentar la participación en programas de eficiencia energética. Se debe considerar también un modelo de cargos o una sanción por uso excesivo para consumidores comerciales e industriales. (Véanse también, en la Ley 33-2019, las secciones 5.8 y 9.a.2.)</p>	<p>3. Incentivar la divulgación comunitaria de programas de eficiencia energética para aumentar el alcance de clientes de difícil acceso o reacios a cambios de consumo de energía.</p>	<p>NEPR, AEE/ LUMA</p>	<p>\$2,480,000¹²</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Aumento de ahorros energéticos según establecido en este curso de acción.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de ahorro energético.</p>

¹² State of New Jersey (2022). In the Matter of the Clean Energy Programs and Budget for Fiscal Year 2022 – True-Up, Revised Budgets and Program Changes. [https://njcleanenergy.com/files/file/BPU/2022/QO21040720-%20FY%202022%20True%20Up%20Budget-%20Order%20\(sp\)%20\(MR\)%20\(Clean\).pdf](https://njcleanenergy.com/files/file/BPU/2022/QO21040720-%20FY%202022%20True%20Up%20Budget-%20Order%20(sp)%20(MR)%20(Clean).pdf)

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.3 Mejorar la documentación del consumo de electricidad por uso final, lugar, tipo de edificio o sitio (residencial, comercial, industrial) y las características económicas de los consumidores en Puerto Rico. Monitorear el consumo de energía de manera meticulosa por uso final y tipo de consumidor permitirá que Puerto Rico pueda dirigir de manera efectiva las inversiones que logren reducciones perdurables en el consumo de energía eléctrica.</p>	<p>1. Recopilar, administrar y publicar datos necesarios para el diseño de campañas permanentes de educación pública multimedios sobre los beneficios que supone el consumo eficiente de electricidad.</p>	<p>NEPR, AEE/LUMA y el IEPR</p>	<p>\$242,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Datos disponibles al público y verificados por expertos independientes.</p> <p>M: Número de personas del público objetivo que tuvieron acceso a campañas permanentes de educación pública.</p>
	<p>2. Desarrollar una estrategia de vinculación, participación y asociación de beneficiarios de programas de eficiencia energética comercial e industrial a fin de que reporten sus datos para una medición más precisa de eficiencia energética.</p>	<p>NEPR y AEE/LUMA</p>	<p>\$242,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Aumento de ahorros energéticos según establecido en este curso de acción.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de ahorro energético.</p>
	<p>3. Identificar barreras de adopción de programas de eficiencia energética en clientes residenciales y diseñar una estrategia para lograr el acceso de la mayor cantidad de clientes en Puerto Rico.</p>	<p>NEPR y AEE/LUMA</p>	<p>\$300,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Estudio detallado de los obstáculos a la adopción de programas de eficiencia energética.</p> <p>M: Número de alternativas para superar las barreras de adopción de programas de eficiencia energética.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Promover la inversión en medidas de respuesta a la demanda que ofrezcan incentivos a los consumidores para reducir el uso de electricidad en tiempos de mayor demanda energética.</p> <p>Las medidas de respuesta a la demanda son las fuentes de capacidad más costoeficientes, ya que es más económico financiar incentivos para eliminar la necesidad de consumo de energía en horas de demanda máxima que lo que cuesta proveer esa misma capacidad usando recursos de generación o de almacenamiento.</p> <p>La inversión en la respuesta a la demanda incentiva el ahorro en los consumidores y reduce la necesidad de uso de combustibles fósiles para la generación eléctrica.</p>	<p>1. Requerir que la AEE (y la empresa operadora) establezcan programas de respuesta a la demanda con reducciones de capacidad de pico iguales a 1 % del pico de consumo para 2025; 10 % para 2030; 12.5 % para 2040 y 15 % para 2050.¹³</p>	<p>AEE/LUMA y Genera PR, LLC (Genera)</p>	<p>\$1.80 por kWh de hora pico</p>	<p>Fondo de Resiliencia Energética de Puerto Rico¹⁴</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Lograr reducciones en capacidad máxima de 1 % del pico de consumo para 2025; 10 % para 2030; 12.5 % para 2040; y 15 % para 2050.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de reducción de la capacidad máxima.</p>

¹³ HECO (2016). *Power Supply Improvement Plan*. <https://www.hawaiianelectric.com/clean-energy-hawaii/integrated-grid-planning/power-supply-improvement-plan>; Eversource Energy et al., (2022, 1 de marzo). *2022-2024 Conservation & Load Management Plan*. <https://portal.ct.gov/-/media/DEEP/energy/ConserLoadMgmt/Final-2022-2024-Plan-to-EEB-1112021.pdf>, p.18; Electric Power Research Institute (2010). *Assessment of Achievable Potential from Energy Efficiency and Demand Response Programs for the Tennessee Valley Authority*. <https://www.epri.com/research/products/00000000001020871>; New Jersey Energy Master Plan (2019), pp.139, 147.

¹⁴ U. S. DOE. *Puerto Rico Energy Resilience Fund*. <https://www.energy.gov/gdo/puerto-rico-energy-resilience-fund>

COA A.2: Desplazar el uso de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica y, en su lugar, promover el uso de energía renovable o energía alternativa.¹⁵

Mejores prácticas:

- Lazard (2023). *Levelized Cost of Energy Analysis—Version 16*. <https://www.lazard.com/research-insights/2023-levelized-cost-of-energyplus/>, p. 2.
- Energy Information Administration (EIA) – *Renewable energy explained. Renewable energy requirements and incentives*. <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/incentives.php>
- *Implementing Net Metering Policies in Latin America and the Caribbean: Design, Incentives and Best Practices*. <https://publications.iadb.org/en/implementing-net-metering-policies-latin-america-and-caribbean-design-incentives-and-best-practices>
- OAR US EPA (2017, 23 de junio). *Energy and Environment Guide to Action - Chapter 7.3: Interconnection and Net Metering Standards, Other Policies and Guidance*. <https://www.epa.gov/statelocalenergy/energy-and-environment-guide-action-chapter-73-interconnection-and-net-metering>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Reducir las emisiones totales de GEI en la generación de energía eléctrica a través del uso de fuentes renovables y alternativas.</p>	<p>1. Reemplazar la infraestructura de generación de energía eléctrica a base de combustible fósil con sistemas de generación que funcionen con energía renovable o alternativa. Se debe considerar que las metas se cumplan garantizando el servicio continuo y estable del suministro de energía.</p>	<p>NEPR y AEE / Genera PR</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>No aplica</p>	<p>Corto, mediano y largo plazo</p>	<p>R: Producir el 100 % de la electricidad con fuentes renovables para 2050.</p> <p>M: Producir el 40 % de la energía eléctrica con fuentes renovables para 2025 y el 60 % para 2040.</p>
	<p>2. Desarrollar una infraestructura de medición neta que fomente la adopción a gran escala de recursos distribuidos y de almacenamiento de energía renovable o alternativa. Se debe considerar que las metas se cumplan garantizando el servicio continuo y estable del suministro de energía.</p>	<p>NEPR y AEE / LUMA</p>	<p>\$121,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Infraestructura de medición neta publicada y en operación.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual de energía renovable o alternativa provista a la red mediante mecanismos de medición neta.</p>

¹⁵ Este es un tema transversal que incide en los sectores de energía (sección 7.1) y de transportes y movilidad (sección 7.3). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidos en los sectores mencionados, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.2.1 Reducir las emisiones totales de GEI en la generación de energía eléctrica a través del uso de fuentes renovables y alternativas.	3. Impulsar y garantizar la aplicación de los procesos de interconexión para asegurar la capacidad de alojamiento suficiente a fin de expandir la generación bidireccional de energía eléctrica y recursos de almacenamiento. Se debe considerar que las metas se cumplan garantizando el servicio continuo y estable del suministro de energía.	NEPR y AEE / LUMA	\$121,000	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	R: Reformas realizadas a la planificación de la capacidad de alojamiento e interconexión de recursos de energía eléctrica bidireccionales. M: Porcentaje de variación anual de aumento en la capacidad de alojamiento.
	4. Establecer incentivos financieros que permitan un acceso asequible a los recursos energéticos distribuidos, para uso tanto residencial como comercial.	NEPR y DDEC	Solar pública: \$24 a \$96 por MWh Solar + almacenamiento (públicos): \$46 a \$102 por MWh Eólica costera: \$24 a \$75 por MWh Eólica costera + Almacenamiento: \$42 a \$114 por MWh	Ley IRA, (sección 13702), oportunidades competitivas de financiamiento de la ley federal <i>Build Back Better</i> del Departamento de Energía federal, PR GET, crédito fiscal de inversión para propiedades energéticas (elegible por pago directo).	Corto plazo	R: Incentivos financieros para recursos de energía distribuidos. M: Porcentaje de variación anual de aumento en el acceso a incentivos financieros para recursos energéticos renovables o alternativos.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.2 Las nuevas instalaciones para generar energía eléctrica a base de energía renovable o alternativa deben atender el aumento en la demanda de electricidad que representa el cambio en el parque vehicular a vehículos híbridos (<i>plug-in</i>) y eléctricos.</p>	<p>1. Aumentar la generación de energía eléctrica a base de fuentes renovables o alternativas a un nivel que pueda atender la demanda que ejercerán los vehículos híbridos y eléctricos.</p>	<p>NEPR, AEE/ LUMA/Genera PR y la AAPP</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>No aplica</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Generación suficiente de energía eléctrica a base de fuentes renovables o alternativas para cubrir la demanda de los vehículos híbridos y eléctricos.</p> <p>M: Proveer suficiente energía eléctrica a fin de cubrir las necesidades de 250,000 vehículos híbridos y eléctricos para 2030.</p>
<p>Se deben incluir las modificaciones necesarias al sistema eléctrico de manera que los dueños de vehículos híbridos o eléctricos puedan cargar esos autos en sus residencias, áreas de trabajo o áreas de entretenimiento y comidas sin afectar el sistema eléctrico.</p>	<p>2. Aumentar la capacidad de los transformadores en las urbanizaciones y otras áreas de vivienda.</p> <p>3. Establecer permisos expeditos para proyectos de aumento de carga en subestaciones de condominios, comercios y edificios sin ascensor (<i>walk-ups</i>).</p>	<p>NEPR, AEE/ LUMA y OGP</p>		<p>Fondos propios de las entidades responsables y fondos del Departamento de Energía federal</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Reemplazo de transformadores a unos de mayor capacidad (de más de 80KVA).</p> <p>M: Reemplazar más de 75 % de los transformadores en las áreas urbanas en 5 años.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.3 Incrementar la capacidad de la infraestructura de almacenamiento de energía para propiciar el desuso de las plantas generadoras de energía que operan a base de combustibles fósiles a fin de proveer fuentes confiables de energía eléctrica en los picos de demanda, lo que permitirá reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector energético.</p> <p>[...]</p>	<p>1. Requerir que la AEE (y la empresa operadora) construyan o contraten con recursos de almacenamiento iguales al 2 % del pico de consumo para 2025; 10 % para 2030; 40 % para 2040, y 60 % entre 2041 y 2050.¹⁶</p>	<p>NEPR, AEE/ LUMA/Genera PR y DH</p>	<p>100MW/ 100MWh (al por mayor): \$55 a \$97 por kW-año 100MW/ 200MWh (al por mayor): \$101 a \$178 por kW-año 100MW/ 300MWh (al por mayor): \$181 a \$322 por kW-año Independiente comercial e industrial (1MW/2MWh): \$221 a \$318 por kW-año¹⁷</p>	<p>Créditos fiscales de IRA [...]</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Instalar recursos de almacenamiento de 2 % del pico de consumo para 2025; 10 % para 2030; 40 % para 2040, y 60 % de 2041 a 2050.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual del aumento de la capacidad de almacenamiento establecido.</p>

¹⁶ New Jersey Board of Public Utilities (2019). *Energy Master Plan: Pathway to 2050*. https://s24.q4cdn.com/601515617/files/doc_downloads/2020/01/Final-2019-NJBPU-EMP.pdf, p. 105; Hawaii Electric Companies (HECO) (2023). *Integrated Grid Plan*. https://hawaiipowered.com/igpreport/IGP-Report_Final.pdf; CT PURA (2022, 18 de enero). *Connecticut Launches Statewide Battery Storage Program with Green Bank and Utilities to Jointly Administer Incentives to Improve Resilience and Benefit Ratepayers*. <https://portal.ct.gov/PURA/Press-Releases/2022/Connecticut-Launches-Statewide-Battery-Storage-Program>; California Energy Commission (2021, noviembre). *Buy Low, Sell High: How Batteries are Cleaning Up the Grid*. <https://www.energy.ca.gov/data-reports/energy-insights/buy-low-sell-high-how-batteries-are-cleaning-grid>

¹⁷ Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis—Version 7.0. <https://www.lazard.com/media/42dnsswd/lazards-levelized-cost-of-storage-version-70-vf.pdf>, p. 5.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.3 [...]</p> <p>La planificación del almacenamiento de energía eléctrica debe considerar el uso de redes de distribución inteligentes y cerradas. (Véase también Ley 33-2019, artículo 9.a.6.).</p>	<p>1. Requerir que la AEE (y la empresa operadora) construyan o contraten con recursos de almacenamiento iguales al 2 % del pico de consumo para 2025; 10 % para 2030; 40 % para 2040, y 60 % entre 2041 y 2050.</p>	<p>NEPR, AEE/ LUMA/Genera PR y DH</p>	<p>100MW/ 100MWh (al por mayor): \$55 a \$97 por kW-año 100MW/ 200MWh (al por mayor): \$101 a \$178 por kW-año 100MW/ 300MWh (al por mayor): \$181 a \$322 por kW-año Independiente comercial e industrial (1MW/2MWh): \$221 a \$318 por kW-año</p>	<p>[...]</p> <p>Crédito fiscal de producción de energía renovable (elegible por pago directo), crédito fiscal de producción para electricidad limpia (elegible por pago directo), crédito fiscal de inversión para propiedades energéticas (elegible por pago directo), crédito fiscal de inversión para energía limpia (elegible por pago directo); oportunidades competitivas de financiamiento de la ley federal, <i>Build Back Better</i> del Departamento de Energía federal, PR GET y Fondo de Energía Verde de Puerto Rico.</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Instalar recursos de almacenamiento de 2 % del pico de consumo para 2025; 10 % para 2030; 40 % para 2040, y 60 % de 2041 a 2050.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual del aumento de la capacidad de almacenamiento establecido.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.3 Incrementar la capacidad de la infraestructura de almacenamiento de energía para propiciar el desuso de las plantas generadoras de energía que operan a base de combustibles fósiles a fin de proveer fuentes confiables de energía eléctrica en los picos de demanda. Esto permitirá reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector energético.</p> <p>La planificación del almacenamiento de energía eléctrica debe considerar el uso de redes de distribución inteligentes y cerradas. (Véase también Ley 33-2019, artículo 9.a.6.).</p>	<p>2. Agilizar los procesos de permiso e interconexión para proyectos de almacenamiento de energía.¹⁸</p>	<p>NEPR y AEE / LUMA/ Genera PR, DDEC (PPPE) y OGPe* (*Para estrategias de mitigación)</p>	<p>No aplica</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Reformas realizadas a la planificación de la capacidad de alojamiento e interconexión de recursos de energía eléctrica bidireccionales.</p> <p>M: Porcentaje de variación anual del aumento de los procesos de permiso e interconexión para proyectos de almacenamiento de energía eléctrica.</p>
	<p>3. Desarrollar objetivos de almacenamiento a corto, mediano y largo plazo para complementar el aumento de las energías renovables o alternativas.¹⁹</p>	<p>Asamblea Legislativa y Gobernador de Puerto Rico</p>	<p>No aplica</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Objetivos de almacenamiento a corto, mediano y largo plazo establecidos.</p>

¹⁸ City of Los Angeles. 2019. L.A.'s Green New Deal: Sustainable City pLAN: Environment, Economy, Equity. https://plan.lamayor.org/sites/default/files/pLAN_2019_final.pdf. p. 39.

¹⁹ Michigan EGLE. 2022. MI Healthy Climate Plan. <https://www.michigan.gov/egle/about/organization/climate-and-energy/mi-healthy-climate-plan#:~:text=The%20MI%20Healthy%20Climate%20Plan%20lays%20out%20a%20pathway%20for,sustainable%20Michigan%20for%20all%20Michiganders>. p. 33.

COA A.3 Lograr el cese definitivo de operaciones de la planta de carbón para diciembre de 2027 y prohibir la concesión de nuevos contratos o permisos y la extensión de contratos o permisos existentes para generar energía a base de carbón en Puerto Rico, con el fin de eliminar su dependencia para diciembre de 2027.²⁰

Mejores prácticas:

- *Agreement Reached at OECD to End Export Credit Support for Unabated Coal-Fired Power Plants – OECD.* <https://www.oecd.org/newsroom/agreement-reached-at-oecd-to-end-export-credit-support-for-unabated-coal-fired-power-plants.htm>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Propiciar el desuso del carbón para generar energía eléctrica en Puerto Rico y contribuir a reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector energético.</p>	<p>1. Hacer cumplir la prohibición de generar energía eléctrica a base de carbón a partir de diciembre de 2027 mediante la denegación de contratos o permisos nuevos y de solicitudes de prórrogas de contratos o permisos existentes. La operación continua de plantas generadoras a base de carbón es un obstáculo importante para eliminar las emisiones de GEI del sector de suministro eléctrico en Puerto Rico. El retiro programado de la planta de carbón en Guayama es esencial para lograr los objetivos de reducción de GEI de Puerto Rico. (Véase también, Ley 33-2019, secciones 5.4-5 y 9.a.1.)</p>	NEPR	No aplica	No aplica	Corto plazo	<p>R: Ni se renuevan ni se emiten nuevos contratos ni permisos para producir energía eléctrica a base de carbón a partir de diciembre de 2027.</p> <p>M: Cierre de la planta de generación de electricidad a base de carbón ubicada en Guayama.</p>
	<p>2. Acelerar la construcción de instalaciones de energía renovable o alternativa para cubrir la carga que genera la planta de carbón.</p>	NEPR	No aplica	No aplica	Corto plazo	<p>R: Mantener la carga de electricidad que compense el cese de operaciones de la planta que genera electricidad a base de carbón en diciembre de 2027.</p> <p>M: Terminar de construir las instalaciones de energía renovable o alternativa que suplan la cantidad de energía que produce la planta de carbón para diciembre de 2026.</p>

²⁰ Este es un tema transversal que incide en el sector de energía (sección 7.1). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA A.4: Establecer y desarrollar estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero en el sector de transportación.²¹

Mejores prácticas:

- *Future Energy* (2022). *What Does a Level 3 Charger Cost?* <https://futureenergy.com/ev-charging/what-does-a-level-3-charger-cost/>
- M. Bushell et al., (2013). *Costs for Pedestrian and Bicyclist Infrastructure Improvements.* https://www.pedbikeinfo.org/cms/downloads/Countermeasure_Costs_Summary_Oct2013.pdf, p. 2.
- *Puerto Rico Highways and Transportation Authority* (2023). *Transportation Improvement Program (TIP) Fiscal Year 2023-2026 AMENDMENT #1.* <https://act.dtop.pr.gov/wp-content/uploads/2023/04/TIP-SJUA-2023-2026-AprobadoPorMPO-Marzo2023.pdf> , p. 12.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Propiciar que las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector de la transportación se reduzcan en el 21 % para 2028 a partir de la descarbonización del transporte y la aceleración de la transformación del sistema de generación de energía eléctrica a fuentes renovables o alternativas.</p>	<p>1. Incrementar la cantidad de sistemas de recarga para carros híbridos y eléctricos con el propósito de brindar más cobertura a los vehículos personales y comerciales.</p>	DTOP	<p>\$40,000 a \$175,000 para cargadores del nivel 3 \$2,500 a \$5,500 para cargadores del nivel 2</p>	<p><i>Infrastructure Investment and Jobs Act</i> (IIJA), sección 11401, <i>Internal Revenue Service</i> (IRS) <i>Advanced Energy Project Credit</i> (elegible por pago directo).</p>	Mediano plazo	<p>R: Aumento en el número de estaciones de carga. M: Porcentaje de variación anual de la capacidad de carga para vehículos eléctricos pertenecientes a la flota pública.</p>

²¹ Este es un tema transversal que incide en los sectores de energía (sección 7.1), de infraestructura (sección 7.2) y de transportes y movilidad (sección 7.3). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidos en los sectores mencionados, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Propiciar que las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector de la transportación se reduzcan en el 21 % para 2028 a partir de la descarbonización del transporte y la aceleración de la transformación del sistema de generación de energía eléctrica a fuentes renovables o alternativas.</p>	<p>2. Implantar un plan de incentivos financieros para desarrollar la demanda de vehículos pesados y de carga eléctricos a fin de descarbonizar la flota pesada en Puerto Rico.</p>	<p>DH (arbitrios y planillas) DDEC (incentivos a empresas) DTOP</p>	<p>\$1,000,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Plan para descarbonizar vehículos pesados en Puerto Rico. M: Porcentaje de la variación anual del aumento de unidades pesadas eléctricas.</p>
	<p>3. Expandir y rehabilitar la infraestructura vial para peatones y ciclistas.</p>	<p>DTOP y municipios</p>	<p>\$112,435 por milla de carriles de bicicleta; \$25 por milla para aceras concretas²²</p>	<p>FAST Act y fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Expansión de la infraestructura vial para peatones y ciclistas. M: Porcentaje de variación anual del aumento de extensión de la infraestructura vial para peatones y ciclistas.</p>

²² M. Bushell et al., (2013). *Costs for Pedestrian and Bicyclist Infrastructure Improvements*. https://www.pedbikeinfo.org/cms/downloads/Countermeasure_Costs_Summary_Oct2013.pdf, p. 2.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Propiciar que las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector de la transportación se reduzcan en el 21 % para 2028 a partir de la descarbonización del transporte y la aceleración de la transformación del sistema de generación de energía eléctrica a fuentes renovables o alternativas.</p>	<p>4. Expandir la oferta de transporte colectivo donde haya demanda suficiente, a través de la introducción de autobuses eléctricos y de incentivos para la transición renovable o alternativa de la red de carros públicos, con el propósito de minimizar los impactos a corto plazo en la mano de obra del sector de la transportación.</p>	<p>DTOP, Autoridad de Carreteras y Transportación y municipios</p>	<p>\$350 millones para el área urbanizada de San Juan (2023-2026)²³</p>	<p>San Juan TIP-SJUA, IJJA (22307), https://www.fhwa.dot.gov/fastact/; Crédito para vehículos de energía limpia y comerciales cualificados (elegible por pago directo); https://www.transit.dot.gov/funding/grants/urbanized-area-formula-grants-5307, https://www.transit.dot.gov/funding/grants/enhanced-mobility-seniors-individuals-disabilities-section-5310, Subvenciones para el buen estado de conservación de la sección 5337, https://www.transit.dot.gov/bus-program y créditos de peajes.</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Red de autobuses y de carros públicos ampliada. M: Porcentaje de variación anual del aumento de la oferta de transporte público en Puerto Rico.</p>

²³ Puerto Rico Highways and Transportation Authority. 2023. Transportation Improvement Program (TIP) Fiscal Year 2023-2026 AMENDMENT #1. <https://act.dtop.pr.gov/wp-content/uploads/2023/04/TIP-SJUA-2023-2026-AprobadoPorMPO-Marzo2023.pdf>, p. 12.

COA A.5: Establecer y desarrollar estrategias de manejo sustentable de materiales y residuos.²⁴

Mejores prácticas:

- U.S. EPA. (2016). *Collection Costs*. <https://archive.epa.gov/wastes/conservation/tools/localgov/web/html/collection.html>
- OLEM US EPA, *Waste Reduction Model (WARM), Collections and Lists, January 7, 2016*. <https://www.epa.gov/warm>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.1 Implantar estrategias para reducir y desviar el 60 % de la cantidad de residuos que terminan siendo depositados en vertederos o puedan requerir la creación de instalaciones de incineración de residuos, de manera que se contribuye también a la reducción de emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector de gestión de residuos en 8 % para 2028.</p> <p>De esta forma, Puerto Rico no solo reducirá las vulnerabilidades de su población a los efectos negativos en la salud asociados con sitios de desecho de residuos, sino que reducirá también las emisiones de GEI asociadas con la gestión de residuos sólidos que se produzcan.</p>	<p>1. Evaluar los resultados del estudio de caracterización (categorización) de la composición de los residuos de Puerto Rico. Esta evaluación guiará las estrategias dirigidas a desviar los residuos.</p>	DRNA	<p>\$1,000,000, seguimiento \$2,000,000, completo</p>	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Estrategias para desviar los residuos. M: Evaluación de los resultados en seis meses.</p>
	<p>2. Seguir e informar anualmente el progreso hacia la meta a corto plazo de reducir los residuos en Puerto Rico (60 % para 2030). Establecer metas y métricas para reducir los residuos a largo plazo.</p>	DRNA	\$121,000	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Informes de progreso regulares sobre la reducción de los residuos en Puerto Rico. M: 9 % de reducción anual de los residuos.</p>
	<p>3. Diseñar e implantar el Plan de Manejo Sustentable de Materiales para lograr la meta de reducir el desecho de residuos en los vertederos. Este plan deberá contar con un conjunto de mejores prácticas para la gestión de los residuos sólidos a fin de asegurar que se minimizan los efectos ambientales y en la salud pública. Asimismo, deberá identificar alternativas para el desecho de los residuos sólidos que no puedan ser desviados hacia su reutilización y reciclaje.</p>	DRNA y DDEC	\$2,500,000	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Plan de Manejo Sustentable de Materiales publicado. M: Número de mejores prácticas sostenibles para la gestión de los residuos sólidos.</p>

²⁴ Este es un tema transversal que incide en el sector de residuos sólidos (sección 7.4). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.2 Desarrollar estrategias para reducir la generación de productos residuales y promover la reutilización de manera que se contribuye también con reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector gestión de residuos en 8 % para 2028.</p>	<p>1. Desarrollar un programa de educación pública enfocado en reducir la generación de residuos mediante el consumo sostenible y la reducción del consumo en general.</p>	<p>DACO y DE</p>	<p>\$121,000</p>	<p>Programa de Subvenciones para la Infraestructura de Residuos Sólidos y Reciclaje (SWIFR). https://www.epa.gov/infrastructure/solid-waste-infrastructure-recycling-grant-program</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Programa de promoción de consumo sostenible publicado.</p> <p>M: Número de personas del público objetivo a las que el programa de educación pública tiene alcance.</p>
	<p>2. Regular el uso de productos con empaque de plástico de un solo uso y empaques de espuma de poliestireno (<i>foam</i>).</p>	<p>Asamblea Legislativa y Gobernador de Puerto Rico</p>	<p>No aplica</p>	<p>No aplica</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Regulaciones sobre productos y paquetes.</p> <p>M: Número de productos que deben modificar el empaque de plástico para cumplir con la regulación.</p>
	<p>3. Aumentar el desvío de los bienes reutilizables y productos reparables.</p>	<p>DRNA y DACO</p>	<p>\$121,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Desvío medible de los productos reutilizables y reparables.</p> <p>M: Porcentaje de la variación anual de los bienes reutilizables y productos reparables desviados.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.3 Propiciar el aumento de acciones de reciclaje y compostaje para capturar materiales que típicamente terminan en los vertederos, de manera que se contribuye también a reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector gestión de residuos en 8 % para 2028.</p>	<p>1. Desarrollar un plan de asistencia técnica a residentes, empresas e instituciones para informarles y proveer capacidad a fin de reciclar y compostar correctamente.</p>	DRNA	\$242,000	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Plan de asistencia técnica publicado.</p> <p>M: Número de residentes, empresas e instituciones informadas.</p>
	<p>2. Establecer estándares mínimos de reciclaje y compostaje o requerimientos para residentes, empresas e instituciones.</p>	Asamblea Legislativa y Gobernador de Puerto Rico	No aplica	No aplica	Corto plazo	<p>R: Publicación de estándares mínimos de reciclaje y compostaje.</p> <p>M: Número de estándares mínimos de reciclaje y compostaje establecidos.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.3 Propiciar el aumento de acciones de reciclaje y compostaje para capturar materiales que típicamente terminan en los vertederos, de manera que se contribuye también a reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector gestión de residuos en 8 % para 2028.</p>	<p>3. Proveer, expandir y estandarizar la colección de reciclaje y compostaje y las opciones de entrega.</p>	DRNA	<p>\$58.5 mil millones (5 camiones por municipio)</p>	<p>SWIFR, https://www.epa.gov/infrastructure/solid-waste-infrastructure-recycling-grant-program</p>	Corto plazo	<p>R: Incremento de los servicios de reciclaje y compostaje. M: Porcentaje de la variación anual de la materia reciclada y compostada.</p>
	<p>4. Aumentar la infraestructura de Puerto Rico para coleccionar y procesar materiales reciclables y compostables a fin de animar el desarrollo de empresas y expandir la capacidad y opciones.</p>	DRNA	<p>\$350 millones - \$500 millones (en infraestructura)</p>	SWIFR	Corto plazo	<p>R: Incremento de los servicios de reciclaje y compostaje. M: Porcentaje de la variación anual de la materia reciclada y compostada.</p>

COA A.6: Establecer y desarrollar estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero que se generan a partir de la realización de los procesos industriales.

Mejores prácticas:

- *Policies to Reduce Greenhouse Gas Emissions in Industry--Successful Approaches and Lessons Learned: Workshop Report | Climate Technology Centre & Network.* <https://www.ctc-n.org/resources/policies-reduce-greenhouse-gas-emissions-industry-successful-approaches-and-lessons>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.6.1 Propiciar que las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector procesos industriales se reduzcan en 7 % para 2028 (con respecto a las emisiones del año 2021) a partir del incentivo a la eficiencia y descarbonización industrial.</p> <p>Estas emisiones del sector industrial deberán controlarse de acuerdo al reglamento requerido al DRNA mediante la Ley 33-2019.</p>	1. Desarrollar un reglamento para el control de emisiones de GEI.	DRNA	\$100,000	EPA	Corto plazo	<p>R: Reglamento final en un año.</p> <p>M: Borrador de reglamento en 6 meses.</p>
	2. Crear incentivos financieros para aumentar la eficiencia energética industrial de la producción del cemento y la producción de semiconductores.	DRNA y DDEC	No aplica	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Implantación de medidas de eficiencia energética en la producción industrial.</p> <p>M: Porcentaje de la variación anual del ahorro en el consumo energético en la producción industrial.</p> <p>M: Reducción de 2 % anual en las emisiones de CO₂e del sector establecido en los datos provistos en el inventario de emisiones de gases de efecto de invernadero del DRNA.</p>
	3. Monitorear el uso de combustibles y métodos de producción alternativos existentes fuera de Puerto Rico y establecer incentivos y oportunidades financieras para realizar pruebas experimentales en la isla.	DRNA y DDEC	\$80,400	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Nuevos métodos de producción con combustibles alternos.</p> <p>M: Número de métodos de producción y uso de combustible monitoreados.</p>

COA A.7: Establecer y desarrollar estrategias para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero en el sector agrícola.²⁵

Mejores prácticas:

- *McKinsey & Company (2020). Reducing agriculture emissions through improved farming practices. <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/reducing-agriculture-emissions-through-improved-farming-practices>*
- *Enteric Fermentation: Emissions & Mitigation Options » AgLED, AgLEDx Resource Platform (blog). <https://agledx.ccafs.cgiar.org/emissions-led-options/sources-sinks/enteric-fermentation/>*

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.7.1 Propiciar que las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e) del sector agricultura disminuyan en 2 % para 2028.</p>	<p>1. Establecer incentivos financieros para la adquisición de digestores del metano y otras técnicas de gestión de estiércoles a fin de reducir las emisiones.</p>	<p>Departamento de Agricultura (DA)</p>	<p>No aplica</p>	<p>No aplica</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Aumento en la instalación de digestores de metano y en el uso de técnicas alternativas de gestión de estiércoles.</p> <p>M: Porcentaje de la variación anual de la cantidad de estiércoles gestionados para reducir emisiones.</p>
	<p>2. Establecer un fondo de financiamiento para brindar apoyo y asistencia técnica a organizaciones de agroecología basadas en comunidades locales para expandir el uso de prácticas de cultivo sostenibles en Puerto Rico.</p>	<p>DA</p>	<p>\$160,800</p>	<p>IRA, sección 21001 y USDA</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Fondo de financiamiento para la asistencia técnica a organizaciones de agroecología establecido.</p> <p>M: Número de organizaciones agroecológicas con acceso al fondo de financiamiento.</p>

²⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de agricultura y ganadería (sección 7.6). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.7.1 Propiciar que las emisiones totales de GEI (medidas en CO ₂ e) del sector agricultura se reduzcan en 2 % para 2028.	3. Incrementar el secuestro de carbono en los terrenos agrícolas.	DA	Indeterminable	IRA (sección 21001) y USDA	Corto plazo	R: Mayor cantidad de carbono almacenado en los terrenos agrícolas con respecto a 2023. M: Establecimiento de medidas para incrementar la captura de carbono en 50 fincas para 2026.
	4. Reemplazar la flota vehicular a base de combustión interna por una híbrida o eléctrica en el sector agrícola.					R: 100 % de la flota vehicular agrícola híbrida o eléctrica para 2027. M: 50 % de la flota vehicular agrícola híbrida o eléctrica para 2025.
	5. Incentivar el cultivo del café a la sombra.	DA		IRA y USDA	Mediano plazo	R: 100 % del café de Puerto Rico cultivado a la sombra a mediano plazo. M: 50 % del café cultivado a la sombra para 2027.



B. Mejorar la precisión del inventario anual de GEI de Puerto Rico.

COA B.1 Implantar medidas para mejorar la recolección y verificación de datos que permitan el seguimiento de los objetivos de reducción de emisiones de GEI.

Mejores prácticas:

- IPCC (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (Vol. 1. *General Guidance and Reporting*). <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>
- U. S. Environmental Protection Agency (2023). *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks*. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>
- DRNA (2014). *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>
- DRNA (2023). Informe de Inventarios 2019 y 2021 de Gases de Efecto Invernadero para Puerto Rico. <https://www.drna.pr.gov/noticias/inventario-gei-2019-2021/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Propiciar una recopilación integral y robusta de datos para asegurar que Puerto Rico pueda monitorear y evaluar su progreso hacia sus objetivos de reducción de emisiones de GEI.</p>	<p>1. Establecer un mecanismo para la recopilación anual de todos los datos sensibles al registro de emisiones de GEI que exija a los organismos pertinentes presentar o publicar antes del 31 de marzo de cada año una lista específica de los datos sobre emisiones y las actividades correspondientes al año anterior. La presentación de los datos anuales deberá incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. AEE: consumo de combustible y compras de energía. b. ATM: compras de combustible marítimo. c. DTOP: consumo de gasolina y gasóleo en carreteras. d. DH: ingresos fiscales de ventas de combustible de aviación y marítimo. e. BDE: producción y ventas de cemento en Puerto Rico. f. DRNA: Área de Control de Contaminación Terrestre - Emisiones de vertederos Título V y cantidades de desechos. g. AAA: cuánto volumen de aguas usadas procesadas por la AAA recibe tratamiento primario, cuánto recibe tratamiento secundario y cuánto recibe tratamiento avanzado. h. DA: cantidad de árboles sembrados, árboles destruidos por fuego y talas, cuerdas de pastizales quemados. 	DRNA	\$107,000	Fondos propios de las entidades responsables y <i>Climate Pollution Reduction Grant</i> — EPA	Corto plazo	<p>R: Inventario anual de emisiones de GEI sin retraso.</p> <p>M: Inventario anual de emisiones de GEI publicado antes de 31 de agosto del año siguiente al reportado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Propiciar una recopilación integral y robusta de datos para asegurar que Puerto Rico pueda monitorear y evaluar su progreso hacia sus objetivos de reducción de emisiones de GEI.</p>	<p>2. Requerir la recopilación de los datos ausentes en los sectores industrial, de agricultura, de silvicultura y otros usos de tierra y gestión de residuos, esenciales para la medición de emisiones de GEI, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Consumo de combustible para uso directo y transporte, datos anuales de empresas importadoras y distribuidoras. b. Datos anuales de producción y venta de semiconductores procedentes de instalaciones industriales. c. Producción y consumo de sustitutos de sustancias que agotan la capa de ozono (conocidas como SAO por sus siglas en inglés), datos anuales de instalaciones industriales. d. Resultados actualizados del Censo de Agricultura. e. Silvicultura y otros usos de tierra y cambios en el uso del suelo. f. Categorización de residuos realizado al menos una vez cada cinco años (el último estudio lo realizó la Autoridad de Desperdicios Sólidos en 2003). 	<p>DRNA, IEPR, DA, DH y DACO</p>	<p>\$484,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables y <i>Climate Pollution Reduction Grant</i> — EPA</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Reducción de la imprecisión de los inventarios de emisiones de GEI que se publican anualmente.</p> <p>M: Calificación mínima IPCC Tier 2 de los sectores emisores de procesos industriales, la agricultura, la silvicultura y otros usos de tierra y residuos.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Propiciar una recopilación integral y robusta de datos para asegurar que Puerto Rico pueda monitorear y evaluar su progreso hacia sus objetivos de reducción de emisiones.</p>	<p>3. Establecer un procedimiento de verificación de datos con el fin de resolver las inconsistencias entre los datos contabilizados para los sectores de transporte y uso directo de combustibles. Este procedimiento deberá detallar el consumo específico de determinadas tecnologías de transporte y los usos diferenciados para alcanzar mayores grados de precisión. Asimismo, deberá tener en cuenta la separación de los usos directos de combustibles (generación de reserva, calentamiento de agua y cocina o funcionamiento de maquinaria) por los subsectores residencial, comercial, institucional e industrial.</p>	DRNA, IEPR, DH, DACO y DTOP	\$88,400	Fondos propios de las entidades responsables y <i>Climate Pollution Reduction Grant</i> — EPA	Corto plazo	<p>R: Inventario de emisiones de GEI publicado anualmente con mayor precisión que los correspondientes a 2019 y 2021 (línea base).</p> <p>M: Calificación mínima IPCC Tier 2 para los sectores emisores de transporte y uso directo de combustibles.</p>
	<p>4. Calibrar los métodos y procesos para producir las proyecciones de datos socioeconómicos y demográficos para Puerto Rico (población, empleo, crecimiento económico y otras métricas de bienestar). Esta estrategia buscará aumentar el número de proyecciones socioeconómicas realizadas por instituciones puertorriqueñas, de manera que se asegure la confiabilidad y precisión de los pronósticos sobre los cuales las mediciones y proyecciones de emisiones de GEI son sensibles.</p>	IEPR, Banco de Desarrollo Económico (BDE)	\$73,100	Fondos propios de la entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Inventario de emisiones de GEI publicado anualmente con mayor precisión que los correspondientes a 2019 y 2021 (línea base).</p> <p>M: Más de 50 % de los indicadores socioeconómicos empleados en los inventarios de emisiones de GEI publicados cada año, recogidos y proyectados por las agencias del gobierno de Puerto Rico.</p>
<p>B.1.2 Propiciar el consumo eficiente de energía en las instalaciones públicas estatales y municipales de Puerto Rico para contribuir a reducir las emisiones totales de GEI (medidas en CO₂e).</p>	<p>1. Desarrollar un inventario de emisiones de GEI de las instalaciones públicas estatales y municipales en Puerto Rico. Este inventario tendrá como objetivo identificar las principales fuentes de emisiones de GEI, lo que permitirá detectar potenciales oportunidades para reducir el consumo y adoptar medidas de eficiencia energética. Es sumamente relevante que el sector público de Puerto Rico lidere el consumo eficiente de energía, a modo de dar el ejemplo para el resto de los sectores y la ciudadanía en general.</p>	DRNA	\$400,000 ²⁶	Fondos propios de la entidad responsable y <i>Climate Pollution Reduction Grant</i> — EPA	Corto plazo	<p>R: Inventario anual de emisiones de GEI de las instalaciones públicas estatales y municipales.</p> <p>M: Inventario anual de emisiones de GEI publicado antes del 30 de junio del año siguiente al reportado.</p>

²⁶ Costo aproximado tomando como referencia el inventario de emisiones de GEI contratado por el DRNA a *Applied Economics Clinic* a fin de desarrollar los inventarios de toda la isla para 2019 y 2021.



C. Requerir que cualquier reconstrucción, rehabilitación o mejora a una estructura promueva la utilización de sistemas eficientes de consumo de energía eléctrica y de ventilación o aquellos diseñados para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero.

COA C.1: Implantar y exigir que se cumpla con los requisitos de mejorar la eficiencia en el uso de energía eléctrica en edificios residenciales, comerciales e industriales para reducir las emisiones de GEI provenientes del uso de combustibles.²⁷

Mejores prácticas:

- LEED v 4.1, USGB. <https://www.usgbc.org/leed/v41>
- LEED certification fees, USGB. <https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/fees>
- *New homes and apartments, Energy Star.* <https://www.energystar.gov/newhomes>
- *Standard 90.1, ASHRAE.* <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>
- *Energy Efficiency Guides for Existing Commercial Buildings, ASHRAE.* <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/energy-efficiency-guides-for-existing-commercial-buildings>
- *Standard 100-2015 Energy Efficiency in Existing Buildings, ASHRAE.* <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-100>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Reducir las emisiones de GEI a través de la implantación de códigos de construcción que permitan la ventilación cruzada, eficiencia energética y la descarbonización de los materiales de construcción.	1. Requerir la certificación de edificios verdes en la categoría <i>Silver</i> de la versión más reciente del sistema LEED de certificación de edificios sostenibles del <i>US Green Building Council (USGBC)</i> en las siguientes tipologías edilicias : edificios de oficinas, institucionales, universitarios, de industrias y centros comerciales, y cualquier construcción de edificios de 30,000 pies cuadrados (PC) o más, o usos agregados de una misma institución igual o mayor a los 30,000 PC. Las escuelas públicas y privadas y la vivienda quedarán exentas de este requerimiento, pero cumplirán con los criterios de otros programas a designarse.	OGPe	\$10,000 - \$25,000 por edificio	DV y OGP	Corto plazo	R: Certificación de edificios verdes en la categoría <i>Silver</i> de la versión más reciente del sistema LEED requerida por la OGP. M: Comparar la cantidad de edificios certificados LEED <i>Silver</i> antes y después de la aprobación de este plan para que cada año sea siempre superior o igual a 10 % anual en certificaciones nuevas.

²⁷ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructuras (sección 7.2). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Reducir las emisiones de GEI a través de la implantación de códigos de construcción que permitan la ventilación cruzada, la eficiencia energética y la descarbonización de los materiales de construcción.	2. Adoptar las secciones aplicables del <i>International Energy Conservation Code</i> y de los estándares de ASHRAE al Código de Construcción de Puerto Rico con las enmiendas necesarias para ajustarlo a nuestra realidad climática y económica.	OGPe	\$100,000	DV y OGPe	Corto plazo	R: Código de Construcción de Puerto Rico con secciones aplicables del International Energy Conservation Code y de los estándares de ASHRAE. M: Comparar la cantidad de edificios con permisos de construcción antes y después de la aprobación de este plan para que cada años sea siempre mayor o igual a 10 % anual en certificaciones nuevas.
	3. Ampliar los incentivos financieros para la rehabilitación de edificios. ²⁸	AEP, OMEP y AFI	Costo nivelado de ahorros: \$0.26 por kWh de ahorros ²⁹ \$32 - \$19 por pie cuadrado ³⁰	Ley federal IRA (secciones 13301, 13302, 13303, 13304, 30002, 50121, 50122), PR GET, Fondo de Resiliencia Energética de Puerto Rico	Corto plazo	R: Acceso a incentivos financieros para la rehabilitación de edificios. M: Porcentaje de variación anual de accesos a incentivos financieros para la rehabilitación de edificios.

²⁸ City of Los Angeles (2019). *L.A.'s Green New Deal: Sustainable City pLAN: Environment, Economy, Equity*. https://plan.lamayor.org/sites/default/files/pLAN_2019_final.pdf, p. 39.

²⁹ *Ibíd.*

³⁰ RMI (2021). *Guide to Building the Case for Deep Energy Retrofits*. https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/04/Pathways-to-Zero_Bldg-Case-for-Deep-Retrofits_Report_2012.pdf



D. Promover la reforestación y la protección de la población arbórea existente en y fuera de los bosques.

COA D.1: Establecer y desarrollar un programa masivo de reforestación y preservación para expandir la capacidad de remoción de GEI de la atmósfera en Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- J. Fargione et al., (2021). *Challenges to the Reforestation Pipeline in the United States. Sec. Forest Management.* <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2021.629198/full>
- Department of Natural and Environmental Resources. *Puerto Rico Forest Action Plan (2016).* <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2016/12/SAP-2016-FINAL-9-15-2016-rev-ETI.compressed.pdf>
- Massachusetts Institute of Technology (2015). "Sustainable Logging Practices." *Mission 2015: Biodiversity.* <https://web.mit.edu/12.000/www/m2015/2015/logging.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Remover una cantidad sustancial de GEI de la atmósfera en Puerto Rico.	1. Establecer un programa de restauración forestal en el DRNA y contratar a personal con el fin de conducir alcance comunitario y coordinar actividades de siembra de árboles a través de toda la isla incluyendo áreas urbanas. Esta estrategia debe ser cónsona con las estrategias detalladas de reforestación establecidas en la sección 7.9 del P-MARCC (Reforestación y ecosistemas terrestres). (Véase también la Guía de Reforestación para Puerto Rico, en los anejos del P-MARCC). Este plan deberá contemplar el establecimiento de colaboraciones entre el DRNA y organizaciones comunitarias como Para la Naturaleza y Casa Pueblo, entre otras, para llevar a cabo la siembra de árboles de forma rápida y justa a través de toda la isla.	DRNA	\$8,500,000 ³¹	Ley IRA (sección 23003)	Corto plazo	<p>R: Aumento de 10 % de la población arbórea (línea base 2023).</p> <p>M: Al menos 100,000 árboles sembrados anualmente.</p>
	2. Establecer una mayor fiscalización y vigilancia de los contratos para la poda de árboles a fin de evitar la tala indiscriminada. Expedir multas y exigir la compensación por los árboles destruidos cuando se determine que la tala no fue autorizada.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable, Servicio Forestal y ley IRA	Corto plazo	<p>R: Reducir a un mínimo la tala indiscriminada de árboles en Puerto Rico.</p> <p>M: Cantidad de multas impuestas por año y cantidad de árboles sembrados para compensar por la tala de árboles.</p>

³¹ J. Fargione et al., (2021). *Challenges to the Reforestation Pipeline in the United States. Sec. Forest Management.* <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2021.629198/full>

Cursos de acción (COA) para la adaptación y resiliencia ante el cambio climático por sectores

En este capítulo se identifican los COA desarrollados a partir del diagnóstico de la situación de las manifestaciones del cambio climático en Puerto Rico para los sectores que incluye este P-MARCC, según descrito en el artículo 9 de la Ley 33-2019 y las fuentes antropogénicas de emisiones de **gases de efecto de invernadero (GEI)**. Se toman como base las guías establecidas para cada sector del artículo mencionado y los objetivos iniciales de reducción dispuestos en el artículo 5 de la misma ley.

También se tomaron en cuenta los comentarios y recomendaciones surgidos del peritaje del CEACC y del DRNA, así como las recomendaciones recibidas durante un proceso de vistas públicas. Asimismo, se incorporaron los cambios en algunos sectores y otros temas no establecidos en la Ley 33-2019. Se destacan el sector de **ecosistemas terrestres**; el cambio del concepto de “desperdicios” por **residuos sólidos** y el tema de **vivienda** como parte del sector de **infraestructuras**, los de **transporte aéreo** y **transporte marítimo** en **transporte y movilidad**, así como **pesca**, bajo **agricultura y ganadería**. Además, se presenta el tema de la **justicia climática** para el cual se generó una guía, siguiendo la estructura que se ofrece en el artículo 9 de la Ley 33-2019 sobre las guías de los otros sectores descritos, con sus respectivos COA.

En este capítulo se enumeran los COA por sector y los componentes que ayudarán a viabilizar su implantación: **objetivos, estrategias, entidad responsable, costo estimado, fuente potencial de financiamiento, período aproximado, resultado y métricas**.

Para cumplir la meta del P-MARCC de lograr un nivel base de adaptación y resiliencia ante el cambio climático, los COA deberán tener medidas encaminadas a propiciar la reducción de la vulnerabilidad y del consumo de recursos y la protección de la vida y la propiedad. Por tal motivo, la base desde la cual se identifican las estrategias de adaptación y resiliencia por sectores es el análisis de los capítulos anteriores.

En el desarrollo de las estrategias de los COA, se han tomado en cuenta diferentes planes agenciales, así como aspectos organizacionales, reglamentarios, fiscales y legales que favorecen o limitan la implantación. También se realizó un análisis de las experiencias o mejores prácticas en Puerto Rico, Estados Unidos y otros países referentes a los sectores. Esto permitió seleccionar aquellas estrategias para cada COA que pueden implantarse en Puerto Rico con el propósito de alcanzar los objetivos y la política pública dispuesta por la Ley 33-2019. Las estrategias se presentan en forma tabular, de manera que se facilite su identificación y seguimiento. Además, se crean nuevas guías siguiendo la estructura de las guías por sectores incluidas en el artículo 9 de la Ley 33-2019.

Las estrategias y medidas de implantación incluidas conllevarán procesos de participación ciudadana y otras iniciativas externas, como acuerdos interagenciales con entidades de los gobiernos estatal y federal, instituciones educativas y acuerdos de colaboración con la empresa privada. Los fondos para implantar las estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia podrán provenir de fuentes federales, estatales, municipales y privadas. La implantación de estos cursos de acción deberá priorizar en las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas, tomando en consideración las particularidades de las diversas comunidades de Puerto Rico y reconociendo que las manifestaciones y los efectos del cambio climático varían a través de todo el archipiélago.

A continuación, se explican los componentes de la tabla:

- Guías dispuestas en el artículo 9 de la Ley 33-2019 y otras creadas a partir del análisis de los capítulos anteriores.
- COA basados en la política establecida en la Ley 33-2019 según las guías del artículo 9 en los sectores en que aplica, objetivos iniciales de reducción establecidos en el artículo

5 en los sectores donde se aplique, diagnósticos y análisis FODA.

- Mejores prácticas (si aplica), basadas en el análisis de experiencias exitosas que validan la viabilidad de implantación de los COA. Se incluyen solo las referencias.
- Objetivos, basados en los COA.
- Estrategias específicas de mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para Puerto Rico, basadas en los objetivos y proyectos del P-MARCC. En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar a los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.
- Entidad responsable de implantar las estrategias propuestas.
- Costo estimado para ejecutar la estrategia. Las estrategias necesitan unos costos estimados. Será la entidad responsable de ejecutar la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable de las estrategias será la que proveerá un costo estimado cuando no se determine en este plan considerando experiencias previas en y fuera de Puerto Rico, durante la fase previa de implantación de la estrategia.
- Fuente potencial de financiamiento: se recomiendan los fondos como un mecanismo de financiamiento para el P-MARCC, ya que no tiene requisitos de repago y reduce las barreras para el desarrollo de proyectos. Los fondos podrán ser provistos por agencias federales y algunas agencias estatales, para proyectos que cumplan con los objetivos específicos del programa que los provee. Las entidades que pueden ofrecer

el mecanismo varían, destacándose: gobierno municipal, gobierno estatal, gobierno federal e instituciones sin fines de lucro, entre otras. Todos los años surgen oportunidades que permiten recibir fondos para desarrollar programas y estrategias que promueven la mitigación, la adaptación y la resiliencia ante el cambio climático. En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

- Período aproximado de programación del desarrollo de las estrategias propuestas:
 - **corto plazo - 0 a 3 años,**
 - **mediano plazo - 4 a 6 años,**
 - **largo plazo - 7 años o más.**
- Resultado esperado para cumplimiento de la meta del P-MARCC y métricas para evaluar los avances.

Se exhorta a los municipios y otras entidades públicas a alinear sus documentos de normativas y política pública (planes, reglamentos, ordenanzas, entre otros) con el P-MARCC.

Tabla 7.1. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **energía**.



A. Adoptar medidas encaminadas a la transición energética a un modelo de energía renovable o alternativa con la eliminación del carbón como fuente de energía, para encaminar el proceso de energía a uno neutro en emisiones de gases de efecto de invernadero, que reduzca la vulnerabilidad del sistema energético y garantice el acceso a la energía como bien común.

COA A.1: Establecer mecanismos para hacer viable que el proceso de adquisición de energía sea uno neutro en emisiones, resiliente, continuo y accesible a la población.

Mejores prácticas:

Las mejores prácticas incluyen el cumplimiento de los estándares que se incluyen a continuación:

- Cierre de planta de carbón en Hawái. <https://www.hawaiianelectric.com/hawaii-ends-use-of-coal-for-power-generation-as-30-year-contract-with-oahu-plant-winds-down>
- *Final Resolution and Order on the Puerto Rico Electric Power Authority Integrated Resource Plan*. <https://energia.pr.gov/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/AP20180001-IRP-Final-Resolution-and-Order.pdf>
- *Grid Modernization Plan for Puerto Rico*, p. 79 (61). [https://recovery.pr.gov/en/documents/Grid%20Modernization%20Plan_20191213%20\(2\).pdf](https://recovery.pr.gov/en/documents/Grid%20Modernization%20Plan_20191213%20(2).pdf)

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Darles prioridad a los procesos de adquisición de sistemas de energía renovable o alternativa que consideren la participación pública amplia y accesible, y fomenten el desarrollo de proyectos abiertos y rentables en línea con el camino obligatorio de Puerto Rico hacia el 100 % de energía renovable o alternativa para 2050, según establecido por la Ley 17-2019 [...]	1. Implementar los tramos (<i>Tranches</i>) de proyectos de energía renovable o alternativa a escala de servicio público (<i>utility scale</i>) definidos por el Negociado de Energía de Puerto Rico (NEPR) conforme al Plan Integrado de Recursos⁴ (PIR) de la AEE.	NEPR: evalúa los tramos y las propuestas de licitadores; AEE: aprueba los contratos; LUMA: realiza los estudios de interconexión y determina la entrada de energía renovable [...]	La adquisición de sistemas de energía renovable o alternativa por medio de un acuerdo de compra de energía (Power Purchase Agreement [PPA]) no conlleva un costo de proyecto; [...]	Fondos propios de las entidades responsables; si es un contrato de un PPA, entonces el financiamiento es por parte de la compañía que provee el servicio	Mediano plazo	R: Generar el 100 % de la energía eléctrica con fuentes renovables o alternativas para 2050. M: Generar el 40 % de la energía eléctrica con fuentes renovables o alternativas para 2025 y el 60 % de la energía eléctrica a base de fuentes renovables o alternativas para 2040.

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar a los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

⁴ El Plan Integrado de Recursos se adopta al amparo de los artículos 6.3, 6.20 y 6.23 de la Ley 57-2014, según enmendada, conocida como la Ley de Transformación y Alivio Energético de Puerto Rico; la sección 6C de la Ley 83-1941, según enmendada, conocida como la Ley de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico, y la Ley 38-2017, según enmendada, conocida como la Ley de Procedimiento Administrativo Uniforme del Gobierno de Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Darles prioridad a los procesos de adquisición de sistemas de energía renovable o alternativa que consideren la participación pública amplia y accesible, y fomenten el desarrollo de proyectos abiertos y rentables en línea con el camino obligatorio de Puerto Rico hacia el 100 % de energía renovable o alternativa para 2050, según establecido por la Ley 17-2019 (Ley de Política Pública Energética de Puerto Rico).</p>	<ol style="list-style-type: none"> Implementar los tramos (<i>Tranches</i>) de proyectos de energía renovable o alternativa a escala de servicio público (<i>utility scale</i>) definidos por el Negociado de Energía de Puerto Rico (NEPR) conforme al Plan Integrado de Recursos⁴ (PIR) de la AEE. Coordinar con expertos, agencias y corporaciones las adquisiciones de sistemas de energía renovable o alternativa, y desarrollar procesos y aprendizajes para la mejora continua. Establecer un programa de capacitación para profesionales de sistemas de energía renovable o alternativa. 	<p>[...] o alternativa a la red (entre otras responsabilidades)</p> <p>DDEC, de acuerdo con la Ley 82-2010, según enmendada, conocida como la Ley de Política Pública de diversificación Energética por Medio de la Energía Renovable Sostenible y Alterna en Puerto Rico; sección 2.5</p>	<p>[...] el costo es la compra de energía y se les está pasando a los clientes de la red eléctrica</p> <p>Indeterminable</p>	<p>[...] el financiamiento es por parte de la compañía que provee el servicio</p> <p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Mediano plazo</p> <p>Corto plazo</p>	<p>[...] M: Generar el 40 % de la energía eléctrica con fuentes renovables o alternativas para 2025 y el 60 % de la energía eléctrica a base de fuentes renovables o alternativas para 2040.</p> <p>R: Capacitar en tres años el 100 % de la fuerza laboral.</p> <p>M: Certificar anualmente a 30 % de los profesionales del campo de la energía.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> Realizar tareas seleccionadas, incluido el análisis de la capacidad de albergar la energía recibida en la red eléctrica, para permitir que los participantes del mercado tomen decisiones informadas y reduzcan la prima de riesgo asociada con el costo de capital. Realizar estudios de interconexión de manera expedita y actualizar los alimentadores del sistema de distribución para que puedan acomodar la demanda de los sistemas de energía renovable o alternativa. 	<p>LUMA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Informe de análisis de la capacidad de albergue y tareas seleccionadas.</p> <p>M: Reducir en 20 % el tiempo de análisis de interconexión de los sistemas (<i>utility scale</i>).</p> <p>M: Completar 80 % de las actualizaciones de los alimentadores.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Darles prioridad a los procesos de adquisición de sistemas de energía renovable o alternativa que consideren la participación pública amplia y accesible, y fomenten el desarrollo de proyectos abiertos y rentables en línea con el camino obligatorio de Puerto Rico hacia el 100 % de energía renovable o alternativa para 2050, según establecido por la Ley 17-2019 (Ley de Política Pública Energética de Puerto Rico).</p>	<p>5. Hacer hincapié en el suministro de energía de bajo costo (que a nivel mundial es ahora la energía renovable o alternativa) para mantener bajos los costos de la red y garantizar un acceso justo y económico.</p>	<p>NEPR, de acuerdo con lo establecido en la Ley 57-2014, según enmendada, conocida como la Ley de Transformación y Alivio Energético de Puerto Rico, artículo 6.25B</p>	<p>Se determinará según la subvención aplicable del Departamento de Energía federal (DOE)</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables y fondos del DOE y USDA</p>	<p>Mediano y largo plazo</p>	<p>R: El 100 % de los clientes residenciales con sistemas de energía de bajo costo instalados para 2040.</p> <p>M: Al menos el 30 % de los clientes residenciales con sistemas de bajo costo para 2030.</p>
<p>A.1.2 Permitir que todas las tecnologías alineadas con la ruta de descarbonización de Puerto Rico compitan. Darle prioridad al uso de las tecnologías que respalden los objetivos relacionados con proteger el medioambiente, la justicia climática y el uso eficiente de la infraestructura.</p>	<p>1. Determinar la mejor manera de utilizar los recursos existentes (energía hidroeléctrica, solar y oceanotérmica, almacenamiento de energía, infraestructura de la red existente, microrredes y otros activos) para minimizar los costos.</p> <p>2. Propiciar la participación de la comunidad en los procesos de adquisición de sistemas de energía renovable o alternativa.</p> <p>3. Esta acción debe hacerse en coordinación con el estudio PR100 del Departamento de Energía federal, el proceso del PIR y otros estudios.</p>	<p>NEPR: evalúa y autoriza nuevas fuentes de generación según establecido en la Ley 82-2010, artículo 2.13</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Reducción de los costos y mayor participación de la ciudadanía.</p> <p>M: Costo de los sistemas de energía renovable o alternativa por debajo del promedio nacional (\$ / KW).</p> <p>M: Mayor participación de la ciudadanía anualmente con un incremento de 10 %.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.3 Transformar el sistema de una generación de energía a base de combustibles fósiles a no fósiles (ej., hidrógeno verde) y con fuentes de energía renovable o alternativa.	1. Eliminar el uso del carbón como fuente para la generación de energía. ⁵	NEPR: se asegura de que el contrato de AES no sea renovado después del 31 de diciembre de 2027 para la utilización de carbón; AEE / AES (planta generatriz): deben cumplir con la Ley 17-2019 y la Ley 33-2019	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Mediano plazo	R: Cierre de la planta generatriz de AES en Guayama en diciembre de 2027, según dispuesto por ley. M: En diciembre de 2026, terminar de construir uno o más sistemas de energía renovable o alternativa para suplir la demanda de electricidad que genera la AES.
	2. Decomisar las unidades de generación que operan con combustibles fósiles y que hayan concluido su vida útil, según identificadas en el PIR. 3. Realizar un estudio sobre la utilización de hidrógeno verde para la generación de energía, incluyendo el impacto del aumento del nivel del mar para las centrales costeras.	NEPR: asegurar el cumplimiento del PIR; AEE / Genera PR: proceder con el retiro de las unidades y realizar estudio sobre la utilización de hidrógeno verde para la generación de energía	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Largo plazo (7 a 10 años)	R: Sustituir con energía renovable o alternativa 3,600 MW que hoy provienen de combustibles fósiles. M: Sustituir con energía renovable o alternativa 1,800 MW que hoy provienen de combustibles fósiles, en 5 años.

⁵ Este es un tema transversal que incide la mitigación de fuentes antropogénicas de emisiones de gases de efecto de invernadero (Tabla 6.1). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA y estrategias incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.



B. Impulsar políticas de eficiencia y ahorro energético. Para ello, se debe diseñar un modelo de tarifas que penalice el sobreconsumo energético.

COA B.1: Establecer un programa de eficiencia energética.⁶

Mejores prácticas:

- Programa de eficiencia energética del estado de Vermont. <https://puc.vermont.gov/energy-efficiency-utility-program>
- Propuestas de política pública presentadas sobre Puerto Rico. <https://reospartners.com/projects/puerto-ricos-energy-transformation/>
- *Energy Efficiency Targets and Cost Effectiveness: Experience in Arkansas*. <https://drive.google.com/drive/folders/19tDS2QMGboM4o3rXTK-jsYqIno3i5uZU>
- *Grid Modernization Plan For Puerto Rico*, p. 82 (64). [https://recovery.pr.gov/en/documents/Grid%20Modernization%20Plan_20191213%20\(2\).pdf](https://recovery.pr.gov/en/documents/Grid%20Modernization%20Plan_20191213%20(2).pdf)

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Reducir paulatinamente la demanda de energía eléctrica en Puerto Rico.</p> <p>B.1.2 Identificar las actividades de mayor consumo energético (20 % de las actividades que consumen 80 % de la energía).</p> <p>[...]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar en un proceso público colaborativo y multisectorial que incluya a defensores de la comunidad y miembros clave de la industria y del sector de la filantropía con el objetivo de desarrollar soluciones que permitan un modelo de financiamiento híbrido para la eficiencia energética. 2. Considerar el uso de programas de eficiencia energética de estilo <i>Rapid Start</i> con el fin de crear beneficios inmediatos para los contribuyentes. 	NEPR y LUMA ⁷	\$20 millones en el primer año de operación del Programa de Eficiencia Energética	SEP-PPPE del DDEC Factura de electricidad ⁸	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Reducir la demanda de energía en 10 % para 2034.</p> <p>M: Reducir anualmente la demanda de energía eléctrica en 1 % por diez años, como requiere la Ley 33-2019.</p>

⁶ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructuras (sección 7.2). Aunque el curso de acción y algunas de sus estrategias se asemejan a otros COA y estrategias incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

⁷ El Negociado de Energía podrá requerir a LUMA establecer programas de eficiencia energética dirigidos a alcanzar la meta planteada en este curso de acción. Para ello, LUMA podrá utilizar los servicios de un tercero que maneje los programas de eficiencia energética y le asista en la fiscalización del cumplimiento de las metas anuales establecidas mediante reglamento. Véase el artículo 1.6(11) de la Ley 17-2019, según enmendada, conocida como la Ley de Política Pública Energética.

⁸ El primer año de implementación del Programa de Eficiencia Energética se está evaluando con el DOE para determinar si se puede financiar con fondos del Programa de Energía del Estado (**State Energy Program [SEP]**), administrado por el **Programa de Política Pública Energética (PPPE)** del DDEC. Después del primer año de operación del Programa de Eficiencia Energética, la fuente de financiamiento será el cargo aprobado en la factura de electricidad (*Rider*) para eficiencia energética.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Reducir paulatinamente la demanda de energía eléctrica en Puerto Rico.</p> <p>B.1.2 Identificar las actividades de mayor consumo energético (20 % de las actividades que consumen 80 % de la energía).</p> <p>B.1.3 Definir una meta para reducir la intensidad energética que sea específica, medible, alcanzable, relevante y completada en menos de 5 años.</p>	<p>3. Proveer fondos o subsidios para la instalación de calentadores solares en residencias unifamiliares.</p>	DV	\$5,000 por residencia	Fondos propios de las entidades responsables	Largo plazo (10 años)	<p>R: Instalación de calentadores solares en todas las residencias unifamiliares en 10 años.</p> <p>M: Instalar 50,000 calentadores solares al año.</p>
<p>B.1.4 Desarrollar pautas de eficiencia energética que se apliquen a todos los clientes.</p> <p>B.1.5 Desarrollar programas de eficiencia energética e identificar fuentes de financiamiento públicas y privadas, incluidos, entre otros, programas respaldados por los contribuyentes.</p> <p>B.1.6 Promover la educación en eficiencia energética a través de los medios de comunicación y las redes sociales.</p>	<p>4. Proveer fondos o subsidios para la instalación o remplazo de equipos eficientes en residencias.</p>	DDEC/PPPE	\$8,250 por residencia	Fondos del WAP (Weatherization Assistance Program) del DOE	Largo plazo	<p>R: Climatizar residencias de familias que viven bajo el nivel de pobreza.</p> <p>M: Climatizar anualmente más de 200 residencias de familias bajo el nivel de pobreza.</p>



C. Promover las energías renovables o alternativas, que deben desarrollarse, siempre que sea posible, aprovechando espacios ya alterados por la actividad humana, con el fin de minimizar la ocupación innecesaria del suelo.

COA C.1: Desarrollar un instrumento que fomente la energía renovable o alternativa de manera planificada optimizando el uso del suelo, con prioridad para los espacios ya impactados por la actividad humana.

Mejores prácticas:

- *Feasibility Study of Solar Photovoltaics on Landfills in Puerto Rico.* <https://www.nrel.gov/docs/fy11osti/52181.pdf>
- *The 5 Cs of Agrivoltaic Success Factors in the United States: Lessons From the InSPIRE Research Study.* <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/83566.pdf>
- *Sustainable, Resilient Coffee Farming in Puerto Rico.* <https://twendesolar.org/puerto-rico>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Establecer guías a fin de determinar el uso de terrenos y espacios propicios para la generación de energía renovable o alternativa sin afectar terrenos agrícolas, cuerpos de agua, sumideros, el área del karso ni los humedales. ⁹	<p>1. Las guías que se desarrollarán deberán tener como requisito las siguientes estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Utilizar terrenos en áreas de vertederos para la instalación de sistemas fotovoltaicos. b. Instalar sistema de paneles solares sin afectar áreas agrícolas o de ganadería. c. Instalar sistemas de paneles solares a una altura mayor de 8 pies en áreas donde se pueden sembrar ciertos alimentos que no requieran luz solar directa y que no sean árboles. 	JP ¹⁰	<p>Sistemas de energía solar en vertederos (incluyendo Vieques): \$200 millones</p> <p>Costo de sistemas <i>utility scale</i>; si es PPA, no habría costo</p>	AAPP y PPA	Largo plazo (7 a 10 años)	<p>R: Guías desarrolladas.</p> <p>M: Producción de energía anual estimada en vertederos: 60,000 MWh. Producción de energía con sistemas que no impactan la agricultura: 3.7 TWh / año.</p>

⁹ Este es un tema transversal que incide en los sectores de infraestructuras (sección 7.2) y de agricultura y ganadería (sección 7.6). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

¹⁰ JP es la agencia responsable de determinar la planificación, uso y manejo de terrenos en Puerto Rico. DA, AEE, AAPP, LUMA y el DRNA deberán velar que los proyectos cumplan con el PUT. NEPR: evalúa los tramos y las propuestas de licitadores; AEE y Autoridad de Alianzas Público-Privadas (AAPP), de acuerdo a la Ley 29-2009, según enmendada, conocida como la Ley de Alianzas Público-Privadas: aprueba contratos; LUMA: realiza estudios de interconexión y determina la entrada de energía renovable o alternativa a la red (entre otras responsabilidades).



D. Estimular un modelo energético cuyo fin sea eliminar el consumo de combustibles fósiles para alcanzar mayor participación de las energías renovables o alternativas en el sistema eléctrico.

COA D.1: Transformar el sistema de generación de energía a uno basado en combustibles no fósiles o fuentes de energía renovable o alternativa con almacenamiento (baterías).

Mejores prácticas:

- Iniciativas de eficiencia y energía solar adoptadas por el estado de Hawái. <https://energy.hawaii.gov/what-we-do/financial-assistance-and-grants/financial-assistance-resources/energy-efficiency-programs-rebates-and-solar-initiatives/>
- Proyecto de energía solar de Montserrat. <https://www.gov.ms/2022/05/25/powering-montserrat-with-solar-energy/>
- Grid Modernization Plan for Puerto Rico. [https://recovery.pr.gov/en/documents/Grid%20Modernization%20Plan_20191213%20\(2\).pdf](https://recovery.pr.gov/en/documents/Grid%20Modernization%20Plan_20191213%20(2).pdf)

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>D.1.1 Establecer un plan para identificar las centrales eléctricas más eficientes y cambiar a combustibles no fósiles (ej., hidrógeno verde). Ese plan debe incluir: el tipo de combustible a usar, una estimación del costo y una estimación del tiempo para completar el proyecto.</p>	<p>1. El desarrollo del plan deberá tener en cuenta las siguientes estrategias:</p> <p>a. Utilizar un análisis exhaustivo del sistema a nivel de distribución al realizar procesos de planificación de recursos integrados, con énfasis en la comprensión de la variabilidad de la ubicación en los costos y las limitaciones del servicio.</p> <p>b. Primero, examinar las opciones de eficiencia energética en el proceso de planificación y permitir la consideración posterior de los recursos existentes (energía solar, hidroeléctrica y eólica, y combustibles fósiles heredados), mientras se considera cómo integrar mejor las oportunidades de baterías y vehículos eléctricos en una variedad de usos. Luego, utilizar el PIR para organizar reuniones comunitarias amplias e inclusivas de las partes interesadas, a fin de recopilar información y refinar el proceso de planificación.</p> <p>c. Considerar todas las opciones relevantes para las plantas de energía y los programas de eficiencia (permitiendo una competencia justa entre todos) y considerar los datos históricos sobre la variabilidad del cronograma y el costo, así como el precio del combustible y el riesgo de la cadena de suministro.</p> <p>d. Refinar los resultados con un análisis de sensibilidad exhaustivo.</p> <p>e. Llevar a cabo el plan de retirar las unidades generatrices más ineficientes, según establecido en el PIR.</p>	<p>NEPR: asegura cumplimiento con el PIR; AEE / Genera PR: procede con el retiro de las unidades ineficientes, realizar un estudio sobre la utilización de hidrógeno verde (H₂) para producir energía y establecer un plan para integrar el H₂ verde, de ser costoefectivo</p>	<p>Los costos de los estudios para las primeras estrategias (a-c) pueden superar \$800,000</p> <p>El costo de implantación dependerá de los resultados del Estudio</p>	<p>Ya presupuestado en el proceso y compromiso estándar del PIR</p>	<p>Largo plazo (10 años)</p>	<p>R: Reemplazar la producción de energía a base de combustibles fósiles por energía renovable o alternativa.</p> <p>M: Porcentaje de energía renovable o alternativa por período: 2023 a 2025, 40 %; 2026 a 2040, 60 %; 2041 a 2050, 100 %; según establecido en la Cartera de Energía Renovable (Ley 82-2010).</p>



E. Adoptar medidas que favorezcan y propicien el autoconsumo energético a base de energías renovables o alternativas y la participación de actores locales en su producción y distribución.

COA E.1: Fomentar el uso de sistemas de energía renovable o alternativa y permitir que los clientes sean prosumidores para alentar el uso de estos sistemas.

Mejores prácticas:

- Green Mountain Power, Vermont. <https://greenmountainpower.com/rebates-programs/home-energy-storage/bring-your-own-device/>
- Plantas Virtuales en California y Hawái. <http://www.ililani.media/2022/06/virtual-power-plants-in-california-and.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.1.1 Racionalizar la fijación de precios para el autoconsumo de energía utilizando el valor total y el costo de los recursos distribuidos, y alentar el uso total de los incentivos federales y otros para acelerar la adopción individual. Fomentar proyectos piloto de nuevas tecnologías y desarrollar asociaciones corporativas clave.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar la estructura tarifaria existente conforme a la generación de energía renovable o alternativa actual y futura. Tomar en consideración los datos para refinar la fijación de precios y los incentivos para los recursos de energía distribuidos. Llevar a vistas públicas las tarifas propuestas. 2. Enfatizar el papel de los clientes tanto en la respuesta a la demanda como en la flexibilidad de la demanda para beneficiar a la red y mejorar la confiabilidad. 3. Fomentar el uso de plantas de energía virtuales (VPP, por sus siglas en inglés), para vincular a muchos clientes y proporcionar servicios completos a la red eléctrica (y desplazar rápidamente a las centrales eléctricas de combustibles fósiles). 4. La reducción en la compra de combustible, debido al aumento en la producción de energía renovable o alternativa, puede utilizarse para subsidiar los VPP, así como los programas de eficiencia energética y de respuesta a la demanda. 	<p>NEPR: según establecido en la Ley 57-2014, artículo 6.25A, y también evaluará el establecimiento de las VPP; Ramas Ejecutiva y Legislativa del Gobierno de Puerto Rico: establecen los subsidios a ser incluidos en la factura de electricidad por medio de legislación y aprobación del proyecto de Ley; LUMA: establecerá el programa de VPP</p>	<p>No hay costo de implantación</p>	<p>Redefinir los subsidios en la factura de electricidad y subsidiar a clientes de bajo y mediano ingreso con sistemas de energía renovable o alternativa</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Participación total, valor de los servicios de la red y puntuaciones de satisfacción del cliente.</p> <p>M: Incremento de 10 % anual en clientes con sistemas de energía renovable o alternativa.</p> <p>M: 20 % de reducción de la demanda pico.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.2 Promover que los clientes de escasos y medianos recursos tengan acceso a sistemas de energía renovable a un costo mínimo, que cubran sus necesidades básicas y que sean resilientes.	<p>1. Fase I: identificar a los beneficiarios según criterios de selección e instalarles sistemas de energía renovable en techos o áreas aptas en donde se pueda obtener la mayor generación de energía. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe o la agencia gubernamental concernida no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto).</p>	DOE (<i>PR Grid Modernization and Recovery Office</i>)	\$20,000 por hogar	\$1,000 millones del Fondo de Resiliencia Energética de Puerto Rico	Mediano plazo	<p>R: Proveer energía renovable a todas las residencias de personas en desventaja socioeconómica, en 5 años.</p> <p>M: Proveer energía renovable a 100,000 residencias de personas en desventaja socioeconómica, anualmente.</p>
	<p>2. Fase II: establecer medidas e identificar fondos para la instalación de sistemas de energía renovable a toda la población de residentes. Incluir pequeños y medianos negocios.</p>	Ramas Ejecutiva y Legislativa del Gobierno de Puerto Rico; DDEC ¹¹	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Largo plazo (7 a 10 años)	<p>R: Facilitar la instalación de sistemas de energía renovable a 100 % de las residencias y a las pymes a largo plazo.</p> <p>M: Al menos 100,000 de los clientes beneficiados con sistemas de energía renovable anualmente.</p>

¹¹ Ramas Ejecutiva y Legislativa del Gobierno de Puerto Rico: identificar fondos y proveer incentivos contributivos para la adquisición de sistemas de energía renovable; DDEC: mediante el Programa de Apoyo Energético, identificar fondos recurrentes para seguir impactando a las pymes en la instalación de sistemas de energía renovable.



F. Fomentar la generación de energía distribuida y nuevas opciones de distribución y contratación de suministros, así como la implantación de redes de distribución de energía inteligentes y redes cerradas.

COA F.1: GenCo / GridCo. Establecer un objetivo definido para la transición de un sistema centralizado a sistemas de microrredes con fuentes de energía renovable o alternativa y almacenamiento de energía. Las microrredes son sistemas de generación de energía locales, independientes de la red e inteligentes.

Mejores prácticas:

- Programa de incentivos de microrredes de California. <https://www.cpuc.ca.gov/news-and-updates/all-news/cpuc-charts-course-for-microgrid-incentive-program-to-increase-community-resilience-2023>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.1 Identificar los sectores más críticos que serán parte del programa de microrred (hospitales y centros de salud, escuelas, empresas, industrias y agencias que brindan servicios críticos). Identificar las áreas de mayor costo donde los servicios de la red puedan ampliarse con microrredes.</p> <p>[...]</p>	<ol style="list-style-type: none"> Utilizar procesos de planificación a nivel de distribución con el fin de identificar segmentos de la red congestionados y de alto costo para enfocar los esfuerzos de la microrred, al tiempo que se asegura la participación pública y abierta (con límites para evitar procesos de licitación injustos, como la publicación de datos antes de adquisiciones abiertas). Considerar también los sectores de transporte clave, incluidos los aeropuertos, con el potencial de incluir el combustible de aviación sostenible.¹² Integrarse con los esfuerzos continuos a nivel comunitario y con apoyo filantrópico, incluidos los que se están realizando en Vieques y Culebra, y recopilar información sobre métodos para evitar cualquier efecto adverso en el medioambiente. Priorizar el uso de los recursos existentes (generación instalada), la eficiencia energética y la infraestructura existente (techos, estacionamientos, almacenes, etcétera).¹³ <p>[...]</p>	<p>NEPR - Según establecido en el Reglamento 9028; Reglamento para Desarrollo de Microrredes</p> <p>[...]</p>	<p>\$1.2 millones - \$2 millones</p>	<p><i>USDA Rural Development: Powering Affordable Clean Energy (PACE), Empowering Rural America (NEW ERA)</i></p>	<p>Largo plazo (7 a 10 años)</p>	<p>R: Proveer sistemas de microrredes a todos los sectores más críticos en cinco años.</p> <p>M: Cubrir al menos 160 áreas a nivel de Puerto Rico.</p> <p>M: Suplir al menos 300 MW a cargas críticas y 400 MW a cargas no críticas.</p>

¹² Este es un tema transversal que incide en el sector de transporte y movilidad (sección 7.3). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

¹³ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructuras (sección 7.2). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>[...]</p> <p>F.1.2 Identificar fuentes de energía renovables o alternativas para abastecer las microrredes (solar, eólica, hidroeléctrica, hidrógeno verde, oceanotérmica, energía de las olas, etcétera). Estas fuentes de energía deben ser costoefectivas y no tener un efecto adverso en el medioambiente (sistemas de agua, agricultura, estuarios, zona del karso, bosques y humedales, entre otros).</p>	<p>[...]</p> <p>5. Aprovechar los programas en curso, como el esfuerzo solar residencial del Departamento de la Vivienda para habilitar las capacidades de las microrredes.</p> <p>6. Evaluar completamente el potencial de instalar nuevas tecnologías, incluidos los métodos para aprovechar los fondos de las subvenciones federales destinados a la innovación y los de la Ley de Reducción de la Inflación y la Ley de Infraestructura.</p>	<p>[...]</p> <p>LUMA - Realizar estudios de interconexión y facilitar el proceso de suministro de energía de fuentes renovables o alternativas</p>	<p>\$1.2 millones - \$2 millones</p>	<p><i>USDA Rural Development: Powering Affordable Clean Energy (PACE), Empowering Rural America (NEW ERA)</i></p>	<p>Largo plazo (7 a 10 años)</p>	<p>R: Proveer sistemas de microrredes al 100 % de los sectores más críticos en cinco años.</p> <p>M: Cubrir al menos 160 áreas a nivel de Puerto Rico.</p>
<p>F.1.3 Integrar los sistemas de microrred a la red principal, al tiempo que se garantiza la seguridad, la confiabilidad y el acceso equitativo.</p>	<p>1. Confiar en un proceso de planificación integrado, con énfasis en el nivel de distribución (planificación de abajo arriba), y enfatizar en los beneficios de la respuesta a la demanda a través de la interoperabilidad de las microrredes.</p>	<p>LUMA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>		<p>M: Suplir al menos 300 MW a cargas críticas y 400 MW a cargas no críticas.</p>
<p>F.1.4 Establecer un plan que contenga la ubicación geográfica de la microrred, número de clientes, capacidad, costo de implantación, operación y mantenimiento, así como la fecha estimada de inicio de operación.</p>	<p>1. Realizar un análisis a nivel de sistema utilizando herramientas que permiten optimizar múltiples variables en múltiples escalas de tiempo.</p>	<p>LUMA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Corto plazo</p>	



G. Incorporar los objetivos de reducción de emisiones establecidos por la Ley 33-2019.

COA G.1: Transformar el sistema de generación de electricidad a base de energía renovable o alternativa o hidrógeno verde (producido por fuentes de energía renovable o alternativa) y establecer un plan para ir decomisando las plantas generatrices según eficiencia y años de servicio.

Mejores prácticas:

- Base de datos de la EPA eGrid. <https://www.epa.gov/egrid/power-profiler#/PRMS>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.1.1 Según establece la Ley 33-2019:</p> <p>1. Impulsar medidas para colaborar en mantener el calentamiento global inferior a los 35.6 °F (2 °C) por encima de los niveles preindustriales.</p> <p>2. Lograr una reducción del 50 % de las emisiones de gases de efecto de invernadero en los próximos cinco años, de manera real, permanente, cuantificable y comprobable.</p> <p>3. Reducir el consumo general de energía en al menos 1 % anual, a partir de 2020, hasta lograr una reducción de 10 % para 2030 en función de la densidad poblacional.</p> <p>[...]</p>	<p>1. Asegurarse de que estos objetivos de reducción de emisiones se incluyan en todos los esfuerzos de planificación de las agencias y los servicios públicos, con énfasis en el uso de programas que se amplíen rápidamente (como la eficiencia energética) para cumplir múltiples objetivos (por ejemplo, consumo de energía y emisiones). Aprovechar los programas existentes, como el Programa de Energía del Estado.</p>	<p>Oficina del Gobernador y DDEC: de acuerdo a lo establecido en la Ley 17-2019, artículo 1.5.</p>	<p>\$200,000</p>	<p>Fondos del SEP</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Reducir los niveles de las emisiones de GEI de forma real, permanente, cuantificable y verificable en 50 % en los próximos 5 años.</p> <p>M: Reducir 10 % anual por los próximos 5 años.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.1.1 Según establece la Ley 33-2019:</p> <p>[...]</p> <p>4. Eliminar el uso de combustibles fósiles en el sector energético, especialmente el carbón, para la generación de energía y, en su lugar, promover el uso de energías renovables o alternativas. Para lograrlo, se impulsarán políticas públicas con el propósito de lograr 20 % de generación de energía a partir de fuentes renovables o alternativas para el año 2022; 40 % de 2023 a 2025; 60 % de 2026 a 2040, y 100 % de 2041 a 2050 conforme a la nueva Cartera de Energía Renovable establecida en la Ley de Política Pública Energética de Puerto Rico y la Ley 82-2010, según enmendada.</p>	<p>2. Alinear todas las adquisiciones de sistemas de energía renovable o alternativa con estos objetivos de emisiones, así como con los detalles de la Ley 17-2019.</p> <p>3. Revisar y considerar el progreso frente a los objetivos y examinar formas de acelerar la transición a fuentes de energía con cero emisiones de carbono.</p>	<p>NEPR: ente regulador; Genera PR: generación; LUMA: transmisión / distribución y sistemas de energía renovable o alternativa</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Dentro de los objetivos para reducir las emisiones se encuentra la adquisición de sistemas de energía renovable o alternativa a gran escala; estos proyectos cuentan con financiamiento privado</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Reducir los niveles de las emisiones de GEI de forma real, permanente, cuantificable y verificable en 50 % en los próximos cinco (5) años.</p> <p>M: Reducir 10 % anual por los próximos cinco años.</p>

COA G.2: Desarrollar la infraestructura eléctrica requerida (generación y transmisión/distribución) para apoyar la demanda de energía a consecuencia del aumento en el número de vehículos eléctricos.

Mejores prácticas:

- *Electric vehicles prove they can handle police work.* <https://www.police1.com/police-products/vehicles/patrol/articles/electric-vehicles-prove-they-can-handle-police-work-kh6xMkZRKTGuuZzF/>
- Autos eléctricos: impacto a la infraestructura eléctrica para 2035. <https://energia.pr.gov/wp-content/uploads/sites/7/2022/01/Presentacion-al-Negociado-sobre-Infraestructura-Para-Cargadores-Elctricos-9-23-2021.pdf>
- Orden y Resolución del NEPR sobre la infraestructura de cargadores para vehículos eléctricos. <https://energia.pr.gov/wp-content/uploads/sites/7/2023/06/20230606-MI20210013-Resolution-and-Order.pdf>
- *State Plan for Electric Vehicle Infrastructure Deployment.* https://act.dtop.pr.gov/wp-content/uploads/2022/07/2022-07-18_NEVI-for-Stakeholders_English_.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.2.1 Fortalecer la infraestructura eléctrica de Puerto Rico para que pueda suplir la demanda debido a los vehículos híbridos (<i>Plug-In</i>) y eléctricos.</p> <p>Se deben incluir las modificaciones necesarias al sistema eléctrico sin afectarlo de manera que los dueños de vehículos híbridos o eléctricos puedan cargar esos autos en sus residencias, áreas de trabajo o áreas de entretenimiento y comidas.</p>	<p>1. Establecer una tarifa de tiempo de uso (TOU, por sus siglas en inglés) para los dueños de vehículos eléctricos. Esta tarifa será preferencial a un costo menor para incentivar la carga de vehículos durante el período de hora no-pico (10:00 p. m. a 6:00 a. m.).</p>	NEPR: encargado de evaluación de tarifas; LUMA - implantación	No hay costo asociado a esta estrategia	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Fomentar la carga de vehículos híbridos y eléctricos durante períodos no-pico.</p> <p>M: Reducir en 50 % la demanda pico y observar ese mismo aumento en el período no-pico. Establecer una comparativa a base de los datos históricos y datos de las mediciones de energía.</p>
	<p>2. Aumentar la capacidad de los transformadores en las urbanizaciones y otras áreas de vivienda.</p> <p>3. Establecer permisos expeditos para proyectos de aumento de carga en subestaciones de condominios, comercios y edificios sin ascensor (<i>walk-ups</i>).</p>	LUMA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable o fondo federal del DOE	Mediano plazo	<p>R: Reemplazo de transformadores a unos de mayor capacidad (>80 KVA).</p> <p>M: Reemplazar más de 75 % de los transformadores en las áreas urbanas en 5 años.</p>
	<p>4. Reemplazar por etapas la flota de transporte masivo con unidades eléctricas o que funcionen con hidrógeno verde.¹⁴</p>	DTOP	Indeterminable	USDOT	Largo plazo (7 años)	<p>R: Reemplazo de las flotas de vehículos de transportación masiva.</p> <p>M: 100 % de la flota reemplazada en 7 años.</p>

¹⁴ Este es un tema transversal que incide en el sector de transporte y movilidad (sección 7.3). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.2.1 Fortalecer la infraestructura eléctrica de Puerto Rico para que pueda suplir la demanda debido a los vehículos híbridos (<i>Plug-In</i>) y eléctricos.</p> <p>Se deben incluir las modificaciones necesarias al sistema eléctrico de manera que los dueños de vehículos híbridos o eléctricos puedan cargar esos autos en sus residencias, áreas de trabajo o áreas de entretenimiento y comidas sin afectar el sistema eléctrico.</p>	<p>5. Transformar la flota de vehículos del gobierno central, agencias e instrumentalidades, así como de la legislatura y gobierno municipal.</p>	ASG	Indeterminable	Fondos federales, estatales y municipales disponibles para la compra de la flota vehicular según la necesidad de cada entidad	Mediano plazo	<p>R: Ir reemplazando flota de vehículos del gobierno central, agencias e instrumentalidades, gobierno municipal y legislatura a vehículos híbridos o eléctricos.</p> <p>M: Reemplazo de 100 % de la flota para 2028.</p>
	<p>6. Propiciar la transición de la flota de vehículos privados de gasolina o diésel a vehículos eléctricos.</p>	Ramas Legislativa y Ejecutiva del GPR, DTOP y DH	Indeterminable	Fondos de IRA	Largo plazo (7 años o más)	<p>R: Eliminar la venta de todo vehículo de motor de combustión interna.</p> <p>M: Establecimiento de incentivos para la compra de vehículos híbridos y eléctricos.</p>
	<p>7. Comisionar un estudio de mercadeo para determinar el inventario de vehículos eléctricos en Puerto Rico y la proyección para 2050. Este estudio debe incluir la demanda de energía necesaria para la carga de los vehículos y la distribución de cargadores a través de toda la isla.</p>	DDEC	\$100,000	Fondos del SEP	Corto plazo	<p>R: Estudio sobre el inventario de vehículos eléctricos disponible para análisis.</p> <p>M: El estudio debe mostrar: cantidad de vehículos híbridos y eléctricos, estimado de vehículos para 2050 y la demanda de energía actual y futura hacia 2050.</p>
	<p>8. Instalar cargadores de vehículos eléctricos a lo largo de las principales vías del país (PR-2 de Hatillo a Ponce, PR-52 y PR-22). Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGP e o la agencia gubernamental concernida no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto).</p>	DTOP	\$12.5 millones en 5 años	Fondos de <i>National Electric Vehicle Infrastructure</i> (NEVI, por sus siglas en inglés)	Mediano plazo	<p>R: Cargadores de vehículos eléctricos instalados y funcionales según las guías de NEVI.</p> <p>M: Cargadores funcionales más de 97 % del tiempo.</p>

Tabla 7.2. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **infraestructuras**.



A. Incentivar y promover que las estructuras sean diseñadas, construidas y certificadas por algún estándar de conservación de energía, consumo de agua y ventilación, tales como las siguientes entidades: *Leadership in Energy and Environmental Design Green Building Rating System (LEED)*, las guías de medición establecidas por el *Green Building Council*, tales como el *Performance Excellence in Electricity Renewal (PEER)*, los estándares de consumo de energía y ambiente de la *Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE)* o los del Código Internacional de Conservación de Energía u otro estándar desarrollado por una entidad sin fines de lucro y aceptado ampliamente por la comunidad científica. Se desarrollará un Código de Construcción resiliente y se deberá evaluar la necesidad y conveniencia de integrar en este el *Green Code* de la *International Code Council* o la adopción de reglamentación similar apropiada para Puerto Rico.

COA A.1: Impulsar y adoptar sistemas de certificación, además de secciones de diversos códigos de construcción verde como parte del Código de Construcción de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

Las mejores prácticas incluyen el cumplimiento de los estándares que se incluyen a continuación:

- *LEED v 4.1, USGB.* <https://www.usgbc.org/leed/v41>
- *LEED certification fees, USGB.* <https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/fees>
- *New homes and apartments, Energy Star.* <https://www.energystar.gov/newhomes>
- *Standard 90.1, ASHRAE.* <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>
- *Energy Efficiency Guides for Existing Commercial Buildings, ASHRAE.* <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/energy-efficiency-guides-for-existing-commercial-buildings>
- *Standard 100-2015 Energy Efficiency in Existing Buildings, ASHRAE.* <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-100>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Incorporar sistemas de certificación y secciones de otros códigos y estándares de la industria como parte del Código de Construcción de Puerto Rico. [...]	1. Requerir la certificación de edificios verdes en la categoría <i>Silver</i> de la versión más reciente del sistema LEED de certificación de edificios sostenibles del <i>US Green Building Council (USGBC)</i> en las siguientes tipologías edilicias: ⁴ edificios de oficinas, institucionales, universitarios, de industrias y de centros comerciales, así como cualquier construcción de edificios de 30,000 pies cuadrados (PC) o más, o usos agregados de una misma institución igual o mayor a los 30,000 PC. [...]	LUMA [...]	\$10,000 - \$25,000 por edificio	DV y OGPe	Corto plazo	R: Certificación de edificios verdes en la categoría <i>Silver</i> de la versión más reciente del sistema LEED requerida por la OGPe. [...]

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

⁴ Este término se utiliza para clasificar los diferentes tipos o modelos de edificios en la industria del diseño y la construcción. Ejemplos de tipologías edilicias incluyen, entre otros: viviendas, aeropuertos, supermercados, oficinas, escuelas, fábricas, iglesias, hospitales, funerarias, farmacias y gasolineras.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Incorporar sistemas de certificación y secciones de otros códigos y estándares de la industria como parte del Código de Construcción de Puerto Rico.	<p>1. Requerir la certificación de edificios verdes en la categoría <i>Silver</i> de la versión más reciente del sistema LEED de certificación de edificios sostenibles del <i>US Green Building Council (USGBC)</i> en las siguientes tipologías edilicias: edificios de oficinas, institucionales, universitarios, de industrias y de centros comerciales, así como cualquier construcción de edificios de 30,000 pies cuadrados (PC) o más, o usos agregados de una misma institución igual o mayor a los 30,000 PC. Las escuelas públicas y privadas y la vivienda quedarán exentas de este requerimiento, pero cumplirán con los criterios de otros programas a designarse. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	<p>LUMA</p> <p>LUMA, como agente de la AEE, es la entidad responsable de evaluar e implementar el sistema de certificación para operación y mantenimiento de edificios existentes del programa LEED de USGBC.</p>	<p>\$10,000 - \$25,000 por edificio</p>	<p>DV y OGPe</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Certificación de edificios verdes en la categoría <i>Silver</i> de la versión más reciente del sistema LEED requerida por la OGPe.</p> <p>M: Comparar la cantidad de edificios certificados LEED <i>Silver</i> previa y luego de la aprobación de este plan para que cada año sea mayor. Debe superar o igualar 10 % anualmente en nuevas certificaciones.</p>
	<p>2. Adoptar las secciones aplicables del <i>International Energy Conservation Code</i> y de los estándares de ASHRAE al Código de Construcción de Puerto Rico con las enmiendas necesarias para ajustarlo a nuestra realidad climática y económica.</p>	<p>OGPe</p>	<p>\$100,000</p>	<p>DV y OGPe</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Código de Construcción de Puerto Rico con secciones aplicables del <i>International Energy Conservation Code</i> y de los estándares de ASHRAE.</p> <p>M: Comparar la cantidad de edificios con permisos de construcción previa y luego de la aprobación de este plan para que cada año sea mayor. Debe superar o igualar 10 % anualmente en nuevas certificaciones.</p>



B. Estimular que cualquier construcción, reconstrucción, rehabilitación y / o [sic] mejora a una estructura existente promueva la utilización de sistemas eficientes de consumo de energía, agua y de ventilación o aquellos diseñados para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero concediéndole un crédito del costo del equipo debidamente aprobado.

COA B.1: Desarrollar programas para viviendas que viabilicen la compra e instalación de equipos de alta eficiencia energética y de agua.

Mejores prácticas:

- Programa *Energy Star* de la EPA: *Energy Star, 2019 Status Update, EPA*. <https://www.epa.gov/vcs/energy-star>
- Programa *WaterSense* de la EPA: *WaterSense, EPA*. <https://www.epa.gov/watersense>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Propiciar la reducción en el consumo de energía y de agua a nivel residencial mediante estrategias de descarbonización, resiliencia y sostenibilidad.	<p>1. Requerir en toda nueva vivienda el uso de enseres electrodomésticos con la rúbrica del programa <i>Energy Star</i> de la EPA. Este programa ayudará a reducir la demanda de energía de estos equipos en \pm 20 %. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	OGPe	Nominal	DV	Corto plazo	<p>R: Reducción en el consumo de energía y de agua a nivel residencial por el uso de aparatos y equipos eficientes.</p> <p>R: Aumento de viviendas con los equipos de los programas.</p> <p>M: Porcentaje de aumento en ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC. Porcentaje de reducción del consumo anual de energía y de agua en viviendas bajo los programas mayor o igual a 10 %.</p> <p>M: Porcentaje del aumento de viviendas con los equipos de los programas cada mayor. Debe superar o igualar 10 % anualmente en nuevas viviendas.</p>
	<p>2. Fomentar e incentivar en viviendas existentes el remplazo de aparatos y equipos eléctricos por otros con la rúbrica del programa <i>Energy Star</i> de la EPA. Desarrollar una campaña educativa sobre las mejores prácticas para reducir la generación eléctrica en viviendas existentes y el mejor uso y mantenimiento de equipos <i>Energy Star</i>.</p> <p>Colaborador potencial: AEE.</p>	NEPR	\$100,000 (programa de educación a consumidores)			

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Propiciar la reducción en el consumo de energía y de agua a nivel residencial mediante estrategias de descarbonización, resiliencia y sostenibilidad.	<p>3. Requerir en toda nueva vivienda el uso de equipos sanitarios con la rúbrica del programa <i>WaterSense</i> de la EPA. Este programa ayudará a reducir el consumo de agua de estos equipos en ± 20 %. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe o la agencia gubernamental concernida no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto).</p> <p>Colaborador potencial: AAA.</p>	DRNA	\$100,000 (programa de educación a consumidores)	DV	Corto plazo	<p>R: Reducción en el consumo de energía y de agua a nivel residencial por el uso de aparatos y equipos eficientes.</p> <p>R: Aumento de viviendas con los equipos de los programas.</p> <p>M: Porcentaje de aumento en ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC. Porcentaje de reducción del consumo anual de energía y de agua en viviendas bajo los programas mayor o igual a 10 %.</p> <p>M: Porcentaje del aumento de viviendas con los equipos de los programas cada mayor. Debe superar o igualar 10 % anualmente en nuevas viviendas.</p>
	<p>4. Fomentar e incentivar en viviendas existentes el remplazo de aparatos y equipos sanitarios por otros con la rúbrica del programa <i>WaterSense</i> de la EPA.</p> <p>Colaborador potencial: AAA.</p>					

COA B.2: Desarrollar programas para edificios que viabilicen la compra e instalación de equipos de alta eficiencia energética y de agua.

Mejores prácticas:

- *Energy Star, 2019 Status Update, EPA.* <https://www.epa.gov/vcs/energy-star>
- *WaterSense, EPA.* <https://www.epa.gov/watersense>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.2.1 Propiciar la reducción en el consumo de energía y de agua en edificios mediante estrategias de descarbonización, resiliencia y sostenibilidad.</p>	<p>1. Requerir en nuevos edificios públicos o privados de oficinas, centros comerciales, hoteles, instalaciones ecoturísticas e industrias el uso de equipos eléctricos con la rúbrica del programa <i>Energy Star</i> de la EPA. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	OGPe	Nominal	EPA	Corto plazo	<p>R: Requerimiento adoptado por cada entidad responsable y evidencia de la reducción en el consumo de energía y de agua en edificios. (Aplica a todas las estrategias, a excepción de la número 5.)</p> <p>R: Exención del IVU a los sistemas de acondicionamiento de aire de alta eficiencia con valores de SEER mayores o iguales que 25 en todos los edificios y viviendas. (Aplica a la estrategia número 5.)</p> <p>M: Porcentaje del aumento en las ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC. (Aplica a todas las estrategias.)</p>
	<p>2. Fomentar e incentivar el remplazo de aparatos y equipos eléctricos existentes por otros de bajo consumo de energía con la rúbrica <i>Energy Star</i> en edificios públicos o privados de oficinas, centros comerciales, hoteles, instalaciones ecoturísticas, industrias y viviendas unifamiliares, ya sean públicas (residenciales, edificios de vivienda asequible) o privadas (condominios, <i>walkups</i>, entre otros).</p>	PPPE				
	<p>3. Requerir en nuevos edificios públicos o privados de oficinas, centros comerciales, hoteles, instalaciones ecoturísticas e industrias en Puerto Rico el uso de aparatos sanitarios con la rúbrica del programa <i>WaterSense</i> de la EPA. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe o la agencia gubernamental concernida no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto).</p> <p>Colaborador potencial: AAA.</p>	DRNA				

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.1 Propiciar la reducción en el consumo de energía y de agua en edificios mediante estrategias de descarbonización, resiliencia y sostenibilidad.	4. Fomentar e incentivar el remplazo de aparatos sanitarios existentes por otros de bajo consumo de agua con la rúbrica <i>WaterSense</i> en edificios públicos o privados de oficinas, centros comerciales, hoteles, instalaciones ecoturísticas e industrias. Colaborador potencial: AAA.	DRNA	Nominal	EPA	Corto plazo	R: Requerimiento adoptado por cada entidad responsable y evidencia de la reducción en el consumo de energía y de agua en edificios. (Aplica a todas las estrategias, a excepción de la número 5.)
	5. Eximir del pago del IVU los sistemas de acondicionamiento de aire de alta eficiencia con valores de <i>Seasonal Energy Efficiency Ratio</i> (SEER) mayores o iguales que 25 en todos los edificios y viviendas.	Departamento de Hacienda				R: Exención del IVU a los sistemas de acondicionamiento de aire de alta eficiencia con valores de SEER mayores o iguales que 25 en todos los edificios y viviendas. (Aplica a la estrategia número 5.)
	6. Requerir en toda nueva vivienda el uso de lámparas LED en el rango de 2,500 K° a 3,000 K°. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual implementación.	OGPe				M: Porcentaje del aumento en las ventas de estos equipos en y antes de la aprobación del P-MARCC. (Aplica a todas las estrategias.)

COA B.3: Desarrollar con las agencias del gobierno, y para ellas, programas que viabilicen mejoras de eficiencia energética.

Mejores prácticas:

- *Solar Power World*. <https://www.solarpowerworldonline.com/2021/11/nrel-energy-efficiency-key-affordable-renewable-transition/>
- *LEED Reference Guide for Green Building Operations and Maintenance*. <https://www.amazon.com/Reference-Guide-Building-Operations-Maintenance/dp/1932444165>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.3.1 Propiciar la eficiencia energética en los edificios del gobierno central y de los gobiernos municipales.</p>	<p>1. Exigir a las agencias e instrumentalidades del gobierno de Puerto Rico y a los municipios que establezcan programas de conservación de energía. Hacer un estudio de uso energético y facturas, y crear una lista de gastos (en orden descendente) para establecer dónde se deben concentrar los esfuerzos de conservación.</p>	ASG	\$100,000 por agencia	Fondos propios de la entidad responsable	Mediano plazo	<p>R: Programa de conservación de energía establecido.</p> <p>M: 100 % de los programas de conservación de energía establecidos en todas las agencias e instrumentalidades del gobierno y en los municipios para el 2050.³</p> <p>M: Reducción de 20 % en el consumo energético en un período de 5 años.</p>
	<p>2. Integrar con mayor prioridad a la Autoridad de Edificios Públicos (AEP) y a la Autoridad para el Financiamiento de la Infraestructura (AFI) en iniciativas de conservación de energía en todos los edificios en los que intervienen.</p>	AEP y AFI	\$100,000 por agencia	AEP y AFI	Corto, mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Integración de la AEP y la AFI en las iniciativas a corto plazo.</p> <p>M: Reducción de 20 % en el consumo energético en los edificios que administran en un período de 5 años.</p> <p>M: A largo plazo, la AEP y la AFI aplican 100 % de las iniciativas de conservación de energía en todos los edificios en que intervienen para el 2050.⁵</p>

⁵ La fecha de 2050 tiene en cuenta la meta del Departamento de Energía de Estados Unidos.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.3.1 Propiciar la eficiencia energética en los edificios del gobierno central y de los gobiernos municipales.	3. Fomentar que se hagan auditorías de energía en todos los edificios de las agencias del gobierno y adoptar sus recomendaciones. Utilizar auditores de energía certificados por el PPPE del DDEC.	ASG	\$0.25 por pie cuadrado	Fondos propios de la entidad responsable	Corto, mediano y largo plazo (2050)	R: Edificios de las agencias del gobierno auditados como mínimo una vez en un término de 5 años o menos, luego de aprobado el P-MARCC e implantadas las estrategias. M: Reducción de 20 % en el consumo energético en 5 años luego de implantar las recomendaciones de la auditoría; 100 % para 2050. ⁶
	4. Reducir el consumo y la demanda energética por concepto de la operación y el mantenimiento de los edificios públicos y privados utilizando estrategias de eficiencia y conservación. Podrá considerarse para adopción o adaptación el sistema de certificación para operación y mantenimiento de edificios existentes del programa LEED del USGBC.	LUMA	\$25,000 por edificio	AEP y AFI	Mediano y largo plazo (2050)	R: Reducción del consumo y la demanda energética por concepto de operación y mantenimiento. M: El 100 % de los edificios públicos y privados adoptan el programa en 5 años o antes, a partir de la aprobación del P-MARCC. M: Reducción de 20 % en el consumo energético en 5 años luego de implantar el programa; 100 % para 2050. ⁴

⁶ Ídem.



C. Desarrollar medidas que incorporen en el marco de la evaluación ambiental de planes y la definición de objetivos de reducción de emisiones, el análisis de su vulnerabilidad a los impactos del cambio climático y el establecimiento de un mecanismo de seguimiento en los proyectos constructivos de nuevas infraestructuras de puertos, aeropuertos, transporte, energía, residuos y agua que se desarrollen en Puerto Rico. Este análisis debe evaluar, como mínimo, el impacto sobre la nueva infraestructura de fenómenos meteorológicos extremos y de la falta de suministros.

COA C.1: Desarrollar estrategias que mejoren la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas principales de infraestructura ante eventos ambientales catastróficos.

Mejores prácticas:

- Purificación de aguas grises y aguas usadas: *Wastewater Technology Fact Sheet, The Living Machine EPA*. https://www3.epa.gov/npdes/pubs/living_machine.pdf
- Inodoros de composta: Clivus Multrum, Irlanda. <https://www.clivusmultrum.eu/ireland/compostingprocess.php>
- Uso de madera maciza en lugar de hormigón: *Life-Cycle Cost Analysis of a Mass Timber Building Methodology and Hypothetical Case Study*. https://www.researchgate.net/figure/60-year-total-life-cycle-cost-for-proposed-mass-timber-and-concrete-buildings_tbl2_338374876
- Fideicomiso de Ciencias y Tecnología de Puerto Rico: <https://prsciencetrust.org/home-espanol/>
- Emular el programa de reúso de aguas grises, según lo practica Santa Mónica en California. https://www.santamonica.gov/Media/Users/smgov_5Calfredo_2Egonzalez/Water_Rate_Files/City_of_Santa_Monica_SWMP_122018.pdf y <https://www.santamonica.gov/press/2017/06/12/water-neutrality-ordinance-takes-effect-july-1>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Desarrollar programas y planes para añadir sostenibilidad y resiliencia a la infraestructura esencial del país.	1. Vedar la venta de equipos de acondicionamiento de aire y refrigeración que operen con hidroclorofluorocarbonos, clorofluorocarbonos o fluorocarbonos, que abonan al cambio climático. Las unidades y equipos que contengan menos de 0.5 libras de refrigerante estarán exentas.	DACO	\$100,000	DACO	Corto plazo	<p>R: Vetada la venta de equipos de acondicionamiento de aire y refrigeración que contengan gases refrigerantes.</p> <p>M: Eliminación de la venta de estos equipos luego de implantada la veda.</p>
	2. Desarrollar un programa de inspecciones quinquenales de la infraestructura crítica y los edificios ubicados cerca de la costa utilizando tecnologías avanzadas como drones y sensores remotos. Priorizar las inspecciones a base de la evaluación de riesgos. Involucrar a las comunidades locales en el proceso de inspección. Esto podría incluir mecanismos comunitarios de notificación de posibles riesgos y daños, y acceso público a los resultados de las inspecciones y programas de mantenimiento. Desarrollar programas de capacitación especializados para inspectores: Estos programas deben estar centrados en identificar los daños y riesgos relacionados con el clima. El programa de inspección debe integrar guías de sostenibilidad y resiliencia. Actualmente, es mandatorio que estas inspecciones de los edificios se realicen cada 40 años.	OGPe	Nominal	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Programa de inspecciones en operaciones.</p> <p>M: Inspección de una tercera parte de la infraestructura crítica y de edificios cercanos a la costa cada año para cubrir la totalidad en el período de tres años.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Desarrollar programas y planes para añadir sostenibilidad y resiliencia a la infraestructura esencial del país.	3. Desarrollar e implantar planes de mitigación, retiro y reubicación de comunidades costeras en peligro por el aumento en el nivel del mar, la marejada ciclónica y otros tipos de marejadas. Priorizar la adaptación <i>in situ</i> de las comunidades. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP.	DV	\$500,000 por plan \$250,000 por unidad	DV, JP y DRNA	Largo plazo (10 años o más)	R: Planes de mitigación, retiro y reubicación de comunidades costeras en peligro por el aumento en el nivel del mar desarrollados. M: 33 % de las viviendas reubicadas en 10 años; 67 % de las viviendas reubicadas para 2040.
	4. Desarrollar e implantar planes de mitigación para la protección <i>in situ</i> de las plantas generatrices de energía que operan con combustible fósil en o cercanas a la costa para permitir su operación durante la transición a las fuentes de energía renovables o alternativas. ⁷ Las futuras instalaciones de generación eléctrica deben estar ubicadas lejos de la costa.	AEE / Genera PR	\$250,000 por plan de mitigación @ \$250,000 por mW	AEE / LUMA	Largo plazo (2030)	R: Planes de mitigación y operación de plantas de generación termoeléctricas cercanas a la costa o en ella implantados. M: Cierre de plantas de carbón para 2028. Cierre de todas las plantas que operan con combustible fósil para 2050.
	5. Desarrollar e implantar planes de mitigación y reubicación planificada de las plantas de tratamiento de aguas usadas (primarias y secundarias) cercanas a la costa o a otros cuerpos de agua. ⁸ Las futuras plantas de tratamiento de aguas usadas deben estar ubicadas lejos de la costa.	AAA	\$500,000 por plan	AAA	Largo plazo (2030)	R: Planes de mitigación y reubicación de plantas de tratamiento de aguas usadas (primarias y secundarias) cercanas a la costa o a otros cuerpos de agua desarrollados e implantados. M: Reubicación de la mitad de las plantas de aguas usadas vulnerables para 2030.

⁷ Este es un tema transversal que incide en los sectores de energía (sección 7.1) y de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

⁸ Este es un tema transversal que incide en los sectores de agua (sección 7.7) y de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Desarrollar programas y planes para añadir sostenibilidad y resiliencia a la infraestructura esencial del país.	6. Desarrollar e implantar planes para utilizar infraestructura verde a fin de atender los efluentes de aguas usadas y desarrollar sistemas de reciclaje y compostaje de excrementos y residuos orgánicos a través de la tecnología de <i>Living Machines</i> e inodoros de compostaje.	AAA y DRNA	\$1,500 - \$2,500 por inodoro de compostaje \$1 millón <i>Living Machine</i>	APP, AAA y DRNA	Largo plazo (10 años o más)	<p>R: Tecnología de <i>Living Machines</i> e inodoros de compostaje en uso.</p> <p>M: Sustitución del 100 % de las plantas de tratamiento primario y secundario con la tecnología de <i>Living Machines</i> en 20 años.</p> <p>M: Sustitución de 100 % de los inodoros de compostaje en 50 años.</p>
	7. Requerir el reúso de aguas grises a nivel de viviendas individuales cuando la permeabilidad del suelo lo permita.	AAA y DRNA	\$1,500 por vivienda	AAA	Corto plazo (0 a 3 años)	<p>R: Inyectar aguas grises al suelo para reducir la cantidad de aguas usadas (provenientes de duchas, lavabos, lavadoras de ropa, fuentes de beber, fuentes decorativas y condensación de máquinas de acondicionamiento de aire) que terminan en las plantas de tratamiento o pozos sépticos.</p> <p>M: Lograr la instalación de sistemas de reúso de aguas grises en el 20 % de las viviendas individuales que se construyan en 2030 o antes.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Desarrollar programas y planes para añadir sostenibilidad y resiliencia a la infraestructura esencial del país.</p>	<p>8. Desarrollar plantas de energía solar fotovoltaica fuera de tierras bioproductivas luego de extinguida la posibilidad del uso de techos de edificios, únicamente cuando sea compatible con su potencial de uso agrícola.⁹</p>	<p>AEE / LUMA</p>	<p>\$3 millones por kW</p>	<p>Departamento de Agricultura y DRNA</p>	<p>Mediano plazo y largo plazo (10 años o más)</p>	<p>R: Instalación de plantas de energía solar fotovoltaica fuera de tierras bioproductivas luego de extinguida la posibilidad del uso de techos de edificios, únicamente cuando sea compatible con su potencial de uso agrícola.</p> <p>M: 100 % de los nuevos desarrollos de fincas fotovoltaicas fuera de tierras bioproductivas, a partir de la aprobación del P-MARCC. De manera alternativa, podrían aplicarse las técnicas de la agrovoltaica como último recurso, únicamente cuando sea compatible con su potencial de uso agrícola.</p> <p>M: 40 % de energía renovable para 2030.</p> <p>M: 100 % de energía renovable para 2050.¹⁰</p>

⁹ Este es un tema transversal que incide en los sectores de energía (sección 7.1) y de agricultura (sección 7.6). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

¹⁰ La fecha de 2050 tiene en cuenta la meta del Departamento de Energía de Estados Unidos.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Desarrollar programas y planes para añadir sostenibilidad y resiliencia a la infraestructura esencial del país.	<p>9. Prohibir edificios que estén 100 % acondicionados mecánicamente con equipos de refrigeración. Determinar los porcentajes máximos del área acondicionada mecánicamente según la tipología edilicia. Se sugiere inicialmente un área máxima acondicionada de 70 % considerando el área neta en contraste con el área bruta típica de los edificios. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Se debe observar que el período de implementación debe estandarizar para facilitar el cumplimiento.)</p>	OGPe y JP	Nominal	OGPe	Corto plazo	<p>R: Edificios con solo un área bruta acondicionada menor o igual que 70 %.</p> <p>M: Reducción de KBTUH \pm 30 % de los espacios acondicionados en los edificios nuevos a partir de la aprobación del P-MARCC.</p>
	<p>10. Eliminar el uso de combustibles fósiles en todo edificio existente y de nueva construcción mediante la electrificación de todos los procesos de operación y mantenimiento, adoptando las metas establecidas por el Departamento de Energía federal para 2050.</p>	OGPe	Indeterminable Varía según el edificio	EPA, USDOE y PPPE	Largo plazo (2050)	<p>R: Eliminación total del uso de combustibles fósiles para 2050 en todos los edificios.</p> <p>M: Se siguen las métricas vigentes del Departamento de Energía de Estados Unidos, con un resultado final de 100 % para 2050.</p>

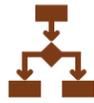
Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Desarrollar programas y planes para añadir sostenibilidad y resiliencia a la infraestructura esencial del país.</p>	<p>11. Transformar la industria de producción del cemento Portland en la isla (y reglamentar el cemento importado del extranjero) para reducir las emisiones de CO₂ al ambiente. Algunas de las estrategias que se pueden utilizar para reducir las emisiones de CO₂ en la producción de cemento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Establecer procesos de producción más eficientes. b. Usar combustibles alternativos como biomasa. c. Secuestrar CO₂ y utilizar las emisiones a través de tecnologías de captura y utilización de carbono. d. Desarrollar nuevas formulaciones de cemento que requieran menos energía para producir o emitan menos CO₂ durante la producción. e. Variar la dosificación de sus ingredientes o sustituirlos mezclando aditivos (como bicarbonato, ceniza volante, arcilla calcinada) y modificando el proceso de manufactura. 	DDEC	\$20 por yarda cuadrada adicional al costo actual	DDEC y fondos de IRA	Mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Implantación de estrategias en la industria de producción del cemento Portland en la isla que generen menos emisiones de CO₂ al ambiente.</p> <p>M: Reducción de emisiones de 0.7 toneladas de CO₂ por yarda cúbica de cemento por año a 0.5 toneladas de CO₂ por yarda cúbica de cemento por año para el año 2030.</p> <p>M: Lograr cemento de cero emisiones para 2050.</p>

COA C.2: Desarrollar planes que mejoren el acceso a la información y, en consecuencia, la sostenibilidad y resiliencia de los sistemas principales de infraestructura ante eventos ambientales catastróficos.

Mejores prácticas:

- *US Energy Information Administration.* <https://www.eia.gov>
- *Energy Star Portfolio Manager.* <https://portfoliomanager.energystar.gov/pm/login.html>
- *Energy Star Portfolio Manager.* <https://www.energystar.gov/buildings/benchmark>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.1 Asignar responsabilidades para el desarrollo de datos con el fin de mejorar la sostenibilidad y resiliencia de Puerto Rico.</p>	<p>1. Levantar estadísticas de consumo energético típico y metas recomendadas de consumo en unidades de kWh / PC / año / tipología edilicia. Con estas estadísticas se podrán establecer metas por comparativas de mercado (<i>benchmarking</i>) entre diferentes edificios de la misma tipología para reducir consumos y mejorar eficiencias. Usar métricas como las utilizadas por la <i>Energy Information Administration</i> (EIA).</p>	NEPR	\$100,000	NEPR	Mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Disponibilidad de tablas comparativas del consumo de diferentes tipologías edilicias en unidades de kWh / PC / año.</p> <p>M: Lograr comparativas de mercado para edificios del gobierno central y gobiernos municipales: 25 % para 2030; 50 % para 2040; 100 % para 2050.</p>
	<p>2. Encomendar a la AEE / LUMA que generen datos y estadísticas siguiendo los formatos del EIA con el fin de comparar a Puerto Rico con las demás jurisdicciones de Estados Unidos en relación con consumos y eficiencias promedio, según las tipologías edilicias de uso.</p>	NEPR	\$250,000	NEPR	Mediano plazo	<p>R: Disponibilidad de datos para generar metas comparativas de mercado con diferentes estados y jurisdicciones en Estados Unidos.</p> <p>M: Lograr la disponibilidad de datos para todos los edificios gubernamentales, municipales y privados (excepto viviendas): 100 % para 2030.</p>
	<p>3. Requerir el uso del <i>Energy Star Portfolio Manager</i> en todos los edificios del gobierno central y los edificios municipales. Esta es una herramienta interactiva para gerenciar recursos que permite comparar el uso de energía de cualquier tipo de edificio, todo en un entorno en línea seguro.</p>	AEP y AFI	\$100,000 por cada agencia estatal y \$50,000 por cada municipio	Fondos del gobierno central y los gobiernos municipales	Mediano plazo	<p>R: Lograr la participación en el programa <i>Energy Star Portfolio Manager</i>.</p> <p>M: 50 % de los edificios participa en el programa en 2027 o antes, y 100 % para 2030.</p>



D. Adoptar procesos que puedan aplicarse económica y medioambientalmente en la construcción y conservación de carreteras para combatir el cambio climático.

COA D.1: Implantar en la construcción y conservación de carreteras tecnologías ecoamigables aprobadas por políticas públicas tanto estatales como federales que rigen en Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *EPA Approves Use of Phosphogypsum in Road Construction.* <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-approves-use-phosphogypsum-road-construction>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Promover y utilizar materiales reciclados en los procesos de construcción y mantenimiento de carreteras, como las gomas de automóviles trituradas, según la resolución conjunta de la Cámara de Representantes 57 de 2022 firmada por el gobernador. ¹¹	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer un incentivo contributivo con el objetivo de que las compañías de asfalto puedan adquirir los equipos y la tecnología necesarios para elaborar la mezcla de asfalto con materiales reciclados como gomas de automóviles, hormigón reciclado y fosfoyeso, entre otros. 	DTOP, DRNA y Departamento de Hacienda	Al ser un incentivo contributivo y un aumento de la partición de un impuesto, la Junta de Supervisión Fiscal tendría que aprobarlo para que pueda entrar en vigor	Se le identificará una vez que se obtenga la aprobación de la Junta de Supervisión Fiscal Existen programas de la EPA y USDOT que podrían utilizarse	Corto y mediano plazo	<p>R: Incentivo contributivo establecido para las compañías de asfalto. Aumento de la partición del impuesto a las empresas de reciclaje.</p> <p>M: Lograr para 2026 que al menos el 10 % de la mezcla de asfalto contenga materiales reciclados. Y 20 % para 2030.</p>
D.1.2 Promover el uso de fosfoyeso, aprobado en 2020 por la EPA en la construcción de carreteras.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentar la porción que se les paga a las empresas de reciclaje de gomas por concepto del impuesto para el reciclaje de gomas, con el fin de que dichas empresas puedan triturar el producto para que las compañías de asfalto puedan procesarlos. 					

¹¹ *Cybernews* (23 de noviembre de 2022). “Convierten en ley el que se use goma triturada para asfalto en la Isla”. *El Vocero*. https://www.elvocero.com/gobierno/agencias/convierten-en-ley-el-que-se-use-goma-triturada-para-asfalto-en-la-isla/article_76019b40-6b66-11ed-9c6d-4f4ba137a0d6.html



E. Impulsar la presentación de Permisos Verdes contemplados en la Ley 161-2009, según enmendada, conocida como “Ley para la Reforma del Proceso de Permisos de Puerto Rico”.

COA E.1: Transformar el procedimiento y los requerimientos del Permiso Verde de Construcción y del Permiso de Uso Verde de la OGPe para facilitar su aprobación de forma más sencilla, rápida y eficiente.

Mejores prácticas:

- Documentos requeridos para el Permiso de Uso Verde, OGPe. <https://311prkb.respondcrm.com/respondweb/OGPe-D016%20Permiso%20de%20Uso%20Verde/OGPe-D016%20Permiso%20de%20Uso%20Verde.pdf>
- El nuevo sistema de permisos y los permisos verdes, Corriente Verde. <https://www.corrienteverde.com/disenoverde/el-nuevo-sistema-de-permisos-y-los-permisos-verdes>
- Permiso Verde: ¿Qué es y cómo obtenerlo? <https://noticiasmicrojuris.files.wordpress.com/2012/11/bosquejo-curso-permiso-verde.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.1.1 Desligar los requisitos de certificaciones verdes de la OGPe para que los gestionen terceros.</p>	<p>1. Transformar el procedimiento y los requerimientos del Permiso Verde de Construcción y del Permiso de Uso Verde de la OGPe para facilitar su aprobación de forma más sencilla, rápida y eficiente. Podría considerarse el requisito de certificaciones por terceros tales como LEED, <i>Passive Haus</i>, BREEAM, <i>Energy Star</i>, <i>Living Building Challenge</i> u otros, y desligarlo sustancialmente de la OGPe. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	JP y OGPe	\$100,000	Fondos propios de las entidades responsables	Mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Simplificar el procedimiento voluntario de obtención del Permiso Verde de Construcción y de Uso.</p> <p>M: Aumento en el número de permisos verdes: de 25 % para 2030 y de 50 % para 2050.</p>

COA E.2: Explorar otras opciones al Permiso Verde de Construcción y al Permiso de Uso Verde de la OGPe para agilizar y promover la certificación de edificios sostenibles y resilientes.

Mejores prácticas:

- *Net Zero Energy.* <https://www.iccsafe.org/advocacy/net-zero/>
- *Energy Resources and Model Policies.* <https://www.iccsafe.org/advocacy/energy-efficiency-resources-model-policies/>
- *Zero Code Renewable Energy Standard.* <https://zero-code.org/zero-code-news/>
- *Renewable Energy Portions of the Zero Code Added to the 2021 International Energy Conservation Code.* <https://zero-code.org/new-model-building-code-empowers-local-jurisdictions-to-require-zero-net-carbon-operations/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.2.1 Implantar otras opciones de certificación y reglamentación además del Permiso Verde de la OGPe.</p>	<p>1. Adoptar políticas y ordenanzas modelo según confeccionadas por el <i>International Code Council</i> (ICC) para reducir y eliminar las emisiones de carbono usando las mejores prácticas mencionadas arriba. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	JP y OGPe	\$100,000	OGPe	Mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Incorporar la certificación de edificios verdes al Reglamento Conjunto (edificación) de Puerto Rico.</p> <p>M: Reducción del 50 % de las emisiones medidas en toneladas de CO₂ por pie cuadrado de edificación para cada tipología edilicia para 2035 y del 100 % para 2050.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.2.1 Implantar otras opciones de certificación y reglamentación además del Permiso Verde de la OGPe.	<p>2. Adaptar los códigos de construcción existentes en otras jurisdicciones, como California y Canadá, para reducir y eliminar las emisiones de carbono siguiendo las pautas del <i>New Buildings Institute</i>. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	JP y OGPe	\$100,000	OGPe	Mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Hacer mandatorios el diseño y la construcción de edificios verdes en el Reglamento Conjunto (edificación) de Puerto Rico.</p> <p>M: Reducción del 50 % de las emisiones medidas en toneladas de CO₂ por pie cuadrado de edificación para cada tipología edilicia para 2035, y del 100 % para 2050.</p>
	<p>3. Adoptar códigos de construcción que promuevan el diseño de edificios de Energía Neta y Carbono Cero (<i>Zero Energy / Carbon Codes</i>). Esta es una estrategia de código de energía en la que se requiere que los proyectos demuestren que los planes de construcción presentados están diseñados para lograr la neutralidad de carbono. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	JP y OGPe	\$100,000	OGPe	Mediano y largo plazo (2050)	<p>R: Hacer mandatorios el diseño y la construcción de edificios verdes en el Reglamento Conjunto (edificación) de Puerto Rico.</p> <p>M: Reducción de 50 % de las emisiones medidas en toneladas de CO₂ por pie cuadrado de edificación para cada tipología edilicia para 2035, y de 100 % para 2050.</p>



F. Adaptar la normativa urbanística y energética para que las nuevas áreas residenciales sean autosuficientes energéticamente y se diseñen de acuerdo con la siguiente jerarquía de criterios: reducir la demanda energética, ser eficientes en el diseño de los sistemas que cubren la demanda energética, aprovechar los recursos energéticos locales y promover el uso de materiales de construcción de bajo impacto. Establecer métricas para determinar la cifra específica de reducción en el consumo energético a nivel residencial.

COA F.1: Promover el diseño urbano a nivel de ciudad y de comunidades para reducir el consumo energético y explorar los alcances del aumento en el nivel del mar con el fin de proteger vidas y propiedades.

Mejores prácticas:

- *Walking Map, Seattle.* <https://www.seattle.gov/transportation/projects-and-programs/programs/pedestrian-program/walking-map>
- *Urban Planning in the 15-Minute City: Revisited under Sustainable and Smart City Developments until 2030.* <https://www.mdpi.com/2624-6511/5/4/69>
- *Designing the Walkable City.* <https://www.semanticscholar.org/paper/Designing-the-Walkable-City-Southworth/e202c3119b5c7094f763dd814d8af65a8d6f014c>
- *Sea Level Rise Viewer.* <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/slr.html>
- *Tiny House Society.* <https://www.tinysociety.co>
- *Walkable City, Washington, D. C.* <https://www.walkscore.com/methodology.shtml> y <https://www.coworkingcafe.com/blog/boston-leads-as-the-best-us-city-to-live-without-a-car/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Propiciar la resiliencia y la eficiencia en el consumo de agua, energía y recursos y el uso de la tierra para viviendas.	1. Aprovechar, restaurar y actualizar la infraestructura en desuso o abandonada. Desarrollar un plan para rehabilitar los edificios y viviendas vacías de forma sostenible y resiliente. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)	JP, OGPe y DV	\$100,000 por unidad	DV estatal y municipales	Mediano y largo plazo (2050)	R: Rescate de los centros urbanos abandonados. M: Rescate de los centros urbanos: 20 % para 2030; 50 % para 2040; 75 % para 2050.
	2. Utilizar como estrategia medular el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 11 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Sus metas tienen relación con los otros 16 ODS; esto significa que atender los temas de ciudad es una acción clave para la consecución de la Agenda 2030 de la ONU en Puerto Rico. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)	JP, OGPe y DV	\$100,000	Fondos propios de las entidades responsables	Largo plazo (7-10 años o más)	R: Hacer las ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. M: Incorporar el ODS número 11 de la ONU en la política pública de Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Propiciar la resiliencia y la eficiencia en el consumo de agua, energía y recursos y el uso de la tierra para viviendas.	3. Promover el desarrollo y construcción de vivienda ultracompacta (<i>tiny houses</i>) de dos habitaciones (750 pies cuadrados [PC] o menos) con potencial de crecimiento a tres habitaciones (850 PC o menos) en sustitución de las viviendas de tamaño convencional para reducir la demanda energética. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)	JP, OGPe y DV	\$175,000 por unidad	DV y gobiernos municipales	Mediano plazo y largo plazo (2050)	<p>R: Reducir el área de desarrollo para vivienda nueva que impacte los suelos en Puerto Rico.</p> <p>M: Cubrir el 15 % de la demanda de vivienda nueva con unidades ultracompactas para 2030.</p> <p>M: Cubrir el 25 % de la demanda de vivienda nueva con unidades ultracompactas para 2040.</p> <p>M: Cubrir el 50 % de la demanda de vivienda nueva con unidades ultracompactas para 2050.</p>
	4. Promover centros urbanos peatonales en todos los municipios comenzando con los que tienen centros históricos. Utilizar la estrategia de ciudades de 15 minutos para determinar el área donde implantar este programa. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)	JP, OGPe y DV	Indeterminable	JP, OGPe y DV	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Peatonalizar los centros urbanos y reducir el uso de los vehículos de motor.</p> <p>M: Hacer peatonales los centros urbanos y reducir el uso de los vehículos a: 20 % para 2035; 50 % para 2050; 80 % para 2070.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Propiciar la resiliencia y la eficiencia en el consumo de agua, energía y recursos y el uso de la tierra para viviendas.	<p>5. Exigir como curso de acción las enmiendas necesarias al Reglamento Conjunto para que conste el retiro prospectivo de la costa. Solicitar que se enmiende la sección relacionada con la Zona de Separación, para que la franja de uso público pase de 20 a 30 metros. Solicitar que la franja en donde no se pueden construir estructuras permanentes se cambie de 30 a 40 metros. Como resultado, se logrará un retiro de 70 metros de la zona marítimo terrestre en suelos urbanos y de 100 metros en los suelos rústicos, según el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico.¹² Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	JP, OGPe y DRNA	\$100,000	JP, OGPe, DV y gobiernos municipales	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Enmendar el Reglamento Conjunto en lo relacionado con los retiros mandatorios de la zona costera.</p> <p>M: Prohibir construcción nueva en la costa (según lo define el Reglamento Conjunto) para 2030.</p>
	<p>6. Vedar la construcción de viviendas (y otros edificios) en lugares que prospectivamente (según las proyecciones hasta 2050) se inundarán por el aumento en el nivel del mar, la marejada ciclónica y otras marejadas, de acuerdo con los modelos de la NOAA. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	JP, DRNA y OGPe	\$100,000	Gobiernos estatal y municipales	Corto plazo	<p>R: Eliminar la construcción de viviendas en áreas propensas a inundación por el aumento en el nivel del mar, la marejada ciclónica y otras marejadas.</p> <p>M: Veda total para 2030, según los mapas prospectivos de la NOAA.</p>

¹² Este es un tema transversal que incide en el sector de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Propiciar la resiliencia y la eficiencia en el consumo de agua, energía, recursos y uso de la tierra para viviendas.	<p>7. Balancear los requisitos entre viviendas de interés social y otros renglones de la vivienda para evitar códigos de construcción discriminatorios contra las clases en desventaja económica. Un mecanismo puede incluir un <i>premium</i> en las viviendas de lujo para subsidiar las de interés social y que todas puedan cumplir con los códigos energéticos y de descarbonización. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	DV y OGPe	\$100,000	DV, gobiernos municipales y Departamento de Hacienda	Corto y mediano plazo	<p>R: Viabilizar que la vivienda de interés social pueda cumplir con códigos más estrictos, inherentemente más costosos, con un impuesto a viviendas de lujo.</p> <p>M: Lograr una reducción del costo de la vivienda de interés social de 20 % del costo promedio de la vivienda convencional para el año 2030 y de 30 % para 2050.</p>
	<p>8. Iniciar el realojo (<i>retreat</i>) de familias y comunidades costeras afectadas o que prospectivamente se verán afectadas por los aumentos en el nivel del mar proyectados por la NOAA (hasta 2050), la marejada ciclónica y otras marejadas, así como por la erosión costera. Priorizar la adaptación <i>in situ</i> de las comunidades. Los realojos deben ser resultado de procesos de retiro planificado y deben proveer acompañamiento psicosocial y justa compensación. Todos los procesos relacionados deben conllevar una planificación comunitaria participativa. Las áreas sujetas a expropiación no estarán disponibles para ningún tipo de desarrollo futuro, excepto para usos recreativos pasivos de interés y beneficio público, así como para el establecimiento de sistemas naturales de protección ante el aumento del nivel del mar, marejada ciclónica, otro tipo de marejadas y erosión costera.¹³ Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley Núm. 161- 2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	JP, OGPe y DV	\$250,000 por unidad	JP, OGPe, DV, gobiernos municipales y Departamento de Hacienda	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Reubicar familias o comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas, vulnerables a inundaciones por marejada ciclónica y otras marejadas, la erosión costera y el aumento en el nivel del mar proyectado para 2050.</p> <p>M: Lograr el realojo del 50 % de estas familias o comunidades para 2035.</p> <p>M: Lograr el realojo del 100 % de estas familias o comunidades para 2050.</p>

¹³ Este es un tema transversal que incide en el sector de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Propiciar la resiliencia y la eficiencia en el consumo de agua, energía, recursos y uso de la tierra para viviendas.	9. Desarrollar programas de participación ciudadana que incluyan a la comunidad en general y vecinos inmediatos de sectores y comunidades para atender sus preocupaciones, necesidades y prioridades relacionadas con su realojo.	DV y OGPe	\$250,000	Gobiernos municipales	Corto plazo	R: Involucrar a las comunidades en la toma de decisiones relacionadas con su realojo. M: Lograr una participación mínima del 51 % de los representantes de las comunidades afectadas por realojos propuestos para 2035 y 70 % a partir de 2050.
	10. Requerir en todas las viviendas de nueva construcción la instalación de un calentador de agua a base de energía solar.	DACO, DV y OGPe	\$3,500 por unidad	DACO	Corto plazo	R: Aumentar el uso de calentadores de agua solares en las viviendas. M: Lograr que todas las viviendas nuevas estén dotadas de un calentador de agua a base de energía solar a partir del 2025.
	11. Promover en todas las viviendas existentes la instalación de un calentador de agua a base de energía solar.	DACO, DV y OGPe	\$3,500 por unidad	DACO, DV, gobiernos municipales y OGPe	Mediano y largo plazo (2050)	R: Aumentar el uso de calentadores de agua solares en las viviendas. M: Lograr que 50 % de todas las viviendas existentes estén dotadas de un calentador de agua a base de energía solar para 2030, y 100 % para 2050.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Propiciar la resiliencia y la eficiencia en el consumo de agua, energía y recursos y el uso de la tierra para viviendas.	12. Promover el uso de paneles estructurales de aislamiento (SIP, siglas de <i>Structural Insulated Panels</i>) y otros materiales similares en sustitución del hormigón para reducir \pm 40 % a 50 % del uso de cemento en las nuevas construcciones y a su vez reducir las emisiones de CO ₂ del proceso de manufactura del cemento.	DACO, DV y OGPe	\$12 por pie cuadrado de panel	DACO, DV, gobiernos municipales y OGPe	Corto plazo (0 a 3 años) Largo plazo (2050)	<p>R: Reducir la ganancia de calor solar en los interiores de las viviendas.</p> <p>M: Lograr que los techos de las habitaciones de todas las viviendas nuevas estén construidos con esta tecnología o similares con valor de resistencia térmica de R=30 en rendimiento a partir de 2025.</p> <p>M: Lograr que los techos de todas las viviendas nuevas estén construidos con esta tecnología o similares con valor R=30 en rendimiento a partir de 2030.</p> <p>M: Lograr que la envoltura exterior de todas las viviendas nuevas esté construida con esta o similares tecnologías con valor R=30 en rendimiento a partir de 2040.</p>
	13. Considerar la introducción de otros materiales de construcción en la vivienda como sustitutos del hormigón, incluyendo la madera maciza, el acero y la tierra, entre otros.	DV y OGPe	Variable	DACO, DV, gobiernos municipales y OGPe	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Reducir el uso del cemento como material principal de construcción.</p> <p>M: Lograr que el 20 % de las construcciones nuevas utilicen otros materiales de menor emisión de CO₂ para 2050.</p>



G. Identificar y clasificar espacios ya urbanizados u ocupados por infraestructuras y servicios con potencialidades para situar o compartir superficies para captar y desarrollar proyectos de energía renovables [sic].

COA G.1: Desarrollar políticas públicas que permitan expandir el acceso a las superficies construidas para proyectos de energía renovable o alternativa.¹⁴

Mejores prácticas:

- Planta de emergencia solar. <https://www.bluetipower.com>
- Estrategia de agrovoltaica: combinación de fincas agrícolas y fotovoltaicas. <https://www.nrel.gov/solar/market-research-analysis/agrivoltaics.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.1.1 Establecer legislación y enmiendas a los reglamentos de construcción a fin de fomentar el uso de superficies edilicias existentes y prospectivas para la generación de energía renovable o alternativa.</p>	<p>1. Requerir que todas las unidades de vivienda individuales de interés social existentes y prospectivas estén dotadas, como mínimo, de una planta fotovoltaica de emergencia con generación mínima de 2 kWh por día. Esta estrategia mejorará la resiliencia eléctrica de cada unidad en caso de eventos catastróficos donde la AEE / LUMA descontinúe el servicio. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	<p>DACO, OGPe y PPPE</p>	<p>\$1 por vatio hora de generación diaria</p>	<p>DACO y PPPE</p>	<p>Largo plazo (7-10 años o más)</p>	<p>R: Reducir el consumo energético y proveer resiliencia energética durante eventos catastróficos.</p> <p>M: Lograr que el 25 % de las unidades existentes estén provistas de una planta solar de emergencia con capacidad mínima de 2.5kWh por día para 2030; 50 % para 2035 y 100 % para 2050.</p> <p>M: Lograr que el 100 % de las unidades nuevas estén provistas de una planta solar de emergencia para 2025.</p>

¹⁴ Este es un tema transversal que incide en el sector de energía (sección 7.1). Aunque el curso de acción y las estrategias se asemejan a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.1.1 Establecer legislación y enmiendas a los reglamentos de construcción a fin de fomentar el uso de superficies edilicias existentes y prospectivas para la generación de energía renovable o alternativa.	2. Requerir que todas las unidades de vivienda en condominios multipisos estén dotados de una planta fotovoltaica de emergencia con generación mínima de 2 kWh por día. Esta estrategia mejorará la resiliencia eléctrica de cada apartamento en caso de eventos catastróficos donde la AEE / LUMA descontinúe el servicio. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.	DACO, OGPe y PPPE	\$1 por vatio hora de generación diaria	DACO y PPPE	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Reducir el consumo energético y proveer resiliencia energética durante eventos catastróficos.</p> <p>M: Lograr que el 25 % de las unidades existentes estén provistas de una planta solar de emergencia con capacidad mínima de 2.5kWh por día para 2030; 50 % para 2035, y 100 % para 2050.</p> <p>M: Lograr que el 100 % de las unidades nuevas estén provistas de una planta solar de emergencia para 2025.</p>
	3. Requerir que todas las unidades de vivienda en lugares remotos de difícil acceso, según sean definidas por la Junta de Planificación, estén dotadas de sistemas autónomos de energía renovable o alternativa, principalmente en su modalidad fotovoltaica sobre sus techos. Esta estrategia mejorará la resiliencia eléctrica de cada unidad y reducirá los costos de instalación, reparación y mantenimiento de nueva infraestructura por parte de la AEE / LUMA. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.	JP y OGPe	\$50,000 por unidad	DV y AEE / LUMA	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Proveer servicio eléctrico a viviendas y comunidades remotas o de difícil acceso para la AEE / LUMA. Limitar el acceso de la red de distribución eléctrica proveyendo el servicio a lugares de fácil acceso y áreas urbanas existentes o en expansión.</p> <p>M: Lograr la autonomía energética de viviendas y comunidades remotas en 25 % para el año 2035.</p> <p>M: Lograr la autonomía energética de todas las viviendas y comunidades remotas para el año 2050.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.1.1 Establecer legislación y enmiendas a los reglamentos de construcción para fomentar el uso de superficies edilicias existentes y prospectivas para la generación de energía renovable o alternativa.	4. Requerir como primera opción el uso de techos de edificios existentes y futuros para la instalación de sistemas de generación distribuida con energía renovable, principalmente en su modalidad fotovoltaica. Esta estrategia mejorará la resiliencia eléctrica de cada unidad y reducirá los costos de instalación, reparación y mantenimiento de nueva infraestructura por parte de la AEE / LUMA.	OGPe y DDEC	Nominal	OGPe y DDEC	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Aumentar la capacidad de generación distribuida de la red eléctrica. Reducir la cantidad de proyectos de generación distribuida sobre el suelo.</p> <p>M: Lograr que 70 % de los techos de edificios existentes estén provistos con sistemas de energía renovable para 2040.</p> <p>M: Lograr que 100 % de los techos de edificios nuevos estén provistos con sistemas de energía renovable para 2050.</p>
	5. Vedar el uso de tierras agrícolas, bosques y áreas protegidas o vulnerables ecológica y ambientalmente para el desarrollo de fincas fotovoltaicas o parques eólicos o cualesquiera otras tecnologías de producción energética que menoscaben su potencial bioproductivo. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.	JP y OGPe	Nominal	Legislatura	Corto plazo	<p>R: Eliminar el uso de terrenos bioproductivos para la generación de energía distribuida con fuentes renovables o alternativas en lo que se determina la viabilidad de estrategias de agrovoltaica.</p> <p>M: Medir las áreas agrícolas utilizadas para fincas fotovoltaicas antes del inicio de estos cursos de acción y después de ellos.</p> <p>M: No permitir el uso de tierras bioproductivas para la instalación de fincas fotovoltaicas que afecten la producción agrícola.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.1.1 Establecer legislación y enmiendas a los reglamentos de construcción a fin de fomentar el uso de superficies edilicias existentes y prospectivas para la generación de energía renovable o alternativa.</p>	<p>6. Explorar la posibilidad de implantar la estrategia de la agrovoltaica, que permite la combinación de fincas agrícolas y fincas fotovoltaicas, únicamente cuando sea compatible con su potencial de uso agrícola. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	<p>JP, PPPE y OGPe</p>	<p>\$50,000</p>	<p>JP y OGPe</p>	<p>Corto, mediano y largo plazo (7-10 años o más)</p>	<p>R: Permitir el uso de terrenos bioproductivos para la generación de energía distribuida con fuentes renovables o alternativas a través de la estrategia de agrovoltaica, únicamente cuando sea compatible con su potencial de uso agrícola.</p> <p>M: Tener una primera finca de carácter experimental en 2030 o antes.</p> <p>M: Coordinar esta estrategia con la estrategia número 5 de este COA.</p>



H. Propiciar el uso, por parte de los profesionales del diseño, planificación y construcción de zonas residenciales, de fuentes de energía renovable o alternativas para la refrigeración y el agua sanitaria, y de soluciones constructivas, tanto estructurales como de cierres altamente eficientes energéticamente.

COA H.1: Educar a los profesionales de la industria de la construcción en la descarbonización del ambiente construido.

Mejores prácticas:

- *Better Building Initiative, US Department of Energy.* <https://betterbuildingsolutioncenter.energy.gov>
- *Cost-Effective Grid-interactive Efficient Buildings.* <https://www.energy.gov/eere/buildings/grid-interactive-efficient-buildings>
- *50001 Ready, US Department of Energy: Better Climate Challenge 50001 Ready FAQs.*
- *Industrial Technology Validation Pilot – Phase II Webinar.* <https://www.energy.gov/eere/amo/events/industrial-technology-validation-pilot-phase-ii-webinar>
- *Carbon Project Implementation Tracker Tool.* <https://betterbuildingsolutioncenter.energy.gov/decarbonization/carbon>
- *CASE STUDY LEED V4.1 Cities.* <https://www.usgbc.org/projects/miami-dade-county>
- *CASE STUDY LEED V4.1 Cities.* <https://www.usgbc.org/projects/city-tampa>
- *CASE STUDY LEED V4.1 Cities.* <https://www.usgbc.org/projects/city-tallahassee>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.1.1 Desarrollar programas educativos y herramientas para profesionales y técnicos de la industria del diseño y la construcción con el objetivo de descarbonizar el ambiente construido.	<p>1. Iniciar un plan de educación continua en los gremios profesionales para certificar a especialistas y auditores en descarbonización de proyectos de construcción. Será requisito una certificación firmada y sellada por este profesional para cada proyecto con un área bruta mayor de 15,000 PC.</p> <p>Colaboradores potenciales: CAAPPR, CIAPR y la UPR.</p>	Departamento de Educación (DE) y PPPE	\$15 por crédito por persona	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Formar a profesionales especialistas en la descarbonización del ambiente construido.</p> <p>M: Lograr que el 30 % de la matrícula del CAAPPR y el CIAPR se certifiquen en los primeros tres años de P-MARCC a partir de su inicio (propuesto para 2025).</p>
	<p>2. Iniciar un programa compulsorio de certificación en programas de descarbonización de proyectos de construcción para desarrolladores y contratistas.</p> <p>Colaboradores potenciales: Asociación de Contratistas Generales de Puerto Rico (ACGPR) y la Asociación de Constructores de Puerto Rico (ACPR).</p>	DE, PPPE y DDEC	\$15 por crédito por persona	Departamento de Estado, DDEC y DE	Corto plazo	<p>R: Formar a constructores especialistas en la descarbonización del ambiente construido.</p> <p>M: Lograr que el 30 % de la matrícula del ACGPR y de la ACPR se certifiquen en 2030 o antes.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.1.1 Desarrollar programas educativos y herramientas para profesionales y técnicos de la industria del diseño y la construcción con el objetivo de descarbonizar el ambiente construido.	3. Iniciar programas de educación y aplicación de la descarbonización a través de organismos reconocidos como el <i>Better Buildings</i> del Departamento de Energía federal.	PPPE	\$15 por crédito por persona	PPPE	Corto plazo	R: Formar a profesionales especialistas en la descarbonización del ambiente construido. M: Lograr que el 30 % de la matrícula del CAAPPR y el CIAPR se certifiquen en los primeros tres años del P-MARCC a partir de su inicio (propuesto para 2025).
	4. Requerir una reválida y licencia a todos los constructores de Puerto Rico como se hace con los arquitectos e ingenieros, que incluya educación en infraestructura verde, reciclaje de materiales y residuos en proyectos de construcción y otros, incluyendo un programa de educación continua. Colaboradores potenciales: ACGPR y ACPR.	Departamento de Estado	\$250,000	Departamento de Estado, DDEC y DE	Corto plazo	R: Responsabilizar mediante examen de reválida y licenciatura a los constructores en Puerto Rico. M: Lograr que el 100 % de los constructores se licencie en 2030 o antes. Incluir la “Cláusula del abuelo” (<i>Grand Father Clause</i>) para casos especiales.
	5. Institucionalizar el uso de herramientas de programación (<i>software</i>) para monitorear proyectos de descarbonización en el gobierno y la industria privada.	DACO y PPPE	\$100,000	DACO y PPPE	Mediano y largo plazo (7-10 años o más)	R: Desarrollo o uso de <i>software</i> para el monitoreo de emisiones de CO ₂ de edificios al ambiente. M: Monitorear 50 % de los proyectos de descarbonización en 2030, y 100 % para 2050.
	6. Desarrollar una aplicación para teléfonos celulares de distribución gratuita a fin de reportar incumplimientos con una política pública de desarrollo y construcción sostenible, resiliente y descarbonizada.	DACO y PPPE	\$100,000	DACO y PPPE	Corto plazo	R: Incorporar a la ciudadanía en general en el proceso de monitoreo de descarbonización de los edificios. M: Tener la aplicación lista para 2025.

COA H.2: Establecer una política pública de desarrollo y construcción sostenible, resiliente y descarbonizada.

Mejores prácticas:

- *Embodied Energy*. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/embodied-energy>
- *Blurring indoor and outdoor spaces has become more important than ever*. <https://identity.ae/blurring-indoor-and-outdoor-spaces-has-become-more-important-than-ever/>
- *What are Passive Design Strategies & Their Importance in architecture – 2023*. <https://www.novatr.com/blog/passive-design-strategies-in-architecture>
- *LEED for Cities and Communities*. <https://www.usgbc.org/leed/rating-systems/leed-for-cities-communities>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.2.1 Toda construcción nueva en Puerto Rico debe ser sostenible, resiliente y descarbonizada.	1. Requerir la optimización en la reducción de emisiones de CO ₂ a través de estrategias de diseño pasivo en todos los edificios diseñados para el gobierno y edificios privados, incluyendo, entre otras, la iluminación y ventilación natural, la fenestración y envoltura de los edificios y el uso de parasoles, vegetación, topografía, forma y orientación de los edificios. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.	OGPe	\$100,000	OGPe	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Proyectar el consumo de energía de edificios en el proceso de diseño mediante el uso de estrategias de diseño pasivo.</p> <p>M: 100 % de los proyectos de diseño sometidos cumple con este requisito para 2030.</p>
	2. Bonificar la sustitución de espacios interiores acondicionados en edificios institucionales por espacios exteriores sin acondicionar (tales como vestíbulos, espacios de recepción, salas de espera, salones de reuniones y conferencias, baños y pasillos, entre otros), excepto en instalaciones de salud, reduciendo el pago de estampillas de Rentas Internas. (Coordinar con la estrategia #15 del COA C.1.)	OGPe y Departamento de Hacienda	\$100,000	Departamento de Hacienda	Corto plazo (0 a 3 años) Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Reducir el consumo de energía por concepto de acondicionamiento de aire mecánico en edificios institucionales. Promover el uso de la ventilación natural en edificios.</p> <p>M: 100 % de los proyectos de diseño sometidos cumple con este requisito en 2030 o antes.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.2.1 Toda construcción nueva en Puerto Rico debe ser sostenible, resiliente y descarbonizada.	<p>3. Limitar la energía incorporada en materiales, procesos y productos de construcción utilizando y publicando tablas de materiales de construcción y su energía incorporada por unidad de uso / material. Fomentar el uso de aquellos materiales con menos energía incorporada reduciendo el pago de estampillas de Rentas Internas y penalizando los de mayor energía incorporada con un impuesto que pueda cubrir los gastos del programa de implantación.</p>	DACO y PPPE	\$50,000	DACO	Corto plazo (0 a 3 años)	<p>R: Reducir los consumos de energía incorporada en los materiales de construcción.</p> <p>M: Se determinará la eficacia de esta estrategia midiendo los ingresos o mermas de sellos de Rentas Internas o impuestos especiales para viabilizar la estrategia.</p>
	<p>4. Aumentar la eficiencia en todas las actividades y operaciones del gobierno mediante cambios estructurales que simplifiquen los procedimientos burocráticos utilizando procedimientos digitales y simples en línea. La reducción en los procesos burocráticos puede ser sustancial en la reducción de emisiones de CO₂.</p>	Departamento de Hacienda y ASG	Indeterminable	Departamento de Hacienda	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Reducir el tiempo de los procesos burocráticos en las actividades, operaciones y los trámites con el gobierno central y los gobiernos municipales.</p> <p>M: Reducción de 25 % del tiempo para procesar servicios y requisitos para 2030 y de 50 % para 2040, usando 2023 como año base.</p>
	<p>5. Propiciar el desarrollo sostenible en comunidades promoviendo la participación ciudadana desde las etapas embrionarias de los proyectos. El desarrollo sostenible en las comunidades debe enfatizar el colectivo y no limitarse a viviendas o edificios individuales. Se recomienda utilizar el modelo del sistema LEED del USGBC (<i>LEED for Neighborhoods, LEED for Cities</i>) para certificar nuevas comunidades y ciudades sostenibles y transformar las existentes a través de ese instrumento. Lista de comunidades y ciudades de Florida certificadas bajo el sistema LEED que podrán servir de base para aplicar sus estrategias en Puerto Rico: Miami-Dade, Tampa, Tallahassee. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	JP, OGPe, DDEC y DE	\$100,000 por comunidad	JP	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Promover el diseño y construcción de comunidades sostenibles y resilientes.</p> <p>M: Lograr la primera certificación LEED de un vecindario o de una ciudad para 2035.</p>



I. Promover acciones adaptativas, tales como propiciar la infraestructura verde en Puerto Rico en los diversos sectores que componen el andamiaje social, económico y gubernamental de la isla.

COA I.1: Aumentar la permeabilidad de los pavimentos y techos con infraestructura verde para reducir las temperaturas urbanas.

Mejores prácticas:

- Pavimentos permeables. <https://www.ndspro.com/products/permeable-pavers/ez-roll-grass-pavers.html>
- Confinamiento celular. <https://greenblue.com/na/products/grassrings/>
- Pavimentos permeables. <https://biodiversity.europa.eu/green-infrastructure>
- Techos naturados. <https://www.greenroofs.com/event/epa-webinar-green-infrastructure-ecosystem-benefits-and-applications/>
- Reciclaje de hormigón. <https://www.sika.com/en/knowledge-hub/reco2ver-concrete-recycling.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>I.1.1 Propiciar estrategias para viabilizar diferentes tecnologías de infraestructura verde en proyectos de desarrollo y construcción.</p>	<p>1. Promover el uso de las superficies pavimentadas permeables en nuevas áreas a urbanizar para mejorar la infiltración de las aguas de lluvia al subsuelo y reducir los impactos de inundación ocasionados por lluvias repentinas. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	DTOP y OGPe	\$4 a \$12 por PC	Administración Federal de Carreteras	Mediano plazo	<p>R: Minimizar las escorrentías pluviales urbanas.</p> <p>M: Reducir los pavimentos impermeables en toda área exterior de rodaje o peatonal de proyectos de construcción nuevos en 50 % de las áreas propuestas en 2030 o antes.</p>
	<p>2. Reducir las superficies impermeables en áreas urbanas existentes mediante su sustitución por unas de mayor permeabilidad. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	DTOP y OGPe	\$9 - \$18 por PC	DTOP	Corto y largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Minimizar las escorrentías pluviales urbanas.</p> <p>M: Reducir los pavimentos impermeables a razón de 10 % al año a partir de 2025.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.1.1 Propiciar estrategias para viabilizar diferentes tecnologías de infraestructura verde en proyectos de desarrollo y construcción.	<p>3. Promover el uso de áreas de estacionamiento exteriores con sistemas permeables de confinamiento celular para reducir las escorrentías pluviales. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	DTOP y OGPe	\$4 - \$12 por PC	EPA	Mediano plazo	<p>R: Reducir las inundaciones por concepto de escorrentías pluviales urbanas y mitigar la creación de islas de calor.</p> <p>M: Reducir los pavimentos impermeables en los estacionamientos exteriores nuevos en 50 % para el año 2030 y en 70 % para 2040.</p>
	<p>4. Promover el uso de los techos naturados (<i>Green Roofs</i>) para mitigar la intensidad de las escorrentías pluviales en los centros urbanos y la ganancia de calor en edificios nuevos y existentes. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	DTOP y OGPe	± \$20 - \$25 por PC	EPA y USDOE	Largo plazo (7-10 años o más)	<p>R: Reducir las inundaciones por concepto de escorrentías pluviales en los centros urbanos.</p> <p>M: Lograr que 50 % de los techos de los edificios nuevos sean techos naturados para 2050.</p>
	<p>5. Iniciar un programa de monitoreo y vigilancia continua para hacer realmente efectiva la reglamentación que requiere planes de mitigación mediante el diseño de un plan para el control de la erosión y la prevención de la sedimentación en los proyectos de construcción. Utilizar tecnologías para un monitoreo preventivo más eficiente en proyectos de desarrollo urbano y evitar el impacto de la escorrentía y la sedimentación de aguas pluviales en las ya vulnerables zonas costeras y marítimas. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	OGPe y DRNA	\$250,000	DRNA	Corto plazo	<p>R: Reducir la erosión en los proyectos de construcción (que actualmente no se supervisan por terceros) a través del monitoreo preventivo.</p> <p>M: Lograr 100 % de monitoreo de los proyectos de construcción nuevos en 2030 o antes.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.1.1 Propiciar estrategias para viabilizar diferentes tecnologías de infraestructura verde en proyectos de desarrollo y construcción.	<p>6. Propiciar la industria de reciclaje del hormigón luego de la demolición de edificios y superficies pavimentadas existentes para utilizarlo como material de relleno en las carreteras y como agregado grueso y fino en las mezclas de hormigón o asfalto, entre otras. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución.</p>	DRNA	\$30 por tonelada	DTOP, DE y Departamento de la Vivienda federal	Largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Reducir la necesidad de producir cemento para obras de construcción nuevas mediante el reciclaje del hormigón en proyectos existentes que serán demolidos.</p> <p>M: Reducción de 25 % para el 2030, 50 % para el 2050 y 80 % para el 2060.</p>
	<p>7. Requerir enverdecer todos los centros urbanos del país con áreas arboladas que cubran 40 % o más de las superficies impermeables duras (calles, aceras, plazas, etcétera) expuestas. Se implantará con una lista de árboles frondosos apropiados para las diferentes circunstancias urbanas.¹⁵ Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	DRNA	\$50 por árbol	DRNA	Largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Aumentar la cantidad de árboles en los centros urbanos sustituyendo las áreas impermeables para reducir las inundaciones urbanas y mitigar los efectos de las islas de calor.</p> <p>M: No menos de 40 % para 2050.</p>
	<p>8. Iniciar la reubicación planificada de comunidades e infraestructura en zonas vulnerables al aumento del nivel del mar, inundaciones y deslizamientos, entre otros. Priorizar la adaptación <i>in situ</i> de las comunidades. Coordinar estos esfuerzos con las estrategias 2, 4 y 5 del objetivo C.1.1. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	DV, JP, DRNA, DTOP y DDEC	\$250,000 por unidad de vivienda \$500,000 por milla lineal de infraestructura	DV, JP, DRNA, DTOP, DDEC	Largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Reubicación planificada de viviendas e infraestructura en las zonas vulnerables.</p> <p>M: 33 % de las viviendas e infraestructura reubicadas para 2035.</p> <p>M: 67 % de las viviendas e infraestructura reubicadas para 2040.</p> <p>M: 100 % de las viviendas e infraestructura reubicadas para 2050.</p>

¹⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de forestación y ecosistemas terrestres (sección 7.9). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector. Véase también la **Guía de Reforestación para Puerto Rico**.



J. Impulsar la planificación y [el] diseño de instalaciones turísticas, e iniciativas sostenibles, tales como diseño verde y directrices operacionales a través del Programa de Alojamiento de Certificación Verde de Puerto Rico, entre otras iniciativas.

COA J.1: Hacer uso de las guías existentes para el diseño de las instalaciones ecoturísticas y de turismo sostenible de la Compañía de Turismo.¹⁶

Mejores prácticas:

- Guías de diseño para instalaciones de ecoturismo y turismo sostenible. <https://tourism.pr.gov/wp-content/uploads/2020/06/0030520-Guias-de-Diseño-Inst-Ecoturísticas.pdf>
- Sistema de certificación *Green Globes*, que atiende instalaciones ecoturísticas. <https://www.greenglobe.com>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.1.1 Propiciar que las instalaciones ecoturísticas sean sostenibles y resilientes.	1. Revisar y atemperar las guías de diseño para instalaciones ecoturísticas y de turismo sostenible existentes de la Compañía de Turismo del DDEC a las actuales tecnologías, estrategias y modalidades.	Compañía de Turismo (DDEC)	\$100,000	DDEC	Corto plazo	R: Lograr la aplicación de las guías en los proyectos nuevos de ecoturismo y turismo sostenible. M: Completar la revisión de las guías para 2025.
	2. Revisar y atemperar las guías operacionales para la certificación de instalaciones ecoturísticas y de turismo sostenible existentes de la Compañía de Turismo a las actuales tecnologías, estrategias y modalidades.	Compañía de Turismo (DDEC)	\$100,000	DDEC	Corto plazo	R: Lograr la aplicación de las guías operacionales para la certificación de las instalaciones ecoturísticas y de turismo sostenible existentes. M: Completar la revisión del sistema de certificación para 2025.
	3. Adoptar las guías de diseño ecoturístico existentes de otras jurisdicciones que hayan demostrado éxito en su implantación tales como las establecidas bajo la certificación de <i>Green Globe</i> .	Compañía de Turismo (DDEC)	\$100,000	DDEC	Corto plazo	R: Ofrecer varias alternativas para la certificación de las instalaciones de ecoturismo y turismo sostenible. M: Viabilizar las certificaciones de otras organizaciones reconocidas comenzando con <i>Green Globe</i> para 2025.

¹⁶ Este es un tema transversal que incide en el sector de turismo (sección 7.10). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.



K. Promover proyectos de financiación que viabilicen económicamente iniciativas verdes en Puerto Rico.

COA K.1: Desarrollar estrategias y políticas públicas que abonen a la financiación de proyectos que viabilicen económicamente iniciativas sostenibles y de descarbonización del ambiente construido, excepto en las viviendas de interés social o cuando no esté disponible el material de construcción apropiado.

Mejores prácticas:

- *Green Bonds*:
 - [https://one.oecd.org/document/DAF/CMF/AS\(2023\)3/REV2/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DAF/CMF/AS(2023)3/REV2/en/pdf)
 - <https://www.climatebonds.net/market/explaining-green-bonds>
 - <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/12/08/what-you-need-to-know-about-ifc-s-green-bonds>
 - <https://news.bloomberglaw.com/environment-and-energy/green-bonds-an-introduction-and-legal-considerations>
 - <https://www.youtube.com/watch?v=ruXLhpXvhOE>
- Se recomienda utilizar como base para este programa el modelo *LEED Zero* del *US Green Building Council*. Durante más de dos décadas, LEED ha brindado un marco para edificios y espacios de alto rendimiento y ha reducido las emisiones de gases de efecto invernadero a través de estrategias que afectan la tierra, la energía, el transporte, el agua, los desechos y los materiales. Sobre la base de ese trabajo, el USGBC ha desarrollado *LEED Zero*, un complemento de LEED que verifica el logro de los objetivos de cero neto en los edificios existentes.
 - *LEED Zero Carbon* reconoce las emisiones netas de carbono por consumo de energía a través de las emisiones de carbono evitadas o compensadas (*offset*) durante un período de 12 meses.
 - *LEED Zero Energy* reconoce un balance de uso de energía cero durante un período de 12 meses.
 - *LEED Zero Water* reconoce un balance de uso de agua potable cero durante un período de 12 meses.
 - *LEED Zero Waste* reconoce los edificios que logran la certificación TRUE (*Total Resource Use and Efficiency*) de GBCI (*Green Building Certification Institute*) en el nivel Platino del sistema LEED.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
K.1.1 Establecer programas que ayuden a la financiación de proyectos ecológicos viables en Puerto Rico.	<p>1. Desarrollar un programa de bonos “verdes” (<i>Green Bonds</i>) dirigidos a la financiación o refinanciación de proyectos ecológicos elegibles —nuevos o existentes—.</p> <p>Colaborador potencial: Para la Naturaleza, la Asociación de Bancos y las cooperativas de Puerto Rico.</p>	DRNA y Comisionado de Instituciones Financieras	Indeterminable	DRNA	Largo plazo (10 años)	<p>R: Facilitar el financiamiento de iniciativas y proyectos de sostenibilidad, resiliencia y restauración ambiental a escala regional a través de todo el país.</p> <p>M: Lograr el financiamiento de 20 % de todos los proyectos de sostenibilidad, resiliencia y restauración ambiental de escala regional para 2035.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
K.1.1 Establecer programas que ayuden a la financiación de proyectos ecológicos viables en Puerto Rico.	<p>2. Iniciar un programa de mercado local experimental y monitoreado de créditos de carbono (<i>Carbon Credits / Carbon Offsets</i>) adaptado a las realidades históricas de este instrumento, para contrarrestar las emisiones de carbono de proyectos de construcción nuevos o de remodelación.</p> <p>a. Se recomienda considerar la restauración de humedales, ciénagas y pantanos. Podrían ser importantes en el proceso de secuestrar carbono. Enfocar los esfuerzos en <i>Carbon-Net</i>, en lugar de <i>Carbon-Negative</i>, podría continuar fomentando la inversión en infraestructura de tipo <i>Carbon Lock-In</i>, lo que continuaría afectando a las comunidades aledañas a estos tipos de infraestructuras.</p> <p>Colaborador potencial: asesorarse con los esfuerzos que actualmente lleva a cabo Para la Naturaleza.</p>	DRNA y Comisionado de Instituciones Financieras	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Mediano plazo	<p>R: Facilitar el financiamiento de iniciativas y proyectos de sostenibilidad, resiliencia y restauración ambiental a escala regional a través de todo el país.</p> <p>M: Iniciar un programa de mercado de financiación de créditos de carbono en 2030 o antes.</p>
	<p>3. Como medida temporal o concurrente con un programa de créditos de carbono, se propone el secuestro de CO₂ mediante el requerimiento de la compra y conservación a perpetuidad de áreas verdes, incluyendo la conservación de humedales y bosques, para cancelar las emisiones de nuevas construcciones o remodelaciones. Utilizar un algoritmo sencillo que haga equivalencias de secuestro de CO₂ con la siembra o protección de áreas verdes.</p> <p>Colaborador potencial: UPR y ONG como Para la Naturaleza.</p>	DRNA	\$10,000 - \$15,000 por cuerda de terreno \$60 por árbol a sembrar	Fondos propios de las entidades responsables	Largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Aumentar la capacidad de secuestro de CO₂ en las áreas verdes a través de todo el país.</p> <p>M: Lograr el secuestro de 6 toneladas de carbono por cuerda de terreno mediante la siembra masiva de árboles en 10 % del área total del país en o 2033 o antes. Coordinar el esfuerzo con el proyecto Mapa 33 de Para la Naturaleza.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
K.1.1 Establecer programas que ayuden a la financiación de proyectos ecológicos viables en Puerto Rico.	4. Desarrollar instrumentos de financiación atractivos para proyectos de descarbonización, dándoles prioridad a aquellos con períodos de recobro de 5 años o menos, incluyendo equipos, vehículos y enseres, entre otros.	DRNA y Comisionado de Instituciones Financieras	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Mediano plazo	<p>R: Facilitar el financiamiento de iniciativas y proyectos de sostenibilidad, resiliencia y restauración ambiental que propicien la descarbonización del ambiente construido.</p> <p>M: Lograr por lo menos tres instrumentos noveles de financiación en 2030 o antes.</p>
	5. Respalda los esfuerzos del Fondo Monetario Internacional para que Estados Unidos elimine progresivamente los subsidios a la industria de fósiles (incluyendo a Puerto Rico) con el fin de hacerlos más accesibles a las clases pobres, cuando en realidad son los más pudientes quienes consumen más.	Departamento de Estado y Comisaría Residente en Washington, D.C.	Nominal	Ninguno	Largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Eliminar la dependencia de los combustibles fósiles subsidiados, mediante el pago de su costo real.</p> <p>M: Eliminación total de los subsidios a la industria de combustibles fósiles para el 2030, respaldando los esfuerzos del Fondo Monetario Internacional.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
K.1.1 Establecer programas que ayuden a la financiación de proyectos ecológicos viables en Puerto Rico.	6. Estudiar programas exitosos de descarbonización en otras jurisdicciones de Estados Unidos y otros países y replicarlos, luego de una debida adaptación, a Puerto Rico.	DRNA	\$100,000	DRNA y EPA	Mediano y largo plazo (7 a 10 años o más)	R: Lograr la descarbonización total de Puerto Rico, aplicando programas exitosos de otras jurisdicciones. M: Reducción de la huella de carbono promedio del puertorriqueño (20 toneladas por año) en 10 % para 2030; 40 % para 2040, y 75 % para 2050.
	7. Iniciar un programa de descarbonización de construcciones nuevas y un programa paralelo de descarbonización de edificios (y ambientes construidos) existentes, incluyendo la vivienda de interés social. Se recomienda el uso de dos rutas de acción para lograr el objetivo: <ul style="list-style-type: none"> a. Una ruta de cumplimiento prescriptivo (<i>Prescriptive Path</i>) donde, a través de listas de cotejo, se especifican acciones concretas para incluirse en un proyecto. Por ejemplo: toda la iluminación interior del edificio será mediante el uso de lámparas LED. Esta ruta será de más fácil y mejor aplicación en edificios residenciales, escuelas y pequeños negocios. b. Una ruta de cumplimiento por rendimiento (<i>Performance Path</i>) donde a través de cálculos, simulaciones y modelaje digital se pueda pronosticar la cantidad de toneladas de CO₂ emitidas por pie cuadrado de edificio según la tipología edilicia aplicable. Por ejemplo: la cantidad máxima de emisiones de toneladas de carbono por pie cuadrado para un restaurante será de X. Esta ruta será de más fácil y mejor aplicación en edificios comerciales, institucionales e industriales de mayor escala. 	PPPE, OGPe y DRNA	\$100,000	EPA y Departamento de la Vivienda federal	Mediano y largo plazo (7 a 10 años o más)	R: Lograr la descarbonización de las construcciones nuevas mediante procesos fáciles de entender y ejecutar. M: Reducción de 50 % de las emisiones de CO ₂ en la industria de la construcción para 2035, y 100 % para 2050.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
K.1.1 Establecer programas que ayuden a la financiación de proyectos ecológicos viables en Puerto Rico.	8. Incentivar un programa de hipotecas de eficiencia energética fundamentado en la cuantificación por métodos científicos y modelaje digital de los ahorros que se devengan de estrategias de conservación, eficiencia y generación de energía en las viviendas. Los ahorros proyectados de estas estrategias se consideran como ingresos del dueño, permitiendo un margen prestatario mayor, el cual a su vez puede ser utilizado para cubrir los gastos de estas mismas estrategias.	PPPE, OGPe y Comisionado de Instituciones Financieras	\$5,000 -\$30,000 por unidad	Departamento de la Vivienda federal (FHA)	Mediano y largo plazo (7 a 10 años o más)	R: Lograr nuevas estrategias para financiar la eficiencia energética en las viviendas y reducir los consumos y costos energéticos. M: Lograr que 25 % de las hipotecas de viviendas en Puerto Rico sea de este tipo para 2040, y 50 % para 2050.
	9. Hipotecas de sistemas fotovoltaicos incluidos como parte del financiamiento de viviendas nuevas. Esta estrategia permite amortizar el costo del sistema a 30 años ofreciendo beneficios inmediatos y economías potencialmente iguales o mayores al pago mensual del sistema. Se puede viabilizar si las entidades de financiación consideran las instalaciones como mejoras permanentes.	PPPE, OGPe y DDEC	\$30,000 por vivienda	FHA	Mediano y largo plazo (7 a 10 años o más)	R: Lograr la financiación integral de los sistemas fotovoltaicos sobre techos con el pago de la hipoteca de la vivienda obteniendo beneficios desde el momento inicial de la instalación del sistema. M: Lograr que 25 % de las hipotecas de viviendas sea de este tipo para 2040, 50 % para el 2050 y 80 % para 2060.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
K.1.1 Establecer programas que ayuden a la financiación de proyectos ecológicos viables en Puerto Rico.	10. Que la AEE / LUMA entre en el negocio de promover, vender, instalar y mantener sistemas de generación (fotovoltaica) distribuida sobre techos en Puerto Rico con resguardo de baterías.	AEE / LUMA	\$30,000 por sistema residencial de 6 kW	AEE	Mediano y largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Lograr que LUMA / AEE financie sistemas de generación distribuida a través de sus abonados.</p> <p>M: 50 % de los abonados con sistemas fotovoltaicos financiados por AEE / LUMA para 2040.</p>
	11. Continuar con el programa de climatización de viviendas (<i>Weatherization Assistance Program-WAP</i>), que operó con fondos federales en Puerto Rico y que administró la entonces Oficina de Energía, adscrita al DDEC.	PPPE y Departamento de Hacienda	\$15,000 por vivienda / \$15 millones, total	PPPE	Corto plazo	<p>R: Reinstalar el WAP.</p> <p>M: Beneficiar a 1,000 unidades de vivienda de bajos recursos anualmente a partir de 2025.</p>
	12. Invertir dinero en la investigación y el desarrollo de la tecnología <i>Witricity (Wireless Electricity)</i> a través de la compra de acciones en compañías que la desarrollan para lograr una infraestructura eléctrica con menos redes de distribución y menos vulnerable a eventos atmosféricos extremos.	DDEC y PPPE	\$10 millones	DDEC y AEE / LUMA	Largo plazo (7 a 10 años o más)	<p>R: Contar con nuevas tecnologías de generación y distribución de energía eléctrica en Puerto Rico.</p> <p>M: Cosechar 5 % de los ingresos de la tecnología <i>Witricity</i> a nivel mundial para 2030 y 10 % luego de 2040.</p>



L. Implantar medidas de adaptación y resiliencia con respecto a la infraestructura de transporte aéreo en Puerto Rico, que sean sustentables, sostenibles y amigables con el medioambiente.¹⁵

COA L.1: Implantar urgentemente medidas para enfrentar a corto plazo el aumento del nivel del mar en el Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín (LMM) con el propósito de extender su vida útil.

Mejores prácticas:

Actualmente, la FAA está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no aplican a Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
L.1.1 Extender la vida útil del LMM ante el aumento del nivel del mar.	1. Diseñar medidas a lo largo de la colindancia del LMM para atender el impacto a corto plazo del aumento del nivel del mar sobre este aeropuerto.	Autoridad de los Puertos	\$70 millones	FAA	Corto plazo (inmediato)	<p>R: Terminar el diseño de las medidas en un año.</p> <p>M: Identificar medidas en 6 meses.</p>
	2. Implantar urgentemente medidas a lo largo de la colindancia del LMM para enfrentar a corto plazo el impacto del aumento del nivel del mar.		\$60 millones por cada milla de extensión		Mediano plazo	<p>R: Implantar en tres años las medidas para enfrentar a corto plazo el aumento del nivel del mar en el LMM, luego de adjudicado el contrato.</p> <p>M: Adjudicar el contrato de implantación un año después de finalizado el diseño.</p>

¹⁵ Este es un tema transversal que incide en los sectores de transportes y movilidad (sección 7.3) y de turismo (sección 7.10). Aunque esta nueva guía, sus cursos de acción y estrategias se asemejan a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA L.2: Establecer un comité interagencial, presidido por la Autoridad de los Puertos (AP), para evaluar alternativas en torno a proveer el servicio de transporte aéreo que actualmente ofrece el LMM ante el impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático, e informar su recomendación al gobernador.

Mejores prácticas:

Actualmente, la FAA está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no aplican a Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>L.2.1 Asegurar que Puerto Rico cuente con infraestructura de transporte aéreo adecuada para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña ante el embate del cambio climático.</p>	<p>1. Crear mediante una orden ejecutiva el comité interagencial, presidido por la AP, para evaluar alternativas sobre cómo garantizar los servicios aéreos que actualmente ofrece el LMM ante el impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático. El Comité Interagencial debe consultar a entes privados, organizaciones profesionales y los sectores pertinentes.</p>	<p>Gobernador de Puerto Rico</p>	<p>Nominal</p>	<p>Oficina del Gobernador</p>	<p>Corto plazo (inmediato)</p>	<p>R: Orden ejecutiva para crear el comité interagencial en seis meses. M: Borrador de la orden ejecutiva en tres meses.</p>
	<p>2. Evaluar alternativas para atender el tráfico aéreo que actualmente maneja el LMM, en vista del impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático, e informar al gobernador la recomendación seleccionada.</p>	<p>Comité Interagencial</p>	<p>\$250,000 para asesoría de expertos</p>	<p>FAA</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Se somete el informe final con recomendación al gobernador en dos años. M: Identificar las alternativas y evaluar su viabilidad, en un año.</p>

COA L.3: Realizar mejoras y ampliar servicios en aeropuertos regionales para promover la redundancia en la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

Actualmente, la FAA está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no aplican a Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
L.3.1 Mejorar la redundancia de la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.	1. Identificar medidas de adaptación al cambio climático para cada uno de los aeropuertos regionales.	AP	\$250,000 para asesoría de expertos	FAA	Corto plazo (inmediato)	<p>R: Identificación de medidas de adaptación para cada aeropuerto regional en dos años.</p> <p>M: Identificación de medidas de adaptación para 75 % de los aeropuertos regionales en un año.</p>
	2. Adaptar los aeropuertos regionales al impacto del cambio climático con el propósito de aumentar la redundancia de la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.		Indeterminable		Mediano plazo	<p>R: Aeropuertos regionales adaptados al cambio climático en 5 años.</p> <p>M: Diseño de medidas de adaptación en tres años.</p>
	3. Construir infraestructura para el control de inundaciones en el Aeropuerto Internacional Mercedita de Ponce.	AP y GPR	\$20 millones a \$40 millones	DHS, GPR, FAA, USDOT, EDA, USACE	Largo plazo (10 a 20 años)	<p>R: Completar la construcción de las medidas de control de inundaciones.</p> <p>M: Construir 100 % de la infraestructura para el control de inundaciones.</p>

Tabla 7.3. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **transportes y movilidad**.



A. Adoptar medidas en materia de transportes y movilidad encaminadas a reducir la vulnerabilidad y las emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI), para avanzar hacia un modelo de transporte público, colectivo e intermodal que fomente el uso generalizado del transporte público y otras formas de transporte sostenible sin emisiones de GEI.

COA A.1: Desarrollar y expandir los sistemas de transportación colectiva.

Mejores prácticas:

- Al ser procesos estandarizados, no es necesaria información de mejores prácticas.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Mejorar y expandir los sistemas de transportación colectiva actuales.	1. Mejorar y expandir los servicios de la Autoridad Metropolitana de Autobuses (AMA) en el área metropolitana de San Juan.	AMA, Autoridad de Transporte Integrado (ATI)	\$30 millones	Administración Federal de Transportación Colectiva (FTA) y Gobierno de Puerto Rico (GPR)	Corto plazo	R: Mejora y expansión de la AMA en el área metropolitana de San Juan. M: Aumento de rutas y frecuencia en comparación con el año de aprobación del P-MARCC.
	2. Realizar un estudio sobre la viabilidad de extender el tren urbano mediante nuevas líneas a otros centros urbanos y municipios.	ATI, ACT y DTOP	\$1 millón	FTA y GPR	Corto plazo	R: Si el estudio demuestra que es viable, se construyen nuevas alineaciones del tren urbano. M: Estudio completado en el período de un año.

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

COA A.2: Establecer nuevos sistemas de transportación colectiva.

Mejores prácticas:

- Al ser procesos estandarizados, no es necesaria información de mejores prácticas.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado ¹	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Crear sistemas de transportación colectiva en otras regiones metropolitanas de Puerto Rico para reducir la dependencia de viajar en autos privados.</p>	<p>1. Crear sistemas de transportación colectiva para las regiones de Aguadilla-Mayagüez, Ponce y Arecibo que complementen los servicios de los sistemas municipales de trolis y los porteadores públicos.</p>	<p>ATI y municipios</p>	<p>\$20 millones a \$30 millones por región</p>	<p>FTA y GPR</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Se establecen los sistemas de transportación colectiva. M: Estudio completado en el período de 4 a 5 años.</p>
<p>A.2.2 Crear rutas de conectividad interregional.</p>	<p>1. Crear rutas de transportación colectiva a través de carriles exclusivos que conecten los diferentes sistemas de transportación y sus respectivas regiones. Ej. Una ruta que conecte la región oeste (Aguadilla-Mayagüez) y, a su vez, los principales nodos de conexión internacional (aeropuerto de Aguadilla y Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín).</p>	<p>ATI y municipios</p>	<p>\$10 millones a 15 millones</p>	<p>FTA, GPR y Administración Federal de Carreteras (FHwy)</p>		

COA A.3: Renovar la flota para la transportación colectiva con la compra de vehículos de bajas emisiones o eléctricos.

Mejores prácticas:

- El estado de Nueva York amplió la flota de autobuses de cero emisiones. <https://www.governor.ny.gov/news/earth-day-governor-hochul-announces-mta-expand-next-wave-deployment-zero-emission-buses-six>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Incentivar a través de créditos contributivos la compra de medios de transporte eléctricos o de baja emisión de gases para los proveedores de transportación colectiva.</p>	<p>1. Incluir los medios de transporte eléctricos y de baja emisión de gases dentro del incentivo contributivo que se otorga actualmente a los porteadores públicos para la compra de autobuses.</p>	<p>ATI y Departamento de Hacienda</p>	<p>Se necesitan enmiendas al código contributivo. Los costos deberán ser determinados por las entidades responsables. Por ser un crédito contributivo, la Junta de Supervisión Fiscal (JSF) tendría que aprobar esta iniciativa</p> <p>El costo de los autobuses eléctricos suele ser más alto. En promedio, su precio de compra está entre \$700,000 a \$800,000. Cada una de las 10 unidades nuevas (híbridas) que la AMA recibió en marzo de 2023 tuvo un costo de \$500,000.</p>	<p>A determinarse por las entidades responsables</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: Lograr la meta establecida por la política pública federal para todo Estados Unidos para 2035.</p> <p>M: De aprobarse el crédito, alcanzar la meta de 100 % de vehículos de bajas emisiones o eléctricos para 2035.</p>



B. Fomentar la reducción del uso del transporte privado con el fin de fomentar el uso de infraestructuras de transporte público.

COA B.1: Incentivar el uso de la transportación colectiva mediante programas de descuentos.

Mejores prácticas:

- *Metropass for Employers, “When you offer commuter benefits at your company, employees save money and arrive at work relaxed”.* <https://www.metrotransit.org/metropass-overview>
- *Small businesses now can buy SEPTA Key cards to be given as employee perks.* <https://www.phillyvoice.com/free-septa-key-cards-workers-small-businesses/>
- *Student Pass can provide students with reliable transportation.* <https://www.metrotransit.org/student-pass>
- *Student Pass – Unlimited Monthly Travel.* <https://www.njtransit.com/studentpass>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Fomentar el uso de la transportación colectiva a través del ofrecimiento de tarifas especiales para ciertos sectores de la sociedad.</p>	<p>1. Crear un programa patronal de accesibilidad para el trabajo que propicie el ofrecimiento de tarjetas con tarifas especiales para el uso del transporte colectivo como medio de arribo a los centros laborales.</p> <p>Colaboradores potenciales: patronos privados.</p>	<p>ACT, DTOP y GPR</p> <p>DTOP y la ACT pueden acercarse al sector privado para que participe de esta iniciativa a través de programas que reciben fondos federales, tal como se ha hecho en otras jurisdicciones</p>	<p>\$20 millones</p>	<p>FTA, Departamento del Trabajo federal y GPR</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: El programa se extiende a todos los patronos en donde existe un sistema de transportación colectiva, en un período de 2 a 3 años.</p> <p>M: Lograr que el 20 % de los empleados estén adscritos a este programa en 2035.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Fomentar el uso de la transportación colectiva a través del ofrecimiento de tarifas especiales para ciertos sectores de la sociedad.	<p>2. Crear un programa de tarifa especial para que estudiantes usen el transporte colectivo.</p> <p>Colaboradores potenciales: Departamento de Educación, universidades, institutos de educación superior.</p> <p>Nota: Existe una tarifa especial para estudiantes que se limita a la AMA y al tren. Aquí la ACT se encargaría de extenderlo a todo el sistema colectivo, que incluye a los porteadores y otros proveedores. Hasta ahora, la JSF no ha revisado las tarifas de la AMA, ya que esta se subsidia en 80 % con fondos federales. Ello no significa que la Junta no pueda revisar las tarifas en el futuro.</p>	AMA, ACT y DTOP	\$30 millones	GPR, Departamento de Educación federal, FTA	Corto plazo	<p>R: El programa se extiende a todos los estudiantes de escuelas públicas y privadas y de instituciones postsecundarias en donde existe un sistema de transportación colectiva, en un período de 2 a 3 años.</p> <p>M: Lograr el ingreso al programa de 80 % de los estudiantes de escuelas de nivel elemental, intermedio y superior, y de 50 % de los estudiantes a nivel postsuperior para 2035.</p>

COA B.2: Establecer un cargo adicional en la tarifa que se cobra en los estacionamientos públicos y privados localizados en los centros urbanos y corredores comerciales.

Mejores prácticas:

- *Parking Fee Hike Will Fund Low-Income Transit Rides.* <https://www.wweek.com/news/city/2022/07/05/parking-fee-hike-will-fund-low-income-transit-rides/>
- *Driving downtown? Get ready to pay extra.* <https://www.politico.com/news/2021/03/21/congestion-pricing-biden-coronavirus-477288>
- *3 Enormous Benefits to Charging the Right Price for Parking.* <https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-04-02/3-enormous-benefits-to-charging-the-right-price-for-parking>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.1 Buscar que se minimice el uso y tránsito de los vehículos privados dentro de las ciudades que cuenten con sistemas de transportación colectiva.	1. Establecer un cargo adicional a la tarifa cobrada por los operadores de estacionamientos en los centros y corredores urbanos dentro de la ciudad.	Municipios y Departamento de Hacienda	Indeterminable	A determinarse por las entidades correspondientes	Mediano plazo	<p>R: El tráfico de vehículos en la ciudad se reduce 20 % para 2035.</p> <p>M: Comparación de los niveles de tráfico para la fecha determinada con los niveles de tráfico de 2023 para determinar si se logró la meta de reducción de 20 %.</p>
	2. Establecer tarifas especiales de los sistemas de transportación colectiva en los centros periféricos como medio de fomento de la entrada de los ciudadanos a la ciudad a través del transporte colectivo.	Municipios, ATI y Departamento de Hacienda				



C. Impulsar la eficiencia energética en los vehículos y la diversificación energética mediante incentivos económicos y administrativos a los consumidores, para lo que se deberá evaluar la viabilidad y conveniencia de establecer un reembolso del arbitrio pagado por la adquisición de vehículos de motor impulsados por energía alterna o combinada, o de establecer cualquier otro método que estimule la adquisición de este tipo de vehículos.

COA C.1: Crear un crédito contributivo para la adquisición de medios de transporte híbridos, eléctricos o de cero emisiones de GEI.

Mejores prácticas:

- *Used Clean Vehicle Credit.* <https://www.irs.gov/credits-deductions/used-clean-vehicle-credit>
- *State and Federal Electric Vehicle Funding Programs.* <https://www.mass.gov/service-details/state-and-federal-electric-vehicle-funding-programs>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Hacer viable y accesible a la ciudadanía la adquisición de un medio de transporte híbrido, eléctrico o de cero emisiones de GEI.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un crédito contributivo al arbitrio de entrada que pagan los vehículos. 2. Establecer un programa de descuento en los cargos por tablillas, marbetes e inscripción para todos los vehículos híbridos y eléctricos comprados. 3. Crear incentivos para la compra de otros medios de transporte que generen cero emisiones de GEI. 	<p>Departamento de Hacienda y DTOP</p>	<p>Se necesitan enmiendas al código contributivo y a las órdenes administrativas. Las entidades responsables deben determinar los costos. Por ser un crédito contributivo, la JSF tendría que aprobar esta iniciativa.</p>	<p>GPR y el Departamento de Transportación federal (USDOT)</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: Para 2035, 50 % de los vehículos comprados y registrados en Puerto Rico serán eléctricos o híbridos. Esto se alinearía con la política federal para el mismo año.</p> <p>M: Comparar para la fecha determinada si se logró que 50 % de los vehículos comprados en Puerto Rico sean híbridos o eléctricos.</p>



D. Fomentar zonas de estacionamiento prioritarias, gratuitas o a descuento para vehículos híbridos o aquellos que funcionan con métodos alternos, entre las cuales, se puede incluir la reducción de tarifas y la disponibilidad de espacios preferentes, entre otras [sic].

COA D.1: Crear espacios de estacionamientos para vehículos híbridos o eléctricos.

Mejores prácticas:

- *The City of Boston is supporting the growth of electric vehicles. To do this, we're installing charging stations in municipal lots available to the public.* <https://www.boston.gov/news/city-boston-gives-electric-vehicle-program-jolt>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>D.1.1 Promover la utilización de vehículos híbridos y eléctricos a través del establecimiento y priorización de espacios de estacionamiento.</p>	<p>1. Crear un programa para el realineamiento y la rehabilitación de los espacios de estacionamiento en lugares y edificaciones públicas y privadas para vehículos híbridos y eléctricos. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante reglamento o resolución normativa de la JP. La OGPe no podrá implementar estas recomendaciones por sí sola, sino que depende de la normativa esbozada por la JP para su eventual ejecución. (Ver Ley núm. 161-2009 y Reglamento Conjunto.)</p>	<p>GPR, DTOP, AEP y municipios⁴</p>	<p>\$50 millones</p>	<p>USDOT y GPR</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: 25 % de todos los estacionamientos disponibles para el uso exclusivo de los vehículos híbridos y eléctricos para 2035.</p> <p>M: Comparar la cantidad de estacionamientos disponibles para la fecha determinada y medir si se logró que 25 % de esos estacionamientos estén disponibles para los vehículos híbridos o eléctricos.</p>

⁴ Hay muchas agencias que pueden crearlo. También puede hacerse mediante una orden ejecutiva que encomiende a cada agencia habilitar sus instalaciones. El COA se deja abierto para que, en el ejercicio de su discreción, el gobernador determine cuál agencia u oficina lo implementará.



E. Garantizar el desarrollo de infraestructuras eléctricas con capacidad suficiente para la demanda adicional de electricidad que conllevará la transición hacia el vehículo eléctrico y que se adecúen a la movilidad eléctrica y a la electrificación del transporte.

COA E.1: Construir infraestructura de recarga para los vehículos eléctricos.⁵

Mejores prácticas:

- *MassEVIP Public Access Charging is aimed at making electric vehicles (EVs) and EV charging stations more widely available across Massachusetts.* <https://www.mass.gov/how-to/apply-for-massevip-public-access-charging-incentives>
- *FHWA Approves MassDOT Plan for EV Charging Stations on Major Highway Corridors in Massachusetts.* <https://www.mass.gov/news/fhwa-approves-massdot-plan-for-ev-charging-stations-on-major-highway-corridors-in-massachusetts>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.1 Facilitar la accesibilidad a lugares e instalaciones de recarga para vehículos eléctricos.	<p>1. Crear un programa para subvencionar la construcción de infraestructura e instalaciones de recarga para vehículos eléctricos.</p> <p>Nota: por ser un área vulnerable a movimientos sísmicos, los códigos de construcción de Puerto Rico son más rigurosos (estos fueron revisados después del huracán María). Si cumplen con los códigos de diseño, las carreteras y edificaciones de estacionamientos soportan el peso de los vehículos eléctricos.</p>	GPR y municipios	\$200 millones	GPR, USDOT, USDOE y la Administración de Desarrollo Económico federal (EDA)	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	<p>R: 50 % de las instalaciones públicas y privadas con estaciones de recarga para vehículos eléctricos en 2035.</p> <p>M: Alcanzar la meta de que 50 % de las instalaciones públicas y privadas tenga estaciones de recarga para vehículos eléctricos.</p>
	<p>2. Crear un programa para facilitar la construcción de generadores de energía verde (eólica o solar) en los centros de recarga para vehículos eléctricos.</p>		\$500 millones a \$700 millones		Mediano a largo plazo (5 a 15 años)	

⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de energía (sección 7.1). Aunque el curso de acción se asemeja a otros incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA E.2: Crear el programa para el desarrollo y la capacitación de la fuerza laboral para el sector de vehículos eléctricos.

Mejores prácticas:

- *Preparing Alabama’s workforce for electric vehicle future.* <https://abc3340.com/news/local/preparing-alabamas-workforce-for-electric-vehicle-future>
- *NSC is a collaborative of ten colleges in nine states, funded by a U.S. Department of Labor grant to develop one-year, 30-credit certificate programs in five Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) fields.* <https://oli.cmu.edu/courses/electric-vehicle-technology-nsc-stem-pathways-open-free/>
- *University of Northwestern Ohio to Offer Hybrid EV Degree.* <https://www.govtech.com/education/higher-ed/university-of-northwestern-ohio-to-offer-hybrid-ev-degree>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.2.1 Fomentar la creación y educación de técnicos para atender y dar mantenimiento a la infraestructura, instalaciones y vehículos eléctricos.</p>	<p>1. Crear programas educativos a nivel de escuelas vocacionales y de instituciones de educación superior para preparar y capacitar a técnicos especializados en vehículos eléctricos y su infraestructura.</p> <p>Colaboradores potenciales: instituciones de educación superior.</p>	<p>GPR y Departamento de Educación</p>	<p>\$20 millones</p>	<p>GPR, USDOT, Departamento de Educación federal (USDE) y USDOE</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: 50 % de los mecánicos y técnicos automotrices certificados para trabajar con vehículos eléctricos y su infraestructura para 2035.</p> <p>M: Alcanzar la meta de que el 50 % de los mecánicos registrados bajo el Departamento de Estado estén certificados para trabajar con vehículos eléctricos para la fecha determinada en este plan.</p>



F. Evaluar el uso de otras tecnologías para los vehículos de transporte público no dependientes de combustibles fósiles.

COA F.1: Alinear la evaluación a la política pública federal que se adopte para aplicarla a las leyes o reglamentos de las agencias relacionadas con el sector.

Mejores prácticas:

- *Transit Tracker. Chicago Transit Authority.* <https://www.transitchicago.com/tracker/>
- Iniciativa de señal de prioritaria para la transportación colectiva. <https://nap.nationalacademies.org/read/25816/chapter/6>
- Tecnología de vehículos conectados. <https://www.itskrs.its.dot.gov/decision-support/case-study/piloting-connected-vehicle-technology-interstate-80-wyoming>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.1 Promover el establecimiento y la operación de la tecnología de transportación inteligente (<i>Intelligent transportation</i>) en los vehículos de transportación colectiva con el fin de crear un sistema de transportación eficiente y reducir las emisiones de GEI.</p>	<p>1. Instalar dispositivos del sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) para que tanto los gerentes del sistema como los usuarios puedan monitorear en tiempo real los vehículos de transportación colectiva en servicio.</p>	<p>ACT, CSP y AMA</p>	<p>\$5 millones</p>	<p>GPR, FTA y USDOT</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: 100 % de los vehículos de transporte colectivo con los dispositivos de GPS instalados y en operación. M: Certificación de la instalación y operación de dichos dispositivos en la flota de transportación colectiva.</p>
	<p>2. Establecer la iniciativa de señal prioritaria para la transportación colectiva (<i>transit signal priority</i>). Instalar en cada vehículo de transportación colectiva un dispositivo electrónico y sensores en intersecciones con semáforos seleccionados, con el propósito de dar prioridad de movimiento a los vehículos de transportación colectiva en esas intersecciones. El efecto de esta medida es reducir el tiempo de recorrido de las rutas y minimizar las emisiones de gases.</p>		<p>\$30 millones</p>	<p>GPR, FTA, FHwy y USDOT</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Instalación de estos dispositivos en la flota de transportación colectiva y sensores en aquellas intersecciones seleccionadas. M: Reducción del tiempo de traslado en comparación con el año base del plan (2023).</p>
	<p>3. Establecer la tecnología de vehículos conectados (<i>Connected vehicle technologies</i>) promovida por el USDOT. Esta tecnología permite que los vehículos, los aparatos móviles y la infraestructura digital instalada en el sistema de carreteras se comuniquen e intercambien datos de las condiciones del tráfico u otros incidentes (como accidentes vehiculares) en tiempo real. La adopción de esta tecnología tiene el potencial de aumentar la movilidad y reducir el impacto ambiental.</p>		<p>\$40 millones</p>	<p>GPR, FTA, FHwy, USDOT y FCC</p>	<p>Largo plazo (11 a 20 años)</p>	<p>R: 100 % de la flota de transportación colectiva tiene instalada esta tecnología. M: La certificación de instalación y operación de dichos dispositivos en la flota de transportación colectiva.</p>



G. Implantar medidas de adaptación y resiliencia con respecto a la infraestructura de transporte aéreo y la infraestructura de transporte marítimo en Puerto Rico, que sean sustentables, sostenibles y amigables con el medioambiente.⁶

COA G.1: Implantar urgentemente medidas para enfrentar a corto plazo el aumento del nivel del mar en el Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín (LMM) con el propósito de extender la vida útil de este aeropuerto.

Mejores prácticas:

Actualmente, la **Federal Aviation Administration (FAA)** está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no aplican a Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.1.1 Extender la vida útil del LMM ante el aumento del nivel del mar.	1. Diseñar medidas a lo largo de la colindancia del LMM para atender el impacto a corto plazo del aumento del nivel del mar sobre este aeropuerto.	Autoridad de los Puertos (AP)	\$70 millones	FAA	Corto plazo (inmediato)	R: Terminar el diseño de las medidas en un año. M: Identificar medidas en seis meses.
	2. Implantar urgentemente medidas a lo largo de la colindancia del LMM para enfrentar a corto plazo el impacto del aumento del nivel del mar.		\$60 millones por cada milla de extensión		Mediano plazo	R: Implantar en tres años las medidas para enfrentar a corto plazo el aumento del nivel del mar en el LMM, luego de adjudicado el contrato. M: Adjudicar el contrato de implantación un año después de finalizado el diseño.

⁶ Este es un tema transversal que incide en los sectores de infraestructuras (sección 7.2) y de turismo (sección 7.10). Aunque esta nueva guía, sus cursos de acción y estrategias se asemejan a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA G.2: Establecer un comité interagencial, presidido por la AP, para evaluar alternativas en torno a proveer el servicio de transporte aéreo que actualmente ofrece el LMM ante el impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático, e informar su recomendación al gobernador.

Mejores prácticas:

Actualmente, la FAA está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no aplican a Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.2.1 Asegurar que Puerto Rico cuente con infraestructura de transporte aéreo adecuada para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña ante el embate del cambio climático.</p>	<p>1. Crear mediante una orden ejecutiva el comité interagencial, presidido por la AP, para evaluar alternativas sobre cómo garantizar los servicios aéreos que actualmente ofrece el LMM ante el impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático. El Comité Interagencial debe consultar a entes privados, organizaciones profesionales y los sectores pertinentes.</p>	<p>Gobernador de Puerto Rico</p>	<p>Nominal</p>	<p>Oficina del Gobernador</p>	<p>Corto plazo (inmediato)</p>	<p>R: Orden ejecutiva para crear el comité interagencial en seis meses. M: Borrador de la orden ejecutiva en tres meses.</p>
	<p>2. Evaluar alternativas para atender el tráfico aéreo que actualmente maneja el LMM, en vista del impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático, e informar al gobernador la recomendación seleccionada.</p>	<p>Comité Interagencial</p>	<p>\$250,000 para asesoría de expertos</p>	<p>FAA</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Se somete el informe final con recomendación al gobernador en dos años. M: Identificar las alternativas y evaluar su viabilidad, en un año.</p>

COA G.3: Realizar mejoras y ampliar servicios en aeropuertos regionales para promover la redundancia en la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

Actualmente, la FAA está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no aplican a Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.3.1 Mejorar la redundancia de la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.	1. Identificar medidas de adaptación al cambio climático para cada uno de los aeropuertos regionales.	AP	\$250,000 para asesoría de expertos	FAA	Corto plazo (inmediato)	<p>R: Identificación de medidas de adaptación para cada aeropuerto regional en dos años.</p> <p>M: Identificación de medidas de adaptación para 75 % de los aeropuertos regionales en un año.</p>
	2. Adaptar los aeropuertos regionales al impacto del cambio climático con el propósito de aumentar la redundancia de la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.		Indeterminable		Mediano plazo	<p>R: Aeropuertos regionales adaptados al cambio climático en 5 años.</p> <p>M: Diseño de medidas de adaptación en tres años.</p>
	3. Construir infraestructura para el control de inundaciones en el Aeropuerto Internacional Mercedita de Ponce.	AP y GPR	\$20 millones a \$40 millones	DHS, GPR, FAA, USDOT, EDA y USACE	Largo plazo (10 a 20 años)	<p>R: Completar la construcción de las medidas de control de inundaciones.</p> <p>M: Construir 100 % de la infraestructura para el control de inundaciones.</p>

COA G.4: Desarrollar microrredes eléctricas en los aeropuertos de Puerto Rico.⁷

Mejores prácticas:

- *JFK airport's new terminal will be powered by a microgrid and the largest rooftop solar array in New York City.* <https://www.businessinsider.com/jfk-airport-nyc-solar-microgrid-energy-roof-terminal-2023-1>
- *Energy Master Plan, Low Carbon Microgrid Assessment and Preliminary Design at Denver International Airport.* <https://www.burns-group.com/project/energy-master-plan-low-carbon-microgrid-assessment-and-preliminary-design-at-denver-international-airport/>
- *Seeking Space for Solar Farms, Cities Find Room at Their Airports.* <https://www.nytimes.com/2021/12/07/business/airports-solar-farms.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.4.1 Hacer que cada aeropuerto sea sustentable y autónomo energéticamente durante y después del impacto de un evento natural.</p>	<p>1. Construir en cada aeropuerto público microrredes eléctricas a través de generadores de gas y fincas solares, como sistemas de resguardo en caso de interrupciones en el sistema eléctrico de Puerto Rico.</p>	<p>AP y GPR</p>	<p>\$150 millones</p>	<p>DHS, GPR, FAA, USDOT, EDA y USDOE</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: Para 2040, todos los aeropuertos tienen su propia microrred.</p> <p>M: Lograr la construcción y operación de estas microrredes en todos los aeropuertos públicos para la fecha determinada.</p>

⁷ Este es un tema transversal que incide en el sector de energía (sección 7.1). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA o estrategias incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA G.5: Desarrollar instalaciones e infraestructura para combustible sostenible de avión.

Mejores prácticas:

- *U. S. Airport Infrastructure and Sustainable Aviation Fuel.* <https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/78368.pdf>
- *San Francisco Airport has been working to build collaborative partnerships to expand deliveries and infrastructure for Sustainable Aviation Fuel (SAF).* <https://www.flysfo.com/about/sustainability/reducing-carbon-emissions/sustainable-aviation-fuel>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.5.1 Desarrollar y construir infraestructura que garantice energía sostenible para los aviones.</p>	<p>1. Desarrollar infraestructura a fin de generar suficiente energía para los aviones.</p> <p>Nota: actualmente solo se está considerando que los aviones pequeños funcionen a base de energía eléctrica. Se trata de aviones con capacidad de 30 pasajeros o menos, como los Cessna SAAB340, utilizados para rutas cortas. Para aviones de mayor capacidad, como los A320, 737, 747, 777, entre otros, la industria y las agencias reguladoras se están orientando al uso de combustible sustentable e hidrógeno; este último está en fase experimental aún.</p>	DDEC y GPR	\$100 millones	DHS, GPR, USDOT, EDA y DOE	Mediano a largo plazo (5 a 15 años)	<p>R: La construcción de una refinería para elaborar combustible sostenible de avión para 2040.</p> <p>M: Lograr la construcción de estas instalaciones para la fecha determinada.</p>
	<p>2. Construir tanques para combustible sostenible de aviación en cada aeropuerto en Puerto Rico.</p>	AP y GPR	\$120 millones	DHS, USDOT, FAA, EDA y GPR	Largo plazo (10 a 15 años)	<p>R: El gobierno federal proyectó que, para 2050, 100 % de la aviación esté usando combustible sostenible y que los aviones pequeños para vuelos cortos sean eléctricos.</p> <p>M: Lograr la construcción de estas instalaciones (100 %) para la fecha determinada por la política pública federal.</p>

COA G.6: Solicitar la aplicación a Puerto Rico del programa federal de autopista marítima M-2.

Mejores prácticas:

- *MARAD Announces Four New Marine Highway Project Designations.* <https://www.transportation.gov/briefing-room/marad-announces-four-new-marine-highway-project-designations>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.6.1 Desarrollar y ampliar las opciones de servicio de autopistas marítimas y facilitar su mayor integración en el actual sistema de transporte de superficie de Estados Unidos, especialmente donde el transporte por agua es la opción más eficiente, eficaz y sostenible.</p>	<p>1. Reconstruir y ampliar la capacidad operacional de los 15 puertos públicos de Puerto Rico para que sean resilientes y redundantes ante cualquier evento natural.</p>	<p>DDEC, AP y GPR</p>	<p>\$300 millones</p>	<p>DHS, GPR, USDOT, EDA, DOE</p>	<p>Largo plazo (10 a 20 años)</p>	<p>R: Para 2050, todos los puertos públicos deberán ser resilientes y reconstruidos bajo los nuevos códigos de construcción.</p> <p>M: Métricas a ser establecidas por los estudios y planes de mitigación del gobierno de Puerto Rico, con apoyo del gobierno federal, para estas instalaciones.</p>
<p>G.6.2 Disminuir la congestión vehicular terrestre.</p>	<p>G.6.3 Mejorar la sustentabilidad ambiental del sistema de transporte de Estados Unidos mediante el uso de menos energía y la reducción de las emisiones al aire (como los GEI) por pasajero o tonelada-milla de carga transportada.</p>	<p>DDEC y GPR</p>	<p>\$20 millones</p>	<p>DHS, USDOT, USDE, EDA y GPR</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: Se crea un instituto investigativo que en 2035 pueda satisfacer las exigencias federales para la investigación e innovación.</p> <p>M: Lograr la creación de estos programas a nivel de las instituciones de educación secundaria (100 %).</p>
<p>G.6.4 Mejorar la resiliencia y la redundancia del sistema de transporte proporcionando alternativas de transporte durante tiempos de desastre o emergencia nacional.</p>	<p>2. Crear centros de investigaciones con el fin de promover nueva tecnología para las operaciones marítimas y la creación e innovación de motores de embarcaciones de mayor eficiencia y menos emisiones de GEI.</p> <p>Colaboradores potenciales: instituciones de educación superior</p>					

COA G.7: Desarrollar microrredes eléctricas en los puertos marítimos públicos de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *Solar Microgrid to 'Green' North America's Largest Port.* <https://www.microgridknowledge.com/google-news-feed/article/11432441/solar-microgrid-to-8216green8217-north-america8217s-largest-port>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.7.1 Hacer que cada puerto marítimo público sea sustentable y autónomo energéticamente durante y después del impacto de un evento natural.	1. Construir en cada puerto marítimo público microrredes eléctricas a través de generadores de gas y fincas solares, como sistemas de resguardo en caso de pérdida energética de la red eléctrica de Puerto Rico.	AP y GPR	\$120 millones	DHS, GPR, MARAD, USDOT, EDA y DOE	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	R: Para 2040, todos los puertos marítimos públicos deberán contar con su propia microrred. M: Lograr la construcción de estas instalaciones para la fecha determinada (100 %).

COA G.8: Mitigar y reducir los efectos de un evento natural y del alza en el nivel del mar en los puertos marítimos públicos.

Mejores prácticas:

- En la transportación marítima, para efectos de mitigación, la localización juega un papel importante. A mayor latitud, mayor diferencia entre la marea alta y baja. La diferencia es mayor cuando se suma un evento natural. Lo que ocurre en el mar en Alaska es muy diferente a lo que ocurre en Puerto Rico. Actualmente, se analizan estrategias para proteger los puertos del Golfo y de Florida. Se recomienda analizar la viabilidad de aplicar a Puerto Rico las estrategias que se adopten en esos lugares.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.8.1 Promover la mitigación, resiliencia y redundancia de los puertos marítimos públicos ante el embate de un evento natural y el alza en el nivel del mar.	1. Realizar un estudio y considerar, ante la proyectada alza en el nivel del mar: <ol style="list-style-type: none"> la construcción de una barrera marítima para los puertos a lo largo de límites con la línea de costa, como medida para evitar la inundación costera; la construcción y elevación de la altura de los muelles. 	AP y GPR	A ser estimado por el estudio	DHS, GPR, MARAD, USDOT, EDA y USACE	Largo plazo (antes de 2050)	R: Se reduce la interrupción en las operaciones marítimas. El estudio determinará las métricas a seguir. M: Reducir la paralización de las operaciones marítimas y proteger la infraestructura.

Tabla 7.4. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **residuos sólidos**.



A. Reducir la vulnerabilidad de la población y las emisiones de gases de efecto de invernadero, priorizando la estrategia de desperdicio cero a fin de ahorrar material y de reducir su procesamiento[,] y la implementación de medidas que logren disminuir para el 2030 un 60 % [de] los desperdicios sólidos depositados en vertederos.

COA A.1: Desarrollar e implantar un sistema de manejo sustentable de materiales y residuos.

Mejores prácticas:

- Diseño regenerativo (*regenerative design*) como forma de lograr el manejo sustentable de materiales. <https://planetb.com.au/2020/03/10/why-regenerative-design-is-the-sustainability-focus-for-2020/>
- Interface: <https://www.interface.com/US/en-US.html?f=1&r=1>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Educar, capacitar y empoderar al pueblo de Puerto Rico para entender la estrategia de manejo sustentable de materiales.	<p>1. Crear y capacitar a un grupo de trabajo para la educación en sostenibilidad y resiliencia.</p> <p>Colaborador potencial: Universidad de Puerto Rico (UPR).</p>	DRNA y Departamento de Educación (DE)	\$25,000	Programa de EPA. <i>Consumer Recycling Education and Outreach Grant Program (CREOGP)</i> . https://www.epa.gov/infrastructure/consumer-recycling-education-and-outreach-grant-program#eligible-applicants	Corto plazo	<p>R: Grupo de educación en sostenibilidad creado con organigrama.</p> <p>M: Grupo de trabajo para la educación en sostenibilidad y resiliencia capacitado.</p>

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado ¹	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Educar, capacitar y empoderar al pueblo de Puerto Rico para entender la estrategia de manejo sustentable de materiales.	2. Crear y utilizar material educativo en sostenibilidad para estudiantes de sexto grado a cuarto año. Colaborador potencial: UPR.	DRNA y DE	\$150,000	Programa CREOGP de EPA	Corto plazo	R: Material educativo de sostenibilidad disponible para ser usado en las clases de ciencias naturales, físicas y sociales. M: 15 horas de material listo para cada grado.
	3. Capacitar en temas de sostenibilidad a maestros de ciencias naturales, físicas y sociales de sexto grado a cuarto año.	DRNA y DE	\$100,000	Programa CREOGP de EPA	Corto plazo	R: Maestros capacitados para educar para la sostenibilidad. M: 10 % de los maestros capacitados para enero de 2025; 50 % para agosto de 2025, y 100 % para enero de 2026.
	4. Crear un canal de <i>YouTube</i> con material educativo hecho por comunicadores puertorriqueños disponible para todas las audiencias.	DRNA y WIPR	\$25,000	Programa CREOGP de EPA	Corto plazo	R: Video de <i>YouTube</i> creado, accesible para el público en general y dirigido a todas las audiencias. M: 40 horas de videos disponibles, cada uno con duración menor de 10 minutos.
	5. Crear una certificación de Profesional de Consumo y Producción Responsable (30 horas). Colaborador potencial: UPR.	DRNA	\$120,000	Programa CREOGP de EPA	Corto plazo	R: Plataforma educativa de consumo y producción sostenible accesible al público. M: Material educativo de 30 horas y certificado disponible en línea en la plataforma de educación a distancia de la UPR.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.2 Medir y evaluar las consecuencias del manejo de materiales y residuos sólidos, incluyendo evaluar los GEI generados en el manejo de materiales y residuos.	1. Evaluar los programas de manejo de residuos sólidos en cada municipio, incluyendo el costo real, usando el análisis de la economía ecológica. ⁴ Las herramientas de economía ecológica son las más apropiadas para trabajar con una estrategia de consumo y producción sostenible y responsable.	Municipios, bajo supervisión del DRNA	\$200,000	Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for States and Territories</i> . https://www.epa.gov/infrastructure/solid-waste-infrastructure-recycling-grants-states-and-territories	Corto plazo	R: Informe del estado de situación de los materiales en Puerto Rico. M: Los 25 municipios más poblados evaluados para diciembre de 2024; los 78 municipios evaluados para diciembre de 2025.
	2. Desarrollar e implantar un sistema de inventario de residuos sólidos en todos los municipios. Este sistema debe proveer datos de: <ul style="list-style-type: none"> a. materiales reciclables, b. materiales de construcción, c. materiales compostables, d. materiales no reciclables, e. materiales electrónicos, f. materiales especiales tales como aceites, baterías y gomas, g. componentes de los sistemas de energía renovable tales como las placas solares y las baterías. 3. Este inventario debe incluir datos tales como tipo de material, volúmenes o pesos y municipios de origen.	DRNA y municipios	\$1,500,000 en consultoría / 12 meses	Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for States and Territories</i>	Corto plazo	R: Sistema de inventario de residuos funcional y validado en operación. M: Sistema funcional para los 25 municipios más poblados para diciembre de 2024, y para los 78 municipios para diciembre de 2025.

⁴ Para más información sobre economía ecológica: <https://insights.som.yale.edu/insights/what-is-ecological-economics#:~:text=The%20three%20interrelated%20goals%20of,human%20well%2Dbeing%20and%20sustainability>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.2 Medir y evaluar las consecuencias del manejo de materiales y residuos sólidos, incluyendo evaluar los GEI generados en el manejo de materiales y residuos.</p>	<p>4. Identificar y evaluar los retos de reducir la generación de residuos sólidos en Puerto Rico con la visión de llegar al concepto de manejo sustentable de materiales, el incluso de estimar el volumen de materiales viables que se importan a Puerto Rico. Esta estrategia no se puede lograr solamente manejando los residuos generados por los productos existentes. Mediante el concepto de manejo sustentable de residuos, se requiere repensar la forma de hacer productos para que no se conviertan en basura al terminar su vida útil (véase la sección Mejores prácticas).</p>	DRNA	\$150,000 en consultoría / 6 meses	<p>Programa de EPA, <i>Pollution Prevention Grant: Environmental Justice Through Safer and More Sustainable Products</i>. https://www.epa.gov/p2/pollution-prevention-grant-environmental-justice-through-safer-and-more-sustainable-products</p>	Corto plazo	<p>R: Estudio de retos y oportunidades para reducir los residuos sólidos (a base de trabajos previos realizados en San Francisco, California, y otras jurisdicciones de Estados Unidos).</p> <p>M: Estudio completado para los 25 municipios más poblados en diciembre de 2024, y para los 78 municipios en diciembre de 2025.</p>
	<p>5. Identificar y evaluar los retos de usar materiales reciclables en los productos que se fabrican en Puerto Rico, incluyendo realizar un estudio de mercadeo de los potenciales clientes. Esta estrategia tiene el propósito de entender los tipos y las características de los materiales recuperados a fin de incorporarlos exitosamente en productos nuevos. Esto requiere ingeniería de materiales, empaque y productos.</p> <p>Colaborador potencial: UPR - Mayagüez (Facultad de Ingeniería, Facultad de Administración de Empresas).</p>	DDEC	\$1,500,000 en consultoría / 12 meses	<p>Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for States and Territories</i></p>	Corto plazo	<p>R: Estudio de retos y oportunidades para la creación de una economía de materiales reciclables.</p> <p>M: Estudio completado para los 25 municipios más poblados en diciembre de 2024; para los 78 municipios en diciembre de 2025.</p>
	<p>6. Identificar y evaluar los retos de usar fertilizantes en los procesos de composta. Esto incluye identificar potenciales clientes para el uso del fertilizante en la actividad agrícola.</p> <p>Colaborador potencial: UPR - Mayagüez (Facultad de Ciencias Agrícolas).</p>	DDEC	\$150,000 en consultoría / 6 meses	<p>Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for States and Territories</i></p>	Corto plazo	<p>R: Estudio de retos y oportunidades para la creación de una economía de materiales reciclables.</p> <p>M: Estudio completado para los 25 municipios más poblados en diciembre de 2024; para los 78 municipios en diciembre de 2025.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.2 Medir y evaluar las consecuencias del manejo de materiales y residuos sólidos, incluyendo evaluar los GEI generados en el manejo de materiales y residuos.	<p>7. Identificar y evaluar los retos de producir energía del biogás generado de composta, descomposición en vertederos o rellenos sanitarios, y de lodos de tratamiento de aguas usadas (como alternativas al diésel y la gasolina). Esto incluye el estudio de mercado de usuarios del biogás para producir electricidad para operaciones agrícolas y el uso del biogás para operar equipo agrícola e industrial (camiones, tractores y <i>finger lifts</i>, entre otros).</p> <p>Colaborador potencial: UPR - Mayagüez (Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias Agrícolas).</p>	DDEC	\$150,000 en consultoría / 6 meses	Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for States and Territories</i>	Corto plazo	<p>R: Estudio de retos y oportunidades para la creación de una economía de materiales reciclables.</p> <p>M: Estudio completado para los 25 municipios más poblados en diciembre de 2024; para los 78 municipios en diciembre de 2025.</p>
	<p>8. Desarrollar e implantar un sistema de inventario de materiales útiles:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. que manejan las compañías de reciclaje de residuos sólidos; b. que manejan las compañías / organizaciones que hacen composta, y c. que manejan las compañías que procesan residuos de construcción. <p>Este inventario debe incluir cuánto material reciben, cuánto material reciclado útil producen, cuánto material venden, y cuánto es el material que no se puede reciclar o compostar y que termina en un relleno sanitario.</p>	DRNA y DDEC	\$50,000	DRNA y DDEC	Corto plazo	<p>R: Sistema de inventario de residuos funcional y validado en operación.</p> <p>M: Sistema funcional para 50 % de las compañías de reciclaje en Puerto Rico en diciembre de 2024; para 100 % de las compañías en diciembre de 2025.</p>
	<p>9. Desarrollar y establecer un sistema de métricas de sostenibilidad basado en el Análisis del Ciclo de Vida en el proceso de manejo de materiales.</p>	DRNA	\$50,000	DRNA	Corto plazo (18 meses)	<p>R: Sistema de indicadores de manejo sostenible de materiales (<i>dashboard</i>), incluyendo indicadores de GEI y energía, en la página del DRNA.</p> <p>M: Indicadores identificados para agosto de 2024; indicadores integrados con sistema de inventario de residuos listos para publicar en mayo de 2025.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.3 Proveer alternativas para los plásticos de un solo uso, plástico de poliestireno (<i>foam</i>) en envases de un solo uso y reducción de empaque excesivo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colaborar con el reglamento y las métricas asociadas con la Ley 51-2022 de prohibición de plásticos de un solo uso. 2. Hacer un inventario de los tipos de materiales usados en los establecimientos de comida rápida y sugerir alternativas. 3. Hacer un análisis del impacto de material de empaque en la generación de residuos sólidos. 4. Establecer una política pública que incentive la compra de productos que generen menos residuos sólidos y penalice la compra de los productos que generen más residuos sólidos. 	DRNA	\$150,000	<p>Programa de EPA. https://www.epa.gov/p2/pollution-prevention-grant-environmental-justice-through-safer-and-more-sustainable-products</p> <p>Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for States and Territories</i></p>	Corto plazo	<p>R: Estimado de uso de plásticos de un solo uso y lista de alternativas. Sistema de incentivos y penalidades por generación de residuos sólidos.</p> <p>M: Inventario de plásticos de un solo uso para agosto de 2024; sistema de incentivos y penalidades listo para implantar en mayo de 2025.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Crear un sistema social / económico / técnico para:</p> <p>a. Lograr el reúso de materiales y residuos.</p> <p>b. Generar actividad económica y empleos mediante la creación de empresas de manufactura de materiales.</p> <p>c. Incrementar la reutilización de materiales y residuos.</p> <p>d. Reducir el uso de rellenos sanitarios y llevar los residuos al mínimo con un manejo sustentable de materiales.</p> <p>e. Prohibir la incineración como alternativa de manejo de residuos sólidos y la quema de aceite usado para energía.</p>	<p>1. Formar el Grupo de Expertos de Manejo Sustentable de Materiales y Residuos Sólidos.</p>	DRNA	Indeterminable	DRNA	Corto plazo	<p>R: Grupo rector de las estrategias de manejo sostenible de materiales y residuos sólidos.</p> <p>M: Cuerpo formado con organigrama del grupo multisectorial (gobierno, industria, ONG y academia); creación de la junta directiva y del reglamento.</p>
	<p>2. Nombrar y capacitar a gerentes de manejo sustentable de materiales por municipio (con el sistema creado en la estrategia 5 del objetivo 1.1, que establece: “Crear una certificación en línea de Profesional de Consumo y Producción Responsable (30 horas)”.</p>	DRNA	Indeterminable	Programa CREOGP de EPA	Corto plazo	<p>R: Firma de acuerdos con todos los municipios con gerentes designados y capacitados.</p> <p>M: Acuerdo formalizado para los 25 municipios más poblados para diciembre de 2024, en los 78 municipios para diciembre de 2025.</p>
	<p>3. Crear regiones o consorcios mediante el establecimiento formal de grupos de municipios para desarrollar esfuerzos colaborativos y en sinergia.</p>	DRNA y DDEC	Indeterminable	Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for Communities</i> . https://www.epa.gov/infrastructure/solid-waste-infrastructure-recycling-grants-political-subdivisions	Corto plazo	<p>R: Creación de las regiones y consorcios de municipios, el DRNA y el DDEC.</p> <p>M: Regiones y consorcios de municipios creados que cubran a 50 % de la población de Puerto Rico para diciembre de 2024; y a 100 % de la población para diciembre de 2025.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Crear un sistema social / económico / técnico para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Lograr el reúso de materiales y residuos. b. Generar actividad económica y empleos mediante la creación de empresas de manufactura de materiales. c. Incrementar la reutilización materiales y residuos. d. Reducir el uso de rellenos sanitarios y llevar los residuos al mínimo con un manejo sustentable de materiales. e. Prohibir la incineración como alternativa de manejo de residuos sólidos y la quema de aceite usado para energía. 	<p>4. Desarrollar e implantar el plan de manejo sustentable de materiales en cada región para reducir los residuos sólidos con una visión de manejo sostenible de materiales.</p> <p>Colaborador potencial: DDEC.</p>	DRNA	\$2,500,000	<p>Programa de EPA, <i>Solid Waste Infrastructure for Recycling Grants for Communities</i></p> <p>Programa de USDA, Acuerdos cooperativos <i>Compost and Food Waste Reduction (CFWR)</i></p> <p>https://www.nrcs.usda.gov/news/usda-announces-cooperative-agreements-for-compost-and-food-waste-reduction?utm_campaign=031623compostagreement&utm_medium=email&utm_source=govdelivery</p> <p>[...]</p>	Corto y mediano plazo	<p>R: Sistema de manejo sustentable de materiales en completa operación con una visión de sostenibilidad y regeneración.</p> <p>M: La reducción en 60 % de los materiales depositados en rellenos sanitarios para 2030.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La reducción de los residuos de comida. • La reducción de empaques excesivos. • La reducción de materiales no reciclables. • La reducción del material compostable que llega a los rellenos sanitarios. • La reducción de materiales no renovables. • La reducción del material reciclable que llega a los rellenos sanitarios. • Incremento de reciclaje y reúso de materiales. • Incremento de composta de alimentos y material orgánico. <p>[...]</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Crear un sistema social / económico / técnico para:</p>	<p>4. Desarrollar e implantar el plan de manejo sustentable de materiales en cada región para reducir los residuos sólidos con una visión de manejo sostenible de materiales.</p> <p>Colaborador potencial: DDEC.</p>	DRNA	\$2,500,000	<p>[...]</p> <p>Programa de EPA. https://www.highergov.com/assistance/66-808-solid-waste-management-assistance-grants/</p>	Corto y mediano plazo	<p>[...]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento del uso de materiales renovables. • Reducción de generación de GEI. • Extensión de la vida útil de los sistemas de relleno sanitario. • Empleos creados. • Ingresos generados.
<p>c. Incrementar la reutilización materiales y residuos.</p>	<p>5. Crear mediante orden ejecutiva el Instituto de Consumo y Producción Sostenible para implantar estrategias que incorporen exitosamente el material reciclado en productos nuevos y desarrollar protocolos de diseño para asegurar la calidad de los productos que incorporen material reusado.</p> <p>Colaboradores potenciales: UPR (Recinto Universitario de Mayagüez) y la industria local.⁵ Deberá buscar sus propios fondos mediante propuestas y proyectos.</p>	Oficina del Gobernador	\$100,000 para comenzar. Se buscará hacerlo permanente mediante fondos externos de investigación y desarrollo	DDEC	Corto plazo	<p>R: Formación mediante orden ejecutiva del Instituto de Consumo y Producción Sostenible.</p> <p>M: Trabajar con 50 % de las compañías locales para el uso de material reciclado para empaque a diciembre de 2024; con 100 % de las compañías locales para diciembre de 2025.</p>
<p>e. Prohibir la incineración como alternativa de manejo de residuos sólidos y la quema de aceite usado para energía.</p>	<p>6. Desarrollar estrategias para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Incentivar el uso del material ya compostado con fines agrícolas (lo que reduce el uso de fertilizantes sintéticos). b. Incentivar el uso del biogás generado por la composta, los rellenos sanitarios y lodos de aguas usadas para producir energía y la operación de maquinarias. <p>Colaborador potencial: UPR (Recinto Universitario de Mayagüez).</p>	DRNA y DA	\$100,000 para comenzar	Programa de USDA - CFWR	Corto plazo	<p>R: Aumenta la producción de composta para fertilizantes.</p> <p>M: Estrategias a fin de aumentar la producción de composta para fertilizantes en 30 % para agosto de 2025; 60 % para agosto de 2027.</p>

⁵ Véase como ejemplo el Centro de Caracterización de Materiales de la UPR-Río Piedras. <http://www.mcc.com.pr>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Crear un sistema social / económico / técnico para:</p> <p>a. Lograr el reúso de materiales y residuos.</p> <p>b. Generar actividad económica y empleos mediante la creación de empresas de manufactura de materiales.</p> <p>c. Incrementar la reutilización materiales y residuos.</p> <p>d. Reducir el uso de rellenos sanitarios y llevar los residuos al mínimo con un manejo sustentable de materiales.</p> <p>e. Prohibir la incineración como alternativa de manejo de residuos sólidos y la quema de aceite usado para energía.</p>	<p>7. Fomentar mediante política pública la creación de compañías locales que:</p> <p>a. Puedan hacer empaques de productos con material reciclado y vendérselos a manufactureras con operaciones en Puerto Rico.</p> <p>b. Puedan evaluar y rediseñar productos (esto incluye sus empaques) para que puedan incorporar material reciclable y que generen menos residuos sólidos. Se deben priorizar estrategias puntales para industrias reguladas por la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos.</p> <p>Colaborador potencial: UPR.</p>	DDEC	\$100,000 para comenzar	DDEC	Corto plazo	<p>R: Aumenta el uso de material reciclado para empaques.</p> <p>M: Aumento del material reciclado para empaques en 25 % para agosto de 2025; en 50 % para agosto de 2026.</p>
	<p>8. Establecer un centro de manejo de desperdicios electrónicos (<i>E-Waste</i>) en cada región de manejo de materiales. Este debe incluir el manejo de equipos electrónicos (computadoras, tabletas), al igual que de equipos de generación de energía solar (placas, baterías).</p> <p>Colaborador potencial: DDEC</p>	DRNA	\$200,000 para comenzar	DDEC	Corto y mediano plazo	<p>R: Manejo sustentable de materiales electrónicos.</p> <p>M: Centro de manejo sustentable de materiales electrónicos en 25 % de las regiones para agosto de 2025; en 50 % de las regiones para agosto de 2026.</p>
	<p>9. Garantizar la existencia de mercados para el manejo sustentable de neumáticos de carros y aceites usados.</p>	DRNA	Indeterminable	DRNA	Corto plazo	<p>R: Manejo sustentable de aceites y gomas.</p> <p>M: Validar que el 100 % de las instalaciones que manejan el aceite y neumáticos usados cumplen con la reglamentación existente y atienden la generación existente; 75 % de las instalaciones para agosto de 2025; en el 100 % de las instalaciones para agosto de 2026.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.5 Manejar responsablemente los residuos y materiales generados durante desastres relacionados con eventos de la naturaleza (ej., tormentas, inundaciones, terremotos).</p>	<p>1. Crear centros de composta para material vegetativo en cada región.</p>	DRNA	\$100,000 para el plan	DRNA	Corto plazo	<p>R: Manejo sostenible de materiales compostables.</p> <p>M: Centros e industrias de material compostado en 50 % de las regiones para agosto de 2025; en 100 % de las regiones para agosto de 2026.</p>
	<p>2. Crear una alianza público-privada para la reclamación de materiales de construcción usados. Esta alianza debe crear un sistema para manejar los residuos de construcción (preparar los escombros para ser usados otra vez, identificar usos y quiénes los van a usar). Esta estrategia es de función permanente no solo durante emergencias.</p>	DDEC	\$100,000 para el plan	DDEC	Corto plazo	<p>R: Manejo sostenible de materiales de construcción.</p> <p>M: APP capaz de manejar 30 % de los materiales y residuos de construcción reusables para agosto de 2025; 50 % de los materiales y residuos de construcción reusables para agosto de 2026.</p>
<p>A.1.6 Formular política pública e incentivos económicos para reducir las consecuencias adversas de los residuos sólidos mediante la creación de un sistema de manejo sustentable de materiales.</p>	<p>1. Establecer un plan de incentivos económicos para fomentar y apoyar a empresas que se dediquen al reciclaje y a la reutilización de residuos sólidos.</p>	DDEC	Indeterminable	DDEC	Corto plazo	<p>R: Programa de incentivos para el manejo sustentable de materiales.</p> <p>M: Incentivos para el 25 % de la industria de materiales reciclables para agosto de 2024; incentivos para el 50 % para agosto de 2026.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.6 Formular política pública e incentivos económicos para reducir las consecuencias adversas de los residuos sólidos mediante la creación de un sistema de manejo sustentable de materiales.	2. Crear mercados para la compra y venta de materiales reclamados o reciclados.	DDEC	DDEC usa edificios de su propiedad que están sin ocupar.	DDEC	Corto plazo	R: Mercados para la compra y venta de materiales reclamados o reciclados. M: Centros de venta de materiales en cada región para diciembre de 2025. Acuerdos de distribución de material reusado para empaques con 50 % de las compañías locales para diciembre del 2026.
	3. Establecer un plan de incentivos económicos a fin de fomentar y apoyar a empresas que se dediquen a la composta para generar fertilizantes para la agricultura y al biogás para la producción de energía (mayormente, para la operación de maquinaria agrícola o microrredes con biogás).	DDEC	Indeterminable	DDEC	Corto plazo	R: Programa de incentivos para el manejo de residuos biológicos. M: Incentivos para 25 % de las industrias de materiales compostables para agosto de 2024; incentivos para 50 % para agosto de 2026.
	4. Crear mercados para fertilizantes y biogás de composta.	DDEC	DDEC usa edificios de su propiedad que están sin ocupar.	DDEC	Corto plazo	R: Mercados para fertilizantes y biogás de composta. M: Centros de venta de materiales en cada región para diciembre de 2024.
	5. Reemplazar los rellenos sanitarios por ecoparques industriales. Estos son parques industriales donde se encuentran distintas empresas dedicadas al reciclaje o reúso de materiales y residuos sólidos para crear productos nuevos. Colaboradores potenciales: UPR y regiones.	DRNA y DDEC	\$100,000 para comenzar cada ecoparque. El DRNA tendrá la responsabilidad de identificar fuentes potenciales de fondos.	DDEC	Corto plazo	R: Ecoparque en cada región. M: Ecoparques en 25 % de las regiones para diciembre del 2024; 50 % de las regiones para diciembre de 2025, y 100 % de las regiones para diciembre de 2026.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.6 Formular política pública e incentivos económicos para reducir las consecuencias adversas de los residuos sólidos mediante la creación de un sistema de manejo sustentable de materiales.	6. Establecer mediante orden ejecutiva un Consejo Asesor del Gobernador para evaluar y ofrecer recomendaciones sobre el progreso de la implantación de la política pública a base de datos y evidencia.	DRNA, ASG y DDEC	Indeterminable	DDEC	Corto plazo	<p>R: Consejo Asesor del Gobernador en Sustentabilidad.</p> <p>M: Grupo que trabaja con el gobierno para diciembre de 2024.</p>
	7. Implantar política pública que obligue a las compañías de telefonía celular a recuperar los equipos usados vendidos por ellas.	DRNA, Negociado de Telecomunicaciones y DACO	Indeterminado	DRNA, Negociado de Telecomunicaciones	Corto plazo (18 meses)	<p>R: Ley de responsabilidad extendida del productor (puede ser también generador).</p> <p>M: Reglamento de manejo de dispositivos de telecomunicaciones para diciembre de 2025.</p>
	8. Prohibir la incineración como alternativa de manejo de residuos sólidos para finales de 2024.	DRNA	Indeterminable	No aplica	Corto plazo	<p>R: Prohibir la incineración de residuos sólidos.</p> <p>M: Ley para el control de incineración; prohibición de quema de residuos sólidos y controles a la incineración de residuos biomédicos para agosto de 2025.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.6 Formular política pública e incentivos económicos para reducir las consecuencias adversas de los residuos sólidos mediante la creación de un sistema de manejo sustentable de materiales.	9. Implantar una Ley de Depósito sobre Botella. ⁶ (Estas políticas dependen en parte de un inventario actualizado de residuos.) Colaborador potencial: UPR.	DRNA y DACO	El DRNA manejará los fondos administrativos provenientes del depósito	DRNA y DACO	Corto y mediano plazo	R: Ley de manejo del depósito sobre botella (<i>Bottle Bill</i>) para agosto de 2025. M: Incrementar en 80 % los materiales que estén bajo la legislación propuesta para diciembre de 2027.
	10. Crear la Ley de responsabilidad extendida del productor. ⁷ (Estas políticas dependen en parte de un inventario actualizado de residuos.) <ul style="list-style-type: none"> a. Identificar qué productos se prestan para aplicar la recuperación del producto (<i>takeback</i>): <ul style="list-style-type: none"> • Electrodomésticos (neveras, lavadoras, secadoras, microondas, estufas). b. Incluir programas existentes de manejo de aceites usados y de neumáticos usados. c. Incluir equipos de producción de energía renovable. d. Establecer el mecanismo de propiedad extendida del producto (<i>extended product ownership</i>) mediante el proyecto de ley. e. Incluir incentivos y penalidades por el tiempo de duración del producto y la facilidad de reparación. 	DRNA, DDEC y DACO	Indeterminable	No aplica	Corto plazo	R: Ley de responsabilidad extendida del productor. M: Reglamento de devolución del producto para enero de 2026. Reglamento de manejo sostenible de equipos de energía renovable o alternativa para enero de 2026.

⁶ Véase más información en <https://www.bottlebill.org/index.php/about-bottle-bills/what-is-a-bottle-bill>

⁷ Véase más en <https://www.uschamberfoundation.org/disasters/circular-economy-toolkit-small-businesses>



B. Propiciar la implementación de un Plan de Manejo Sustentable de Materiales para alcanzar la meta de reducir la cantidad de desperdicios sólidos depositados en los vertederos de Puerto Rico. El mismo deberá contemplar los desperdicios y escombros generados en el proceso de recuperación de los huracanes como Irma y María, y establecer una jerarquía con respecto a las opciones relacionadas a los desperdicios que incluya: la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclaje y la eliminación de ciertos desperdicios. Dicho plan incluirá una prohibición absoluta de productos derivados de plásticos y poliestireno de un solo uso en un término de tres (3) años. El Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático determinará con especificidad los productos que quedarán prohibidos tomando en consideración la viabilidad y disponibilidad en el mercado de sustitutos a dichos productos.

COA B.1: Cumplimiento ambiental en el manejo y disposición final de los residuos sólidos.

Mejores prácticas:

Los sistemas existentes para el manejo y la disposición de residuos sólidos deben de cumplir con la reglamentación estatal y federal a fin de garantizar que no afectarán a los ciudadanos ni al medioambiente.

- <https://www.epa.gov/rcra/resource-conservation-and-recovery-act-rcra-regulations#nonhaz>
- <http://app.estado.gobierno.pr/ReglamentosOnline/Reglamentos/9306.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Cierre de los vertederos que no cumplen con la reglamentación federal y estatal de diseño y operación.</p>	<p>1. Hacer cumplir la reglamentación existente (Reglamento para los sistemas de relleno sanitario, número 9306, del 7 de septiembre de 2021).</p>	<p>DRNA y municipios</p>	<p>\$600 millones</p>	<p>Municipios y fondos federales</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Cese de operaciones de las instalaciones que no cumplan con la reglamentación existente.</p> <p>M: Número de instalaciones que cierren en el término establecido: 40 % a corto plazo y 100 % a mediano plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.2 Propiciar que las instalaciones (existentes y nuevas) de segregación de materiales y los mercados para los materiales existentes y futuros cumplan con los permisos requeridos.</p>	<p>1. Hacer que las instalaciones de segregación de residuos sólidos cumplan con los permisos requeridos y que las instalaciones por construir se cumplan con el Plan a ser desarrollado por el DRNA.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$1,000,000 anual</p>	<p>Ingresos propios de la entidad responsable y fondos federales (EPA)</p>	<p>Corto plazo (continuo)</p>	<p>R: Lograr que todas las instalaciones de reciclaje cumplan con los permisos requeridos y con los estándares de seguridad.</p> <p>M: Número de instalaciones en cumplimiento.</p>
<p>B.1.3 Establecimiento de estaciones de trasbordo (ET) para atender los efectos adversos del cierre de las instalaciones de disposición bajo tierra de los residuos sólidos (<i>landfill</i>) que no cumplen con las reglamentaciones federales.</p>	<p>1. Evaluar las ET existentes y determinar el potencial de mejorarlas y el establecimiento de nuevas en lugares con acceso adecuado y que no perjudiquen el medioambiente ni las comunidades.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$100 millones</p>	<p>Fondos federales</p>	<p>Corto plazo (continuo)</p>	<p>R: Lograr que se construyan las ET necesarias que garanticen economías de escala a los municipios que las utilicen.</p> <p>M: Instalaciones construidas según las determinadas en el plan a ser elaborado por el DRNA.</p>
<p>B.1.4 Establecimiento de instalaciones de manejo de orgánicos mediante composta o tecnologías que sean compatibles con el manejo sustentable de materiales.</p>	<p>1. Evaluar las instalaciones existentes y determinar el potencial de mejorarlas y de establecer nuevas en lugares con acceso adecuado y que no impacten el medioambiente ni las comunidades.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$150 millones</p>	<p>Fondos federales y estatales</p>	<p>Corto plazo (continuo)</p>	<p>R: Lograr que se construyan las instalaciones necesarias que garanticen economías de escala a los municipios que las utilicen.</p> <p>M: Instalaciones construidas según las determinadas en el plan a ser elaborado por el DRNA.</p>



C. Promover e incentivar con prioridad alternativas a la combustión de desperdicios sólidos que no puedan ser reutilizados o reciclados y el reciclaje o re-refinamiento de desperdicios especiales, según estos son definidos por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, con el fin de evitar las emisiones de gases de efecto invernadero que se produce en la combustión de estos.

COA C.1 Establecer estrategias de prevención de contaminación que promuevan la utilización de productos alternos no contaminantes.

Mejores prácticas:

- *Pollution Prevention Case Studies*. <https://www.epa.gov/p2/pollution-prevention-potws-case-studies>
- Ley para la Prevención de la Contaminación (Ley 310 del 2000). <https://www.lexjuris.com/lexlex/leyes2000/lex2000310.htm>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Promover la utilización de productos que no requieran ser tratados mediante combustión.</p>	<p>1. Requerir a las industrias someter un plan de reducción de contaminación que promueva el uso de productos no tóxicos y reusables.</p>	<p>DRNA y DDEC</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables y fondos de la EPA https://www.epa.gov/p2/grant-programs-pollution-prevention</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Lograr una reducción en 80 % respecto a la dependencia de desechos industriales que necesitan ser manejados por combustión.</p> <p>M: Medir estadísticamente cada año los productos tratados por combustión y medir su reducción.</p>



D. Promover mejores prácticas de manejo de desperdicios sólidos (ej. proximidad a fuentes de abastecimientos de agua potable, contenedores resistentes a la corrosión para prevenir la obstrucción por desperdicios sólidos).

COA D.1: Prevenir la contaminación por manejo y disposición inadecuada de los residuos sólidos.

Mejores prácticas:

- *Kissimmee, FL 14-6-42 - Recycling collection centers and containers.* https://library.municode.com/fl/kissimmee/codes/code_of_ordinances?nodeId=PTIILADECO_CH14-6STACTEOTUS_PTIIISTSPUS_14-6-42RECOCECO
- *CalRecycle, Collection Systems, Standardized Container Colors, and Labeling.* <https://calrecycle.ca.gov/organics/slcp/collection/systems/>
- *Lee County, FL, Solid Waste Enclosures Best Design Practices.* https://www.leegov.com/solidwaste/Documents/Miscellaneous%20Documents/LCSW_Dumpster_Enclosures_Design_Practices_booklet%20for%20web.pdf
- *EPA Trash Capture Projects.* <https://www.epa.gov/trash-free-waters/trash-capture-projects>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Adoptar las mejores prácticas de manejo de residuos que minimicen la contaminación de los recursos naturales.	1. Establecer guías para la ubicación de recipientes duraderos en lugares que garanticen prevenir la contaminación y proliferación de vectores.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	R: Preparar las guías para el manejo y almacenaje transitorio de los residuos sólidos y los materiales reciclables. M: Tener las guías completadas en seis meses.
	2. Establecer estrategias de captura de residuos para reducir el impacto en nuestros cuerpos de agua.	DRNA y AAA	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables y fondos federales	Corto plazo	R: Preparar las guías para el manejo y almacenaje transitorio de los residuos sólidos y los materiales reciclables. M: Tener las guías completadas en seis meses.
	3. Implantar las estrategias de captura de residuos para reducir el impacto en nuestros cuerpos de agua.	DRNA, AAA y municipios	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables y fondos federales	Mediano plazo	R: Reducir la cantidad de residuos que terminan en nuestros estuarios y costas. M: Medir la cantidad de residuos en los estuarios, las costas y en las áreas de captura de manera periódica. Esto se comparará anualmente.



E. En conjunto con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, promover la educación comunitaria para reducir la generación de residuos a través de la reducción del consumo, el reúso con remanufactura en general y la separación en la fuente.

COA E.1: Educación comprensiva multisectorial sobre el manejo sostenible de los residuos sólidos.

Mejores prácticas:

Las jurisdicciones con programas de desvío de residuos sólidos exitosos requieren campañas educativas a todos los sectores:

- *CalRecycle Local Jurisdiction Waste Diversion and Recycling Outreach Materials.* <https://calrecycle.ca.gov/lgcentral/library/outreach/>
- *Department of Environmental Conservation Recycle Right NY Campaign.* <https://www.dec.ny.gov/chemical/116113.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.1 Promover el manejo sostenible de los residuos sólidos en las escuelas de Puerto Rico para los niveles k-12.	1. Actualizar la Guía de Actividades del Currículo del Departamento de Educación.	DE y DRNA	\$200,000	Fondos federales y fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo (continuo)	R: Finalizar la actualización de la Guía de Actividades para todos los niveles. M: Lograr 100 % de capacitación de los maestros que implantarán las guías.
E.1.2 Desarrollar una campaña masiva respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos en Puerto Rico.	1. Utilizar las redes sociales, prensa (escrita, televisiva, radial) y cualquier otro medio disponible para orientar a la ciudadanía sobre la importancia de la reducción de residuos y el reciclaje.	DRNA, WIPR y PRITS	\$ 500,000	Fondos federales y fondos propios de las entidades responsables y espacios de servicio público	Corto plazo (continuo)	R: Lograr cobertura en todos los medios disponibles. M: Cantidad de medios que cubren del total de medios disponibles (horas en el aire).
E.1.3 Promover la participación ciudadana en la educación a las comunidades.	1. Fomentar la participación ciudadana en la educación a las comunidades sobre el manejo sostenible de residuos, mediante la integración de organizaciones comunitarias y sin fines de lucro.	DRNA y la ODSEC	\$ 500,000	Fondos federales y fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo (continuo)	R: Lograr la integración de las comunidades y organizaciones comunitarias. M: Cantidad de comunidades y organizaciones integradas del total existente.



F. Prohibir progresivamente la quema de aceite usado eliminando esta práctica a un cien por ciento (100 %) para el año 2021.

COA F.1: Dar seguimiento a que se cumpla la Ley 33-2019, artículo 9, inciso d (6), para asegurar el cese de la quema del aceite usado.

Mejores prácticas:

- *Prohibits Use of Grade 6 Heating Oil Fuel in Buildings and Facilities in New York State.* <https://www.governor.ny.gov/news/governor-hochul-signs-package-bills-prohibiting-use-grade-6-fuel-oil-and-use-pavement-products>
- *Regulation of Hazardous Waste and Used Oil Burned for Energy Recovery in Boilers and Industrial Furnaces Final Rule.* <https://www.epa.gov/hwpermitting/federal-register-notice-regulation-hazardous-waste-and-used-oil-burned-energy-recovery>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.1 Reducir la contaminación y generación de GEI.</p>	<p>1. Establecer mediante orden administrativa la prohibición de la quema de aceite usado para la preparación de productos secundarios mediante la aplicación de calor o para generación de energía.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Cesar la quema de aceite usado.</p> <p>M: Inspeccionar las instalaciones que quemaban aceite usado y validar que no continúan con la práctica.</p>

Tabla 7.5. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **salud y bienestar**.



A. Encaminar medidas que identifiquen y evalúen los efectos del cambio climático sobre la salud de las personas con el fin de adoptar y aplicar medidas de prevención en torno a estos efectos, incluyendo, las medidas relativas a las enfermedades transmitidas por vectores, a la calidad del agua y del aire y a la protección frente a las olas de calor, así como de [sic] medidas en el ámbito alimentario, ante cualquier efecto del cambio climático que pueda afectar a la inocuidad de los alimentos.

COA A.1: Crear una oficina especializada en cambio climático adscrita al Departamento de Salud en conjunto con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, que contribuya a la coordinación del trabajo interagencial e intragencial relacionado con el cumplimiento del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático y que incluya la protección de las poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas más vulnerables.¹

Mejores prácticas:

Algunos ejemplos de oficinas especializadas en cambio climático y salud:

- En la esfera federal. <https://www.hhs.gov/ash/ocche/index.html>
- A nivel estatal. <https://www.cdph.ca.gov/Programs/OHE/pages/CCHEP.aspx>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ²	Costo estimado ³	Fuente potencial de financiamiento ⁴	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Crear una oficina especializada en cambio climático, salud y bienestar, adscrita al Departamento de Salud (DS) , que contribuya a la coordinación del trabajo interagencial relacionado con la identificación y evaluación de los efectos del cambio climático sobre la salud pública y el bienestar.	1. Enmendar a corto plazo la Orden Administrativa 569 del DS para establecer una oficina especializada en cambio climático, salud pública y bienestar, bajo la Secretaría Auxiliar de Epidemiología y Protección de la Salud Pública.	DS; la oficina estaría bajo la nueva estructura del DS	Nominal	Gobierno central y la Ley federal de Reducción de la Inflación (IRA) . https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/12/Inflation-Reduction-Act-Guidebook.pdf	Corto plazo	R: Se crea la oficina. M: Enmienda de la orden administrativa.

¹ Mediante la creación de una oficina especializada en cambio climático, salud pública y bienestar adscrita al Departamento de Salud, en este primer curso de acción se consolidan los otros objetivos incluidos en el artículo 9 de la Ley 33 de 2019.

² En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

³ La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

⁴ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Crear una oficina especializada en cambio climático, salud y bienestar, adscrita al Departamento de Salud (DS), que contribuya a la coordinación del trabajo interagencial relacionado con la identificación y evaluación de los efectos del cambio climático sobre la salud pública y el bienestar.	2. Promulgar una ley que establezca una oficina especializada en cambio climático, salud pública y bienestar.	Asamblea Legislativa	Nominal	Fondos operacionales de la legislatura	Corto y mediano plazo	R: Aprobación de la ley que crea la oficina especializada en cambio climático, salud pública y bienestar para 2025. M: Radicación del proyecto de ley en seis meses.
	3. Apoyar esfuerzos, estrategias e iniciativas interagenciales relacionadas con los efectos del cambio climático en la salud pública y el bienestar.	Oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	Nominal	Fondos asignados a la Secretaría Auxiliar de Vigilancia, Epidemiología y Protección a la Salud Pública (Orden Administrativa del DS-569-2023)	Corto y mediano plazo	R: Al menos una estrategia con cada agencia concernida en relación con los efectos del cambio climático en la salud pública y el bienestar. M: Identificación de los efectos del cambio climático en la salud pública y el bienestar que ameriten la atención de cada agencia.
	4. Establecer mecanismos de participación comunitaria y de sectores no gubernamentales en los planes de adaptación al cambio climático que se desarrollen dentro del DS.	DS	Indeterminable	Fondos IRA	Corto plazo	R: Participación de por lo menos un líder de cada región en el desarrollo de los planes de adaptación al cambio climático del DS. M: Desarrollo de un plan de reclutamiento para promover la participación ciudadana en el desarrollo de planes relacionados con el cambio climático en el DS.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Crear una oficina especializada en cambio climático, salud y bienestar, adscrita al Departamento de Salud (DS), que contribuya a la coordinación del trabajo interagencial relacionado con la identificación y evaluación de los efectos del cambio climático sobre la salud pública y el bienestar.</p>	<p>5. Designar una persona dentro de cada unidad u oficina del DS que sirva de enlace con la oficina especializada en cambio climático.</p>	DS	<p>Incluido en los costos operacionales del presupuesto asignado a la oficina</p>	Presupuesto operacional de la oficina	Corto plazo	<p>R: 100 % de las oficinas con persona enlace designada. M: Número de unidades y oficinas con persona enlace designada.</p>
	<p>6. Celebrar reuniones frecuentes de evaluación de los planes, retos y oportunidades para la implantación del P-MARCC.</p>	DS	<p>Incluido en los costos operacionales del presupuesto asignado a la oficina</p>	Presupuesto operacional de la oficina	Corto plazo	<p>R: Al menos una reunión semestral. M: Número de reuniones de evaluación del P-MARCC que incluyan múltiples y diversos actores (agencias concernidas con la implantación de estrategias de salud y cambio climático, representantes comunitarios y organizaciones no gubernamentales).</p>
	<p>7. Asignar fondos para el trabajo de la oficina.</p>	DS	\$1,500,000	Gobierno central y fondos de IRA	Corto plazo	<p>R: Presupuesto asignado. M: Inclusión de la asignación solicitada para la oficina en la solicitud presupuestaria del DS.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Crear una oficina especializada en cambio climático, salud y bienestar, adscrita al Departamento de Salud (DS), que contribuya a la coordinación del trabajo interagencial relacionado con la identificación y evaluación de los efectos del cambio climático sobre la salud pública y el bienestar.</p>	<p>8. Crear un inventario de actores que trabajan con poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas en todo Puerto Rico (organizaciones de base comunitaria, organizaciones de base de fe, empresas privadas, academia y otros).</p>	DS	Costos operacionales del presupuesto asignado a la oficina	Presupuesto operacional de la oficina	Corto plazo	<p>R: 100 % de las organizaciones inventariadas.</p> <p>M: Número de organizaciones inventariadas.</p>
	<p>9. Elaborar planes especiales de protección para los grupos poblacionales más desatendidos, desfavorecidos y desventajados por regiones de salud.</p> <p>a. Asegurar que se atienden todos los eventos asociados al cambio climático y su efecto en la salud pública, tales como episodios de calor extremo, sequías, aumentos en el nivel del mar, tormentas e inundaciones, además de eventos que afectan la calidad del aire y del agua, así como la inocuidad de los alimentos.</p>	DS	Indeterminable	Fondos IRA	Mediano plazo	<p>R: Programas para grupos desatendidos, desfavorecidos y desventajados establecidos.</p> <p>M: Programas creados.</p> <p>R: 100 % de los estresores incluidos.</p> <p>M: Número de estresores incluidos en los programas.</p>

COA A.2: Establecer un plan de concienciación a la ciudadanía sobre los riesgos para la salud que suponen los eventos derivados del cambio climático. El plan estará a cargo de la oficina de cambio climático, salud pública y bienestar.⁵

Mejores prácticas:

Algunos ejemplos son:

- Informar a pacientes sobre los efectos del calor extremo en los medicamentos. https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/factsheets/heat_medications.pdf
- Apoyar a las organizaciones comunitarias que educan y abogan por agua limpia. <https://waterkeeper.org/waterkeepers/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Educar y capacitar sobre los efectos del cambio climático en la salud pública, el bienestar y la inseguridad alimentaria.</p>	<p>1. Capacitar al personal de salud y de salas de emergencias para que pueda identificar condiciones de salud que se asocian con eventos de calor extremo u olas de calor, con el objetivo de que contribuya al sistema de vigilancia en salud pública.</p>	<p>DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar</p>	<p>\$250,000 - \$300,000 (al año)</p>	<p>Fondos de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y fondos IRA</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: 100 % del personal de salud en los diversos centros de servicios (hospitales, centros de salud primaria, centros para personas de edad avanzada) capacitado para identificar condiciones de salud asociadas a los efectos del cambio climático, para contribuir al sistema de vigilancia en salud pública.</p> <p>M: Número de centros de servicios de salud y cuidado con personal capacitado.</p>
	<p>2. Capacitar a personal de agencias gubernamentales como el DS, el DRNA, el Departamento del Trabajo y Recursos Humanos, el Departamento de Agricultura, el Departamento de la Familia y el Departamento de la Vivienda.</p>					<p>A) R: 100 % de las agencias mencionadas incluidas.</p> <p>M: Número de agencias gubernamentales incluidas en estrategias de educación.</p> <p>B) R: 100 % de los empleados participantes.</p> <p>M: Número de empleados participantes de cada agencia.</p>

⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de educación (sección 7.11). Aunque el objetivo y las estrategias se asemejan a otros incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.2.1 Educar y capacitar sobre los efectos del cambio climático en la salud pública, el bienestar y la inseguridad alimentaria.	3. Establecer alianzas con el DE y el Consejo de Educación Superior para crear cursos y campañas de concienciación sobre el cambio climático, la salud pública y el bienestar.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$250,000 - \$300,000 (al año)	Fondos de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) y fondos IRA	Corto plazo	<p>R: Al menos un curso requisito para cada nivel escolar.</p> <p>R: Al menos un curso requisito a nivel universitario.</p> <p>M: Número de cursos aprobados y campañas de educación sobre el cambio climático y la salud pública organizadas por el Departamento de Educación y el Consejo de Educación de Puerto Rico.</p>
	4. Educación continua a profesionales de la salud en general.					<p>R: Participación del 100 % de los profesionales de la salud en los talleres.</p> <p>M: Número de profesionales de la salud que participan en actividades de educación continua (médicos, personal de salud, organizaciones profesionales, Departamento del Trabajo y Recursos Humanos).</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.2.1 Educar y capacitar sobre los efectos del cambio climático en la salud pública, el bienestar y la inseguridad alimentaria	5. Desarrollar módulos educativos en línea, cápsulas de video, afiches y boletines informativos.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$250,000 - \$300,000 (al año)	Fondos de los CDC y fondos IRA	Corto plazo	<p>R: Al menos un módulo, una cápsula de video, un afiche y un boletín creado o revisado al año.</p> <p>M: Número de módulos en línea y material informativo (cápsulas de video, afiches y boletines).</p>
	6. Coordinar talleres frecuentes y seminarios —al menos dos por año—, para actualizar la información relevante sobre el cambio climático y sus efectos en la salud.					<p>R: Al menos dos talleres por año.</p> <p>M: Número de talleres celebrados para actualizar información relevante sobre el cambio climático y sus efectos en la salud.</p>

COA A.3: Monitorear, medir y evaluar indicadores asociados a variables ambientales relacionadas con el cambio climático que tienen efectos sobre la salud pública y el bienestar, incluyendo enfermedades transmitidas por vectores, enfermedades relacionadas con la calidad del agua, calidad del aire y exposición a alérgenos, así como condiciones de salud asociadas con los eventos de calor extremo y enfermedades relacionadas con la inocuidad de los alimentos.

Mejores prácticas:

Algunos ejemplos son:

- Consultar páginas que proveen información de salud para reducir los efectos del calor extremo en la salud, en la infraestructura y en el ámbito económico, como: <https://www.heat.gov/>
- Vigilancia de asma y contribuyentes ambientales al asma utilizando herramientas disponibles en los CDC. <https://www.cdc.gov/nceh/tracking/topics/AirQuality.htm>
- Recursos disponibles en la Agencia de Protección Ambiental para el monitoreo de la calidad de aire. <https://www.epa.gov/outdoor-air-quality-data/interactive-map-air-quality-monitors>
- Véanse iniciativas de *Salt Lake City Unmask My City* para apoyar medidas de control. <http://unmaskmycity.org/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Desarrollar un sistema de vigilancia y monitoreo del efecto de los eventos climáticos extremos en la salud pública considerando los siguientes estresores: calor extremo, huracanes, polvo del Sahara, sequías e inundaciones.</p>	<p>1. El sistema de vigilancia deberá utilizar, como mínimo, los siguientes indicadores:</p>	<p>Registro Demográfico y DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar</p>	<p>\$200,000</p>	<p>CDC y fondos IRA para los territorios</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Sistema de vigilancia establecido.</p> <p>M: Sistema de vigilancia implantado o no.</p> <p>R: 100 % de los indicadores incluidos en el sistema de vigilancia.</p> <p>M: Número de indicadores incluidos en el sistema de vigilancia.</p>
	<p>b. Exceso diario estimado de mortalidad por todas las causas, por grupo de edad y región (1-64) (mayores de 65).</p>					<p>R: 100 % del exceso diario estimado de mortalidad por todas las causas, por grupos de edad y por región, incluido en el sistema de vigilancia.</p> <p>M: Número de causas por grupos de edad y por región incluido.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.1 Desarrollar un sistema de vigilancia y monitoreo del efecto de los eventos climáticos extremos en la salud pública considerando los siguientes estresores: calor extremo, huracanes, polvo del Sahara, sequías e inundaciones.	c. Mortalidad por todas las causas y por edades.	Registro Demográfico y DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$200,000	CDC y fondos IRA	Corto y mediano plazo	R: 100 % de la mortalidad de las causas y edades incluidas en el sistema de vigilancia. M: Número de causas por grupos de edad por región incluido.
	d. Número de muertes por temporadas del año.					R: 100 % de las temporadas incluidas en el sistema de vigilancia. M: Número de temporadas incluido.
	e. Tasa anual de muertes clasificadas por profesionales médicos según el registro del certificado de defunción.					R: Tasa anual de muertes clasificadas por profesionales médicos según el registro de certificado de defunción incluida o no. R: 100 % de las muertes por temporadas incluidas en el sistema de vigilancia. M: Tasa anual incluida o no.
	2. Incluir en el sistema de vigilancia sindrómico que tiene el DS las tasas de hospitalización por enfermedades “relacionadas con el calor”.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$210,000 - \$250,000	CDC y fondos IRA	Corto y mediano plazo	R: Tasas de hospitalizaciones relacionadas con el calor incluidas en el sistema de vigilancia. M: Tasas incluidas o no.
	3. Incluir en el sistema de vigilancia sindrómico que tiene el DS las tasas de hospitalización por enfermedades “relacionadas con huracanes”.		\$210,000 - \$250,000			R: Tasas de hospitalizaciones relacionadas con huracanes incluidas en el sistema de vigilancia. M: Tasas incluidas o no.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.1 Desarrollar un sistema de vigilancia y monitoreo del efecto de los eventos climáticos extremos en la salud pública considerando los siguientes estresores: calor extremo, huracanes, polvo del Sahara, sequías e inundaciones.	4. Incluir en el sistema de vigilancia sindrómico que tiene el DS las tasas de hospitalización por enfermedades “relacionadas con enfermedades vectoriales”.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$210,000 - \$250,000	CDC y fondos IRA	Corto y mediano plazo	R: Tasas de hospitalizaciones relacionadas con enfermedades vectoriales incluidas en el sistema de vigilancia. M: Tasas incluidas o no.
	5. Incluir en el sistema de vigilancia sindrómico que tiene el DS las tasas de hospitalización por enfermedades “relacionadas con las inundaciones”.		\$210,000 - \$250,000			R: Tasas de hospitalizaciones relacionadas con inundaciones incluidas en el sistema de vigilancia. M: Tasas incluidas o no.
	6. Visitas a salas de emergencias por estrés por calor.		\$210,000 - \$250,000			R: 100 % de las salas de emergencia contabilizan las visitas a salas de emergencias por estrés por calor. M: Porcentaje de salas de emergencias que contabilizan las visitas por estrés por calor.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Desarrollar un sistema de vigilancia y monitoreo del efecto de los eventos climáticos extremos en la salud pública considerando los siguientes estresores: calor extremo, huracanes, polvo del Sahara, sequías e inundaciones.</p>	<p>7. Consultas de urgencia por médicos generales por golpes de calor, deshidratación o síntomas relacionados con la contaminación de cuerpos de agua, por edad y en el conjunto de todas las edades, como primera o segunda causa de diagnóstico.</p>	<p>DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar</p>	<p>\$210,000 - \$250,000</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: 100 % de los médicos generales contabilizan las consultas de urgencia, por golpe de calor o deshidratación, por edad y en el conjunto de todas las edades, como primera o segunda causa de diagnóstico.</p> <p>M: Número de médicos que contabilizan consultas.</p> <p>M: Número de consultas de urgencia por golpe de calor.</p> <p>M: Número de consultas de urgencia por deshidratación.</p> <p>M: Rangos de edades incluidos en las consultas o no.</p> <p>M: Número de consultas por edades.</p> <p>M: Número de consultas con primera o segunda causa de diagnóstico identificadas.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.2 Fomentar investigaciones que generen conocimiento sobre temas de cambio climático y su efecto en la salud pública y el bienestar.	1. Establecer programas de investigación e incorporar cursos requisito sobre el cambio climático considerando los principios y valores de justicia, equidad, diversidad e inclusión (JEDI) .	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$250,000- \$300,000 (anual)	CDC y fondos IRA	Corto y mediano plazo	R: Programas establecidos. M: Número de programas establecidos considerando los valores de JEDI.
	2. Realizar investigaciones sobre los efectos en la salud de los desplazamientos, tanto temporales como permanentes, y sus implicaciones para los recursos de salud que pueden estar agrupados en ciertas regiones.		\$250,000- \$300,000 (anual)			R: Al menos una investigación en curso. M: Número de investigaciones.
	3. Fomentar investigación sobre el cambio climático y sus efectos en enfermedades crónicas siguiendo el ejemplo de las investigaciones relacionadas con el cáncer.		\$250,000- \$300,000 (anual)			R: Al menos una investigación en curso por el DS. M: Número de investigaciones.
	4. Desarrollar investigación sobre la percepción acerca de las amenazas a la salud asociadas con el cambio climático.		\$250,000- \$300,000 (anual)			R: Al menos una investigación en curso por el DS. M: Número de investigaciones.
A.3.3 Divulgar los hallazgos de las investigaciones sobre los efectos del cambio climático en la salud pública y el bienestar.	1. Publicar informes periódicos sobre los hallazgos de investigaciones en torno a los efectos del cambio climático en la salud pública y el bienestar.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$250,000- \$300,000 (anual)	CDC y fondos IRA	Mediano plazo	R: Publicar al menos un informe anual. M: Número de informes publicados.
	2. Divulgar los hallazgos tanto en línea como en las comunidades y los centros de atención médica, incluidos los proveedores de salud.		\$250,000- \$300,000 (anual)			Mediano plazo

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.4 Desarrollar políticas públicas que promuevan las estrategias de adaptación y resiliencia ante el cambio climático con un enfoque salubrista.</p>	<p>1. Incluir en el Informe sobre el Estado de la Salud en Puerto Rico que prepara el DS una sección sobre cambio climático y sus efectos en la salud. En su revisión más reciente incluye varias dimensiones de salud pública y, en particular, aspectos de comunidad y ambiente, de contaminación, así como de calidad del aire, del agua y de la producción agrícola.</p>	<p>DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar</p>	<p>Presupuesto de DS</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Inclusión anual de la sección sobre cambio climático, salud pública y bienestar.</p> <p>M: Incluida o no una sección sobre cambio climático en el informe anual que prepara el DS.</p>
	<p>2. Colaborar con agencias, escuelas e instituciones locales (ej., hospitales) para apoyar la adopción de políticas de adaptación al cambio climático y la adquisición de alimentos saludables.</p>		<p>\$100,000 - 200,000</p>		<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Al menos una colaboración anual con tres escuelas de cada región de salud.</p> <p>M: Número de colaboraciones.</p>
<p>A.3.5 Establecer medidas de preparación ante las amenazas del cambio climático.</p>	<p>1. Utilizar los datos y las herramientas disponibles para identificar a las poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas, vulnerables al calor, las inundaciones y las enfermedades transmitidas por vectores en regiones geográficas y municipios.</p>	<p>DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar y Asamblea Legislativa</p>	<p>\$220,000 - \$250,000</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables identificadas.</p> <p>M: 100 % de los municipios y regiones con las poblaciones identificadas.</p>
	<p>2. Evaluar el uso de escuelas y centros comunales en los municipios y prepararlos como centros de enfriamiento, oasis y refugios ante inundaciones y tormentas tropicales.</p>		<p>\$250,000- \$300,000</p>			<p>R: 100 % de las escuelas y centros comunales aptos como refugios identificados en cada municipio.</p> <p>M: Número de escuelas y centros comunales evaluados.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.5 Establecer medidas de preparación ante las amenazas del cambio climático.</p>	<p>3. Comunicar efectivamente la localización de los centros de refugio para cada uno de los estresores relacionados con el cambio climático.</p>	<p>DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar y Asamblea Legislativa</p>	<p>\$100,000 - \$200,000 (dependiendo de la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: 100 % de las escuelas y centros comunales evaluados.</p> <p>M: 100 % de los refugios identificados y su ubicación difundida tanto en medios digitales e impresos como en medios radiales y televisivos.</p> <p>M: Número de comunicaciones, anuncios y hojas publicadas.</p>
<p>A.3.6 Identificación de instalaciones de servicios de salud que puedan requerir algún tipo de adaptación debido a las diversas amenazas del cambio climático en Puerto Rico</p>	<p>1. En la infraestructura del DS, identificar las instalaciones que se encuentran en áreas más propensas a inundaciones, a marejadas ciclónicas y a deslizamientos.</p>	<p>DS</p>	<p>\$200,000</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Instalaciones identificadas en un año.</p> <p>M: Evaluación de 50 % de las instalaciones en seis meses.</p>

COA A.4: Establecer medidas para proteger a la población desatendida, desfavorecida y desventajada de las temperaturas extremas y olas de calor.⁶

Mejores prácticas:

- Consultar páginas que proveen información de salud para reducir los efectos del calor extremo en la salud, en la infraestructura y en el ámbito económico, como: <https://www.heat.gov/>
- Informar a pacientes sobre los efectos del calor extremo en los medicamentos: https://www.gov.mb.ca/health/publichealth/factsheets/heat_medications.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Proteger la vida y salud de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas cuando ocurren temperaturas extremas y olas de calor.</p>	<p>1. Establecer centros de enfriamiento en cada municipio.</p>	<p>Municipios</p>	<p>\$ 4,000 por día (costo de electricidad)</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Establecer en un año al menos un centro de enfriamiento en cada municipio. M: Seleccionar el lugar donde establecer el centro de enfriamiento.</p>
	<p>2. Aclimatar las viviendas de las personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas.</p>	<p>Departamento de la Vivienda</p>	<p>\$7,000 por residencia (promedio)</p>		<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Aclimatar todas las residencias de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas en tres años. M: Aclimatar 60,000 residencias de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas en un año.</p>

⁶ Este es un tema transversal que incide en el sector de justicia climática (sección 7.12). Aunque el objetivo y las estrategias se asemejan a otros incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.4.1 Proteger la vida y salud de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas cuando ocurren temperaturas extremas y olas de calor.	3. Establecer incentivos y subsidios gubernamentales para instalar acondicionadores de aire en residencias de comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas. Se puede imitar el incentivo de energía renovable para la instalación de placas solares.	Departamento de Hacienda	Indeterminable	CDC y fondos IRA	Corto y mediano plazo	<p>R: 100 % de los subsidios otorgados a las poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas.</p> <p>M: Se establece al menos un incentivo y un subsidio para instalar acondicionadores de aire en residencias de comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas identificadas.</p> <p>M: Número de incentivos y subsidios.</p>
	4. Proveer placas solares y baterías con suficiente almacenamiento.	Departamento de la Vivienda	\$6,600 por residencia (promedio)		Corto y mediano plazo	<p>R: Instalar placas y baterías en todas las residencias de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas en tres años.</p> <p>M: Instalar placas y baterías en 56,000 residencias de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas en un año.</p>



B. Concienciar a la ciudadanía de los riesgos para la salud derivados de los efectos del cambio climático.

COA B.1: Establecer un plan para concienciar a la ciudadanía sobre los riesgos que representan para la salud los eventos derivados del cambio climático.

Mejores prácticas:

- En los ejemplos de la Ciudad de Nueva York y Rhode Island surgen tres lecciones importantes: la educación del personal, la importancia de entender la historia de los asuntos en los que se trabaja y lo fundamental de hacer que la organización se involucre con los movimientos locales. <https://humanimpact.org/hiprojects/hegwebinars2017/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Educar y capacitar sobre los efectos del cambio climático en la salud de forma general, pero con énfasis particular en aquellos departamentos, oficinas o unidades que contribuyen a la adaptación institucional al cambio climático para responder a las necesidades existentes y emergentes que se asocian a este.</p>	<p>1. La oficina de cambio climático, salud pública y bienestar será la responsable de:</p> <p>a. Contribuir al empoderamiento y la educación de todas las personas en torno a las manifestaciones del cambio climático y sus efectos en la salud considerando los principios y valores de JEDI.</p>	<p>DS, Departamento de Recreación y Deportes y AAA</p>	<p>\$100,000 - \$200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Al menos una campaña educativa utiliza diversos medios de comunicación.</p> <p>M: Número de campañas educativas que incluyen los principios y valores de JEDI.</p>
	<p>b. Establecer alianzas con los medios de comunicación para llevar a cabo una campaña de educación sobre el cambio climático y sus efectos en la salud pública y el bienestar.</p>		<p>\$100,000 - \$200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)</p>			<p>R: Al menos una campaña anual en cada medio de comunicación disponible.</p> <p>M: Número de acuerdos con medios de comunicación.</p>
	<p>c. Fomentar la participación comunitaria y la educación sobre los efectos en la salud pública y el bienestar de los eventos relacionados con el cambio climático.</p>		<p>\$100,000 - \$200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)</p>			<p>R: 100% de las comunidades identificadas participa en al menos una actividad educativa.</p> <p>M: Número de reuniones comunitarias con fines educativos.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Educar y capacitar sobre los efectos del cambio climático en la salud de forma general, pero con énfasis particular en aquellos departamentos, oficinas o unidades que contribuyen a la adaptación institucional al cambio climático para responder a las necesidades existentes y emergentes que se asocian a este.</p>	<p>d. Fortalecer la capacidad de adaptación al cambio climático y a sus efectos en la salud de aquellos grupos identificados como vulnerables.</p>	<p>DS, Departamento de Recreación y Deportes y AAA</p>	<p>\$100,000 - 200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)</p>	<p>CDC y fondos IRA</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Al menos una evaluación anual que identifique estrategias de adaptación para grupos vulnerables.</p> <p>M: Número de evaluaciones a grupos identificados como vulnerables.</p>
	<p>e. Mejorar la capacidad y calidad de la respuesta gubernamental ante situaciones de emergencia provocadas por los efectos esperados del cambio climático en la salud y el bienestar de la población.</p>		<p>\$100,000 - 200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)</p>			<p>R: Al menos una evaluación sobre la capacidad de respuesta cada dos años.</p> <p>M: Número de evaluaciones sobre la capacidad de respuesta gubernamental.</p>
	<p>f. Evaluar la capacidad de respuesta gubernamental ante eventuales cambios en el perfil de morbilidad y mortalidad de la población derivados de la aparición de enfermedades emergentes o reemergentes como consecuencia del cambio climático.</p>		<p>\$200,000</p>			<p>R: Al menos una evaluación anual.</p> <p>M: Número de evaluaciones sobre la capacidad de respuesta gubernamental ante eventuales cambios de perfil, morbilidad y mortalidad.</p>



C. Elaborar planes especiales de protección para los grupos de riesgos [sic] más vulnerables.

COA C.1: La oficina de cambio climático, salud pública y bienestar contribuirá a fortalecer la capacidad de aquellos grupos identificados como vulnerables para adaptarse al cambio climático y a sus efectos en la salud.

Mejores prácticas:

- Consultar la *Guía de equidad en salud de Human Impact Partners* para identificar acciones que pueden llevarse a cabo desde el DS. <https://healthequityguide.org/>
- Fomentar la participación comunitaria. El estado de Nueva York ha desarrollado guías dentro de su programa Races to Justice. <https://www.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/dpho/race-to-justice-action-kit-guide-community-engagement-framework.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Desarrollar e implantar planes de adaptación con un enfoque de JEDI.	1. Realizar una cartografía de las áreas geográficas más vulnerables y sensitivas y preparar protocolos de desplazamiento y refugio específicamente para las poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas en casos de eventos climáticos extremos.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	\$300,000 por región de salud	CDC y fondos IRA	Mediano plazo	<p>R: Cartografía de cada área geográfica realizada.</p> <p>M: Número de áreas identificadas.</p>
	2. Establecer estrategias de protección de poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables a eventos de olas de calor, sequías, aumentos en el nivel del mar, tormentas e inundaciones, además de eventos que afectan la calidad del aire y del agua, así como la inocuidad de los alimentos.		\$100,000 - \$200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)	CDC	Corto y mediano plazo	<p>R: Estrategias para cada estresor publicadas al menos anualmente.</p> <p>M: Número de estrategias establecidas para la protección de las poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables.</p>



D. En conjunto con los gobiernos municipales, utilizar el perfil demográfico y análisis social de áreas municipales para evaluar áreas demográficas con mayor vulnerabilidad a la salud. Esto servirá como un accionar general de adaptación para la salud pública de las comunidades.

COA D.1: Establecimiento de colaboraciones intersectoriales para atender los eventos relacionados con el cambio climático y su efecto en la salud pública y el bienestar.

Mejores prácticas:

- Utilizar mecanismos como el Índice de Vulnerabilidad Social para identificar comunidades con necesidades para la preparación ante riesgos o la recuperación ante desastres. <https://toolkit.climate.gov/tool/social-vulnerability-index>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 La oficina de cambio climático, salud pública y bienestar será la responsable de velar por el cumplimiento de los marcos conceptuales elaborados por los CDC ⁷ Construyendo Resiliencia contra los Efectos Climáticos (BRACE, por sus siglas en inglés) y JEDI en los planes de adaptación aplicables a los municipios.	1. Utilizar los marcos conceptuales de BRACE y JEDI, para desarrollar los planes de adaptación aplicables a los municipios.	DS y municipios	\$100,000 - \$200,000 (según la población de interés, se utilizan redes sociales o medios de comunicación tradicionales)	CDC y fondos IRA	Mediano plazo	R: 100 % de los municipios utiliza los marcos conceptuales en sus planes de adaptación. M: Número de municipios con planes de adaptación que incluyen los marcos conceptuales BRACE y JEDI.
D.1.2 Establecimiento de colaboraciones intersectoriales para atender los eventos relacionados con el cambio climático y su efecto en la salud pública y el bienestar.	1. Colaboración entre la Compañía de Parques Nacionales, el Departamento de Transportación y Obras Públicas, el Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD) y grupos comunitarios para desarrollar e implantar un plan de infraestructura verde con los objetivos de reducir los riesgos de escorrentía de aguas pluviales e inundaciones y de proteger las vías fluviales y las líneas de alcantarillado de escombros y contaminantes.	Departamento de Salud, municipios, DRNA, NMEAD y la Policía de Puerto Rico	Indeterminable	CDC y fondos IRA	Mediano y largo plazo (colaboración permanente)	R: Al menos un acuerdo de colaboración con las agencias concernidas. Estrategias 1-4. M: Número de colaboraciones.

⁷ Véase información acerca de estos marcos conceptuales de los CDC en: <https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>

D.1.2 Establecimiento de colaboraciones intersectoriales para atender los eventos relacionados con el cambio climático y su efecto en la salud pública y el bienestar.	2. Colaboración con organizaciones comunitarias con el fin de informar a las comunidades vulnerables sobre las proyecciones de impacto climático para marejadas ciclónicas, precipitaciones e inundaciones, e involucrar a los residentes de la comunidad en la resiliencia y preparación para inundaciones.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar	Indeterminable	CDC y fondos IRA	Corto y mediano plazo	A) R: Al menos tres organizaciones por cada región identificadas semestralmente. M: Número de organizaciones participantes. B) R: 100 % de participación de los sectores concernidos. M: Número de sectores en colaboración.
	3. Desarrollar una colaboración intersectorial para atender la seguridad alimentaria.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar y Departamento de Agricultura	Indeterminable		Corto plazo	A) R: Al menos una persona representante de cada sector. M: Número de personas participantes. B) R: Al menos un representante por sector. M: Número de agencias y sectores con acuerdos colaborativos.
	4. Colaboración con los centros y sistemas de atención médica para aumentar la resiliencia a las inundaciones y planificar eventos extremos de tormentas e inundaciones.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar; Departamento de la Familia y ASSMCA	Indeterminable		Corto y mediano plazo	R: 100 % de los centros de salud colaboran. M: Número de colaboraciones.
	5. Trabajar con los servicios sociales y las agencias de salud mental para asegurar el acceso a los servicios de salud mental.	DS, oficina de cambio climático, salud pública y bienestar; Departamento de la Familia y ASSMCA	Indeterminable			R: Atención adecuada a las personas cuya salud mental está comprometida por las manifestaciones del cambio climático. M: Colaboraciones con el Departamento de la Familia y ASSMCA.

Tabla 7.6. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **agricultura y ganadería**.



A. Sistemas de producción y tecnología: Aumentar la productividad y mejorar la eficiencia de insumos a través de mejores prácticas de manejo y tecnología.

COA A.1: Implantar buenas prácticas de manejo para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y enmiendas¹ en la producción de cosechas.

Mejores prácticas:²

- Manejo de niveles, fuentes, lugar y tiempo de aplicación de fertilizantes, fuentes orgánicas: *4R Nutrient Stewardship*. <https://www.oecd.org/greengrowth/sustainable-agriculture/44795458.pdf>
- Manejo de fuentes y niveles de enmiendas para corregir el exceso de acidez o alcalinidad en los suelos: *Sodicity and remediation of sodic soils in North Dakota*. North Dakota State University. SF1941. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sodicity-and-remediation-of-sodic-soils-in-north-dakota>
- Uso de inhibidores y estimulantes de procesos microbianos y uso de fertilizantes especializados de eficiencia mejorada: Y. P. Timilsena *et al.*, (2014). “Enhanced efficiency fertilizers: a review of formulation and nutrient release patterns”. *Journal of Food and Agriculture*, 95(6). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.6812>
- Rotación de cultivos con leguminosas (*cash-crop*) y cobertoras: *Cover crop trends, programs, and practices in the United States*. USDA-ERS. Economic Information Bulletin number 222, 33 pp. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/100551/eib-222.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ³	Costo estimado ⁴	Fuente potencial de financiamiento ⁵	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Mitigar las emisiones de GEI (N₂O de fuentes inorgánicas y orgánicas) de los sistemas.</p> <p>A.1.2 Aumentar los rendimientos para mejorar la resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p> <p>A.1.3 Aumentar el secuestro de carbono en suelos.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente al desarrollo de estrategias para mejorar el manejo y el uso eficiente de los nutrientes.</p> <p>2. Realizar investigación que ayude a validar estrategias existentes y nuevas sobre el estado nutricional de los suelos y cultivos.</p> <p>Colaboradores potenciales: Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez; Colegio de Ciencias Agrícolas (UPR-RUM), Estación Experimental Agrícola (EEA); Instituto Nacional de Alimento y Agricultura.</p>	DA	\$1 millón (cada 5 años)	Departamento de Agricultura; Fondo de Investigación y Desarrollo Agrícola (FIDA); Instituto Nacional de Alimento y Agricultura. ⁶ Algunos ejemplos específicos de fuentes de financiamiento son: HSI; AFRI; [...]	Largo plazo (12 años; recurrente)	<p>R: Reducción de GEI.</p> <p>M: Inventario anual de GEI.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <p>R: Inventario de consumo de nutrientes (N, P₂O₅, K₂O) por cultivos.</p> <p>M: Toneladas de nutrientes consumidos por cultivos.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

¹ Enmiendas se conoce como cualquier material añadido al suelo con reclamo para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

² En la agricultura, el término *mejores prácticas de manejo* (MPM) se refiere a formas efectivas y económicamente viables para reducir o prevenir los impactos negativos sobre el suelo, el agua, el aire y los organismos. En el caso de los nutrientes provenientes de estiércol y fertilizantes, las mejores prácticas de manejo deben minimizar las pérdidas de nutrientes y maximizar la utilización por cultivos.

³ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

⁴ La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

⁵ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

⁶ Véase <https://www.nifa.usda.gov/> Una lista de las áreas programáticas se puede encontrar en: <https://www.nifa.usda.gov/grants/programs/program-operational-areas>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Mitigar las emisiones de GEI (N₂O de fuentes inorgánicas y orgánicas) de los sistemas.</p> <p>A.1.2 Aumentar los rendimientos para mejorar la resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p> <p>A.1.3 Aumentar el secuestro de carbono en suelos.</p>	<p>3. Capacitar y educar a técnicos agrícolas y agricultores para promover que estos últimos roten cultivos con leguminosas como cultivos comerciales o cobertoras,⁷ y que usen gramíneas que aporten carbono al suelo.</p> <p>4. Capacitar a agricultores en las mejores prácticas de manejo de nutrientes. Entre las mejores prácticas se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Manejo de niveles, fuentes, lugar y tiempo de aplicación de fertilizantes y fuentes orgánicas. b. Manejo de fuentes y niveles de enmiendas para corregir el exceso de acidez o alcalinidad en los suelos. c. Uso de inhibidores y estimulantes de procesos microbianos y uso de fertilizantes especializados de eficiencia mejorada. d. Mejorar el diagnóstico del estado nutricional de los cultivos mediante la agricultura de precisión. <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (Facultad [FAC]; Servicio de Extensión Agrícola [SEA]), USDA-NRCS, agricultores que sirvan de modelo, organizaciones de base comunitaria y sin fines de lucro.</p>	DA	\$110,000 (5 años)	<p>Departamento de Agricultura; Fondo de Investigación y Desarrollo Agrícola (FIDA); Instituto Nacional de Alimento y Agricultura. Algunos ejemplos específicos de fuentes de financiamiento son: HSI; AFRI; Hatch; McIntire Stennis, y Servicio de Conservación de Recursos Naturales (USDA-NRCS, programas e iniciativas: https://www.nrcs.usda.gov/programs-initiatives)</p>	Largo plazo 12 años (recurrente)	<p>R: Agricultores más capacitados en el manejo de nutrientes y enmiendas.</p> <p>M: Número de agricultores con certificación voluntaria.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>
	<p>5. Ofrecer incentivos de carácter voluntario a agricultores para el establecimiento de mejores prácticas en el manejo de nutrientes.</p> <p>6. Ofrecer certificación que evidencie que en la finca se realizan buenas prácticas de manejo de nutrientes.</p> <p>Colaborador potencial: USDA-NRCS.</p>	DA	\$45 millones (5-años)	<p>Fondos propios del DAPR y Asamblea Legislativa</p>	Mediano plazo	<p>R: Agricultores emplean prácticas adecuadas de manejo de nutrientes y enmiendas.</p> <p>M: Número de agricultores que realizan buen manejo de nutrientes mediante certificación voluntaria.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

⁷ Material vegetal utilizado entre cultivos comerciales estacionales con reclamo de mejorar la salud y fertilidad del suelo.

COA A.2: Adoptar mejores prácticas agronómicas para el manejo de cultivos.

Mejores prácticas:

- Acceso adecuado a semillas de calidad y precios asequibles: Semillas Selectas UPR-RUM EEA. <https://www.uprm.edu/eeastore/>
- Diversificación de cultivos y variedades en los sistemas de producción: Beaver *et al.*, (2020). “Contributions in Puerto Rico to bean *Phaseolus spp.*, research”. *J. Agric. Univ. P.R.*, 104, pp. 43-111. <https://www.uprm.edu/hortalizasygranosbasicos/wp-content/uploads/sites/330/2021/06/Contributions-in-Puerto-Rico-to-Bean-Research-2020-JAUPR-v.-104-p.-43-111..pdf>
- Mejorar estrategias para el manejo de la cosecha y poscosecha (momento, completar, manejo de producto y transporte del producto): 2017 *University of Puerto Rico combined research and extension annual report of accomplishments and results*, y A. Elik *et al.*, (2019). “Strategies to reduce post-harvest losses for fruits and vegetables”. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(3):
 - <https://portal.nifa.usda.gov/web/areera/Reports/2017/2017-University-of-Puerto-Rico-Combined-Research-and-Extension-Annual-Report-of-Accomplishments-and-Results.pdf>
 - <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JSTR/article/view/46757>
- Diagnóstico y manejo integrado de plagas y enfermedades (control cultural, mecánico, químico y biológico): Almodóvar (2014). *Puerto Rico IPM Coordination Program*. <https://reais.usda.gov/web/crisprojectpages/1002222-puerto-rico-ipm-coordination-program.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>A.2.2 Mejorar la calidad de los productos.</p> <p>A.2.3 Mejorar la inocuidad de los productos.</p> <p>A.2.4 Mejorar la resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente al fitomejoramiento de los cultivos de importancia para Puerto Rico mediante métodos convencionales y no convencionales.</p> <p>2. Realizar investigación que permita adaptar y transferir tecnología de manejo integrado de plagas y reducir la dependencia de plaguicidas sintéticos.</p> <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (EEA).</p>	DA	\$4 millones (5 años)	DAPR; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Largo plazo 10 años (recurrente)	<p>R: Aumentar el conocimiento y la tecnología en el fitomejoramiento.</p> <p>M: Número de publicaciones científicas y opúsculos, y cultivos y sus características mejoradas.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>A.2.2 Mejorar la calidad de los productos.</p> <p>A.2.3 Mejorar la inocuidad de los productos.</p> <p>A.2.4 Mejorar la resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p>	<p>3. Capacitar y educar a técnicos agrícolas y agricultores sobre las prácticas recomendadas (culturales, manejo de plagas y manejo agronómico) para la producción de cultivos.</p> <p>4. Capacitar a agricultores y técnicos agrícolas en estrategias para mejorar el manejo de las cosechas y el manejo poscosecha. Entre las mejores prácticas se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Acceso adecuado a semillas de calidad y precios asequibles. b. Diversificación de cultivos y variedades en los sistemas de producción. c. Mejorar estrategias para el manejo de la cosecha y poscosecha (momento, completar, manejo de producto y transporte del producto). d. Diagnóstico y control adecuado de malezas (control cultural, mecánico y químico). e. Diagnóstico y manejo integrado de plagas y enfermedades (control cultural, mecánico, químico y biológico). <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (SEA, FAC), USDA-NRCS, distritos de conservación, agricultores que sirvan de modelo y organizaciones de base comunitaria y sin fines de lucro.</p>	DA	\$110,000 (5 años)	DAPR; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Largo plazo (10 años; recurrente)	<p>R: Identificar las áreas en producción e inventarios de los sistemas de producción mediante la herramienta Sistema de Información Geográfica (SIG).</p> <p>M: Mapas que reflejen un inventario de las áreas en producción mediante la herramienta SIG.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <hr/> <p>R: Aumento en el número de agricultores que realizan buenas prácticas en el manejo de cultivos.</p> <p>M: Número de agricultores que realizan buenas prácticas de manejo de cultivos.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>A.2.2 Mejorar la calidad de los productos.</p> <p>A.2.3 Mejorar la inocuidad de los productos.</p> <p>A.2.4 Mejorar la resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p>	<p>5. Facilitar mecanismos para que los agricultores obtengan semillas de cultivos de alta calidad y a bajo costo.</p> <p>6. Establecer inventarios de carbono en suelos a nivel de finca que demuestren el progreso de los agricultores en el secuestro de carbono en los suelos.</p> <p>7. Establecer un programa de certificación de buenas prácticas agrícolas. Las entidades responsables deben procurar que el programa sea accesible a los agricultores de escala pequeña y mediana.</p> <p>Colaboradores potenciales: USDA-NRCS, distritos de conservación, USDA-APHIS, US FDA, USDA-GAP & GHP,⁸ organizaciones sin fines de lucro, USDA-AMS, <i>Fruit and Vegetable Programs. Good Agricultural Practices and Good Handling Practices Audit Verification Program.</i>⁹</p>	DA	\$30 millones (5 años)	DAPR; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Mediano plazo (recurrente)	<p>R: Aumento en el número, tipo y nivel de cumplimiento de las prácticas empleadas.</p> <p>M: Inventario del número, tipo y nivel de cumplimiento de las prácticas empleadas.</p> <hr/> <p>R: Creación del programa de certificación de buenas prácticas.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

⁸ Véase más información en: <https://www.ams.usda.gov/services/auditing/gap-ghp>

⁹ Véase más información en: https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/GAPGHP_UsersGuide.pdf

COA A.3: Adoptar mejores prácticas para el manejo de animales.

Mejores prácticas:

- Mejoría en la salud de los animales: Dawkins, M. S. (2021). "Does smart farming improve or damage animal welfare?". *Frontiers in Animal Science*, 2. <https://reeis.usda.gov/web/crisprojectpages/1002222-puerto-rico-ipm-coordination-program.html>
- Mejoría en la genética de los animales y en la calidad de pasturas y alimento: UPR-RUM. Exitosa la quinta exportación de ganado Senepol. <https://www.uprm.edu/portada/2022/06/03/quintaexportaciondesenepol/>
- Mejor manejo de pasturas y estrategias de pastoreo manteniendo la productividad y control de plantas arvenses: W. D. Pitman y A. Sotomayor-Rios (2001). *Tropical forage plants development and use*. Taylor & Francis Group.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Mitigar las emisiones directas de GEI (CH₄) de los animales.</p> <p>A.3.2 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>A.3.3 Mejorar la resiliencia de los animales a los indicadores del cambio climático.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente al mejoramiento de la salud y bienestar de los animales y a la eficiencia de su reproducción.</p> <p>2. Realizar investigación conducente al mejoramiento genético de animales que facilite su adaptación a fin de que contribuyan a mitigar el cambio climático.</p> <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (EEA).</p>	DA	\$2 millones (5 años)	DAPR; USDA-NIFA y USDA-NRCS	Largo plazo (10 años; recurrente)	<p>R: Aumentar el conocimiento y tecnología en la salud y bienestar de animales; así como su reproducción.</p> <p>M: Número de publicaciones y opúsculos realizadas en el período.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Mitigar las emisiones directas de GEI (CH₄) de los animales.</p> <p>A.3.2 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>A.3.3 Mejorar la resiliencia de los animales a los indicadores del cambio climático.</p>	<p>3. Capacitar y educar a técnicos agrícolas y agricultores sobre las prácticas recomendadas (limpieza, alimentación y manejo de plagas) para la producción animal.</p> <p>4. Capacitar a agricultores y técnicos agrícolas en estrategias para mejorar el manejo de las cosechas y el manejo poscosecha. Entre las mejores prácticas se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mejoría en la salud de los animales. b. Mejoría en la eficiencia de reproducción. c. Mejoría en la genética de los animales. d. Mejoría en la calidad de pasturas y alimento. e. Mejor manejo de pasturas y estrategias de pastoreo manteniendo la productividad y el control de plantas arvenses. <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (SEA, FAC) y USDA-NRCS.</p>	DA	\$250,000 (5 años)	DAPR; USDA-NIFA y USDA-NRCS	Largo plazo (10 años; recurrente)	<p>R: Aumentar el número de agricultores que realizan buenas prácticas de sus pasturas.</p> <p>M: Inventario del número de agricultores y fincas productoras de animales y que realizan buenas prácticas de manejo de las pasturas.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>
	<p>5. Facilitar que los agricultores tengan acceso a animales de alta calidad y a bajo costo.</p> <p>6. Establecer un programa voluntario de certificación sobre el buen trato animal (FARM Environmental Stewardship - https://nationaldairyfarm.com/dairy-farm-standards/environmental-stewardship/).</p> <p>7. Establecer un programa de certificación de buenas prácticas agrícolas de forraje. Las entidades responsables deben procurar que el programa sea accesible a los agricultores de escala pequeña y mediana.</p> <p>Colaboradores potenciales: USDA-NRCS; USDA-APHIS.</p>	DA	\$50 millones (5 años)	DAPR-FIDA y USDA-NRCS	Mediano plazo (recurrente)	<p>R: Aumentar el número de agricultores que realizan buenas prácticas de manejo animales.</p> <p>M: Inventario del número de agricultores y fincas productoras de animales y que realizan buenas prácticas de manejo animal.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

COA A.4: Adoptar mejores prácticas agronómicas para el manejo de estiércol.

Mejores prácticas:

- Actualización y validación de los planes de manejo de nutrientes en los sistemas de producción animal: USDA-NRCS. *Nutrient Management*. <https://www.nrcs.usda.gov/getting-assistance/other-topics/nutrient-management>
- Modificación de la dieta animal y optimización de las prácticas de pastoreo: *Improving manure through feed quality*. <https://www.manuremanager.com/improving-manure-through-feed-quality/>
- Evaluación e identificación en la optimización de los procesos para dar valor añadido al estiércol: L. Loyon (2018). "Overview of animal manure management for beef, pig, and poultry farms in France". *Frontiers in Sustainable Food System*, 2. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2018.00036/full>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Mitigar las emisiones de GEI (N₂O y CH₄) del estiércol almacenado en charcas y depositado en suelos.</p> <p>A.4.2 Aumentar el secuestro de carbono en el suelo.</p> <p>A.4.3 Mejorar la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.</p> <p>A.4.4 Reducir las pérdidas de N y P en la escorrentía.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente a dar valor añadido al estiércol.</p> <p>2. Realizar investigación a fin de identificar prácticas para la reducción de las emisiones directas de GEI de los animales.</p> <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (EEA).</p>	DA	\$2 millones (5 años)	DAPR; USDA-NIFA y USDA-NRCS	Largo plazo (12 años; recurrente)	<p>R: Aumentar el número de agricultores que realizan buenas prácticas de manejo de estiércol.</p> <p>M: Inventario de número de agricultores y fincas productoras de animales que realizan buenas prácticas de manejo de estiércol.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <p>R: Crear una base de datos que sirva para identificar el número, tipo de práctica empleada y su localización geográfica.</p> <p>M: Base de datos que sirva para identificar el número, tipo de práctica empleada y su localización geográfica.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Mitigar las emisiones de GEI (N₂O y CH₄) del estiércol almacenado en charcas y depositado en suelos.</p> <p>A.4.2 Aumentar el secuestro de carbono en el suelo.</p> <p>A.4.3 Mejorar la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.</p> <p>A.4.4 Reducir las pérdidas de N y P en la escorrentía.</p>	<p>3. Capacitar y educar a técnicos agrícolas y agricultores sobre las mejores prácticas para el manejo del estiércol.</p> <p>4. Capacitar a agricultores y técnicos agrícolas en las estrategias para reducir el transporte y la persistencia de nutrientes y patógenos provenientes del estiércol en los cuerpos de agua. Entre las mejores prácticas se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Actualización y validación de los planes de manejo de nutrientes en los sistemas de producción animal. b. Modificación de la dieta animal y optimización de las prácticas de pastoreo. c. Evaluación de las técnicas y los procesos para reducir la concentración y liberación de patógenos y compuestos zoonóticos. d. Evaluación e identificación en la optimización de los procesos para dar valor añadido al estiércol. <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (SEA, FAC) y USDA-NRCS.</p>	DA	\$250,000 (5 años)	DAPR; USDA-NIFA y USDA-NRCS ¹⁰	Largo plazo (12 años; recurrente)	<p>R: Aumentar el número de agricultores que realizan buenas prácticas de manejo de estiércol.</p> <p>M: Inventario de número de agricultores y fincas productoras de animales y que realizan buenas prácticas de manejo de estiércol.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <p>R: Crear una base de datos que sirva para identificar el número, tipo de práctica empleada y su localización geográfica.</p> <p>M: Base de datos que sirva para identificar el número, tipo de práctica empleada y su localización geográfica.</p>
	<p>5. Facilitar que los agricultores puedan almacenar y disponer adecuadamente del estiércol.</p> <p>Colaboradores potenciales: USDA-NRCS, USDA-APHIS. ¹¹</p>	DA	\$25 millones (5 años)	DAPR y USDA-NRCS	Mediano plazo (recurrente)	<p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

¹⁰ USDA-NRCS <https://www.nrcs.usda.gov/getting-assistance/technical-assistance/manure-and-nutrient-management>

¹¹ Véase <https://www.aphis.usda.gov>

COA A.5: Establecer prácticas de pesca comercial y acuicultura sostenible para aumentar la seguridad alimentaria ante el cambio climático.

Mejores prácticas:

- Potencial y proyecciones de la acuicultura en Puerto Rico y áreas aledañas, Cabarcas-Nuñez, Alexis & Cortes-Maldonado, Ricardo, <https://ageconsearch.umn.edu/record/257021>
- Plan de adaptación al cambio climático para pesca y acuicultura, Gobierno de Chile 2015, https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-97315_recurso_1.pdf
- Programa de Educación de Pesca Comercial Manual de Taller, DRNA: https://www.ncei.noaa.gov/data/oceans/coris/library/NOAA/CRCP/NOS/OCM/Projects/31103/NA16NOS4820106/TNC2017_ProgramaEducacionDePesca_ManualDeTaller.pdf
- Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación, 2011, <https://www.fao.org/3/i3356s/i3356s.pdf>
- Plan piloto comunitario de adaptación al cambio climático: Municipio de Culebra, https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2018/01/AdaptacionCambioClimatico_Culebra.pdf
- Consumidor responsable para pesca sustentable, 2017: https://www.caribbeanfmc.com/fact_sheets/fact%20sheets%20NATI/Fact_Sheet_ConsumidorResponsable.pdf
- Bahri, T., Vasconcellos, M., Welch, D.J., Johnson, J., Perry, R.I., Ma, X. & Sharma, R., eds. 2021. Adaptive management of fisheries in response to climate change. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 667. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb3095en>
- La inteligencia artificial aplicado a la pesca artesanal (2023). <https://medium.com/@escobaryepes11/la-inteligencia-artificial-aplicado-a-la-pesca-artesanal-ac0ce4a31a7f>
- National Geographic (2023). MARLIN, una inteligencia artificial para combatir la pesca ilegal y proteger los océanos. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/marlin-ia-para-combatir-pesca-ilegal-proteger-oceanos_20465

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.1 Diversificar la pesca comercial en el país para mejorar la seguridad alimentaria y proteger los recursos marinos.</p>	<p>1. Expandir la captura a nuevas especies menos sensibles al cambio climático a través de estudios biológicos realizados en vida marina.</p> <p>2. Definir las actividades a nivel comercial y artesanal que se pueden desarrollar con los productos que genera diversificar la pesca comercial y su viabilidad.</p> <p>Colaborador potencial: NOAA y el Caribbean Fishery Management Council (CFMC).</p>	DA y DRNA	\$1 millón	Fondos propios de las entidades responsables y de NOAA.	Mediano plazo	<p>R1: Estudios biológicos realizados en vida marina que indiquen especies menos sensibles al cambio climático.</p> <p>R2: Mayor capacitación a los pescadores sobre la captura de nuevas especies menos sensibles a las temperaturas y otros efectos del cambio climático.</p> <p>M1: Número de actividades comerciales y artesanales definidas que generan diversidad de pesca comercial y divulgación de las mismas con actualización anual.</p> <p>M2: Divulgación anual de lista oficial accesible y con información científica actualizada de especies menos sensibles al cambio climático en aguas jurisdiccionales de Puerto Rico.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.5.1 Diversificar la pesca comercial en el país para mejorar la seguridad alimentaria y proteger los recursos marinos.	3. Fomentar el consumo seguro de especies invasoras como el pez león para mantener el control poblacional de esta especie invasora y que las personas adquieran el conocimiento correcto en torno a su valor nutricional. Este pez se alimenta de los individuos más jóvenes de meros y langostas, los cuales son de potencial comercial en Puerto Rico.	DRNA	\$30,000	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	R: Mayor capacitación de los pescadores, restaurantes, suplidores y público en general sobre el consumo del pez león. M: Aumento del 50 % de la captura y consumo del pez león en los negocios y restaurantes de manera legal.
	4. Desarrollar investigaciones científicas en colaboración con las universidades, organizaciones ambientales y pescadores para actualizar la determinación de los rangos de edades, tasas de crecimiento, frecuencia de reproducción, número de crías, migraciones, mortalidad y muertes incidentales de las especies que más se cosechan en Puerto Rico. Potenciales colaboradores: UPR, Sea Grant, CFMC, NOAA y ONG.	DRNA	\$500,000	Fondos propios de la entidad responsable y de NOAA	Mediano plazo Largo plazo (10 años)	R: Se espera un mayor número de investigaciones y publicaciones sobre la pesca sostenible y los factores biológicos de los peces comerciales. M: Aumento del 50 % en las propuestas e investigaciones sobre la pesca sostenible en Puerto Rico.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.5.2 Desarrollar la acuicultura de especies adaptadas a las nuevas condiciones climáticas, con énfasis en la sostenibilidad y la eficiencia.	<p>1. Promover la acuicultura de una manera sostenible a base de sistemas de policultivos como una alternativa viable para el desarrollo acuícola por las siguientes razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Mayor eficiencia en el área de los estanques. b. Mayor estabilidad ecológica. c. Aumento en la producción total del estanque. d. Poco aumento en las labores de manejo comparadas con monocultivos. e. Mayor estabilidad de mercadeo debido a los productos que pueden ser obtenidos simultáneamente. f. Disminución del factor de conversión alimentaria. g. Reducción de costos de alimentación. h. Mejoras en la calidad del agua. i. Disminución de interrelaciones negativas entre las especies cultivadas, excepto por su propia densidad de siembra. 	DA	\$1 millón	Fondos propios de la entidad responsable y de NOAA	Mediano plazo Largo plazo (10 años)	<p>R: Mayor capacitación entre los pescadores y comerciantes sobre la acuicultura.</p> <p>M: Creación de un programa de acuicultura sostenible en Puerto Rico para promover alternativas de negocios con fuentes de financiamiento disponibles.</p>
	<p>2. Incentivar negocios para el desarrollo de policultivos de diferentes especies de acuicultura conforme a lo permitido por el DRNA.</p>	DA		Fondos propios de la entidad responsable y fondos federales (NOAA y USDA-National Institute of Food and Agriculture (NIFA))	Mediano plazo Largo plazo (10 años)	<p>R: Se espera mayor número de incentivos para el desarrollo de policultivos.</p> <p>M: Aumento de 20 % en el número de negocios con acuicultura y maricultura en Puerto Rico.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.3 Monitorear el cumplimiento de las especies dentro del registro de Vedas en Aguas Jurisdiccionales de Puerto Rico.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Informar por diferentes medios de comunicación (que incluya televisión, radio, prensa escrita e internet) las especies en veda aplicable tanto a pescadores comerciales como recreativos. Estas especies incluyen: mero cabrilla, guajil, sama, chillo, alinegra, carrucho, mero batata, mero cherna, entre otras. 2. Fortalecer el sistema de registro para la pesca comercial donde se reporten las capturas de las especies permitidas, datos de venta de pescados y mariscos, si las especies capturadas son presas o depredadores. 	DRNA	\$500,000	Fondos propios de la entidad responsable y fondos federales (NOAA y USDA-NIFA)	Corto plazo Mediano plazo	<p>R: Mayor contratación de personal adiestrado y adiestramientos.</p> <p>R: Sistema de registro actualizado y fortalecido en su formato para pesca comercial.</p> <p>M: Aumento en la divulgación mensualmente de información sobre las especies en veda a través de los diferentes medios, con un alcance preferiblemente entre el 70 % al 89 % de cobertura.</p> <p>M: Informe anual que incluya datos precisos sobre capturas, venta de pescados y mariscos, y si las especies capturadas son presas o depredadores.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.4 Promover el consumo responsable de pescados y mariscos para la protección de todas las pesquerías a nivel local.</p>	<p>1. Desarrollar dos campañas al año que promuevan el consumo responsable de pescados y mariscos. A través de estas campañas, los pescadores, dueños de restaurantes, suplidores y el público en general podrán:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Establecer una mejor trazabilidad del marisco fresco (local). Desde el pescador hasta el plato (Colaboración potencial: Compañía de Turismo). b. Reconocer las especies de peces y otros organismos marinos que se pescan en Puerto Rico. c. Proveer mayor información al público sobre datos importantes de las especies de peces, a través de las cartas de menú de los restaurantes y pesquerías. d. Familiarizarse con los datos de la historia natural de esas especies y los hábitats que ocupan. e. Conocer las épocas de veda que se aplican a estas especies como medida de protección. f. Consumir solamente especies que no están en veda. g. Seleccionar otras especies de peces y de mariscos pescados localmente que no están en veda. h. Aprender a cocinar el pescado o marisco en diferentes formas que permiten un mejor aprovechamiento del producto. 	DA	\$50,000	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Se esperan al menos dos campañas al año a través de dicho programa del DA.</p> <p>M: Divulgación intensiva (mínimo dos campañas anuales) del Programa para el Fomento, Desarrollo y Administración Pesquera de la Industria Pesquera y Acuicultura del DA.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.5 Visibilizar un banco de especies vulnerables al cambio climático para promover el aprendizaje entre los pescadores y el público en general.</p>	<p>1. Divulgar anualmente por diferentes medios de comunicación información actualizada a los pescadores, restaurantes y al público en general sobre las especies vulnerables a las temperaturas.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$20,000</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Divulgación anual en diferentes medios de comunicación de información actualizada a los pescadores, restaurantes y al público en general sobre las especies vulnerables a las temperaturas.</p> <p>M: El alcance óptimo de la divulgación anual de información debe estar preferiblemente entre el 70 % al 89 % de cobertura entre la comunidad de pescadores, comercios y público en general.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.6 Desarrollar nuevas tecnologías de pesca sostenible.</p>	<p>1. Implementar prácticas de precisión de la pesca comercial para reducir el impacto ambiental y la captura incidental, que incluyan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Establecer mayor monitoreo de los impactos de la pesca incidental a los juveniles y otras especies que sirven de alimento y las que conservan el balance ecológico. b. Establecer rigurosidad en los procesos de auditorías o evaluaciones de abastos (<i>stock assessment</i>), que incluya cámaras a bordo de las embarcaciones de pesca comercial e industrial para saber si la especie está o no considerada en una condición óptima. c. Establecer métricas validadas que incluyan el número relativo de animales, edad, tasas de reproducción, tasa de fecundidad, éxito de reproducción, reclutamiento, supervivencia, captura incidental, tendencias de esfuerzos de pesca, los desembarcos y tamaños de los peces cosechados. d. Utilizar sistemas de inteligencia artificial (IA) y calendarios lunares para analizar los datos de los peces capturados por los pescadores para determinar el mejor tiempo para finalizar la veda. e. Establecer sistemas de drones e inteligencia artificial para identificar la pesca ilegal, ayudar a los acuicultores a determinar el estado de salud de los peces, detectar signos de enfermedad y alertar a los acuicultores para que tomen las medidas necesarias. 	DRNA	\$1 millón	Fondos federales: NOAA y USDA-NIFA	Largo plazo (10 años)	<p>R: Aumentar la capacitación del personal del DRNA en nuevas tecnologías de IA para el avance de la industria.</p> <p>M: Sistema en funcionamiento de monitoreo con IA e instalación de cámaras monitoreadas por el gobierno.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.7 Establecer estrategias de gobernanza adaptativa.</p>	<p>1. Fortalecer las políticas y regulaciones pesqueras para gestionar los recursos de manera sostenible y adaptable al cambio climático.</p>	<p>DA</p>	<p>N/A</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable.</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Fortalecimiento de las políticas y regulaciones pesqueras para gestionar los recursos de manera sostenible y adaptable al cambio climático.</p> <p>M1: Se espera que más del 50 % del sector comercial reciba capacitación en alternativas de inversión costoefectiva que contribuyan a la industria pesquera.</p> <p>M2: Política pública que incluya los mecanismos institucionales, financieros y tecnológicos que estimulen la participación del sector privado en el desarrollo de la pesca y la acuicultura.</p>



B. Conservación y manejo de recursos: mantener y mejorar la conservación de los recursos.

COA B.1: Establecer un programa para la preservación y mejoramiento de los recursos genéticos de microorganismos, plantas y animales.

Mejores prácticas:

- Evitar la entrada de plagas y otros organismos extraños que puedan afectar los cultivos y animales en Puerto Rico: USDA-APHIS. <https://www.aphis.usda.gov>
- Promover el desarrollo genético y el uso de semillas de cultivos que tengan adaptación superior a las condiciones del Caribe y a condiciones asociadas al cambio climático, tales como estrés de altas temperaturas y sequía: M.R. Smith *et al.*, (2022). “Effect of drought and low P on yield and nutritional content in common bean”, *Frontiers in Plant Science*, 13, 814325. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.814325/full>
- Crear y fortalecer programas para el mejoramiento de la producción de animales (bovinos, porcinos, pequeños rumiantes y otros) de alta calidad genética y adaptados a las condiciones del cambio climático: K. Rapin (2023). “Farmers are breeding heat-resistant cows”. *Ambrook Research*. <https://ambrook.com/research/livestock/cows-puerto-rico-heat-stress-slick-mutation>
- Promover las prácticas que aumentan y mejoran la población y diversidad microbiana en los suelos: M. Bertola *et al.*, (2021). “Improvement of soil microbial diversity through sustainable agricultural practices and its evaluation”. *Microorganisms*, 9(7). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8308033/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Reducir los efectos negativos del cambio climático sobre las cosechas y los animales.</p> <p>B.1.2 Aumentar la producción y diversidad de los cultivos y animales para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>B.1.3 Fortalecer la resiliencia de los cultivos y los animales a las condiciones del cambio climático.</p> <p>B.1.4 Mejorar la biodiversidad de la flora y fauna usada en la producción agrícola y la que está presente en los sistemas agrícolas.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente al mejoramiento genético de plantas y animales mediante métodos convencionales y no convencionales adaptados a las condiciones del cambio climático.</p> <p>2. Programa de preservación de semillas y genética animal.</p> <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (EEA) y Recinto de Ciencias Médicas; USDA-NRCS; USDA-Agricultural Research Service; Tropical Agricultural Research Station (Mayagüez); U. S. Forest Service.</p>	DA	\$3 millones (5 años)	DAPR, USDA-NIFA y USDA-NRCS	Largo plazo (12 años; recurrente)	<p>R: Aumentar el conocimiento y tecnología en la preservación y mejoramiento de recursos genéticos.</p> <p>M: Número de publicaciones y opúsculos producidos en la preservación y mejoramiento de recursos genéticos</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Reducir los efectos negativos del cambio climático sobre las cosechas y los animales.</p> <p>B.1.2 Aumentar la producción y diversidad de los cultivos y animales para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>B.1.3 Fortalecer la resiliencia de los cultivos y los animales a las condiciones del cambio climático.</p> <p>B.1.4 Mejorar la biodiversidad de la flora y fauna usada en la producción agrícola y la que está presente en los sistemas agrícolas.</p>	<p>3. Capacitar y educar a técnicos agrícolas y agricultores en las mejores prácticas para la preservación de los recursos genéticos. Entre las mejores prácticas se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Evitar la entrada de plagas y otros organismos extraños que puedan afectar los cultivos y animales en Puerto Rico. b. Promover el desarrollo genético y el uso de semillas de cultivos que tengan adaptación superior a las condiciones del Caribe y a condiciones asociadas al cambio climático. c. Crear y fortalecer programas de mejoramiento para la producción de animales de alta calidad genética y adaptados a las condiciones del cambio climático. d. Promover las prácticas que aumentan y mejoran la población y diversidad microbiana en los suelos. <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (SEA, FAC).</p>	DA	\$375,000 (5 años)	DAPR, USDA-NIFA y USDA-NRCS	Largo plazo (12 años; recurrente)	<p>R: Aumento en el número de agricultores que utilizan cultivos y animales mejorados.</p> <p>M: Inventario del número de agricultores y localización geográfica de agricultores que utilizan cultivos y animales mejorados.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Reducir los efectos negativos del cambio climático sobre las cosechas y los animales.</p>	<p>4. Fortalecer el programa de producción de semillas de la UPRM. Colaboradores potenciales: UPR-RUM (EEA) y agricultores.</p>	DA	\$2.5 millones (5 años)	Combinación de fondos propios que se autogeneren; fondos USDA (SBA <i>startup</i>); fondos de DAPR	Mediano plazo (recurrente)	<p>R: Aumento en el número de agricultores que compran semillas certificadas.</p> <p>M: Inventario del número de agricultores que compran semillas certificadas.</p>
<p>B.1.2 Aumentar la producción y diversidad de los cultivos y animales para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p>	<p>5. Crear asociación con la industria privada para el establecimiento y mantenimiento de un programa de cultivo de tejidos. Colaboradores potenciales: empresas privadas.</p>		\$9 millones (5 años)			<p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>
<p>B.1.3 Fortalecer la resiliencia de los cultivos y los animales a las condiciones del cambio climático.</p>	<p>6. Fortalecer programa de mejoramiento de ganado de carne y crear programa similar con otros tipos de animales. Colaboradores potenciales: USDA-NRCS y USDA-APHIS; empresas privadas; agricultores privados; organizaciones de base comunitaria y no gubernamentales.</p>		\$1.3 millones (5 años)			<p>R: Aumento en el número de agricultores que compran animales mejorados y de calidad.</p> <p>M: Inventario del número de agricultores que compran animales mejorados y de calidad.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>
<p>B.1.4 Mejorar la biodiversidad de la flora y fauna usada en la producción agrícola y la que está presente en los sistemas agrícolas.</p>						

COA B.2. Adaptar e implementar mejores prácticas para la conservación de suelos, recursos de agua y biodiversidad y aumentar el secuestro de carbono en suelos.

Mejores prácticas:

- Promover prácticas que reduzcan la erosión, aumenten la salud y la fertilidad del suelo, y minimicen la erosión por viento y agua: *USDA, Farmers.gov. Soil health.* <https://www.farmers.gov/conservation/soil-health>
- Promover prácticas que reduzcan la aportación de nutrientes a aguas superficiales y subterráneas: *Alliance for the Great Lakes.* <https://greatlakes.org/campaigns/agricultural-pollution-the-great-lakes/>
- Promocionar actividades agrícolas que logren co-beneficios entre biodiversidad y producción agrícola: T. Mabhaudhi *et al.*, (2022). “Diversity and diversification: Ecosystem services derived from underutilized crops and their co-benefits for sustainable agricultural landscapes and resilient food systems in Africa”. *Frontiers in Agronomy*, 4. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2022.859223/full>
- Promover las prácticas que reducen la degradación de suelos (acidificación, salinización, pérdida de biodiversidad y salud de suelo): L. Olsson *et al.*, (2019). “Land Degradation: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land 5 Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and 6 Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems”. En *IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land 5 Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and 6 Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems.* Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Aumentar el secuestro de carbono mediante la formación de la materia orgánica del suelo: R. Lal (2021). “Climate change and agricultur”. En *Climate Change. Observed Impacts on Planet Earth* (pp. 661-686). Elsevier.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.2.1 Aumentar la producción agrícola local para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>B.2.2 Mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático.</p> <p>B.2.3 Reducir emisiones de GEI (N₂O).</p> <p>B.2.4 Aumentar el secuestro de carbono mediante un aumento en la materia orgánica en suelos.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente a la conservación de suelos, recursos de agua y biodiversidad.</p> <p>2. Realizar investigación para identificar estrategias de secuestro de carbono en suelos.</p> <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (EEA).</p>	DA	\$2 millones (5-años)	DAPR-FIDA; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Largo plazo (12 años, recurrente)	<p>R: Mejoría en la calidad de los recursos informáticos del suelo, y genética de plantas y animales.</p> <p>M: Publicaciones y opúsculos producidos, además de revisión periódica de los catastros e inventario de suelos.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.2.1 Aumentar la producción agrícola local para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>B.2.2 Mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático.</p> <p>B.2.3 Reducir emisiones de GEI (N₂O).</p> <p>B.2.4 Aumentar el secuestro de carbono mediante un aumento en la materia orgánica en suelos.</p>	<p>3. Capacitar y educar a técnicos agrícolas y agricultores sobre prácticas recomendadas para la conservación de suelos, recursos de agua y biodiversidad y aumentar el secuestro de carbono en suelos. Entre las mejores prácticas se destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Promover las prácticas que reduzcan la erosión, aumentan la salud del suelo, aumenten la fertilidad del suelo y minimizan la erosión por viento y agua. b. Promover prácticas que reduzcan la aportación de los nutrientes a las aguas superficiales y subterráneas. c. Promocionar actividades agrícolas que logren co-beneficios entre biodiversidad y producción agrícola. d. Promover las prácticas que reducen la degradación de los suelos (acidificación, salinización, pérdida de biodiversidad y salud del suelo). e. Aumentar el secuestro de carbono mediante la formación de la materia orgánica del suelo. <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (FAC, SEA), USDA-NRCS, USDA-APHIS, Distritos de Conservación.</p>	DA	\$400,000 (5 años)	DAPR-FIDA; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Largo plazo (12 años, recurrente)	<p>R: Cuantificar el secuestro de carbono en los suelos.</p> <p>M: Aumento en el contenido de carbono en suelos, en predios indicadores.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <p>R: Desarrollo de herramientas para cuantificar la biodiversidad en las fincas.</p> <p>M: Uso y aplicación de herramientas para cuantificar la biodiversidad.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>
<p>4. Fomentar prácticas que mejoren la conservación de los suelos, recursos de agua y la biodiversidad, y que aumenten el secuestro de carbono en los suelos.</p> <p>Colaboradores potenciales: USDA-NRCS / USDA-APHIS.</p>	\$30 millones (5 años)		DAPR	Mediano plazo (recurrente)	<p>R: Agricultores emplean prácticas de conservación.</p> <p>M: Número de agricultores que emplean mejores prácticas de manejo y prácticas de conservación y en cuáles sistemas de producción se emplean.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>	



C. Infraestructura: fortalecer y mejorar la infraestructura para hacer los sistemas agrícolas más resilientes al cambio climático.

COA C.1. Modernizar y reparar los sistemas de riego y de drenaje y crear los que sean necesarios para mejorar la resiliencia y adaptación de la agricultura.¹²

Mejores prácticas:

- Facilitar el acceso a crédito y tecnología para usar bombas de agua superficial y subterránea con alta eficiencia energética, preferiblemente impulsadas por energía renovable: *Sustainable Energy for pumping and irrigation*. https://energypedia.info/wiki/Sustainable_Energy_for_Pumping_and_Irrigation
- Fomentar el uso de charcas y sistemas de captación de agua para el uso de agua de riego agrícola: *Sustainable Energy for pumping and irrigation*. https://energypedia.info/wiki/Sustainable_Energy_for_Pumping_and_Irrigation
- Facilitar la tecnología y los recursos técnicos para mantener y reparar sistemas de riego y drenaje existentes y crear nuevos donde sea necesario. Ejemplo de propuestas para reparación de infraestructura de riego: <https://energia.pr.gov/wp-content/uploads/sites/7/2021/09/Motion-to-Submit-Second-Group-of-Generation-Projects-Initial-SOWS-NEPR-MI-2021-0002.pdf>
- Preservar los sistemas existentes de riego y drenaje en tierras agrícolas y no para usos no designados de carácter urbano o industrial.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>C.1.2 Mejorar resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p> <p>C.1.3 Hacer el mejor uso consuntivo del agua agrícola de riego.</p>	<p>1. Realizar investigación conducente a identificar sistemas de bombeo con alta eficiencia energética.</p> <p>2. Realizar investigación a fin de identificar estrategias para mejorar sistemas de drenaje.</p> <p>Colaborador potencial: UPR-RUM (EEA).</p>	DA	\$500,000 (5 años)	Gobierno de Puerto Rico; DAPR; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Mediano plazo (recurrente)	<p>R: Inventariar la distribución espacial de áreas con infraestructura de riego y drenaje</p> <p>M: Identificación geográfica de los sistemas de riego y drenaje y su estado de funcionamiento.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <p>[...]</p>

¹² Este es un tema transversal que incide en el sector agua (sección 7.7). Aunque el COA y las algunas estrategias se asemejan a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p>	<p>3. Educar al público sobre la importancia de preservar los sistemas de riego y drenaje para uso agrícola.</p> <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (FAC, SEA), Distrito de Conservación, USDA-NRCS.</p>	DA	\$125,000 (5 años)	Gobierno de Puerto Rico; DAPR; USDA-NIFA; USDA-NRCS	Mediano plazo (recurrente)	<p>[...]</p> <p>R: Aumentar el número de agricultores que tienen sistemas de riego y drenaje y registro de consumo de agua</p>
<p>C.1.2 Mejorar resiliencia de los agricultores al cambio climático.</p>	<p>4. Inventario y avalúo de localización y estado de canales de riego, embalses de almacenamiento de agua y sistemas de drenaje.</p>		\$500,000 (3-años)			<p>M: Número de agricultores que tienen sistemas de riego y drenaje y registro del consumo del agua de riego.</p>
<p>C.1.3 Hacer el mejor uso consuntivo del agua agrícola de riego.</p>	<p>5. Reparación de los canales de riego, embalses de almacenamiento de agua y sistemas de drenaje que así lo merezcan.</p>		Indeterminable	DAPR	Mediano plazo (recurrente)	<p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>
<p>6. Diseño y construcción de sistemas nuevos de canales de riego y sistemas de drenaje.</p> <p>Colaboradores potenciales: Distrito de Conservación, USDA-NRCS.</p>	Indeterminable					

COA C.2. Propiciar e incentivar el uso de maquinaria y equipo tecnológico agrícola moderno y energéticamente eficiente.

Mejores prácticas:

- Facilitar recursos para la limpieza de terrenos agrícolas en barbecho reduciendo el impacto negativo sobre los suelos y promoviendo la vegetación voluntaria existente: M. Sofiyuddin *et al.*, (2021). “Sustainable land preparation for farmer-managed lowland agriculture in Indonesia”. *Forest Policy and Economics*, 130, 102534. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389934121001404>
- Propiciar e incentivar la instalación y uso de sistemas de energía renovable o alternativa para uso y consumo propio en las fincas agrícolas: *USDA-Rural Development. Renewable Energy for America Program.* <https://energia.pr.gov/wp-content/uploads/sites/7/2021/09/Motion-to-Submit-Second-Group-of-Generation-Projects-Initial-SOWS-NEPR-MI-2021-0002.pdf>
- Propiciar e incentivar el uso de maquinaria de alta tecnología para facilitar la cosecha de productos: F. Santinato *et al.*, (2016). “Mechanical harvesting of coffee in high slope”. *Rev. Caatinga*, 29(3). <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/X89DGy7F49sWYjFpZ6tyDbf/>
- Lograr mejoría en el manejo poscosecha incluyendo el empaque de productos para reducir el desperdicio y los contaminantes.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>C.2.2 Mejorar la eficiencia energética de las actividades en las fincas incluyendo la transición al consumo de energía de fuentes renovables o alternativas.</p> <p>C.2.3 Incorporar nuevas tecnologías de ahorro energético.</p> <p>C.2.4 Reducir las emisiones de GEI (principalmente CO₂)</p>	<p>1. Promoción de las prácticas de agricultura inteligente (<i>Smart Agriculture</i>).</p> <p>Colaboradores potenciales: UPR-RUM (EEA, SEA, FAC).</p>	<p>DA; Departamento de Desarrollo Económico y Comercio (DDEC)</p>	<p>\$375,000 (5 años)</p>	<p>Gobierno de Puerto Rico, DAPR; USDA-NIFA; USDA-NRCS</p>	<p>Largo plazo (10 años, recurrente)</p>	<p>R: Aumentar el número de agricultores que emplean prácticas de agricultura inteligente (<i>Climate-Smart Agriculture</i>).</p> <p>M: Número de agricultores que emplean prácticas de agricultura inteligente (<i>Climate-Smart Agriculture</i>).</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <p>[...]</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>C.2.2 Mejorar la eficiencia energética de las actividades en las fincas, incluyendo la transición al consumo de energía de fuentes renovables o alternativas.</p> <p>C.2.3 Incorporar nuevas tecnologías de ahorro energético.</p> <p>C.2.4 Reducir las emisiones de GEI (principalmente, CO₂)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 2. Revisar el programa para la limpieza de terrenos en barbecho. 3. Crear un programa para la instalación de sistemas de energía renovable o alternativa en las fincas. 4. Facilitar el acceso a tecnología de cosechar automatizada tal como la del café. 5. Mejorar la tecnología para el manejo poscosecha (almacenes). 6. Mejorar el acceso a las instalaciones de procesamiento de productos. 7. Facilitar los recursos para mejorar el manejo poscosecha y la adaptación de la tecnología para el empaque. <p>Colaboradores potenciales: USDA-Farm Service Agency, USDA-Rural Utilities Service.</p>	DA y DDEC	Indeterminable	Indeterminado	Mediano plazo (recurrente)	<p>[...]</p> <p>R: Sistemas de uso de maquinaria y equipo moderno mediante alquiler o arrendamiento a bajo costo.</p> <p>M: Número de agricultores con maquinaria y equipo moderno y energéticamente eficiente.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

COA C.3. Preservar las tierras designadas para uso agrícola evitando su transformación a usos no designados e incompatibles con la producción agrícola, y facilitar el acceso y uso de las tierras para uso agrícola.

Mejores prácticas:

- Fomentar la delineación de las reservas agrícolas que no han sido demarcadas geográficamente: Gould *et al.*, (2017). *Land Use, Conservation, Forestry, and Agriculture in Puerto Rico. Forests*. https://data.fs.usda.gov/research/pubs/iitf/ja_iitf_2017_Gould001.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.3.1 Aumentar la producción para satisfacer la demanda de productos agrícolas.</p> <p>C.3.2 Mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático.</p> <p>C.3.3 Fortalecer (y de ser necesario crear) las leyes que protegen los terrenos para uso agrícola y no para otros usos.</p> <p>[...]</p>	<p>1. Preservar las áreas designadas como suelo rústico especialmente protegido para uso agrícola y no para usos no designados de carácter urbano o industrial. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP. Se deberán proveer recomendaciones puntuales a la JP.</p> <p>Colaboradores potenciales: USDA-NASS, USDA-Farm Service, UPRM-RUM-Colegio de Ciencias Agrícolas.</p>	<p>DA, OGPe, JP y DRNA</p>	<p>\$600,000 (3 años)</p>	<p>DAPR</p>	<p>Mediano plazo (recurrente)</p>	<p>R: Aumento en el área agrícola y en cultivos.</p> <p>M: Inventario quinquenal del área agrícola, cultivos, pasturas (mejoradas y no mejoradas), bosques y arbustos.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>[...]</p> <p>C.3.4 Facilitar que surjan nuevos agricultores y empresarios agrícolas.</p>	<p>1. Preservar las áreas designadas como suelo rústico especialmente protegido para uso agrícola y no para usos no designados de carácter urbano o industrial. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP. Se deberán proveer recomendaciones puntuales a la JP.</p> <p>Colaboradores potenciales: USDA-NASS, USDA-Farm Service, UPRM-RUM-Colegio de Ciencias Agrícolas.</p>	DA, OGPe, JP y DRNA	\$600,000 (3 años)	DAPR	Mediano plazo (recurrente)	<p>R: Aumento en el área agrícola y en cultivos.</p> <p>M: Inventario de lotes de áreas con designación agrícola en el CRIM que han cambiado a uso no agrícola de carácter urbano, suburbano o industrial.</p> <p>M: Presupuesto designado de acuerdo al costo de implantación estimado.</p> <hr/> <p>R: Aumento en el número de agricultores que han logrado acceder al uso de mayor número de fincas y áreas agrícolas.</p> <p>M: Registro del número de agricultores con necesidades de acceso a tierras y que han logrado acceso a tierras.</p>

Tabla 7.7. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **agua**.



A. Recuperar y conservar en buen estado las aguas superficiales, los acuíferos y (las) aguas subterráneas para períodos de sequía y efectos de cambio climático.

COA A.1: Desarrollar políticas públicas, programas y proyectos para proteger y conservar los cuerpos de agua superficiales y para recuperar la calidad del agua de estos recursos.

Mejores prácticas:

- Países Bajos: ha invertido en infraestructuras para controlar las inundaciones y ha desarrollado tecnologías para proteger los deltas y las zonas costeras. <https://pulitzercenter.org/stories/how-dutch-are-building-coastal-protection-less-natures-help>
- Singapur: ha adoptado un enfoque integral para la gestión del agua que incluye recolectar y tratar las aguas residuales para reutilizarlas en la industria y la agricultura. También ha desarrollado tecnologías innovadoras para desalinizar el agua de mar y purificar el agua subterránea. <https://iwa-network.org/city/singapore/>
- Israel: ha desarrollado tecnologías avanzadas para desalinizar el agua de mar, tratar las aguas residuales y gestionar la irrigación en la agricultura. <https://news.northwestern.edu/stories/2022/10/global-engineering-trek-israel-water/>
- Australia: ha establecido políticas para la gestión sostenible del agua, como invertir en infraestructuras para la gestión de las sequías y para promover la eficiencia en el uso del agua en la industria y la agricultura. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/partner-content-how-australia-is-securing-its-water-future>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Asegurar un abasto de agua de fuentes superficiales suficiente para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos. [...]	1. Controlar las extracciones de agua de quebradas, ríos y embalses para que no excedan el rendimiento seguro.	DRNA	Indeterminable	EPA, DOI, USDA y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	R: Programa de control de las extracciones de agua para mantener el rendimiento seguro. M: Control de las extracciones al 30 % a corto plazo y al 60 % a mediano plazo. Programa de control de las extracciones en operación completa a largo plazo.

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Asegurar un abasto de agua de fuentes superficiales suficiente para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Considerar las necesidades de agua del sistema energético de la isla que se usa tanto para la producción energética en las calderas como para los sistemas de control de emisiones.</p>	<p>2. Ampliar la red de monitoreo del flujo de ríos y la red de pluviómetros, y asignar fondos para su mantenimiento.</p>	DRNA	Indeterminable	DRNA, USGS, AAA y AEE	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Expansión de la red de monitoreo del flujo de ríos y pluviómetros completada.</p> <p>M: El 30 % de la expansión realizada a corto plazo y el 60 % a mediano plazo. Expansión completada a largo plazo.</p>
	<p>3. Establecer un programa de reforestación masiva aguas arriba de los embalses para controlar la erosión y sedimentación. Se le dará prioridad a los embalses que proveen agua a la AAA.</p>	DRNA	Indeterminable	EPA, DOI, USDA y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Programa de reforestación masiva aguas arriba completado.</p> <p>M: El 30 % del programa desarrollado a corto plazo y el 60 % a mediano plazo. Programa completado a largo plazo.</p>
	<p>4. Establecer un programa de créditos contributivos para crear servidumbres de conservación en terrenos privados adyacentes a los cuerpos de agua.</p>	DH	Indeterminable	DH	Corto y mediano plazo	<p>R: Programa de créditos contributivos establecido.</p> <p>M: El 50 % del programa desarrollado a corto plazo. Programa completado a mediano plazo.</p>
	<p>5. Proveer tratamiento a las aguas usadas de 50 % de la población, que carece del servicio de alcantarillado sanitario. Esta acción requerirá el uso de tecnología apropiada para las comunidades aisladas.</p>	DV	\$12,000 por vivienda	DOI, USDA y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Tratamiento de aguas usadas para comunidades aisladas completado y en operación.</p> <p>M: El 30 % de las comunidades cuenta con el servicio a corto plazo, el 60 % a mediano plazo y el 100 % a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Asegurar un abasto de agua de fuentes superficiales suficiente para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Considerar las necesidades de agua del sistema energético de la isla que se usa tanto para la producción energética en las calderas como para los sistemas de control de emisiones.</p>	<p>6. La AAA deberá aplicar procedimientos avanzados en las plantas de tratamiento de aguas usadas que descargan en las quebradas y los ríos para compensar la merma en la capacidad asimilativa de estos cuerpos de agua debido al cambio climático.</p>	AAA	Indeterminable	EPA, USDA y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Diseño e implantación del plan de tratamiento avanzado de las aguas usadas que descargan en las quebradas y los ríos.</p> <p>M: Plan implantado en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	<p>7. Reubicar tierra adentro las plantas de tratamiento de aguas usadas que se ubiquen cerca de la costa, en terrenos vulnerables al aumento del nivel del mar, las marejadas ciclónicas o las marejadas de frentes de frío.⁴</p>	AAA	Indeterminable	FEMA y AAA	Corto, mediano y largo plazo (25 años)	<p>R: Plan de reubicación de las plantas de tratamiento que estén cerca de la costa completado e implantado.</p> <p>M: Reubicación completada en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	<p>8. Forjar alianzas entre los municipios que comparten una cuenca hidrográfica con el propósito de coordinar y optimizar las medidas para proteger los cuerpos de agua de la cuenca.</p>	DRNA	Indeterminable	EPA, USDA y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Alianzas hidrográficas entre municipios establecidas.</p> <p>M: Medidas de protección de los cuerpos de agua de las cuencas hidrográficas logradas en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>

⁴ Este es un tema transversal que incide en los sectores de infraestructura (sección 7.2) y de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Asegurar un abasto de agua de fuentes superficiales suficiente para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Considerar las necesidades de agua del sistema energético de la isla que se usa tanto para la producción energética en las calderas como para los sistemas de control de emisiones.</p>	<p>9. Realizar un mejor manejo de las carreteras sin pavimentar, especialmente en la zona rural.</p>	Municipios	Indeterminable	DOT, FEMA y DTOP	Corto y mediano plazo	<p>R: Desarrollar e implantar un plan para mejorar el manejo de las carreteras sin pavimentar.</p> <p>M: Plan desarrollado e implantado al 50 % a corto plazo, y a 100 % a mediano plazo.</p>
	<p>10. Evaluar la asociación de los terrenos agrícolas, los terrenos expuestos (<i>barren land</i>) y las áreas urbanas con el agua de escorrentía y su efecto en la calidad del agua. A partir de los resultados, tomar medidas para controlar la contaminación por aguas de escorrentía.</p>	DRNA	Indeterminable	USDA, HUD, DOT y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Plan desarrollado e implantado para disminuir la escorrentía que proviene de los terrenos expuestos y su impacto en la calidad del agua.</p> <p>M: Plan completado e implantado a 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	<p>11. Detectar y eliminar las descargas de aguas usadas en los sistemas de alcantarillado pluvial:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. sistemas municipales, b. sistemas de control de inundaciones, c. sistemas pluviales de carreteras estatales. 	Cada municipio, DRNA y DTOP	Indeterminable	DOT y FEMA	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Programa de detección y eliminación de descargas de aguas usadas establecido y en operación.</p> <p>M: Detección y eliminación de las descargas de aguas usadas en los sistemas de alcantarillado pluvial en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y en plena operación a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Asegurar un abasto de agua de fuentes superficiales suficiente para atender las necesidades de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos. Considerar las necesidades de agua del sistema energético de la isla que se usa tanto para la producción energética en las calderas como para los sistemas de control de emisiones.</p>	<p>12. Eliminar las descargas en el alcantarillado sanitario del agua de lluvia de las viviendas y los edificios.</p>	AAA	Indeterminable	HUD y DV	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Programa de eliminación de descargas del agua de lluvia de las viviendas y los edificios en el alcantarillado sanitario completado y en operación.</p> <p>M: Eliminación de las descargas en el alcantarillado sanitario del agua de lluvia de las viviendas y los edificios en 30 % a corto plazo y 60 % a mediano plazo. Programa en plena operación a largo plazo.</p>
	<p>13. Detectar y eliminar las conexiones entre el alcantarillado sanitario y el alcantarillado pluvial:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. sistemas municipales, b. sistemas de control de inundaciones, c. sistemas pluviales de carreteras estatales. 	Cada municipio, DRNA y DTOP	Indeterminable	AAA	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Programa de detección y eliminación de las interconexiones de los alcantarillados sanitario y pluvial completado y en operación.</p> <p>M: Detección y eliminación de las conexiones entre el alcantarillado sanitario y el alcantarillado pluvial en 30 % a corto plazo y en 60 % a mediano plazo. Programa en plena operación a largo plazo.</p>

COA A.2: Desarrollar políticas públicas, programas y proyectos para proteger y conservar los acuíferos y restablecer la calidad del agua subterránea.

Mejores prácticas:

- Dinamarca: el país ha adoptado un enfoque integral para proteger y conservar los acuíferos que establece regulaciones estrictas para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas, así como programas de monitoreo y remediación para garantizar la calidad del agua. <https://iwa-network.org/climate-change-and-water-worldwaterday/>
- EE. UU.: la EPA y otras agencias federales han desarrollado políticas y programas para proteger y restaurar los acuíferos, que incluyen establecer regulaciones para evitar la contaminación de las aguas subterráneas y programas de monitoreo y remediación. https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-12/documents/cr_groundwater_systems_fact_sheet_2019_update.pdf
- Australia: la nación ha establecido políticas y programas de gestión del agua subterránea para proteger y restaurar sus acuíferos, que incluyen la regulación del uso del agua subterránea, la adopción de prácticas de conservación y la inversión en tecnologías de tratamiento. <https://www.wa.gov.au/service/natural-resources/water-resources/rebalancing-our-groundwater>
- Alemania: el país ha establecido una serie de regulaciones y programas para proteger los acuíferos y recuperar la calidad del agua subterránea con medidas que incluyen establecer zonas de protección, prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías de tratamiento avanzadas. <https://www.oecd.org/env/resources/Germany.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Mejorar el abasto de las aguas subterráneas para contribuir a atender la demanda de agua de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos.</p>	<p>1. Establecer barreras hidráulicas con la inyección de aguas usadas tratadas cerca de la costa para evitar o reducir la infiltración del agua salada a los acuíferos.</p>	AAA	Indeterminable	FEMA y USDA	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Se construyen las barreras hidráulicas necesarias en las áreas costeras de mayor vulnerabilidad al aumento del nivel del mar.</p> <p>M: 30 % de las barreras construidas a corto plazo; 60 % a mediano plazo y el 100 % a largo plazo.</p>
	<p>2. Reabastecer los acuíferos con aguas usadas tratadas apropiadamente para compensar la merma en el abastecimiento debido al cambio climático.</p>	AAA	Indeterminable	FEMA y AAA	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Programa de reabastecimiento de los acuíferos con aguas usadas apropiadamente tratadas completado y en operación.</p> <p>M: Reabastecimiento de los acuíferos con aguas usadas tratadas en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y en plena operación a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Mejorar el abasto de las aguas subterráneas para contribuir a atender la demanda de agua de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos.</p>	<p>3. Controlar las extracciones de las aguas subterráneas existentes para evitar que se exceda el rendimiento seguro de los acuíferos.</p>	DRNA	Indeterminable	USDA, NRCS y DRNA	Corto y mediano plazo	<p>R: Programa de control de extracciones de las aguas subterráneas completado y en operación.</p> <p>M: Control de las extracciones de las aguas subterráneas existentes en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y en plena operación a largo plazo.</p>
	<p>4. Detectar y eliminar los pozos clandestinos para evitar que la extracción del agua subterránea exceda el rendimiento seguro y propicie un aumento en la infiltración del agua salada.</p>	DRNA	Indeterminable	EPA, USDA y NRCS	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Programa de detección y eliminación de pozos clandestinos completado y en operación.</p> <p>M: 30 % a corto plazo detectado y eliminado; 60 % a mediano plazo y programa en plena operación a largo plazo.</p>
	<p>5. Construir en terrenos agrícolas charcas para recoger el agua de lluvia y canalizar su infiltración a los acuíferos.</p>	DA	Indeterminable	USDA y NRCS	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Cantidad necesaria de charcas construidas en terrenos agrícolas.</p> <p>M: 30 % de las charcas construidas a corto plazo, 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Mejorar el abasto de las aguas subterráneas para contribuir a atender la demanda de agua de la sociedad puertorriqueña en estos momentos y en el futuro, cuando se incrementen los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos.</p>	<p>6. Detectar y eliminar las descargas de aguas usadas en los sumideros.</p>	DRNA	Indeterminable	DRNA y NRCS	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Programa de detección y eliminación de las descargas de aguas usadas en los sumideros completado y en operación.</p> <p>M: Detección y eliminación de las descargas de aguas usadas en los sumideros en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	<p>7. Cierre de los vertederos ubicados en la zona de karso.</p>	DRNA	Indeterminable	EPA, NRCS, USDA y DRNA	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Cierre de todos los vertederos ubicados en la zona del karso.</p> <p>M: 30 % de los vertederos cerrados a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>

COA A.3: Desarrollar medidas para mantener el suministro del agua durante las sequías.

Mejores prácticas:

- Australia: el país ha desarrollado planes y políticas de gestión de sequías a nivel nacional, que incluyen medidas como la construcción de infraestructura para captar y almacenar agua, usar tecnologías de desalinización y promover prácticas de uso eficiente del agua en la agricultura y el sector doméstico. https://www.droughtmanagement.info/literature/GovAustr_drought_in_australia_2012.pdf
- Israel: el Estado ha puesto en marcha diversas medidas para mantener el suministro durante las sequías, como usar tecnologías avanzadas de riego, reutilizar las aguas residuales tratadas y adoptar técnicas de manejo del agua a nivel agrícola. <https://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd16/LC/presentations/zaide.pdf>
- España: la nación ha enfrentado sequías recurrentes y ha implantado planes de gestión de sequías para diferentes regiones, los cuales incluyen promover la eficiencia en el uso del agua, usar tecnologías de riego más eficientes y la gestión sostenible de los recursos hídricos. https://drought.emergency.copernicus.eu/documents/EDO_User_Meeting/2017/5_Fraile_The%20Spanish%20System%20for%20Drought%20Monitoring.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.1 Desarrollar y establecer medidas y programas que promuevan y mantengan el buen uso del agua durante los eventos de sequía en Puerto Rico.	<p>1. Como medida a corto plazo, dragar los embalses estratégicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Carraízo, b. Dos Bocas, c. Guayabal. 	<ul style="list-style-type: none"> a. AAA b. AEE c. AEE 	<ul style="list-style-type: none"> a. \$100 millones b. \$400 millones c. \$10 millones 	AAA, FEMA y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Dragado de los embalses estratégicos completado.</p> <p>M: 30 % de los embalses estratégicos dragados a corto plazo, 60 % a mediano plazo y el 100 % a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.1 Desarrollar y establecer medidas y programas que promuevan y mantengan el buen uso del agua durante los eventos de sequía en Puerto Rico.	2. Establecer y llevar a cabo un programa de dragado de mantenimiento en los embalses que suplen agua a la AAA: <ul style="list-style-type: none"> a. Cerrillos, b. Dos Bocas, c. Caonillas, d. Guayabal, e. Guajataca, f. Patillas, g. Carraízo, h. La Plata, i. Cidral, j. Toa Vaca, k. Carite. 	<ul style="list-style-type: none"> a. DRNA b. AEE c. AEE d. AEE e. AEE f. AEE g. AAA h. AAA i. AAA j. AAA k. AAA 	Indeterminable	AAA, FEMA y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo (25 años)	R: Programa de dragado creado y en operación M: 30 % de los embalses dragados a corto plazo, 60 % a mediano plazo y 100 % de los embalses a largo plazo.
	3. Remover los jacintos de agua y otras malezas acuáticas de los embalses que suplen agua a la AAA.	AAA	Indeterminable	AAA, FEMA y fondos propios de las entidades responsables	Corto y mediano plazo	R: Remoción de la maleza acuática completada y un programa de mantenimiento en operación. M: Remoción de 50 % de la maleza acuática a corto plazo; remoción de 100 % a mediano plazo.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.1 Desarrollar y establecer medidas y programas que promuevan y mantengan el buen uso del agua durante los eventos de sequía en Puerto Rico.	4. Enmendar la Orden Administrativa de la AAA para que se impongan multas por el despilfarro y uso indebido del agua tan pronto el Monitor de Sequía de Estados Unidos informe que existe una condición de sequía severa en el área de captación de un embalse o en tomas de agua en ríos. En la actualidad, la Orden Administrativa autoriza multas cuando un programa de racionamiento de agua entra en vigor.	AAA	Indeterminable	AAA, FEMA y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Orden administrativa enmendada e implantada.</p> <p>M: Reducción de la pérdida de agua de 60 % a 45 % a corto plazo; de 45 % a 30 % a mediano plazo; de 30 % a 17 % a largo plazo.</p>
	5. Estudiar la alternativa de interconectar los embalses y canales de riego agrícolas.	AAA	Indeterminable	USDA y Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS)	Mediano plazo	<p>R: Estudio sobre la viabilidad de interconectar los embalses con los canales de riego agrícola completado.</p> <p>M: Estudio completado a mediano plazo.</p>
	6. Fomentar la instalación de cisternas (aljibes) en todas las viviendas y estructuras nuevas y en las existentes.	DRNA y DV	Entre \$3,000 y \$10,000 en promedio por cisterna	HUD, FEMA y USDA	Corto plazo y mediano plazo	<p>R: Campaña educativa completada.</p> <p>M: 50 % de las viviendas con cisternas instaladas a corto plazo y 100 % de las viviendas con cisternas a mediano plazo.</p>



B. Establecer mejoras de ahorro, calidad y consumo eficiente del agua.

COA B.1: Establecer un programa para conservar el agua en las viviendas e industrias, los comercios, hoteles, hospitales y edificios de oficinas.

Mejores prácticas:

- EE. UU.: estados y ciudades han establecido programas de conservación del agua en diversos sectores. Estos programas incluyen incentivos financieros para instalar dispositivos de bajo consumo de agua, regulaciones de eficiencia hídrica en la construcción y la promoción de prácticas de riego eficiente. https://19january2021snapshot.epa.gov/greeningepa/water-conservation-epa_.html
- Singapur: la isla nación ha desarrollado un programa integral de conservación del agua en diversos sectores, incluyendo las viviendas, los comercios, hoteles y hospitales. Esto ha sido posible mediante el uso de tecnologías avanzadas de reutilización del agua, sistemas de recolección del agua de lluvia y programas de concienciación pública. <https://www.pub.gov.sg/public/waterloop/water-conservation>
- Alemania: el país ha establecido programas y políticas para promover la conservación del agua en edificios residenciales y comerciales. Estos programas incluyen la instalación de tecnologías de ahorro del agua, sistemas de medición y monitoreo del consumo y la promoción de prácticas de gestión del agua sostenibles. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/nationale_wasserstrategie_2023_en_bf.pdf
- Israel: dado su contexto de escasez de agua, ha desarrollado programas y tecnologías avanzadas para conservar el agua en diversos sectores. Esto incluye utilizar sistemas de riego eficiente, promover tecnologías de tratamiento y reutilización del agua y establecer políticas de conservación del agua. <https://www.oecd.org/climate-action/ipac/practices/israel-s-sustainable-water-management-plans-d81db5f5/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Reducir la demanda del agua en Puerto Rico. ⁵ (Véase también el objetivo F.1.1.)	1. Requerir por ley enseres y equipos de alta eficiencia en el uso del agua en toda nueva construcción de viviendas, hoteles, hospitales, industrias, centros comerciales, comercios y edificios de oficina.	Asamblea Legislativa	Indeterminable	EPA	Corto y mediano plazo	R: Reducción de 20 % en la demanda del agua para 2050. M: Reducción de 75 % anual.
	2. Establecer por ley un programa de subsidios para el remplazo de enseres y equipos en estructuras existentes por enseres y equipos de alta eficiencia en el uso del agua.	Asamblea Legislativa	Indeterminable	EPA y FEMA	Corto y mediano plazo	R: Ley de subsidios en vigor. M: Programa desarrollado a corto plazo y remplazo de enseres y equipos en estructuras existentes por enseres y equipos de alta eficiencia en el uso del agua a mediano plazo.

⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructura (sección 7.2). Aunque el objetivo y las estrategias se asemejan a otros incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA B.2: Establecer medidas para mejorar la calidad del agua potable.

Mejores prácticas:

- Canadá: ha establecido regulaciones y estándares estrictos para el suministro del agua potable. El país tiene un sistema de monitoreo riguroso y trabaja en colaboración con las provincias y los territorios para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad. Esto ha llevado a una mejora significativa en la calidad del agua potable en todo el país. <https://www160.statcan.gc.ca/environment-environnement/water-quality-qualite-eau-eng.htm>
- Alemania: ha desarrollado medidas exitosas para garantizar la calidad del agua potable. El país tiene uno de los sistemas de suministro de agua más avanzados y cuenta con estrictas regulaciones y controles de calidad. Además, Alemania invierte en tecnologías de tratamiento de vanguardia y en la protección de las fuentes de agua para garantizar una alta calidad del agua potable. <https://borgenproject.org/water-quality-in-germany/>
- Nueva Zelanda: ha logrado mejoras significativas en la calidad del agua potable mediante la aplicación de regulaciones y estándares estrictos. El país ha invertido en infraestructura de tratamiento de agua y en programas de monitoreo y control de la calidad del agua en todo el territorio. <https://niwa.co.nz/our-science/freshwater/research-projects/all/restoration-of-new-zealand-streams/ways-to-improve-stream-water-quality>
- Singapur: ha establecido un enfoque innovador y exitoso para garantizar la calidad del agua potable. El país ha desarrollado tecnologías avanzadas de tratamiento de agua, incluyendo desalinizar y reutilizar el agua, lo que ha permitido a Singapur tener un suministro de agua potable seguro y de alta calidad. <https://www.nea.gov.sg/our-services/pollution-control/water-quality/keeping-our-water-clean>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.1 Desarrollar programas que permitan mejorar la calidad del agua potable que se consume en Puerto Rico.	1. Proveer plantas de generación de energía eléctrica a todas las plantas potabilizadoras para evitar la interrupción del suministro de agua durante apagones.	AAA	Indeterminable	FEMA y DOE	Corto y mediano plazo	<p>R: Programa de mejoras a la calidad del agua potable completado y en operación.</p> <p>M: 75 % de las plantas potabilizadoras cuenta con una planta de generación de energía eléctrica de emergencia y 100 % de las plantas potabilizadoras, con plantas de emergencia a mediano plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.1 Desarrollar programas que permitan mejorar la calidad del agua potable que se consume en Puerto Rico.	2. Proveer plantas de generación de energía eléctrica a las estaciones principales de bombeo de agua potable para asegurar el suministro de agua durante apagones.	AAA	Indeterminable	FEMA y DOE	Corto y mediano plazo	R: Plantas de generación de energía instaladas en todas las estaciones de bombas principales. M: 75 % de las estaciones principales de bombeo de suministro de agua cuenta con plantas de generación de energía para apoyo en apagones a corto plazo y 100 % a mediano plazo.
	3. Establecer reservas estratégicas de agua para continuar el suministro de agua cuando se registran niveles altísimos de turbiedad que ponen en riesgo la planta potabilizadora y provocan la interrupción en el suministro de agua.	AAA	Indeterminable	FEMA y USDA	Corto y mediano plazo	R: Reservas de agua necesarias para mantener el suministro sin interrupción completado y en operación. M: 50 % de las plantas potabilizadoras con reservas estratégicas de agua a corto plazo y 100 % de las plantas a mediano plazo.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.1 Desarrollar programas que permitan mejorar la calidad del agua potable que se consume en Puerto Rico.	4. Alertar a la ciudadanía para que hierva el agua por tres minutos una vez que se restablezca el servicio de agua luego de una interrupción en el suministro.	AAA	Indeterminable	FEMA y EPA	Corto y mediano plazo	<p>R: Programa de alertas a la ciudadanía para hervir el agua luego de una interrupción del suministro completado y en operación.</p> <p>M: 100 % de la ciudadanía informada por medio del programa a mediano plazo. Menor incidencia de enfermedades gastrointestinales asociadas a la ingesta de agua sin purificar.⁶</p>
	5. Establecer sistemas de aireación en embalses donde se necesite para mejorar la calidad del abasto de agua en las plantas potabilizadoras. Este sistema se ha utilizado con mucho éxito en el embalse Toa Vaca.	AAA	Indeterminable	FEMA y EPA	Corto y mediano plazo	<p>R: Sistemas de aireación en operación en los embalses que aplique.</p> <p>M: Mejorar la calidad del abasto de agua en las plantas potabilizadoras.</p> <p>M: Sistemas instalados en 50 % de los embalses donde sea necesario a corto plazo y 100 % a mediano plazo.</p> <p>M: Mejoramiento de la calidad del agua en cumplimiento con los estándares federales y estatales.</p>

⁶ Véase más información en *Advertencia de que se debe hervir el agua*, emitida por los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades: <https://www.cdc.gov/healthywater/emergency/es/drinking/boil-water-advisory-es.html>



C. Establecer y desarrollar guías a ser utilizadas para evaluar sistemas de recolección y utilización de agua de lluvia en toda nueva construcción de edificios y viviendas.⁷

COA C.1: Desarrollar una guía para la construcción de sistemas de recolección y utilización del agua de lluvia en las viviendas y los edificios nuevos.

Mejores prácticas:

- Brasil: la nación tiene leyes que requieren que los edificios nuevos en algunas áreas utilicen sistemas de recolección y uso de agua de lluvia. El agua de lluvia recolectada se utiliza para regar los jardines y para lavar vehículos. <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/4/471>
- EE. UU.: varias ciudades y estados tienen regulaciones que requieren recolectar el agua de lluvia en los edificios nuevos. El agua de lluvia recolectada se utiliza para el riego y para interiores, como en los baños y las lavadoras. <https://www.energy.gov/femp/rainwater-harvesting-regulations-map>
- Singapur: la isla ha establecido una política para recolectar el agua de lluvia en todos los edificios nuevos y en algunos edificios existentes. El agua de lluvia recolectada se utiliza para el riego y para interiores, como en los baños y las lavadoras. <https://bwsmartcities.businessworld.in/article/Harvesting-Every-Drop-The-Singapore-Water-Story/16-03-2017-114513/>
- India: el gobierno indio ha establecido una política para recolectar el agua de lluvia en las construcciones de edificios y en las renovaciones de edificios existentes. El agua de lluvia recolectada se utiliza para el riego y para interiores, como en los baños y las lavadoras. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/lessons-from-the-field-rainwater-harvesting-in-hiware-bazaar-india>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.1 Asegurar la instalación de los sistemas apropiados y eficientes para recuperar y utilizar el agua de lluvia en los edificios y las viviendas, y que estos sistemas puedan mantenerse sin inversiones significativas de fondos.	1. Requerir por ley que la AAA desarrolle, implante y fiscalice esta guía.	Asamblea Legislativa	Indeterminable	FEMA y USDA	Corto y mediano plazo	<p>R: Ley desarrollada e implantada.</p> <p>R: Sistemas de recuperación y utilización del agua de lluvia instalados en toda vivienda y edificios de nueva construcción.</p> <p>M: Ley en efecto a corto plazo y su implantación a mediano plazo.</p>
	2. Requerir por ley que toda construcción nueva instale un sistema de recuperación y utilización del agua de lluvia.	Asamblea Legislativa	Indeterminable	FEMA y HUD	Corto y mediano plazo	<p>R: Ley aprobada.</p> <p>M: Desarrollo de la ley a corto plazo y ley en efecto a mediano plazo.</p>

⁷ La Ley 33-2019, artículo 9 inciso g (3), dispuso que esta medida se tomara “a partir del año 2020”.



D. Establecer y proteger áreas de captación de agua de lluvia en todo Puerto Rico.

COA D.1: Identificar las áreas de captación de lluvia y desarrollar medidas para garantizar este uso esencial de dichos terrenos.

Mejores prácticas:

- El Colegio de Químicos recomienda cosechar el agua de lluvia. https://www.elvocero.com/actualidad/otros/el-colegio-de-qu-micos-recomienda-que-se-coseche-el-agua-de-lluvia/article_2fa0471e-fe65-11ec-953a-63044f8c91ed.html
- Cosecha de aguas de lluvia. <https://pdfslide.net/documents/fdo-abrua-cosecha-de-aguas-de-lluvia-cosechadeaguasdelluviacomopartedelasestrategiasdeinfraestructuraverde.html?page=1>
- Cosecha de aguas de lluvia y su potencial en edificios verdes. <https://www.corrienteverde.com/conservacion/cosecha-de-aguas-de-lluvia-y-su-potencial-en-edificios-verdes>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Ampliar la captación y utilización de la lluvia en Puerto Rico.	1. Identificar los terrenos donde se pueda captar una gran cantidad de lluvia.	DRNA	Indeterminable	EPA, USDA y NRCS	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Terrenos de gran captación de lluvia identificados.</p> <p>M: 30 % de terrenos identificados a nivel isla a corto plazo; 60 % a mediano plazo y completada su identificación a largo plazo.</p>
	2. Designar estos terrenos como meritorios de protección especial.	DRNA y JP	Indeterminable	EPA, USDA y NRCS	Corto y mediano plazo	<p>R: Terrenos donde se pueda captar una gran cantidad de lluvia designados como áreas de protección especial.</p> <p>M: 50 % de los terrenos identificados designados a corto plazo y 100 % a mediano plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Ampliar la captación y utilización de la lluvia en Puerto Rico.	3. Comprar estos terrenos para protegerlos a perpetuidad.	AAA	Indeterminable	EPA, USDA y BLM	Corto y mediano plazo	<p>R: Terrenos protegidos a perpetuidad.</p> <p>M: Compra de 50 % de los terrenos a corto plazo y de 100 % a mediano plazo.</p>
	4. Construir, operar y mantener los sistemas de captación y almacenamiento de la lluvia.	AAA	Indeterminable	EPA, USDA, BLM y NRCS	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Sistemas de captación y almacenamiento construidos, y en operación y mantenimiento continuo.</p> <p>M: 30 % de los sistemas de captación y almacenamiento en funciones y con sus respectivos planes de mantenimiento a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	5. Establecer un incentivo contributivo para entidades privadas que protejan las áreas de captación de la lluvia.	DH	Indeterminable	EPA y USDA	Corto y mediano plazo	<p>R: Áreas de captación de lluvia protegidas por entidades privadas.</p> <p>M: Aumento porcentual del incentivo contributivo destinado para proteger las áreas de captación de lluvia.</p>

COA D.2: Requerir la captura, el almacenamiento y uso del agua de lluvia en estructuras existentes.

Mejores prácticas:

- Australia: El país ha establecido políticas y regulaciones que requieren o fomentan recoger y usar el agua de lluvia en las estructuras existentes, como viviendas y edificios comerciales. http://www.rainwaterharvesting.org/Policy/Legislation_international.htm
- Alemania: En algunas regiones del país se han establecido regulaciones para recoger y usar el agua de lluvia en los edificios existentes, como una medida de conservación del agua y de sostenibilidad. <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/raindrops-falling-my-reservoir-harvesting-rain-germany-and-eu/16781/>
- India: En algunas ciudades han promovido regulaciones que requieren instalar sistemas para recoger el agua de lluvia en las estructuras existentes, especialmente en las áreas urbanas con problemas de suministro de agua. <https://www.cseindia.org/laws-and-policy--1161#:~:text=Ministry%20of%20Urban%20Development%20and,and%20above%20will%20be%20mandatory>
- Brasil: En algunas localidades se han establecido regulaciones y programas que promueven recoger y usar el agua de lluvia en los edificios existentes. <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/4/471>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>D.2.1 Reutilizar la superficie del terreno ya construida para aumentar las posibles fuentes de abastecimiento de agua, siempre que existan los equipos adecuados.</p>	<p>1. Incentivar a equipar y dotar los techos de los centros comerciales y sus estacionamientos con sistemas de cosecha del agua de lluvia.</p>	DRNA y DDEC	<p>Sistema básico con cisterna de agua no potable, \$4 por galón almacenado</p>	<p>EPA y fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto, mediano y largo plazo (10 años)</p>	<p>R: Centros comerciales y sus estacionamientos con sistemas de cosecha de lluvia funcionando.</p> <p>M: 30 % o más de los centros comerciales y estacionamientos con cosecha de agua de lluvia en los techos a corto plazo; 60 % a mediano plazo y el 100 % a largo plazo.</p>
	<p>2. Equipar y dotar los techos de las escuelas públicas y sus estacionamientos con sistemas de cosecha del agua de lluvia.</p>	DRNA, DE, DTOP y AEP	<p>Sistema básico con cisterna de agua no potable, \$4 por galón almacenado</p>	<p>USDA, NRCS, EPA y fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto, mediano y largo plazo (10 años)</p>	<p>R: Escuelas y sus estacionamientos con sistemas de cosecha de agua de lluvia funcionando.</p> <p>M: Sistemas instalados en el 30 % de las escuelas a corto plazo; 60 % a mediano plazo y el 100 % a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.2.1 Reutilizar la superficie del terreno ya construida para aumentar las posibles fuentes de abastecimiento de agua, siempre que existan los equipos adecuados.	3. Requerir la cosecha del agua de lluvia a toda vivienda unifamiliar nueva.	DV	\$1,000 -\$3,500 por sistema de cosecha de lluvia	HUD y fondos propios de la entidad responsable	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	<p>R: Toda vivienda nueva tendrá un sistema de cosecha de lluvia.</p> <p>M: Cosecha de lluvia en el 30 % de las viviendas unifamiliares nuevas a mediano plazo; 60% a mediano plazo y en el 100 % a largo plazo.</p>
	4. Prohibir que se imponga un cargo a las personas que cosechen agua de lluvia.	DV	Indeterminable	DV, HUD y fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Cosecha de lluvia libre de gravamen.</p> <p>M: 100 % de los lugares que cosechan lluvia libres de impuesto.</p>
	5. Incentivar a equipar y dotar con sistemas de cosecha de agua de lluvia los techos y otras áreas de infraestructura que apliquen, ya sean públicas, privadas, comerciales o de vivienda.	DRNA y DDEC	Sistema básico con cisterna de agua no potable, \$4 por galón almacenado	USDA, NRCS, EPA, HUD (CDGD-DR), DV y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Techos y otras áreas de infraestructura pública, privada y comercial que apliquen con sistemas de cosecha de lluvia.</p> <p>M: El 10 % o más de los techos y otras áreas de infraestructura pública, privada y comercial que apliquen con sistemas de cosecha de lluvia a corto plazo; 40 % a mediano plazo y el 100 % a largo plazo.</p>



E. Redefinir el reúso de aguas usadas producidas por las plantas de tratamiento de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.

COA E.1: Desarrollar e implantar estrategias integradas que permitan maximizar el aprovechamiento de las aguas usadas tratadas por la AAA de forma segura y eficiente.

Mejores prácticas:

- Singapur: tiene uno de los sistemas de reutilización de agua más avanzados del mundo en donde el agua tratada se utiliza para riego, lavado de vehículos, descarga de inodoros y sistemas de refrigeración de edificios. https://www.voanews.com/a/east-asia-pacific_singapore-turns-sewage-clean-drinkable-water-meeting-40-demand/6209374.html
- México: en algunas ciudades, como la Ciudad de México, se utiliza agua tratada para la recarga de acuíferos, la recuperación de ríos y la irrigación de parques y áreas verdes. <https://www.gob.mx/imta/documentos/manejo-de-la-recarga-de-acuiferos-un-enfoque-hacia-latinoamerica#%3A~%3Atext%3DLa%20recarga%20de%20acuiferos%20se%2Csubsuelo%20para%20su%20posterior%20uso%26text%3Do%20para%20remediar%20la%20condición%20Co%20impedir%20la%20intrusión%20salina>
- Australia: la reutilización de agua se ha convertido en una práctica común en muchas regiones con escasez líquida. El agua tratada se utiliza para el riego, la recarga de acuíferos y la recuperación de ríos y lagos. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666445320300064>
- España: en algunas regiones, como en la isla de Tenerife, se reutiliza el agua tratada para la agricultura y para el riego de parques y jardines. https://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/Ingcivil/113/articulo1/reutilizacion.htm

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.1 Aprovechar al máximo los 228 millones de galones diarios (MGD) de aguas usadas tratadas que produce la AAA.	1. Reusar todas las aguas usadas tratadas de la AAA.	AAA	Indeterminable	AAA y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo	<p>R: Todas las aguas usadas tratadas por la AAA se reúsan.</p> <p>M: Reúso de 30 % de todas las aguas usadas a corto plazo, 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	2. Requerir por ley que se rieguen los campos de golf con aguas usadas tratadas.	DRNA y AAA	Indeterminable	Municipios	Corto y mediano plazo	<p>R: Todos los campos de golf se riegan con aguas tratadas.</p> <p>M: 50 % de los campos de golf utiliza aguas tratadas para riego a corto plazo y 100 % a mediano plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.1 Aprovechar al máximo los 228 millones de galones diarios (MGD) de aguas usadas tratadas que produce la AAA.	3. Requerir por ley que se rieguen los parques y las áreas verdes con aguas usadas tratadas.	DRNA y AAA	Indeterminable	Municipios, DTOP y fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	R y M: Los parques y áreas verdes se riegan con aguas tratadas.
	4. Requerir por ley el lavado de calles y aceras con aguas usadas tratadas.	DRNA y AAA	Indeterminable	Municipios, DTOP y fondos propios de las entidades responsables	Corto y mediano plazo	R: Todas las calles y aceras se lavan con aguas tratadas. M: A corto plazo, 50 % del agua para lavar aceras y calles serán aguas tratadas y 100 % a mediano plazo.
	5. Reusar las aguas usadas tratadas en las plantas regionales de tratamiento de Puerto Nuevo y Bayamón para suplir el agua de las calderas de las plantas de generación eléctrica de Puerto Nuevo y Palo Seco. Realizar los estudios necesarios de las aguas residuales de las plantas de tratamiento de la AAA para garantizar que se cumplan con los parámetros y estándares de diseño del sistema de purificación de agua ultrapura en las plantas generatrices.	AAA y AEE/ Genera PR	Indeterminable	AEE y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo	R: Las aguas tratadas se utilizan en las plantas generatrices de Puerto Nuevo y Palo Seco. M: Se utiliza 30 % de las aguas tratadas a corto plazo, 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.
	6. Explorar la viabilidad de utilizar las aguas usadas tratadas de la planta regional de Ponce para riego agrícola.	DRNA y AAA	Indeterminable	DA y fondos propios de las entidades responsables	Corto y mediano plazo	R: Informe sobre la viabilidad del uso de aguas tratadas de Ponce para terrenos agrícolas. M: Aguas usadas tratadas de la planta regional de Ponce se usan par el riego agrícola si el informe establece que es viable.



F. Reducir la pérdida de agua potable promoviendo el uso de equipos de bajo consumo de agua en nuevos proyectos de vivienda, comerciales e industriales.

COA F.1: Establecer políticas, leyes y reglamentos que requieran la instalación obligatoria de dispositivos eficientes en proyectos nuevos para optimizar el uso del agua y minimizar su desperdicio.⁸

Mejores prácticas:

- Israel: el país hizo obligatorio el uso de inodoros eficientes y fijó tarifas de agua que desalientan el derroche. <https://www.timesofisrael.com/recycling-toilet-waste-and-four-other-israeli-answers-to-californias-drought/>
- Singapur: la isla puede satisfacer hasta 30 % de sus necesidades de agua con agua reciclada, y hasta 25 % de sus necesidades con agua desalinizada. El uso de agua por persona se redujo también de 43 galones (165 litros) por día en 2003 a 39 galones (150 litros) en la actualidad. <https://www.weforum.org/agenda/2022/11/singapore-wastewater-recycling-water-stressed/>
- EE. UU.: el programa *WaterSense* se diseñó en asociación voluntaria entre la EPA y los fabricantes, minoristas y empresas de servicios públicos para llevar productos de uso eficiente del agua a los consumidores: <https://www.epa.gov/watersense>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
F.1.1 Aprobar una ley que exija la instalación de equipos de bajo consumo de agua en los nuevos proyectos de construcción de viviendas, comercios e industrias. (Véase también el objetivo B.1.1.)	1. Redactar un proyecto de ley para exigir la instalación de equipos de bajo consumo de agua en los nuevos proyectos de construcción de viviendas, comercios e industrias.	DRNA	Indeterminable	Fuentes propias de la entidad responsable	Corto plazo	R: En el plazo de un año, una ley que exige equipos de bajo consumo de agua en toda nueva construcción de viviendas, comercios e industrias. M: Proyecto de ley radicado en 6 meses.
	2. Lograr la aprobación del proyecto en la Asamblea Legislativa y la firma del gobernador.	Asamblea Legislativa y Oficina del Gobernador				
	3. Aplicar la ley a los nuevos proyectos.	OGPe				

⁸ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructura (sección 7.2). Aunque el objetivo y las estrategias se asemejan a otros incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector. Véanse los COA B.1 y B.2 del referido sector.



G. Fomentar e incentivar el reemplazo de los artefactos o equipos existentes por unos de bajo consumo de agua en proyectos de vivienda, comercios e industrias.

COA G.1: Desarrollar e implantar un programa de subsidio para el remplazo de artefactos y equipos existentes por unos de uso eficiente del agua.⁹

Mejores prácticas:

- Australia: el gobierno ofrece incentivos financieros y programas de reembolso para los hogares que instalen artefactos de bajo consumo de agua, como cabezales de duchas, grifos y sistemas de riego eficientes. <https://www.watercorporation.com.au/waterwise/waterwise-offers>
- EE. UU.: algunos estados, como California y Colorado, ofrecen incentivos y programas de reembolso para los hogares que instalen artefactos de bajo consumo de agua. Algunas ciudades han implantado ordenanzas que requieren el uso de artefactos de bajo consumo de agua en las construcciones nuevas. <https://socalwatersmart.com/en/residential/rebates/available-rebates/toilets/#:~:text=Rebates%20Start%20at%20%2440,goes%20toward%20flushing%20the%20toilet>
- Reino Unido: el gobierno implantó políticas que requieren que los nuevos edificios sean diseñados y construidos con artefactos de bajo consumo de agua. Ofrece incentivos financieros a los hogares que replacen sus artefactos existentes con modelos de bajo consumo. <https://www.newscientist.com/article/2336314-uk-toilets-and-showers-will-need-water-efficiency-labels-by-2025/>
- Japón: el gobierno implantó políticas que promueven el uso de artefactos de bajo consumo de agua en hogares y edificios comerciales. Estableció programas de incentivos para las empresas que adopten tecnologías de ahorro de agua. <https://wateractiondecade.org/country/japan/> y <https://ic-sd.org/wp-content/uploads/2020/11/Mukhnaam-Kaur-Chattha.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.1.1 Reducir la demanda de agua en viviendas, comercios e industrias existentes.	1. Desarrollar e implantar un programa educativo para informarle al público de los ahorros significativos en el pago de la factura de agua que obtendrán si reemplazan los artefactos y equipos existentes con artefactos y equipos de alta eficiencia de uso del agua.	DRNA, AAA	Indeterminable	EPA, HUD y DV	Corto y mediano plazo	R: Reemplazo de los artefactos y equipos existentes con artefactos y equipos de alta eficiencia de uso del agua en las viviendas, comercios e industrias existentes.
	2. Desarrollar e implantar subsidios económicos para reemplazar los artefactos y equipos existentes con artefactos y equipos de alta eficiencia en el uso del agua.	DH	Indeterminable	EPA, HUD y DV	Corto y mediano plazo	M: 50 % de los artefactos reemplazados a corto plazo y 100 % a mediano plazo.
	3. Eliminar el Impuesto sobre Ventas y Uso (IVU) para los artefactos y equipo de alta eficiencia de uso del agua en períodos específicos.	DH	Indeterminable	DH	Corto plazo	R: Exención del IVU para artefactos de alta eficiencia de agua en períodos específicos. M: Exención de 100 % del IVU para artefactos de alta eficiencia de agua a corto plazo.

⁹ Ídem.



H. Propiciar la utilización de tecnología y el uso de técnicas modernas para identificar las fuentes de pérdida de agua en los sistemas de distribución de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados en aras de disminuir dicha pérdida.

COA H.1: Establecer en la AAA una oficina dedicada exclusivamente a la detección y reparación de escapes de agua en el sistema de distribución.

Mejores prácticas:

- Reino Unido: existen compañías de agua en todo el país que tienen la responsabilidad de detectar y reparar los escapes en el sistema de distribución. <https://www.suez.com/en/uk/water-network-management/leakage/satellite-water-leak-detection>
- España: cada comunidad autónoma tiene su propia agencia de gestión del agua. Estas agencias y compañías de agua locales se encargan de detectar y reparar los escapes en el sistema de distribución. <https://www.rtve.es/noticias/20230223/agua-fuga-espana-pierde-agua/2419120.shtml>
- Australia: en el país la responsabilidad de la gestión del agua varía según los estados y territorios. Por ejemplo, en Nueva Gales del Sur se encuentra *WaterNSW*, una corporación estatal encargada de la gestión de los recursos hídricos y la provisión de agua a través de infraestructuras. Estas agencias son responsables de detectar y reparar los escapes en el sistema de distribución. <https://www.governmentnews.com.au/sydney-waters-anti-leak-pipe-dream/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.1.1 Incrementar en 40 % la disponibilidad de agua a través del sistema de la AAA.	1. Establecer la Oficina de Control de Pérdida de Agua en la AAA.	AAA	Indeterminable	AAA	Corto y mediano plazo	R y M: Oficina creada y en funciones. M: Oficina creada y en funciones.
	2. Reclutar al personal de esa oficina.	AAA	Indeterminable	AAA	Corto y mediano plazo	R: Todo el personal necesario para la oficina reclutado. M: 75 % del personal necesario reclutado a corto plazo y 100 % a mediano plazo.
	3. Adquirir el equipo para detectar escapes ocultos.	AAA	Indeterminable	AAA	Corto y mediano plazo	R: Todo el equipo necesario para detectar los escapes adquirido. M: 75 % del equipo necesario adquirido a corto plazo y 100 % a mediano plazo.
	4. Capacitar al personal reclutado.	AAA	Indeterminable	AAA	Corto plazo	R: Todo nuevo empleado de la oficina recibe capacitación. M: 100 % del personal recibe capacitación a corto plazo.

COA H.2: Realizar evaluaciones sistemáticas para detectar y eliminar escapes de agua en el sistema de distribución.

Mejores prácticas:

- Reino Unido: se utilizan tecnologías avanzadas como la telemetría, los sensores de flujo y la monitorización en tiempo real para detectar fugas en las redes de distribución de agua. Las empresas proveedoras de agua establecen sistemas de gestión de fugas y realizan inspecciones regulares para identificar y reparar las fugas de manera eficiente. <https://www.water.org.uk/wp-content/uploads/2022/03/Water-UK-A-leakage-Routemap-to-2050.pdf>
- EE. UU.: se utilizan diferentes métodos para detectar las fugas de agua, como la inspección visual, la escucha de sonidos anormales, el uso de cámaras de infrarrojos y el análisis de los datos del consumo. Además, se han adoptado sistemas de detección de fugas basados en tecnología avanzada, como la monitorización acústica y la detección de anomalías en el flujo del agua. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-04/documents/epa816f13002.pdf>
- Alemania: se utilizan sistemas de detección de fugas basados en tecnología avanzada, como sensores de presión y flujo, para monitorear las redes de distribución del agua. Estos sistemas permiten detectar y localizar las fugas de manera precisa y rápida, lo que ayuda a reducir las pérdidas de agua. https://www.miya-water.com/fotos/artigos/12_the_new_german_water_loss_regulations_13977082395a325ff8c4ddc.pdf
- Australia: se emplean diversas tecnologías para detectar las fugas, como la monitorización acústica, la telemetría y la monitorización en tiempo real. Estos sistemas permiten identificar las fugas en las redes de distribución y facilitan su pronta reparación. <https://www.governmentnews.com.au/sydney-waters-anti-leak-pipe-dream/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.2.1 Llevar a cabo evaluaciones periódicas y metódicas del sistema de distribución con el fin de identificar y solucionar las fugas de agua presentes en el sistema de distribución.	1. Reemplazo planificado de la tubería que está dando problemas.	AAA	Indeterminable	AAA	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Reemplazo de toda la tubería que esté dando problemas.</p> <p>M: Reemplazo de 30 % de la tubería que esté dando problemas a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	2. Instalar sistemas telemétricos para alertar de desbordes o escapes en todos los tanques de almacenamiento de la AAA.	AAA	Indeterminable	AAA	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Instalación de los sistemas telemétricos completada.</p> <p>M: Identificación de 30 % de los escapes a corto plazo; 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>H.2.1 Llevar a cabo evaluaciones periódicas y metódicas del sistema de distribución con el fin de identificar y solucionar las fugas de agua presentes en el sistema de distribución.</p>	<p>3. Medir 90 % del agua potable producida por la AAA en sus diferentes puntos de distribución con el fin de identificar fugas.</p>	AAA	Indeterminable	AAA	Corto y mediano plazo	<p>R: Se identifican las fugas con las mediciones realizadas.</p> <p>M: Medir 60 % del agua que se produce a corto plazo; y 90 % a mediano plazo.</p>
	<p>4. Utilizar tecnología satelital para ayudar a detectar los escapes en el sistema de distribución.</p>	AAA	Indeterminable	AAA	Corto plazo	<p>R: Se identifican las fugas por tecnología satelital.</p> <p>M: 100 % de las fugas detectadas utilizando datos de satélite.</p>
	<p>5. Realizar inspecciones sorpresa durante fines de semana y días feriados para detectar el hurto de agua.</p>	AAA	Indeterminable	AAA	Corto plazo	<p>R: Continuidad de las inspecciones sorpresa en los fines de semana y días feriados y detección de hurto de agua.</p> <p>M: Número de inspecciones sorpresa con detecciones de robo de agua.</p>



I. Identificar y proteger las áreas de recarga de los acuíferos.

COA I.1: Identificación precisa de las áreas de recarga de los acuíferos.

Mejores prácticas:

- Canadá: el país ha implantado políticas y programas de gestión de recursos hídricos para proteger y conservar sus acuíferos. Esto incluye regular el uso del agua subterránea y adoptar prácticas de gestión sostenible. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/water-overview/sources/groundwater.html>
- Australia: dado su entorno seco y la importancia del agua subterránea, ha implantado un sistema de gestión del agua subterránea que incluye identificar, monitorear y regular los acuíferos para proteger su disponibilidad a largo plazo. <https://www.waterquality.gov.au/sites/default/files/documents/guidelines-groundwater-quality-protection.pdf>
- Alemania: la nación ha implantado una serie de medidas para proteger sus acuíferos, como regular el uso de las aguas subterráneas, identificar las zonas de protección y promover prácticas agrícolas sostenibles para prevenir la contaminación de los acuíferos. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2266878/>
- Países Bajos: dado que gran parte del país se encuentra bajo el nivel del mar, los Países Bajos han desarrollado un sistema de gestión integral del agua que incluye medidas de protección de acuíferos para prevenir la intrusión del agua salada y la sobreexplotación. <https://www.iwra.org/wp-content/uploads/2021/07/Groundwater-management-Netherlands-GJ-Nijsten-June2021.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.1.1 Asegurar el reabastecimiento de los acuíferos.	1. Identificar las áreas de recarga de los acuíferos mediante estudios hidrogeológicos e incorporar la información en mapas de sistemas de información geográfica (GIS).	DRNA	Indeterminable	NASA, USGS y NSF	Corto y mediano plazo	<p>R: Áreas de recarga de los acuíferos identificadas mediante estudios hidrogeológicos y datos integrados en los mapas de GIS.</p> <p>M: Estudios hidrogeológicos realizados a mediano plazo.</p>

COA I.2: Proteger las áreas de recarga de los acuíferos.

Mejores prácticas:

- Francia: el país tiene legislación para proteger los acuíferos, como la Ley de Aguas y los planes de gestión del agua a nivel de cuenca. <https://www.brgm.fr/en/challenges/groundwater-management>
- Brasil: la nación cuenta con leyes y programas para proteger los acuíferos, como la Ley de Aguas y el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos. <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull56-1/56105912627.pdf>
- Sudáfrica: el país tiene regulaciones y programas para proteger los acuíferos, como la Ley Nacional de Aguas y la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. <https://iwaponline.com/wp/article/23/4/819/82445/Implementation-of-groundwater-protection-measures>
- Nueva Zelanda: el archipiélago cuenta con la Ley de Gestión de Aguas y el Plan de Gestión de Recursos Hídricos, que incluyen disposiciones para proteger los acuíferos. <https://environment.govt.nz/assets/Publications/Files/technical-guidelines-for-delineating-drinking-water-source-protection-zones.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.2.1 Proteger las zonas de recarga de los acuíferos, a través de legislación y programas.	1. Prohibir las descargas de aguas usadas en los sumideros.	DRNA	Indeterminable	DRNA	Corto plazo	<p>R: Eliminación de las descargas de aguas usadas en las zonas de recarga de acuíferos.</p> <p>M: Números de intervenciones a base de la regulación desarrollada e implantada a corto plazo.</p>
	2. Clasificar las áreas de recarga de los acuíferos como áreas especiales que ameritan protección.	JP	Indeterminable	JP	Corto plazo	<p>R: Protección de las áreas de recarga de los acuíferos como zona especial protegida.</p> <p>M: Clasificación desarrollada y establecida a corto plazo.</p>
	3. Vedar la construcción en las áreas de recarga de los acuíferos.	OGPe	Indeterminable	OGPe	Corto plazo	<p>R: Áreas de recarga de los acuíferos protegida.</p> <p>M: Prohibición de la construcción en las zonas de recarga de los acuíferos efectiva a corto plazo.</p>



J. Optimizar el uso del agua en el sector agrícola.

COA J.1: Reducir la pérdida del agua en el cultivo de cosechas.

Mejores prácticas:

- España: ha adoptado técnicas de modernización y renovación de la infraestructura de riego, como la instalación de sistemas de riego más eficientes, la automatización de canales y la aplicación de tecnologías de control y monitoreo. Estas medidas han contribuido a reducir la pérdida de agua en los canales de riego. <https://efeagro.com/agricultores-tecnologia-dia-mundial-agua-2023/>
- Australia: ha invertido en la modernización de los sistemas de riego, incluyendo instalar sistemas de riego por goteo y usar tecnologías de control y monitoreo. Estas acciones han permitido una gestión más eficiente del agua en los canales de riego y una reducción significativa de las pérdidas. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/partner-content-how-australia-is-securing-its-water-future>
- Israel: reconocido por su experiencia en la gestión del agua, incluyendo el riego, el país ha adoptado tecnologías avanzadas como la irrigación por goteo y la telemetría para controlar y minimizar la pérdida de agua en los canales de riego. <https://www.israel21c.org/israeli-agricultural-innovations-will-keep-the-world-fed/>
- China: ha llevado a cabo un esfuerzo masivo para modernizar sus sistemas de riego, incluyendo la rehabilitación de canales y el uso de tecnologías más eficientes. Estas medidas han contribuido a reducir la pérdida de agua en los canales de riego y mejorar la eficiencia en el uso del agua. https://www.icid.org/ws1_2001.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.1.1 Reducir la demanda de agua en el sector agrícola.	1. Integrar al Departamento de Agricultura en las iniciativas de conservación del agua.	DRNA	Indeterminable	USD y NRCS	Corto y mediano plazo	R: Participación del DA en las iniciativas de conservación del agua. M: Coordinación continua con el DA.
	2. Reducir la pérdida de agua en los canales de riego agrícola de 60 % a 10 % para 2050.	DRNA y DA	Indeterminable	USD y NRCS	Corto, mediano y largo plazo (2050)	R: Reducir a 10 % la pérdida de agua en los canales de riego agrícola para 2050. M: Reducir a 45 % la pérdida de agua en los canales de riego a corto plazo, a 25 % a mediano plazo y a 10 % a largo plazo.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.1.1 Reducir la demanda de agua en el sector agrícola.	3. Requerir por ley el riego por goteo. En casos donde el riego por goteo no sea viable, utilizar el <i>center pivot system</i> .	DRNA y DA	Indeterminable	USD y NRCS	Corto y mediano plazo	<p>R1: Ley que requiere el riego por goteo o en su lugar el <i>center pivot system</i>.</p> <p>R2: Uso generalizado de los sistemas de riego por goteo o el <i>center pivot system</i>, según aplique.</p> <p>M: Desarrollo de la ley de riego por goteo a corto plazo, ley sometida a votación a mediano plazo y puesta de la ley en vigor a largo plazo.</p>
	4. No sembrar cultivos que requieran grandes cantidades de agua. (Ver la estrategia J.2.1.6.)	DRNA y DA	Indeterminable	USD y NRCS	Corto, mediano y largo plazo	<p>R: Se reduce significativamente la siembra de cultivos que requieran grandes cantidades de agua.</p> <p>M: Reducción en 30 % de los cultivos que utilicen grandes cantidades de agua a corto plazo, en 60 % a mediano plazo y en 100 % a largo plazo.</p>

COA J.2: Ampliar los abastos de agua para el sector agrícola.

Mejores prácticas:

- Israel: el Estado ha desarrollado y aplicado tecnologías avanzadas como la irrigación por goteo, el riego controlado por computadora y la reutilización de aguas residuales tratadas. Estas prácticas eficientes han permitido a Israel maximizar el rendimiento de los cultivos con una menor cantidad de agua. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/2bef8da8-en/index.html?itemId=/content/component/2bef8da8-en>
- Australia: ha implementado medidas significativas para reducir la demanda de agua en la agricultura. Ha promovido la adopción de prácticas de riego más eficientes, como la irrigación por goteo y el riego de precisión. Además, han invertido en la modernización de la infraestructura de riego y en la gestión sostenible de los recursos hídricos. <https://www.dccew.gov.au/water/policy/water-for-food>
- España: ha establecido políticas y programas para mejorar la eficiencia del riego agrícola. Ha promovido la modernización de los sistemas de riego, incluyendo la adopción de tecnologías más eficientes y la planificación de cultivos adaptados al clima y disponibilidad de agua. Además, ha fomentado la gestión integrada del agua y la agricultura. <https://www.bbc.com/travel/article/20220220-valencias-la-huerta-spains-ingenious-water-maze>
- China: la nación ha enfrentado desafíos significativos en términos de escasez de agua en el sector agrícola. Ha desarrollado medidas como modernizar los sistemas de riego, la promoción de tecnologías de riego más eficientes y la adopción de prácticas agrícolas sostenibles. http://www.xinhuanet.com/english/2021-04/10/c_139871605.htm

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.2.1 Incrementar el suministro de agua para el sector agrícola.	1. Dragar embalses que suplen agua para riego agrícola.	AAA y DA	Indeterminable	USDA, NRCS, DRNA, DA	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	<p>R: Embalses que suplen agua al sector agrícola dragados.</p> <p>M: 30 % de los embalses que suplen agua al sector agrícola dragados a corto plazo; dragado completado en 60 % a mediano plazo, y 100 % del dragado a largo plazo.</p>
	2. Establecer y poner en funciones un programa de dragado preventivo en embalses que suplen agua para riego agrícola.	AAA y DA	Indeterminable	USDA, NRCS, DRNA, DA	Corto y mediano plazo	<p>R: Embalses que suplen agua para riego agrícola dragados como medida preventiva.</p> <p>M: Desarrollar 50 % del programa a corto plazo; completar y poner el programa en acción a mediano plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.2.1 Incrementar el suministro de agua para el sector agrícola.	3. Remover los jacintos de agua y otras malezas acuáticas de los embalses que suplen agua para riego agrícola.	AAA, DRNA y DA	Indeterminable	USDA, NRCS, DRNA, DA	Corto y mediano plazo	<p>R: Remoción de la maleza acuática completada y un programa de mantenimiento en marcha.</p> <p>M: Remoción de 50 % de la maleza acuática a corto plazo; remoción de 100 % a mediano plazo.</p>
	4. Promover y viabilizar el uso de las aguas usadas tratadas para el riego agrícola.	DRNA y DA	Indeterminable	USDA, NRCS	Corto y mediano plazo	<p>R: Se promueve el uso significativo de las aguas tratadas para el riego agrícola.</p> <p>M: Aumenta en 50 % el uso de aguas sanitarias tratadas para el riego agrícola a corto plazo, y en 100 % a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.2.1 Incrementar el suministro de agua para el sector agrícola.	5. Utilizar las aguas usadas tratadas para el riego de pastos para el ganado y otros animales.	DRNA y DA	Indeterminable	USDA, NRCS	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	<p>R: Se promueve el uso significativo de las aguas sanitarias tratadas para el riego de pastos para el ganado y otros animales.</p> <p>M: Aumenta en 30 % el uso de las aguas tratadas en los riegos de pastos para el ganado y otros animales, en 60 % a mediano plazo y en 100 % a largo plazo.</p>
	6. No sembrar cultivos que requieran grandes cantidades de agua. (Ver la estrategia J.1.1.4.)	DA	Indeterminable	USDA, NRCS	Corto, mediano y largo plazo (25 años)	<p>R: Reducir significativamente la siembra de cultivos que requieran grandes cantidades de agua.</p> <p>M: Reducción en 30 % de los cultivos que utilicen grandes cantidades de agua a corto plazo, en 60 % a mediano plazo y en 100 % a largo plazo.</p>

Tabla 7.8. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **ecosistemas marinos y zonas costeras**.



A. Promover el restablecimiento, conservación y gestión de modo sostenible de los arrecifes de coral, los ecosistemas marinos y litorales para frenar los efectos del cambio climático, así como las actuaciones para evitar la destrucción, la sobreexplotación, la contaminación de hábitats y las demás causas antropogénicas.

COA A.1: Revisar y enmendar las leyes y reglamentos vigentes que inciden sobre el uso de terrenos, y sus calificaciones y actividades en la zona costanera de Puerto Rico para integrar regulaciones que se ocupen del efecto del cambio climático sobre el territorio, especialmente de la subida del nivel mar.

Mejores prácticas:

- El Proceso Legislativo en Puerto Rico (octubre-2021). https://www.oslpr.org/_files/ugd/5be21a_8edb3b4db6f54290b244675c5adad60c.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Revisar y enmendar el Reglamento Conjunto (RC) vigente. ⁴	1. Revisar el RC para que incluya métricas y las guías sobre sistemas marinos y costas presentadas en el artículo 9 de la Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático (Ley 33 del 2019).	JP	Indeterminable	Fondos de la JP	Corto plazo	R: RC alineado con la Ley 33-2019. M: Documento de revisión terminado. M: Proceso de vistas públicas culminado.
	2. Incluir el aumento del nivel del mar y la marejada ciclónica como riesgos en el RC.				Corto plazo a mediano plazo	R: Riesgos incluidos en el RC. M: Inclusión de los riesgos de aumento del nivel del mar y de la marejada ciclónica completada.
	3. Evaluar los componentes del RC para que su implantación promueva la reducción de la exposición de los asentamientos poblacionales y de la infraestructura a los efectos del cambio climático, especialmente por el aumento del nivel del mar y las inundaciones costeras.				Corto plazo a mediano plazo	R: Componentes del documento evaluados. M: Evaluación de los componentes completada.

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

⁴ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructuras (sección 7.2). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Revisar y enmendar el Reglamento Conjunto (RC) vigente .	<p>4. Evaluar los componentes del RC para que su implantación promueva la reducción de la vulnerabilidad social, física, de la infraestructura y de los ecosistemas a los efectos del cambio climático. Este punto debe atenderse a través del fortalecimiento de varios componentes del RC vigente.</p>	JP	Indeterminable	Fondos de la JP	Corto a mediano plazo	<p>R: Componentes del documento evaluados. M: Evaluación de los componentes completada.</p>
	<p>5. Incorporar un nuevo distrito de zonificación de riesgos (R) con una zona de exclusión asociada a actividades concernientes al mar. Este distrito incluye amenazas y riesgos asociados a las manifestaciones del cambio climático. El distrito incluiría: 1) los terrenos declarados como espacios abiertos, según la reglamentación federal (44 CFR, Parte 80), y 2) terrenos que están ubicados en áreas de riesgo y multirriesgo, tales como inundaciones ribereñas y costeras, marejada ciclónica, aumento de nivel del mar y derrumbes (incluyendo derrumbes en costas elevadas, altas y de muy alta susceptibilidad). Todo dueño u operador de estructuras existentes ubicadas en terrenos con zonificación de riesgo debe adquirir y mantener una fianza que cubra los costos de demolición y remoción de la(s) estructura(s) cuando se abandonen por el aumento del nivel del mar, el oleaje ciclónico, las marejadas ciclónicas, marejadas producidas por frentes fríos y otros tipos de marejadas. La fianza no aplicará a personas de bajos recursos económicos.</p>				Corto a mediano plazo	<p>R: Distrito de zonificación incorporado. M: Incorporación del distrito de zonificación completada.</p>
	<p>6. Enmendar la SECCIÓN 6.4.2.2 OTRAS CONSIDERACIONES, inciso f) INTENSIDAD DEL DESARROLLO, para que diga como sigue: “A los fines de proteger el gran potencial de los terrenos no urbanos de la zona costanera, especialmente de los terrenos que colindan con la zona marítimo terrestre, para la recreación, no se permitirán nuevos desarrollos internos paralelos a la costa. Se promoverá y estimulará que esos terrenos se mantengan en su estado natural y que los usos que allí se ubiquen armonicen con el potencial del sector costanero”.</p>				Corto a mediano plazo	<p>R: Sección enmendada. M: Enmienda completada.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Revisar y enmendar el Reglamento Conjunto (RC) vigente .	7. Incluir regulación que indique que no se permitirá la ampliación de estructuras existentes y prohibir toda reconstrucción, rehabilitación o mejora que abarquen más de la mitad de la estructura o que cuesten más de la mitad del valor de la estructura existente.	OGPe	Indeterminable	Fondos de la JP	Corto plazo	R: Regulación incluida. M: Regulación implantada.
A.1.2 Revisar y enmendar la Ley para la protección, conservación y manejo de los arrecifes de coral en Puerto Rico (Ley 147 del 15 de julio de 1999, enmendada el 15 de agosto de 2020).	1. Revisar y enmendar la Ley 147-1999 para alinearla con las métricas de la Ley 33-2019, principalmente con las relacionadas con los sistemas marinos y las costas.	DRNA y Asamblea Legislativa de Puerto Rico	Indeterminable Tarea de la agencia: -Costos legales -Costos operacionales de nómina	Fondos propios de la Asamblea Legislativa de Puerto Rico	Corto plazo	R: Revisión de la Ley 147-1999 para alinearla con la Ley 33-2019. M: Revisión y alineación completadas.
2. Revisar la ley para alinearla con la situación actual de los arrecifes de coral, a base de la mejor ciencia disponible, y establecer zonas de anclaje seguras, tomando en consideración las áreas de corales, que constituyen hábitats críticos.	R: Revisión de la Ley completada. M: Documento de revisión terminado.					
3. Desarrollar un proyecto de enmienda a la ley por parte del DRNA.	R: Enmienda incorporada. M: Enmienda desarrollada.					
4. Radicación del proyecto de enmienda de la ley por parte de la Rama Legislativa.	R: Proyecto presentado. M: Proceso de radicación completado.					
5. Vistas públicas para la evaluación y participación ciudadana.	R: Realización de las vistas públicas. M: Proceso de vistas públicas culminado.					
6. Aprobación de enmiendas.	R: Documento de enmiendas aprobado en la Rama Legislativa y firmado por el gobernador. M: Enmiendas aprobadas.					

COA A.2: Desarrollar estrategias para minimizar los efectos de la acumulación del sargazo en las costas.⁵

Mejores prácticas:

- *Pelagic Sargassum cleanup cost in Mexico.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569123000674>
- *The Sargaboard, a solution to clean up the massive arrival of Sargassum.* <https://www.boatsnews.com/story/39832/the-sargaboard-a-solution-to-clean-up-the-massive-arrival-of-sargassum>
- *Bioimpact, Inc. (2023). A Foundational Blueprint for the Development of a Comprehensive Pelagic Sargassum Management Plan for the United States Virgin Islands. Submitted to the U.S. Virgin Islands Department of Planning and Natural Resources Division of Coastal Zone Management.*
- *H.A. Oxenford et al., (2021). “Challenges of Turning the Sargassum Crisis into Gold: Current Constraints and Implications for the Caribbean”. Phycology, 1, 27–48.* <https://www.doi.gov/oia/press/Interior’s-Office-of-Insular-Affairs-Funds-Study-of-Mitigation-Options-for-Sargassum-Seaweed-Influx-in-the-U.S.-Virgin-Islands>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.2.1 Remover el sargazo que llega a las costas y manejar (reducir) la llegada del sargazo a las costas. Ello protegería al sistema eléctrico de daños potenciales que tengan el efecto de interrumpir el suministro eléctrico.	1. Implantar medidas para interceptar el sargazo antes de que llegue a la costa, mediante acuerdos con los municipios, la academia y ONG.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la agencia y subvenciones (<i>grants</i>) federales. Por ejemplo: <i>-U.S. Department of the Interior.</i> https://www.doi.gov/oia/press/Interior’s-Office-of-Insular-Affairs-Funds-Study-of-Mitigation-Options-for-Sargassum-Seaweed-Influx-in-the-U.S.-Virgin-Islands -NOAA	Corto plazo	R: Evaluación de medidas completada. M: Evaluación y acuerdos terminados.
	2. Evaluar las restricciones legales y jurisdiccionales para gestionar la obtención de permisos con los objetivos de implantar las medidas de remoción del sargazo en las costas e interceptar el sargazo antes de que llegue a estas.				Corto plazo	R: Permisos gestionados y obtenidos. M: Permisos completados y obtenidos.
	3. Desarrollar e implantar estrategias para manejar y utilizar el sargazo acumulado en las costas, mediante acuerdos con los municipios, la academia, ONG y consultores.				Corto plazo	R: Acuerdos establecidos. M: Acuerdos completados.
	4. Desarrollar e implantar medidas para interceptar el sargazo.				Corto a mediano plazo	R: Estrategias desarrolladas. M: Estrategias completadas.

⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de turismo (sección 7.10). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA A.3: Establecer más mecanismos para observar cómo se comporta la acidificación marina que puede afectar los ecosistemas costeros.

Mejores prácticas:

- *Seasonal variations of carbonate chemistry at two western Atlantic coral reefs.* <https://doi.org/10.1029/2020JC016108>
- *Net ecosystem dissolution and respiration dominate metabolic rates at two western Atlantic reef sites.* <https://doi.org/10.1002/lno.12009>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Apoyar y fortalecer los esfuerzos de monitoreo de la acidificación oceánica en Puerto Rico.</p>	<p>1. Establecer acuerdos y evaluar fuentes de fondos en conjunto con la academia, el <i>Caribbean Coastal Ocean Observing System</i> (CARICOOS) y ONG.</p>	DRNA	Indeterminable	Subvenciones federales, NOAA	Corto plazo	<p>R: Acuerdos y evaluaciones completadas.</p> <p>M: Acuerdos y evaluaciones terminados.</p>



B. Impulsar modalidades de pesca de bajo impacto ambiental.

COA B.1: Prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada.

Mejores prácticas:

- *A Guide to Fishermen Training Programs.* <http://extension.msstate.edu/publications/guide-fishermen-training-programs>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Agilizar el proceso de otorgamiento de licencias a los pescadores.</p>	<p>1. Priorizar la contratación de personal administrativo para tramitar las licencias.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Evaluación del porcentaje de aumento de licencias tramitadas y otorgadas. M: Aumento de 60 % en las licencias tramitadas u otorgadas.</p>
<p>B.1.2 Orientar a los pescadores sobre los hallazgos de los efectos de las manifestaciones del cambio climático en las actividades de pesca y poblaciones marinas.</p>	<p>1. Realizar acuerdos con agencias federales y estatales (ej., Departamento de Agricultura), municipios y ONG para coordinar reuniones con organizaciones comunitarias dirigidas a orientar a los pescadores sobre las mejores prácticas de pesca sostenible, con el fin de reducir el impacto en las poblaciones de especies de importancia comercial.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Nominal</p>	<p>DRNA, <i>Caribbean Fishery Management Council</i> (NOAA) <i>Sea Grant</i> (NOAA) Subvenciones federales (NOAA)</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Acuerdos concretados. M: Realización de 5 reuniones por regiones completadas en 2 años.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.2 Orientar a los pescadores sobre los hallazgos de los efectos de las manifestaciones del cambio climático en las actividades de pesca y poblaciones marinas.</p>	<p>2. Desarrollar una campaña educativa en marinas y comunidades costeras dirigida a que los pescadores no vean el papel del manejador de pesca como uno punitivo.</p>	DRNA	\$15,000	CFMC-NOAA	Corto plazo	<p>R: Desarrollo de la campaña completado.</p> <p>M: Campaña y reuniones educativas realizadas.</p>
<p>B.1.3 Incentivar a los pescadores para que adopten mejores prácticas de pesca.</p>	<p>1. Diseñar un programa de incentivos para apoyar a los pescadores que adopten las mejores prácticas de pesca.</p> <p>2. Diseñar un programa de ciencia ciudadana para promover y enseñar las mejores prácticas de pesca, que incentive a los pescadores por su participación.</p>	DRNA y DA	\$560,000	Subvenciones de la <i>National Science Foundation</i> , NOAA y el DA	Mediano y largo plazo (continuo)	<p>R: Completar el reclutamiento de los pescadores en ambos programas.</p> <p>M: Alcanzar la participación de 60 % de las asociaciones pesqueras.</p>
<p>B.1.4 Realizar la vigilancia adecuada para desalentar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR).</p>	<p>1. Adiestrar a los vigilantes para el manejo de la pesca teniendo en cuenta los efectos de la INDNR en el cambio climático.</p>				Corto plazo	<p>R: Adiestramiento realizado.</p> <p>M: 80 % de los pescadores adiestrados en tres años.</p>

COA B.2: Evitar los desechos oceánicos de artes de pesca abandonados (*derelict fishing gear*) y el efecto del uso de combustible fósil en las embarcaciones.

Mejores prácticas:

- *Reducing plastic in fishing and aquaculture: what alternatives to protect our oceans.* <https://biogears.eu/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.2.1 Establecer una política estricta que promueva el manejo y desecho correcto de redes, líneas, y otros artes de pesca.</p>	<p>1. Crear un reglamento sobre manejo de desechos y materiales usados en las prácticas de pesca con base en las recomendaciones del Plan de Manejo de Desechos Marinos de NOAA (en desarrollo).</p>	DRNA	Indeterminable	Departamento de Agricultura federal (USDA), fondos propios de la entidad responsable y NOAA	Corto plazo	<p>R: Reglamento desarrollado. M: Reglamento completado.</p>
					Mediano plazo	<p>R: Reglamento aprobado para su implantación. M: Reglamento aprobado.</p>
					Largo plazo (7 años)	<p>R: Medidas que mejoran las prácticas de manejo de desechos establecidas. M: Medidas implantadas.</p>
<p>B.2.2 Reducir el uso de materiales tóxicos en los artes de pesca (plásticos producidos de petroquímicos y de plomo en las líneas de pesca).</p>	<p>1. Promover que los pescadores mejoren las condiciones de sus embarcaciones, que utilicen materiales ecoamigables en los artes de pesca (bioplásticos) y que empleen pesas hechas con materiales libres de plomo, ofreciendo incentivos a los pescadores que así lo hagan.</p>	DRNA	\$6,000 por pescador	Fondos propios de la entidad responsable NOAA – <i>Marine Debris grants.</i> https://marine.debris.noaa.gov/resources/funding-opportunities	Corto plazo	<p>R: Incentivos entregados. M: 70 % de los incentivos entregados.</p>
					Mediano plazo	<p>R: Reducción del uso de materiales tóxicos a mediano plazo. M: Reducción del uso de materiales tóxicos en los artes de pesca a 60 % en nueve años.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.2 Reducir el uso de materiales tóxicos en los artes de pesca (plásticos producidos de petroquímicos y de plomo en las líneas de pesca).	1. [...] y que empleen pesas hechas con materiales libres de plomo, ofreciendo incentivos a los pescadores que así lo hagan.	DRNA	\$6,000 por pescador	Fondos propios de la entidad responsable NOAA – <i>Marine Debris grants</i> . https://marine.debris.noaa.gov/resources/funding-opportunities	Mediano y largo plazo (15 años)	R: Reducción del uso de materiales tóxicos a largo plazo. M: Reducción de 100 % en el uso de materiales tóxicos en los artes de pesca.
					Largo plazo (15 años)	R: Reducción del material tóxico. M: Reducción de 100 % en el uso de material tóxico en los artes de pesca.
	2. Promover la investigación y el uso de bioplásticos de origen natural, biodegradable o compostable a través de acuerdos de colaboración con agencias federales (ej., CFMC, USFWS, <i>Sea Grant Puerto Rico</i> , la academia y ONG).		Indeterminable	NOAA – <i>Marine Debris grants</i> . https://marinedebris.noaa.gov/resources/funding-opportunities	Corto plazo	R: Acuerdos de colaboración para la investigación completados. M: Acuerdos de colaboración completados.
			Mediano plazo		R: Propuestas de investigación desarrolladas. M: Propuestas de investigación desarrolladas.	
			Largo plazo (15 años)		R: Investigaciones completadas. M: Investigaciones completadas.	
			Largo plazo (15 años)		R: Investigaciones completadas. M: Investigaciones completadas.	

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.2.3. Reducir el uso de combustible fósil en las embarcaciones.	1. Establecer acuerdos entre el DRNA, la academia, el Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral (CIEL), <i>Sea Grant Puerto Rico</i> y ONG para promover el uso de sistemas de propulsión híbridos (eléctrico + diésel) y biocombustibles, ofreciendo incentivos a los pescadores que los utilicen.	DRNA	Nominal	Fondos propios de la entidad responsable NOAA – <i>Marine Debris grants</i> . https://marine.debris.noaa.gov/resources/funding-opportunities	Corto plazo	R: Acuerdos concretados. M: 100 % de los acuerdos concretados.
					Corto plazo	R: Incentivos entregados. M: 70 % de los incentivos entregados. M: 100 % de los incentivos entregados.
					Mediano plazo	R: Reducción del uso de combustible fósil. M: Reducción de 50 % en el uso de combustible fósil.
					Largo plazo (15 años)	R: Reducción del uso de combustible fósil. M: Reducción de 100 % en el uso de combustible fósil.

COA B.3: Establecer un plan robusto de estadísticas para las pesquerías en aguas jurisdiccionales de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *The CWP Handbook of Fishery Statistics.* <https://www.fao.org/cwp-on-fishery-statistics/handbook/en/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.3.1 Realizar la investigación necesaria para entender y mejorar los procesos de recopilación de estadísticas y los efectos de la pesca ilegal.</p>	<p>1. Escribir propuestas para conseguir fondos con el fin de establecer un Proyecto de Investigación Cooperativa (<i>Cooperative Research Project</i>) entre el DRNA, la academia y ONG en el que se comparen los datos de desembarques de pesca ilegal con los de pesca legal (pescadores con licencia), con miras a determinar una base de referencia (<i>baseline</i>) sostenida en datos reales.</p> <p>a. Coordinar con el Centro Interdisciplinario de Estudios del Litoral (CIEL) y asociaciones de pescadores para realizar una investigación independiente del DRNA a fin de que se establezca confianza de que el proceso no será uno punitivo, sino uno de investigación.</p>	DRNA	Indeterminable	<p><i>Cooperative Research Agreements (CRP) - NOAA-DRNA Grant # NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626</i></p>	Corto plazo	<p>R: Acuerdos concretados. M: El 60 % de los acuerdos concretados.</p>
					Corto plazo	<p>R: Propuestas escritas y sometidas. M: El 60 % de las propuestas escritas y sometidas.</p>
					Mediano plazo	<p>R: Propuestas escritas y sometidas. M: El 100 % de las propuestas escritas y sometidas.</p>
					Largo plazo (7 años)	<p>R: Resultados de la investigación analizados y disponibles para los manejadores. M: El 100 % de los resultados analizados y disponibles.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.3.2 Reforzar el Programa de Estadísticas Pesqueras del DRNA.	1. Priorizar la contratación de agentes pesqueros.	DRNA	Indeterminable	DRNA, fondos propios de la entidad responsable. Cooperative Research Agreements (CRP) - NOAA-DRNA Subvención # NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626	Corto y mediano plazo	R: Número de contrataciones. M: Aumento del 70 % de las contrataciones de agentes pesqueros.
	2. Coordinar una reunión con el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico (IEPR) para establecer un plan con metodología, nomenclatura y parámetros que sean comparables con los utilizados a nivel internacional.					R: Reunión con el IEPR realizada. M: Reunión culminada.
B.3.3 Crear protocolos y estrategias para integrar a los pescadores en el manejo de los recursos.	1. En acuerdo con el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico y la academia, realizar talleres sobre la ciencia en la que se basan los manejadores: importancia de los datos para estadísticas.	DRNA	Indeterminable	Cooperative Research Agreements (CRP) – NOAA	Corto plazo	R: Acuerdo realizado. M: Acuerdo establecido.
					Corto plazo	R: Desarrollo de talleres. M: Talleres desarrollados.
					Mediano plazo	R: Talleres ofrecidos. M: El 80 % de los talleres ofrecidos.
						R: Talleres ofrecidos. M: Talleres completados.



C. Fomentar la sensibilización y la concienciación ciudadana para mejorar la comprensión pública sobre el estado del mar y los impactos que sufre.

COA C.1: Realizar una campaña educativa sobre el impacto del cambio climático en la zonas costeras.⁶

Mejores prácticas:

- NOAA's Community Resilience Education Theory of Change. <https://www.noaa.gov/education/explainers/noaas-community-resilience-education-theory-of-change>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 En conjunto con la emisora del gobierno de Puerto Rico, WIPR (canal 6), producir materiales de vídeo y presentación para la divulgación en forma de campaña mediática a través de vallas publicitarias (<i>billboards</i>), medios tradicionales y redes sociales sobre las manifestaciones del cambio climático en la franja costera.</p>	<p>1. Diseño y difusión de tres programas de televisión por el canal 6 sobre los efectos del cambio climático en las zonas costeras.</p>	DRNA	Indeterminable	<p>Fondos propios de la entidad responsable. Subvenciones: -<i>Environmental Literacy Program: Increasing community resilience to extreme weather & climate change</i>-NOAA-SEC-OED-2022-2006995</p>	Corto a largo plazo (continuo)	<p>R: Difusión de los tres programas. M: Diseño de los programas completado.</p>
	<p>2. Publicar y mantener una campaña de vídeos y divulgación sobre los efectos del cambio climático en las zonas costeras a través de las redes sociales <i>YouTube</i>, <i>Facebook</i> e <i>Instagram</i>.</p>		\$60,000 por año	<p>-<i>Ocean Exploration Education Grants to Advance Diversity, Equity, and Inclusion</i>. https://marinesanctuary.org/news/2023-ocean-exploration-education-grants-to-advance-dei/</p>		<p>R: Videos publicados (tres videos anuales). M: Videos desarrollados.</p>

⁶ Este es un tema transversal que incide en el sector de educación (sección 7.11). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 En conjunto con la emisora del gobierno de Puerto Rico, WIPR (canal 6), producir materiales de vídeo y presentación para la divulgación en forma de campaña mediática a través de vallas publicitarias (<i>billboards</i>), medios tradicionales y redes sociales sobre las manifestaciones del cambio climático en la franja costera.</p>	<p>3. Llevar a cabo una campaña mediática (<i>media tour</i>) por programas de radio durante dos meses.</p>	DRNA	Gastos de movilización de los exponentes	Fondos propios de la entidad responsable. Subvenciones: - <i>Environmental Literacy Program: Increasing community resilience to extreme weather & climate change-NOAA-SEC-OED-2022-2006995</i> - <i>Ocean Exploration Education Grants to Advance Diversity, Equity, and Inclusion.</i> https://marinesanctuary.org/news/2023-ocean-exploration-education-grants-to-advance-dei/	Corto plazo	<p>R: <i>Media tour</i> completado. M: Material para el <i>media tour</i> desarrollado.</p>
	<p>4. Producir materiales gráficos para escuelas y comunidades.</p>		Indeterminable		Mediano plazo	<p>R: Material producido y entregado. M: Material producido.</p>
	<p>5. Reproducir y utilizar el material creado para ofrecer talleres a maestros del Departamento de Educación (DE), e integrarlo al currículo de Ciencias Ambientales.</p>		Indeterminable		Corto, mediano y largo plazo (continuo)	<p>R: Temas integrados al currículo. M: Talleres ofrecidos y material integrado al currículo.</p>
<p>C.1.2 Realizar acuerdos de colaboración entre el gobierno de Puerto Rico y la academia (universidades locales) para fomentar la educación y concienciación sobre los efectos del cambio climático en la franja costera.</p>	<p>1. Identificar (realizar un inventario de) las instituciones que tengan programas con currículos afines a temas marinos o costeros, o con currículos de Ciencias Marinas.</p>		Costos propios de la agencia		Corto plazo	<p>R: Inventario realizado. M: Inventario completado.</p>
	<p>2. Coordinar reuniones para discutir acuerdos.</p>		Corto plazo a mediano plazo		<p>R: Acuerdos discutidos. M: Reuniones coordinadas.</p>	
	<p>3. Diseñar planes para coordinar que profesores y estudiantes se integren a campañas de educación o que integren el tema a sus cursos.</p>		Mediano plazo		<p>R: Planes diseñados. M: El 50 % de los planes terminados.</p>	
	<p>4. Identificar instituciones con programas en diseño gráfico, periodismo y comunicaciones para incluirla en el diseño de las campañas.</p>		Largo plazo (continuo)		<p>R: Integración del tema. M: Planes terminados y temas integrados.</p>	
	<p>5. Implantar planes y campañas con los materiales y planes diseñados.</p>		Largo plazo (continuo)		<p>R: Campaña implantada. M: Planes y campañas establecidos.</p>	



D. Establecer y gestionar eficazmente una red de áreas marinas protegidas con el fin de detener la pérdida de biodiversidad y mejorar la resiliencia de los ecosistemas marinos.

COA D.1: Evaluar las áreas marinas protegidas existentes integrando en la evaluación el impacto del cambio climático a largo plazo.

Mejores prácticas:

- *Climate Change Adaptation Strategies for Protected Areas in Puerto Rico.* <https://digitalcommons.wpi.edu/iqp-all/5498>
- *Coral Reef Resilience Index for Novel Ecosystems: A Spatial Planning Tool for Managers and Decision Makers - A Case Study from Puerto Rico.* <https://www.intechopen.com/chapters/57845>
- *Mapping and Evaluating Marine Protected Areas and Ecosystem Services: A Transdisciplinary Delphi Forecasting Process Framework.* <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.652492>
- *Ecosystem benefits of adopting a whole-site approach to MPA management.* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/fme.12581>
- *Towards resilience-based management of marine capture fisheries.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0313592622001965>
- Sostenibilidad financiera para el manejo estratégico de la Reserva Natural Canal de Luis Peña (2022-2031), isla municipio de Culebra, Puerto Rico. <https://repositorio.upr.edu/handle/11721/2769>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Determinar el nivel de reglamentación de las áreas marinas protegidas (AMP) existentes.	1. Establecer acuerdos entre el DRNA, la academia y ONG para realizar un inventario de las AMP que no tienen reglamentación específica dentro de sus límites.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable. Subvenciones federales: -NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626 -FY2021 to FY2024 NOAA Broad Agency Announcement (BAA). https://grants.gov/search-results-detail/329261	Corto plazo	R: Acuerdos concretados.
	2. Evaluar el tipo de reglamentación que tienen las AMP existentes.				Mediano plazo	M: El 50 % del inventario completado.
	3. Diseñar un plan de monitoreo para evaluar cuáles AMP requieren reglamentación apremiante a base de la vulnerabilidad al cambio climático y hábitats críticos. a. El plan debe tener componentes socioeconómicos que incluyan a comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas más vulnerables, especialmente las comunidades pesqueras.				Mediano plazo	R: Informe de evaluación. M: Evaluación de los reglamentos de las AMP completada.
					Largo plazo (continuo)	R: Plan de monitoreo para evaluar las AMP desarrollado. M: Plan de monitoreo diseñado.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Determinar el nivel de reglamentación de las áreas marinas protegidas (AMP) existentes.	4. Implantar un plan de monitoreo.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable. Subvenciones federales:	Mediano y largo plazo (continuo)	R: Plan de monitoreo implantado. M: Plan de monitoreo implantado.
	5. Determinar qué reglamentación es necesaria y qué de la reglamentación existente requiere cambios.			-NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626	Largo plazo (7 años)	R: Reglamentación revisada. M: Evaluación completada.
	6. Identificar fuentes de financiación recurrente para los planes de monitoreo y la evaluación de las AMP.			-FY2021 to FY2024 NOAA Broad Agency Announcement (BAA) https://grants.gov/search-results-detail/329261	Largo plazo (continuo)	R: Identificación de fondos. M: Fondos identificados.
D.1.2 Integrar el manejo de las AMP en un marco de Manejo Basado en Ecosistemas (EBM, por sus siglas en inglés) con un componente socioeconómico proyectado.	1. Identificar un panel para evaluar la integración del EBM, en conjunto con la academia. Puede incluir a científicos con un historial de publicaciones sobre AMP y servicios ecosistémicos, partes interesadas y administradores que trabajan actualmente en AMP y tienen un historial de su compromiso, además de usuarios como los pescadores recreativos.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable. Subvenciones: [...]	Corto plazo	R: Panel establecido. M: Panel identificado (100 %).

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.2 Integrar el manejo de las AMP en un marco de Manejo Basado en Ecosistemas (EBM, por sus siglas en inglés) con un componente socioeconómico proyectado.	2. Realizar consultas y grupos focales con la comunidad sobre los posibles beneficios de las AMP para esta; mantener a la comunidad integrada de forma permanente en el proceso.	DRNA	Indeterminable https://coast.noaa.gov/data/coasthome/funding/_pdf/BAA-NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626-09.29.2020.pdf	Fondos propios de la entidad responsable. Subvenciones: -NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626 -FY2021 to FY2024 NOAA Broad Agency Announcement (BAA) https://grants.gov/search-results-detail/329261 -Cooperative Research Agreements (CRP)-NOAA -Grant # NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626 https://coast.noaa.gov/data/coasthome/funding/_pdf/BAA-NOAA-NFA-NFAPO-2021-2006626-09.29.2020.pdf -Coral Reef Conservation Funding Opportunities https://coralreef.noaa.gov/conservation/funding_opps.html	Corto a mediano plazo	R: Consultas realizadas a mediano plazo. M: Consultas realizadas y grupos formados a corto plazo.
	3. Evaluar la disponibilidad de datos existentes para identificar servicios ecosistémicos medibles en las AMP ya establecidas.				Mediano plazo Largo plazo (7 años)	R: Disponibilidad de datos evaluada. M: El 50 % de la evaluación de datos realizada. M: Evaluación de datos completada.
	4. Realizar análisis para determinar la cobertura espacial relevante del sistema de AMP en el marco del EBM.				Largo plazo (10 años) Mediano plazo	R: Cobertura espacial determinada a largo plazo. M: Análisis realizado.
	5. Determinar la efectividad de los costos de implantación.				Corto a mediano plazo	R: Efectividad de los costos determinada a mediano plazo. M: Análisis de costos realizado a corto plazo.
	6. Identificar fuentes de fondos recurrentes para el monitoreo y evaluación continua de los sistemas.				Mediano a largo plazo (7 años)	R: Fuentes de fondos identificadas. M: Identificación de fondos realizada.
	7. Evaluar la eficacia y posible designación de nuevas AMP de no pesca en un marco socioeconómico y de justicia social.				Mediano plazo Mediano plazo Largo plazo (10 años)	R: Evaluación realizada e implantación de nuevas AMP (de ser requerido). M: El 70 % de la evaluación realizada. M: Evaluación completada.



E. Promover el desarrollo de herramientas científico-técnicas específicas de apoyo al establecimiento de políticas y estrategias de actuación en las costas ante el cambio climático.

COA E.1: Robustecer el banco de datos geospaciales que incluya el alcance de la inundación producida por el aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica, marejadas generadas por frentes fríos y otros tipos de marejadas sobre la infraestructura general (incluyendo vivienda y comercios) y la infraestructura crítica (*lifelines*), entre otros, en Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *Flood inundation mapping and monitoring using SAR data and deep learning.* <https://developers.arcgis.com/python/samples/flood-inundation-mapping-using-sar-data-and-deep-learning/>
- *National Flood Hazard Layer.* <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/data/flood.html>
- *United Nations Framework Convention on Climate Change*, Materiales de capacitación del CGE - Evaluación de vulnerabilidad y adaptación, capítulo: Recursos costeros: https://unfccc.int/sites/default/files/ch5_coastal-resources-presentation.pdf
- *Flooding FEMA GIS support for emergency management.* <https://gis-fema.hub.arcgis.com/pages/flooding>
- *Flood inundation mapping and monitoring using SAR data and deep learning.* <https://developers.arcgis.com/python/samples/flood-inundation-mapping-using-sar-data-and-deep-learning/>
- *National Flood Hazard Layer.* <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/data/flood.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.1 Evaluar el impacto del alcance de la inundación por el aumento del nivel del mar sobre la infraestructura general (incluyendo vivienda y comercios), entre otros.	1. Robustecer el banco de datos geospaciales, en conjunto con la academia. Colaboradores potenciales: Otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que apliquen.	JP y DRNA	\$8 millones	Grants National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); Fondos del Congreso y fondos del gobierno de Puerto Rico	Largo plazo (10 años)	R: Informe y mapas sobre la evaluación.
	2. Actualizar y ampliar los datos geospaciales (geodatos: proyecciones de aumento del nivel del mar; infraestructura como vivienda, servicios y negocios, entre otros).	JP en conjunto con otras agencias y municipios	\$2 millones		Mediano plazo	R: Informes de <i>metadata</i> de los geodatos.
	3. Revisar y seleccionar los escenarios de proyecciones de aumento del nivel del mar que se utilizarán, con sus justificaciones por sectores.	DRNA	Indeterminable		Corto plazo	M: Evaluación completada.
	4. Calcular y analizar la infraestructura en exposición por el alcance de la inundación debido al aumento del nivel del mar con los escenarios seleccionados.	JP, CRIM y municipios	Indeterminable		Corto plazo	R: Escenarios seleccionados. M: Revisión completada.
						R: Presentación de los cálculos de la infraestructura expuesta por proyección. M: Cálculos y análisis realizados.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.1.1 Evaluar el impacto del alcance de la inundación por el aumento del nivel del mar sobre la infraestructura general (incluyendo vivienda y comercios), entre otros.</p>	<p>5. Presentar los hallazgos a todos los sectores (medios de comunicación y reuniones con los sectores).</p>	<p>DRNA y JP</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Grants National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA); Fondos del Congreso y fondos del gobierno de Puerto Rico</p>	<p>Corto, mediano y largo plazo (7 años)</p>	<p>R: Presentaciones de los hallazgos a los sectores a través de los medios de comunicación (radio, televisión, escritos) y reuniones, entre otros.</p> <p>M: Presentaciones realizadas.</p>
<p>E.1.2 Evaluar el impacto del alcance de la inundación por el aumento del nivel del mar sobre la infraestructura crítica (<i>lifelines</i>).</p>	<p>1. Robustecer el banco de datos geoespaciales.</p>	<p>JP y DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Subvenciones de NOAA, fondos del Congreso y fondos del gobierno de Puerto Rico</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Informe y mapas sobre la evaluación.</p> <p>M: Banco de geodatos ampliado.</p>
<p>2. Actualizar y ampliar el banco de datos geoespaciales (geodatos: proyecciones del aumento del nivel del mar e infraestructura crítica).</p>	<p>R: Banco de geodatos ampliado y actualizado.</p> <p>M: Banco de geodatos ampliado y actualizado.</p>					
<p>3. Revisar y seleccionar los escenarios de proyecciones del aumento del nivel del mar que se utilizarán, con sus justificaciones por sectores.</p>	<p>R: Revisión y selección completada.</p> <p>M: Escenarios de proyecciones revisados y seleccionados.</p>					
<p>4. Calcular y analizar la infraestructura crítica expuesta al alcance de la inundación por el aumento del nivel del mar, a base de los escenarios seleccionados.</p>	<p>R: Cálculos y análisis completados.</p> <p>M: Análisis completado.</p>					
<p>5. Presentar los hallazgos a todos los sectores (en medios de comunicación y reuniones con los sectores).</p>	<p>R: Presentaciones de los hallazgos a los sectores a través de los medios de comunicación (radio, televisión, escritos) y reuniones, entre otros.</p> <p>M: Presentaciones realizadas.</p>					

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.3 Evaluar el impacto del alcance de la inundación por marejada ciclónica, marejadas generadas por frentes fríos y otros tipos de marejadas sobre la infraestructura general.	1. Identificar los geodatos: modelo de marejada ciclónica e infraestructura general (CRIM).	JP y DRNA	Indeterminable	Subvenciones de NOAA, fondos del Congreso y fondos del gobierno de Puerto Rico	Corto plazo	R: Geodatos identificados. M: Identificación de geodatos completada.
	2. Calcular y analizar la infraestructura en exposición por el alcance de una inundación por marejada ciclónica (categorías 1, 2, 3, 4 y 5).					R: Informe y mapas sobre la evaluación.
	3. Presentación de hallazgos a todos los sectores en medios de comunicación y reuniones.					M: Cálculos y análisis de exposición realizados.
E.1.4 Evaluar el impacto del alcance de la inundación por marejada ciclónica, marejadas generadas por frentes fríos y otros tipos de marejadas sobre la infraestructura crítica.	1. Identificación de geodatos: modelo de marejada ciclónica e infraestructura crítica.	JP y DRNA	Indeterminable	Subvenciones de NOAA, fondos del Congreso y fondos del gobierno de Puerto Rico	Mediano plazo	R: Geodatos identificados. M: Identificación de geodatos completada.
	2. Cálculo y análisis de la infraestructura crítica en exposición por el alcance de la inundación por marejada ciclónica (categorías 1, 2, 3, 4, y 5).					R: Informe y mapas sobre la evaluación.
	3. Presentación de los hallazgos a todos los sectores a través de medios de comunicación y reuniones.					M: Cálculos y análisis de exposición realizados.
						R: Presentaciones de los hallazgos a los sectores a través de medios de comunicación (radio, televisión, escritos) y reuniones, entre otros.
						M: Hallazgos presentados.

COA E.2: Identificar un presupuesto recurrente para mantener en revisión de manera proactiva los geodatos que alimentarán los bancos de datos que se utilizan para evaluar el impacto de las manifestaciones del cambio climático sobre la costa.

Mejores prácticas:

- *National Flood Hazard Layer.* <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/data/flood.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.2.1 Mantener actualizados los geodatos con la información más reciente y validada sobre los impactos de las manifestaciones del cambio climático en la isla.</p>	<p>1. Identificar fondos recurrentes para la revisión y el robustecimiento de los geodatos de acidificación oceánica, el alcance de la inundación costera, la erosión costera, infraestructura general, infraestructura crítica, barreras naturales y estructuras de mitigación, entre otras.</p>	<p>JP, DV y DRNA</p>	<p>\$4 millones anuales</p>	<p>NOAA, USGS, Departamento de la Vivienda (federal y estatal), Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (USFWS), EPA, USDOT y otras subvenciones federales</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Fondos disponibles. M: Fondos identificados.</p> <hr/> <p>R: Geodatos revisados y al día. M: Datos revisados.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.2.2 Conocer la distribución espacial de las amenazas asociadas al cambio climático (aumento del nivel del mar, marejadas ciclónicas, marejadas producidas por frentes de frío y otros tipos de marejadas) para Puerto Rico.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar y analizar el banco de datos geospaciales que incluya geodatos asociados a las amenazas del cambio climático. <ol style="list-style-type: none"> a. Robustecer el banco de datos geoespacial de amenazas asociadas al cambio climático. b. Identificar y evaluar los geodatos necesarios para ampliar el banco de datos. c. Actualizar los geodatos y extraer nuevos geodatos que no estén disponibles. d. Generar metadatos según el formato del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) para todos los geodatos. e. Publicar el banco de datos en un geoportal o mapa interactivo donde todos los sectores tengan acceso a la información. 	JP	Indeterminable	Subvenciones federales tales como la Administración Federal de Carreteras, NOAA, USGS, NASA, EPA	Corto y mediano plazo	<p>R: Publicación del mapa interactivo de las amenazas asociadas al cambio climático en la zona costanera de Puerto Rico.⁷</p> <p>M: Geodatos de amenazas identificados.</p> <hr/> <p>R: Contabilización de las visitas al portal interactivo.</p> <p>M: Visitas contabilizadas.</p>
<p>E.2.3 Actualizar el alcance de la inundación costera definida por el <i>Flood Insurance Rate Map (FIRM)</i>.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualizar los mapas de inundación. 	JP	Indeterminable	FEMA	Corto plazo	<p>R: Publicación de los nuevos mapas de inundación.</p> <p>M: Datos actualizados.</p>

⁷ El mapa interactivo incluye geodatos más recientes de: 1) proyecciones de aumento del nivel del mar local; 2) alcance de inundación de marejada ciclónica; 3) erosión costera; 4) alcance de inundación por marejadas invernales; 5) alcance de inundación por oleaje asociado a sistemas ciclónicos; 6) acidificación de los océanos; 7) otras. Cada geodato se revisará a partir de sus características de cambios en la región.



F. Proponer un sistema de indicadores e índices que aporten información objetiva para establecer políticas y estrategias para corregir, mitigar y prevenir los efectos del cambio climático en el litoral.

COA F.1: Identificar el grado de exposición y vulnerabilidad total de la población, infraestructuras y componentes costeros ante los efectos del cambio climático.

Mejores prácticas:

- *FEMA National Risk Index Social Vulnerability Index.* <https://hazards.fema.gov/nri/social-vulnerability>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.1 Identificar el grado de exposición total (social, física y de infraestructura) de la población, infraestructuras y componentes costeros en la zona costanera ante los efectos del cambio climático.</p>	<p>1. Robustecer y actualizar el índice de exposición total (social, física y de infraestructura) para los 44 municipios costeros.</p> <p>a. Diseñar el índice a base de los datos más recientes de la Encuesta de la Comunidad, datos de erosión costera, inundabilidad costera y aumento del nivel del mar.</p> <p>b. Implantar el índice usando técnicas geoespaciales.</p> <p>c. Preparar un análisis sobre los índices de exposición total para identificar las zonas prioritarias de exposición.</p> <p>d. Informar a los tomadores de decisiones para el desarrollo de política pública dirigida a reducir la exposición.</p> <p>e. Identificar COA basados en los hallazgos de los análisis de los índices.</p>	NMEAD y JP	\$2.5 millones	<p><i>National Science Foundation (NSF)</i></p> <p>NOAA, EPA, fondos del Congreso y FEMA</p>	Mediano plazo	<p>R: Mapas de exposición.</p> <p>M: Actualización de los índices de exposición para los 44 municipios.</p> <hr/> <p>R: Presentación de los hallazgos a los sectores.</p> <p>M: Hallazgos completamente presentados.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.2 Identificar el grado de vulnerabilidad total (social, física e infraestructura) de la población, infraestructuras y componentes costeros en la zona costanera ante los efectos del cambio climático</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Robustecer el índice de vulnerabilidad total (social, física e infraestructura) para los 44 municipios costeros. 2. Actualizar el índice a base de los datos más recientes de la Encuesta de la Comunidad, datos de erosión costera, inundabilidad costera y aumento del nivel del mar. 3. Implantar el índice de vulnerabilidad total usando técnicas geoespaciales. 4. Preparar un análisis sobre los índices para identificar las zonas prioritarias con vulnerabilidad total (social, física e infraestructura). 5. Someter información a los tomadores de decisiones para el desarrollo de política pública dirigida a reducir la vulnerabilidad total. 6. Identificar COA basados en los hallazgos de los análisis de los índices. <p>Colaboradores potenciales: Otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que apliquen.</p>	<p>JP, DV y NMEAD</p>	<p>\$1.2 millones</p>	<p><i>National Science Foundation (NSF)</i> NOAA, EPA, fondos del Congreso y FEMA</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Mapas de exposición. M: Índices de vulnerabilidad actualizados y hallazgos presentados a los sectores.</p>



G. Atender con prioridad la erosión costera e implantar estrategias de mitigación, adaptación y resiliencia como una alternativa para reducir la vulnerabilidad a otras manifestaciones del cambio climático como son las marejadas ciclónicas, marejadas producidas por frentes de frío y otros tipos de marejadas, inundaciones y el aumento del nivel del mar.

COA G.1: Establecer el uso de infraestructura natural como primera opción para mitigar los problemas en las áreas con erosión costera.⁸

Mejores prácticas:

- *Natural infrastructure focus of coastal journal.* <https://asbpa.org/2017/12/29/natural-infrastructure-focus-of-coastal-journal/>
- *International Guidelines on Natural and Nature-Based Features for Flood Risk Management.* <https://oceanservice.noaa.gov/news/sep21/nature-based-flood-management.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.1.1 Fomentar y usar la infraestructura natural como primera opción para mitigar la erosión costera.	1. Presentar una orden ejecutiva estableciendo el uso de la infraestructura natural como primera opción para mitigar la erosión costera.	Oficina del Gobernador	Nominal	Gobierno de Puerto Rico	Corto plazo	R: Orden ejecutiva aprobada. M: Orden ejecutiva implantada al 75 %.
	2. Presentar un proyecto de ley estableciendo el uso de la infraestructura natural como primera opción para mitigar la erosión costera.	DRNA, Asamblea Legislativa, Gobernador	Indeterminable	Asamblea Legislativa	Corto plazo	R: Presentación y aprobación del proyecto de ley. M: Ley aprobada.
	3. En la presentación de propuestas de instalación de estructuras de mitigación es requisito incluir el plan de mantenimiento de la estructura que se instale y el proceso de remoción de la estructura de mitigación cuando ya no cumpla sus funciones.	DRNA y OGPe		DRNA		R: Inserción de cláusula en la propuesta. M: Cumplimiento con la inclusión de la cláusula en los permisos emitidos.
	4. Identificar fondos para apoyar la instalación de esta alternativa de mitigación.	Agencias de la Rama Ejecutiva y municipios		Subvención federal (NOAA, Transportación)		R: Fondos obtenidos. M: El 100 % de las propuestas aprobadas.

⁸ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructuras (sección 7.2). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA G.2: Establecer el uso de infraestructura híbrida como segunda opción para mitigar el problema en las áreas con erosión costera.

Mejores prácticas:

- *Natural infrastructure focus of coastal journal.* <https://asbpa.org/2017/12/29/natural-infrastructure-focus-of-coastal-journal/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.2.1 Fomentar y usar la infraestructura híbrida como segunda opción para mitigar la erosión costera.</p>	<p>1. Presentar un proyecto de ley estableciendo el uso de la infraestructura híbrida como segunda opción para mitigar la erosión costera.</p>	<p>Gobernador y Asamblea Legislativa</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Gobierno de Puerto Rico</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Presentación y aprobación del proyecto de ley. M: Ley aprobada.</p>
	<p>2. En la presentación de propuestas de instalación de estructuras de mitigación es requisito incluir el plan de mantenimiento de la estructura a instalar y el proceso de remoción de la estructura de mitigación cuando ya no cumpla sus funciones.</p>	<p>DRNA</p>				<p>R: Inserción de la cláusula en la propuesta. M: Cumplimiento con la inclusión de la cláusula en los permisos emitidos.</p>

COA G.3: Establecer el uso de infraestructura dura o gris como última opción para mitigar el problema en las áreas con erosión costera.

Mejores prácticas:

- *The grey – green spectrum: A review of coastal protection interventions.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479722003978>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.3.1 Fomentar el uso de la infraestructura dura como última opción para mitigar la erosión costera. En caso de que se use esta infraestructura dura, garantizar que se realicen evaluaciones rigurosas del impacto ambiental antes de construirla. Explorar materiales y diseños innovadores y menos invasivos que se combinen con el paisaje natural.</p>	<p>1. Presentar un proyecto de ley u orden ejecutiva estableciendo el uso de la infraestructura dura como última opción para mitigar la erosión costera.</p>	<p>Gobernador y Asamblea Legislativa</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Gobierno de Puerto Rico</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Presentación y aprobación del proyecto de ley. M: Ley aprobada.</p>
	<p>2. Presentar los impactos de la infraestructura dura para mitigar la erosión tales como paredes y rocas, entre otras, sobre la morfología costera.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$300,000</p>	<p>NSF (<i>Coastal and People Program</i>); USACE</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Publicación de las guías de impactos de la infraestructura dura en Puerto Rico. M: Impactos identificados.</p>
	<p>3. Publicar en internet una lista de los permisos otorgados para realizar proyectos de mitigación de erosión costera.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>DRNA</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Publicación digital de las listas de permisos. M: Lista realizada.</p>
	<p>4. En la presentación de propuestas de instalación de estructuras duras para la mitigación es requisito incluir el plan de mantenimiento de la estructura que se instalará y el proceso de remoción de la estructura cuando ya no cumpla sus funciones.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Gobierno de Puerto Rico</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Inserción de la cláusula en la propuesta. M: Cumplimiento con la inclusión de la cláusula en los permisos emitidos.</p>
	<p>5. Las intervenciones con estructuras duras tales como espigones, rocas y paredes deben ser la última opción utilizada para la protección y adaptación.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>DRNA</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: No utilización de infraestructura dura como alternativa de mitigación. M: Cumplimiento de la acción.</p>

COA G.4: Proteger, adaptar y reubicar, según aplique, la infraestructura vial en zonas costeras afectadas por erosión costera.⁹

Mejores prácticas:

- U.S. Climate Resiliency Toolkit. <https://toolkit.climate.gov/topics/coastal-flood-risk/coastal-erosion>
- Federal Highway Administration (FHWA) research and technical assistance. https://www.fhwa.dot.gov/environment/sustainability/resilience/ongoing_and_current_research/green_infrastructure/
- EPA Coastal Resiliency tools. <https://www.epa.gov/green-infrastructure/coastal-resiliency>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.4.1 Proteger la infraestructura vial de la erosión costera y de las inundaciones.	1. Identificar la infraestructura vial afectada por la erosión y las inundaciones costeras. Esa información debe estar apoyada por la mejor información disponible proveniente de herramientas diversas, incluyendo cartografías, entre otras.	ACT y DTOP	Indeterminable	Administración Federal de Transportación y Gobierno de Puerto Rico	Mediano plazo	<p>R: Lista de la infraestructura vial afectada.</p> <p>M: Proyectos para levantar secciones de carreteras en la zona costanera (ZC) identificados.</p> <p>M: Proyectos para proteger secciones de carreteras en la ZC identificados.</p>
	<p>2. Proteger y adaptar la infraestructura vial ubicada en áreas afectadas por la erosión y la inundación costera dentro de la zona costanera.</p> <p>a. Colocar infraestructura natural como dunas y vegetación, entre otras, para proteger la carretera, según sea adecuado para la zona.</p> <p>b. Levantar secciones de carreteras ubicadas en las zonas de amenazas.</p>	ACT y DTOP	Indeterminable	Administración Federal de Transportación	Largo plazo (15 años)	<p>R: Proyectos de relocalización de segmentos de carreteras completados.</p> <p>M: Protección y adaptación realizada.</p>

⁹ Este es un tema transversal que incide en los sectores de transportes y movilidad (sección 7.3) y turismo (sección 7.10). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA G.5: Adaptar o relocalizar unidades de infraestructura crítica que están ubicadas en las zonas de erosión costera, aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica y otros tipos de marejadas.¹⁰

Mejores prácticas:

- U.S. Climate Resiliency Toolkit. <https://toolkit.climate.gov/topics/coastal-flood-risk/coastal-erosion>
- NOAA Office for Coastal Management. <https://coast.noaa.gov/>
- EPA Coastal Resiliency tools. <https://www.epa.gov/green-infrastructure/coastal-resiliency>
- FEMA Coastal Construction Manual. https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-08/fema55_voli_combined.pdf
- Phase I - Sea Level Rise Adaptation Review of Design Criteria for Coastal Infrastructure in Puerto Rico. https://dma.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/SLR_AdaptationReviewForCoastalInfrastructureInPR_20150930.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.5.1 Proteger y adaptar la infraestructura crítica construida que es afectada por la erosión costera, el aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica y otros tipos de marejadas.	1. Identificar la infraestructura crítica en riesgo.	ACT, DRNA, DDEC (Compañía de Turismo), AEE, AAA y DE	\$2 millones	Subvenciones federales NOAA	Corto plazo	R: Prioridades para la protección y adaptación identificadas. M: Inventarios completados.
	2. Adaptar o relocalizar las unidades de infraestructura crítica que están ubicadas en zonas de erosión costera.	AEE, AAA, ACT, DRNA, DDEC, DE y municipios	Indeterminable	FEMA	Largo plazo (10 años)	R: Presentación del plan de adaptación y relocalización. M: El 80 % de las unidades adaptadas o relocalizadas.
	3. Verificar las condiciones actuales de todas las estructuras de mitigación duras (formales e informales) tales como espigones (<i>groyne</i>), revestimientos, paredes y rocas (<i>rip-rap</i>) con el propósito de identificar cuáles no rinden ya su función de proteger la infraestructura crítica.	DRNA		Gobierno de Puerto Rico	Mediano plazo	R: Implantación del plan. M: Condiciones verificadas.
	4. Realizar inspecciones mandatorias de la infraestructura en toda la franja costera en un período recurrente cada 10 años.	JP, municipios autónomos			Largo plazo (primera revisión en 10 años y luego recurrente)	R: Inspecciones completadas. M: El 100 % de las inspecciones realizadas en 10 años y continuidad de las inspecciones.

¹⁰ Este es un tema transversal que incide en los sectores de infraestructuras (sección 7.2), transportes y movilidad (sección 7.3) y turismo (sección 7.10). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA G.6: Diseñar e implantar procedimientos claros para mitigar la erosión costera.

Mejores prácticas:

- *Adaptation Clearinghouse: An online database and networking site that serves policymakers and others who are working to help communities adapt to climate change.* <https://www.adaptationclearinghouse.org>
- *U.S. Climate Resiliency Toolkit.* <https://toolkit.climate.gov/topics/coastal-flood-risk/coastal-erosion>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.6.1. Establecer procedimientos claros y estandarizados sobre el manejo del problema de erosión costera.</p>	<p>1. Diseñar un protocolo estandarizado para el manejo de la erosión costera.</p>	DRNA	Indeterminable	Gobierno de Puerto Rico	Corto plazo	<p>R: Publicación del protocolo de erosión costera (OE 2023-09).</p> <p>M: Diseño del protocolo realizado.</p>
	<p>2. Integrar el uso de índices de exposición y vulnerabilidad total (social y física) para priorizar y tomar decisiones sobre la asignación de fondos con el objetivo de atender el problema de erosión costera.</p>	<p>OGPe, DRNA, JP, DE, AEE, AAA, Autoridad de los Puertos, DV y municipios</p>			Corto plazo	<p>R: Índices de uso y vulnerabilidad integrados e implantados.</p> <p>M: Índices de uso y vulnerabilidad integrados e implantados.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.6.1. Establecer procedimientos claros y estandarizados sobre el manejo del problema de erosión costera.	3. Reevaluar los criterios y procedimientos de asignación de permisos de emergencias para el manejo de la erosión costera.	DRNA	Indeterminable	Gobierno de Puerto Rico	Corto plazo	R: Publicación de los criterios para asignar los permisos. M: Criterios y procedimientos evaluados y aprobados.
	4. En caso de aprobar el uso de infraestructura dura como opción para mitigar la erosión como parte de un permiso de emergencia, incluir el pago de un depósito o garantía que cubra la remoción de esta estructura en caso de su destrucción.				Corto plazo	R: Establecimiento del proceso de depósitos o garantías. M: Pagos recibidos.
	5. En caso de aprobar el uso de infraestructura dura como opción para mitigar la erosión como parte de un permiso de emergencia, los propietarios tendrán la responsabilidad de cubrir los costos de mantenimiento de la infraestructura.				Mediano plazo	R: Aprobación de la estrategia. M: Estrategia implantada.
	6. Mantener un banco de datos actualizado en la plataforma geoespacial de permisos de emergencia concedidos por el DRNA.				Largo plazo (continuo)	R: Publicación del banco de datos de permisos de emergencia concedidos por el DRNA. M: Banco de datos actualizado continuamente.

COA G.7: Incluir la erosión costera como una de las amenazas reconocidas en la lista oficial del gobierno de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *Adaptation Clearinghouse: An online database and networking site that serves policymakers and others who are working to help communities adapt to climate change.* <https://www.adaptationclearinghouse.org>
- *Coastal Erosion U.S. Climate Resilience Toolkit.* <https://toolkit.climate.gov/topics/coastal-flood-risk/coastal-erosion>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.7.1 Reconocer la erosión costera como una amenaza prioritaria para Puerto Rico.	1. Clasificar la erosión costera como amenaza en el Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico, requerido por la Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Desastres y Asistencia en Emergencias.	NMEAD, COR3 y Rama Ejecutiva	Indeterminable	NMEAD	Corto plazo	R: Plan con inclusión del diagnóstico de la erosión costera en los instrumentos de planificación del país. M: Inclusión completada.

COA G.8: Realizar diagnósticos actualizados del estado de la erosión de las costas de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- (PR) El estado de las playas de Puerto Rico Post-María. <https://storymaps.arcgis.com/stories/61653d2d9a1748168488235d866f3e89>
- *PR Shoreline Changes Compilation.* <https://www.usgs.gov/data/puerto-rico-shoreline-change-a-gis-compilation-shorelines-baselines-intersects-and-change>
- *Best Management Practices, Erosion, Residual Woody Biomass, and Soil Disturbances Within Biomass and Conventional Clearcut Harvests in Virginia's Coastal Plain.* <https://academic.oup.com/forestscience/article/69/2/200/6885414?login=false>
- *Hazard Assessment and Modeling of Erosion and Sea Level Rise under Global Climate Change Conditions for Coastal City Management.* <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29NH.1527-6996.0000593>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.8.1 Actualización de los mejores datos e información sobre el estado de la erosión costera.	1. Actualizar con frecuencia los geodatos de los cambios de líneas de costas y ancho de playa para estar al día en cuanto al estado de la erosión costera.	DRNA	\$1.6 millones cada 2 años	USGS, NOAA, NASA, NSF, FEMA	Corto plazo	R: Publicación de los datos sobre la erosión costera cada dos años o luego del impacto de un huracán. M: Geodatos actualizados.

COA G.9: Exigir una fianza para demoler y disponer de estructuras abandonadas.

Mejores prácticas:

- *Demolition of neglected properties.* <https://localhousingsolutions.org/housing-policy-library/demolition-of-neglected-properties/>
- *Building Demolition.* <https://www.codepublishing.com/WA/Tumwater/html/Tumwater15/Tumwater1550.html>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.9.1 Establecer e implantar regulaciones dirigidas a exigir fianza para demoler y disponer de estructuras abandonadas.	1. Establecer regulación para definir la fianza.	DRNA	Indeterminable	Gobierno de Puerto Rico	Mediano plazo	R: Regulación implantada. M: Desarrollo de las regulaciones completo.

COA G.10: Proveer sistemas de alcantarillado sanitario a comunidades existentes establecidas cerca de la costa que carecen de este servicio.

Mejores prácticas:

- *Small and Rural Wastewater Systems.* <https://www.epa.gov/small-and-rural-wastewater-systems>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
G.10.1 Construir sistemas de alcantarillado sanitario en las comunidades establecidas cerca de la costa donde exista la necesidad.	1. Identificar las comunidades establecidas cerca de la costa donde se construirán los sistemas de alcantarillado sanitario por prioridad de necesidad.	DRNA	Indeterminable	Gobierno de Puerto Rico y EPA	Mediano plazo	R: Establecimiento de los sistemas de alcantarillado sanitario. M: El 85 % de los sistemas construidos en seis años.

COA G.11: Reubicación de manera planificada de comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables a los efectos del cambio climático.

Mejores prácticas:

- *FEMA Efforts Advancing Community-Driven Relocation.* <https://www.fema.gov/fact-sheet/fema-efforts-advancing-community-driven-relocation>
- *Climate Resilience Implementation Guide Community Driven Relocation.* <https://files.hudexchange.info/resources/documents/Climate-Resilience-Implementation-Guide-Community-Driven-Relocation.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>G.11.1 Poner en marcha un protocolo de reubicación planificada.</p>	<p>1. Implantar el protocolo.</p>	<p>DV</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>HUD y FEMA</p>	<p>Largo plazo (15 años)</p>	<p>R: Reubicación de las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables a los efectos del cambio climático.</p> <p>M: Reubicación del 90 % de dichas comunidades en 15 años.</p>



H. Dirigir esfuerzos de restauración de los arrecifes de coral y otros hábitats críticos para la construcción de servicios de los ecosistemas.

COA H.1: Incrementar los proyectos de restauración con soluciones basadas en la naturaleza.

Mejores prácticas:

- *Climate and Economic Justice Screening Tool*. <https://screeningtool.geoplatform.gov/en/#12.66/43.46622/-125.02285>
- *Naturally Resilient Communities*. <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/training/nrc.html>
- *Nature-based solutions resource guide*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Nature-Based-Solutions-Resource-Guide-2022.pdf>
- *Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales*. https://coastalscience.noaa.gov/data_reports/coral-reef-restoration-monitoring-guide-methods-to-evaluate-restoration-success-from-local-to-ecosystem-scales/
- *Nature-Based Solutions for Coastal Hazards*. <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/training/green.html>
- *A modeling application of integrated nature-based solutions (NBS) for coastal erosion and flooding mitigation in the Emilia-Romagna coastline (Northeast Italy)*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722084613>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>H.1.1 Incrementar los proyectos de restauración de arrecifes de coral con soluciones basadas en la naturaleza (NBS, por sus siglas en inglés).</p>	<p>1. Continuar apoyando los esfuerzos de restauración de corales que están en curso y expandirlos a otras áreas geográficas.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable y subvenciones federales y de fundaciones: <i>National Wildlife Federation, NOAA, Climate Ready Coast Program, The Ocean Foundation</i></p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Informe de la evaluación de las áreas para expandir los proyectos. M: Evaluación de las iniciativas de restauración de arrecifes realizada.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.1.1 Incrementar los proyectos de restauración de arrecifes de coral con soluciones basadas en la naturaleza (NBS, por sus siglas en inglés).	2. Identificar y evaluar ejemplos de trabajos de restauración realizados con evidencia publicados en la literatura científica para diseñar y realizar proyectos.	DRNA y JP	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable y subvenciones federales y de fundaciones <i>National Wildlife Federation, NOAA, Climate Ready Coast Program, The Ocean Foundation</i>	Corto plazo	R: Lista de lugares a mitigar por orden de prioridad.
					Mediano plazo	R: Informe de evaluación de la viabilidad de los proyectos. R: Presentación de propuestas de proyectos de restauración.
					Mediano plazo	M: Evaluaciones y propuestas realizadas.
	3. Seleccionar las áreas geográficas a mitigar a base de las zonas con mayor exposición y vulnerabilidad identificadas por estudios previos.	DRNA	Indeterminable	NOAA, <i>The Ocean Foundation</i>	Mediano plazo	R: Lista de las áreas a mitigar. M: Áreas identificadas.
	4. Evaluar la viabilidad de los proyectos a nivel de la reglamentación estatal y federal (DRNA, NOAA, USACE, USGS) y solicitar los permisos.				Mediano plazo	R: Permisos obtenidos. M: Evaluación gestionada con las agencias correspondientes.
	5. Identificar los proyectos puntuales de restauración de arrecifes y los beneficios de reducción de riesgos que generan.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable Subvenciones federales	Corto plazo	R: Presentación de los proyectos. M: Proyectos identificados.
6. Desarrollar los proyectos de restauración identificados.	Mediano plazo Largo plazo (10 años)				R: Proyectos desarrollados. M: El 70 % de los proyectos desarrollados. M: Proyectos desarrollados.	

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.1.1 Incrementar los proyectos de restauración de arrecifes de coral con soluciones basadas en la naturaleza (NBS, por sus siglas en inglés).	7. Evaluar la viabilidad de implantar proyectos de crecimiento de coral duro aplicando campos eléctricos, en conjunto con la academia y ONG. Tener en cuenta los efectos de estos métodos en la acidificación oceánica y la constitución estructural del coral en crecimiento.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable Subvenciones federales NOAA, <i>The Ocean Foundation</i> , FEMA, USFWS	Corto plazo Mediano plazo	R: Informe de hallazgos y recomendaciones presentado. M: Evaluación completada .
H.1.2 Incrementar los proyectos de restauración de hierbas marinas con NBS.	1. Evaluar ejemplos de trabajos realizados con evidencia publicados en la literatura científica para diseñar proyectos locales.	DRNA	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	R: Lista de trabajos publicados. M: Revisión y evaluación de literatura científica completada.
	2. Evaluar la viabilidad de realizar estudios piloto para la integración de proyectos que incluyan dunas construidas con material biodegradable que mimetiza las dunas naturales. Esto es para mejorar las áreas de praderas de hierbas marinas, las cuales pueden amortiguar las olas.	DRNA		Subvenciones federales y de fundaciones	Corto a mediano plazo	R: Selección del estudio piloto (área). M: Estudios de viabilidad completados.
H.1.3 Incrementar los proyectos de restauración de dunas con NBS.	1. Apoyar la continuidad de los proyectos de restauración de dunas. 2. Apoyar el mantenimiento de los proyectos de restauración de dunas realizados.	DRNA y Rama Ejecutiva	Indeterminable	<i>National Wildlife Federation</i> , NOAA	Mediano plazo Mediano a largo plazo (continuo)	R: Obtención de fondos y acuerdos de entendimiento. M: Continuación del apoyo.
H.1.4 Incrementar los proyectos de restauración de manglares con NBS.	1. Apoyar la continuidad de los proyectos de restauración de manglares e identificar nuevas zonas a restaurar.	DRNA	Indeterminable	NOAA	Mediano plazo	R: Lista de nuevas zonas a restaurar presentada. M: Plan de apoyo a proyectos realizado. M: Fondos identificados.

COA H.2: Establecer un plan integral de manejo de arrecifes, hierbas marinas, mangles y playas de Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales.* https://coastalscience.noaa.gov/data_reports/coral-reef-restoration-monitoring-guide-methods-to-evaluate-restoration-success-from-local-to-ecosystem-scales/
- Vaughan, D. E. (2021). *Active coral restoration: Techniques for a changing planet.* J. Ross Publishing, Inc.
- *A Manager's Guide to Coral Reef Restoration Planning and Design.* <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/27219>
- *Action Plan for Restoration of Coral Reef Coastal Protection Services: Case study example and workbook.* https://cfpub.epa.gov/si/si_public_file_download.cfm?p_download_id=544353&Lab=CPHEA

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.2.1 Formalizar acuerdos para la restauración de arrecifes de coral.	1. Crear un comité que incluya organizaciones e investigadores en la academia que estén realizando proyectos de restauración de arrecifes de coral. El comité tendrá entre sus tareas evaluar los planes estatales, regionales y federales existentes para preparar un plan integral nacional de la restauración de los arrecifes de coral de Puerto Rico. Se recomienda que esta iniciativa se haga de la mano de la Sociedad Ambiente Marino y el Centro para la Ecología Tropical Aplicada y Conservación de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, u otras organizaciones.	DRNA - Programa de Conservación y Manejo de Arrecifes de Coral de Puerto Rico	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	R: Comité formado. M: Miembros del comité seleccionados.
	2. Revisar todos los planes estatales y regionales relacionados con la restauración de los arrecifes de coral en Puerto Rico para atemperarlos al P-MARCC.			Subvenciones federales: NOAA EPA FEMA	Mediano plazo	R: Informe de evaluación presentado. M: Evaluación completada.
	3. Realizar una evaluación comprensiva del estado de los arrecifes de coral en el archipiélago de Puerto Rico.			Indeterminable	Mediano plazo	R: Plan publicado e implantado. M: Plan desarrollado.
	4. Publicar el Plan Integral de Acción Nacional para la Restauración de Arrecifes de Coral de Puerto Rico.					

COA H.3: Implantar un programa de reforestación masiva para evitar la sedimentación de la zona costanera.¹¹

Mejores prácticas:

- *Tree Compatible Ground Covers for Reforestation and Erosion Control.* https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/gtr/gtr-nrs-169papers/07-Chapter6_gtr-nrs-169.pdf
- *Assessing Carbon Offsetting Programs for the Puerto Rico Project Center.* https://bpb-us-w2.wpmucdn.com/wp.wpi.edu/dist/e/203/files/2023/03/Carbon_Final_Report.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.3.1 Reforestar para reducir el flujo de sedimentos a los ecosistemas costeros.	1. Reforestar en las zonas que pudieran generar alta sedimentación que afecte los ecosistemas costeros.	DRNA	Indeterminable	Servicio Forestal y NOAA	Largo plazo (20 años)	R: Forestación de las áreas. M: El 90 % de la forestación realizada en 20 años.

COA H.4: Fortalecer el Programa de Conservación y Manejo de Arrecifes de Coral de Puerto Rico del DRNA enfocado en el tratamiento de la enfermedad de tejido de coral duro (*Stony Coral Tissue Loss Disease, SCTL*D).

Mejores prácticas:

- *Antibiotic Treatment Ameliorates the Impact of Stony Coral Tissue Loss Disease (SCTL*D) on Coral Communities. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.859740/full>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
H.4.1 Aumentar el alcance del programa de control de SCTLD.	1. Gestionar la obtención de fondos para fortalecer el programa.	DRNA	Indeterminable	NOAA	Corto plazo	R: Fortalecimiento del programa. M: Fondos obtenidos.

¹¹ Este es un tema transversal que incide en el sector de forestación y ecosistemas terrestres (sección 7.9). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.



I. Implementar planificación costera que se ocupe de la subida del mar, y dirigir el nuevo desarrollo a distancia de las costas, en conjunto con la Junta de Planificación.

COA I.1: Establecer política pública para la Gestión Integrada en la zona costanera.

Mejores prácticas:

- *Manual 12. Manejo de las zonas costeras: Cuestiones concernientes a los humedales y manejo integrado de las zonas costeras* (manuales Ramsar para el uso racional de los humedales), 4ª edición, Gland (Suiza). Secretaría de la Convención de Ramsar. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-12sp.pdf>
- División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. “Programa 21: Capítulo 17. Protección de los océanos y de los mares de todo tipo; incluidos los mares cerrados y semicerrados, y de las zonas costeras; y protección, utilización racional y desarrollo de sus recursos vivos”. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter17.htm>
- Justafre García, Y. (junio de 2012), “Consideraciones teórico-básicas sobre los actores sociales claves del manejo integrado de zonas costeras”, *Desarrollo Local Sostenible*, 5(14). https://www.eumed.net/rev/delos/14/yjg.html#google_vignette

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>I.1.1 Definir una política para el manejo integrado de las zonas costeras que sea específica, dado que no existe a nivel estatal. Esta debe ser mucho más ambiciosa que la federal en sus pretensiones de conservación, más detallada en su formulación y abordada metodológicamente como política pública.</p>	<p>1. Desarrollar la metodología para atender aquellas singularidades del litoral puertorriqueño, que no puede responder a la escala federal por su naturaleza de escala espacial tan amplia.</p>	<p>DRNA- Programa de Manejo de la Zona Costanera (PMZC)</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Subvenciones: <i>Effects of Sea Level Rise (ESLR) Technical Assistance</i>: NOAA-NOS-NCCOS-2023-2007719 (https://www.grants.gov/search-results-detail/345078). Recurrente, anual, marzo. <i>Climate Program Office (CPO), Earth System Science and Modeling Research for Coastal Inundation</i>: NOAA-OAR-CPO-2023-2007559</p>	<p>Largo plazo (10 años)</p>	<p>R: Informe de la metodología presentado. M: Singularidades identificadas y metodología asociada desarrollada.</p>
	<p>2. Generar una Guía de manejo integrado de la zona costanera específica para Puerto Rico que permita ser implementada por funcionarios gubernamentales, grupos comunitarios y entidades privadas. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	<p>DRNA, JP</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Publicación de la guía de manejo integrado de la zona costanera para Puerto Rico. M: Desarrollo de la guía de manejo.</p>	

COA I.2: Definir la delimitación de una franja donde no se autoricen nuevas construcciones en terrenos con alcance de inundación producida por el aumento del nivel del mar, marejadas ciclónicas, oleaje ciclónico y otros tipos de marejadas, o con alcance de inundación mayor. Quedarán exentos de esta moratoria aquellos proyectos que por naturaleza estén atados a actividades acuáticas (ej. villas pesqueras), proyectos de mitigación, restauraciones ecológicas (con prioridades en soluciones basadas en la naturaleza: dunas, arrecifes de coral, manglares y otras restauraciones ecológicas) y actividades identificadas en la reglamentación federal 44 CFR Parte 80 (tales como parques para actividades recreativas al aire libre, reservas naturales, cultivos, pastoreo, áreas de acampar, exceptuando donde no haya tiempo de advertencia adecuado para desalojo en caso de emergencia, estacionamientos no pavimentados, zonas de amortiguamiento, manejo de humedales y actividades de mitigación, entre otras) u otra reglamentación federal. Esta franja tiene que ser evaluada por períodos debido a su dinamismo a través del tiempo.

Mejores prácticas:

- Coastal Construction Line (CCCL) Map App. <https://floodmaps.pinellascounty.org/pages/coastal-construction-control-line>
- About the Coastal Construction Control Line (CCCL). <https://daytonarealtors-92158.groovehq.com/help/about-the-coastal-construction-control-line-cccl>
- Manual de delimitación de fronteras marítimas, División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar, Oficina de Asuntos Jurídicos, Naciones Unidas· Nueva York, 2001. https://www.un.org/depts/los/doalos_publications/publicationtexts/Handbook%20on%20the%20delimitation%20of%20maritime%20boundary_Spa.pdf

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.2.1 Delinear una franja desde donde no se permitan nuevas construcciones.	1. Delinear una franja desde donde no se permitan nuevas construcciones. Esta delimitación debe ser presentada y discutida entre todos los sectores. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.	DRNA (PMZC) y JP	Indeterminable	Fondos propios de las agencias. Subvenciones: <i>Effects of Sea Level Rise (ESLR) Technical Assistance:</i> NOAA-NOS-NCCOS-2023-2007719 (https://www.grants.gov/search-results-detail/345078). <i>Climate Program Office (CPO), Earth System Science and Modeling Research for Coastal Inundation:</i> NOAA-OAR-CPO-2023-2007559	Mediano plazo	R: Publicación de la línea desde donde no se permiten nuevas construcciones en la costa. M: Estudios para delinear la franja realizados.
	2. Hacer vistas públicas sobre el borrador de la delineación de la franja antes de publicarlo. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.	DRNA (PMZC) y JP				R: Vistas públicas realizadas. M: Convocatoria para vistas públicas completada.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.2.1 Delinear una franja desde donde no se permitan nuevas construcciones.	3. Revisar el Manual de procedimientos para el deslinde del límite interior tierra adentro de los bienes de dominio público marítimo terrestres del DRNA.	DRNA (PMZC)	Indeterminable	Fondos propios de las agencias. Subvenciones:	Mediano plazo	R: Manual revisado. M: Revisión de los procedimientos realizada.
	4. Revisar el sistema de referencia oficial para el deslinde de bienes de dominio público en la zona marítimo terrestre del DRNA a base de nuevas calificaciones de aumento del nivel del mar y erosión costera.					R: Revisión completada. M: Sistema de referencia revisado.
	5. Educar a los interesados sobre el establecimiento de esta franja donde no se permitirá construir.					R: Material educativo publicado. M: Material educativo desarrollado.
	6. Evaluar la delimitación de esta franja por períodos debido a su dinamismo a través del tiempo - Monitoreo periódico.					R: Monitoreo establecido. Monitoreo a largo plazo en curso. M: Evaluación completada.

COA I.3: Realizar un inventario de propiedades en las costas para gestionar la remoción y disposición de aquellas que están en estado de abandono en la zona marítimo terrestre.

Mejores prácticas:

- Se han realizado inventarios de propiedades en las costas, por ejemplo, en el municipio de Toa Baja bajo el Programa Municipal de Estorbos Públicos, apoyado por el Centro para la Reconstrucción del Hábitat. Ver detalles de este tipo de programas en el Centro para la Reconstrucción del Hábitat. <https://www.crhpr.org/proyectos>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.3.1 Establecer con los municipios costeros un inventario de propiedades en la zona marítimo terrestre.	1. Robustecer en todos los municipios costeros la base de datos georreferenciada en un sistema de información geográfica del inventario de las propiedades en abandono que se encuentran en la zona marítimo terrestre.	DRNA (PMZC), JP, municipios costeros departamentos u oficinas de vivienda o planificación o de permisos y OGPe	Costo promedio por unidad \$168.42. Se estima que este inventario podrá costar \$72,757.44	Fondos propios municipales, fondos propios de la Junta de Planificación y el DRNA	Corto plazo	R: Inventario terminado. M: [(Número de propiedades inventariadas en la ZMT / Número de propiedades totales en la ZMT) × 100]. 80% o más: mediano plazo. 100%: largo plazo (7 años).
	2. Desarrollar un acuerdo entre los municipios, el DRNA, la JP y OGPe que facilite ampliar el inventario y compartirlo. El CEACC será facilitador de este proceso.		Costos operacionales de nómina		Corto plazo	R: Acuerdo redactado y firmado. M: Acuerdos realizados.
	3. Revisar los marcos legales y redactar las ordenanzas para evitar que se reconstruyan propiedades que están en estado de abandono en la zona marítimo terrestre.		Costos operacionales de nómina		Corto, mediano a largo plazo (10 años)	R: Marcos legales revisados y ordenanzas redactadas e implantadas. M: Revisión de marcos legales y redacción de ordenanzas completados.

COA I.4: Reparto de competencias. Es necesario un modelo más integrado de gestión en la zona costanera. Para ello, la coordinación y la cooperación resultan fundamentales y debe promoverse un diálogo más fluido entre las diferentes administraciones públicas. Igual, deben crearse diferentes instancias como espacios de encuentro.

Mejores prácticas:

- Modelos del Manejo Integrado de Zonas Costeras: Análisis Comparativo y Propuesta de Adopción para el Caso de Akumal (México). <https://revistas.uca.es/index.php/costas/article/view/8938>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
I.4.1 Definir las competencias en este espacio y delinear las jurisdicciones de cada entidad pública sobre la zona costanera.	<ol style="list-style-type: none"> Desglosar las entidades públicas (federales, estatales y municipales) con jurisdicción sobre la zona costanera. Evaluar las potestades y responsabilidades que tiene cada entidad. 	DRNA (PMZC)	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Directorio final de las entidades con sus respectivas potestades y responsabilidades.</p> <p>M: Evaluación de las entidades y de sus potestades y responsabilidades completada.</p>
I.4.2 Coordinación entre las diferentes entidades gubernamentales y académicas.	<ol style="list-style-type: none"> El PMZC debe auspiciar la coordinación, en la que estén representadas las tres escalas de gestión (federal, estatal y municipal), por lo cual podría facilitar la tan necesitada coordinación administrativa. 	DRNA (PMZC)	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable	Corto a mediano plazo	<p>R: Plan de desarrollo de protocolos.</p> <p>M: Coordinación de entidades de las escalas de gestión realizada.</p>
I.4.3 Desarrollar protocolos elementales de coordinación y cooperación.	<ol style="list-style-type: none"> Crear convenios y acuerdos de entendimiento entre agencias e instituciones de educación superior. 	DRNA (PMZC)	Indeterminable	Fondos propios de la entidad responsable	Corto y mediano a largo plazo	<p>R: Convenios y acuerdos finalizados y firmados.</p> <p>M: Creación de convenios concretada.</p>

COA I.5: Proponer la Ley de Gestión Integrada de la Zona Costanera.

Mejores prácticas:

- *Review of US Ocean and Coastal Law: The Evolution of Ocean Governance over three decades.* https://govinfo.library.unt.edu/oceancommission/documents/full_color_rpt/append_6.pdf
- *Senate Committee on Environment and Public Works.* <https://www.epw.senate.gov/public/index.cfm/2022/12/carper-graham-introduce-bill-to-enhance-the-coastal-barrier-resources-system>
- *Improving a decree law about coastal zone management in a small island developing state.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308597X18301830>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>I.5.1 Crear la Ley de Gestión Integrada de la Zona Costanera de modo que la definición jurídica y administrativa de la zona costanera otorgue mayores facilidades operativas, permita que la sociedad civil y los instrumentos voluntarios estén más presentes, incluya los criterios de asignación y control de los recursos económicos y se regulen los diferentes órganos colegiados, entre otros aspectos.</p>	<p>1. Analizar y validar una línea base para crear la ley, lo que establece el apéndice B del documento PMZC de 1978. El apéndice expone la base legal que permite a Puerto Rico la gestión de los espacios, recursos marinos y costeros dentro del ámbito de jurisdicción, 1 km tierra adentro o distancias adicionales así designadas como reservas naturales (41 en total) y áreas de planificación especial (8 en total), todos los manglares, humedales y cuerpos de aguas interiores.</p> <p>Colaborador potencial: Legislatura.</p>	DRNA	Indeterminable	Gobierno de Puerto Rico	Mediano plazo	<p>R: Convenios y acuerdos finalizados y firmados.</p> <p>M: Creación de convenios concretada.</p>



J. Identificar las áreas de alta biodiversidad y la cobertura de coral vivo para protección adicional, y ampliar las áreas protegidas existentes para incluir estas áreas.

COA J.1: Apoyar iniciativas de inventarios y monitoreos a largo plazo de ecosistemas costeros como corales, humedales, hierbas marinas y playas para aumentar el nivel de protección de la zona costanera.

Mejores prácticas:

- *Protocol: Seagrass Cover and Density (2020). Tennenbaum Marine Observatories.*
- *Network, MarineGEO, Smithsonian Institution.* https://marinegeo.github.io/assets/modules/seagrass-density/marinegeo_protocol_seagrass_density.pdf
- *A protocol for improving mapping and assessing of seagrass abundance along the West Central Coast of Florida using Landsat TM and EO-1 ALI/Hyperion images.* <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.06.008>
- *Marine Biodiversity Observation Network (MBON).* <https://ioos.noaa.gov/project/mbon/>
- *NOAA Ocean Exploration Data Management.* <https://www.ncei.noaa.gov/products/ocean-exploration-and-research-oer-data-management>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.1.1 Identificar la distribución, composición y extensión de los hábitats y de las comunidades de hierbas marinas.	1. Evaluar el estado de las praderas de hierbas marinas de acuerdo con la información disponible en la literatura (artículos científicos, informes, etc.).	DRNA	Indeterminable.	CRCP State and Territorial Coral Reef Conservation Cooperative Agreements: NOAA-NOS-2023-2007487. https://www.grants.gov/search-results-detail/343084	Corto plazo	R: Informe del estado de los ecosistemas de hierbas marinas. M: Evaluación de la información existente sobre el estado de los ecosistemas de hierbas marinas completada.
	2. Identificar áreas en las que se hayan realizado inventarios en el pasado y establecerlas como prioridad para estudiar los cambios.		Indeterminable		Corto plazo	R: Informe de los inventarios disponibles de los ecosistemas de hierbas marinas. M: Áreas con inventarios previos identificadas.
	3. Identificar y establecer las áreas con alto impacto antropogénico como prioridad de protección.		Indeterminable		Mediano plazo	R: Informe de áreas identificadas. M: Evaluación e identificación de las áreas de alto impacto completadas.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.1.1 Identificar la distribución, composición y extensión de los hábitats y de las comunidades de hierbas marinas.	<p>4. Realizar inventarios de praderas de hierbas marinas alrededor de toda la isla y de las comunidades de flora y fauna asociadas por regiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. norte, b. este, c. oeste, d. sur. 	DRNA	Indeterminable	<p>CRCP <i>State and Territorial Coral Reef Conservation Cooperative Agreements</i>: NOAA-NOS-2023-2007487. https://www.grants.gov/search-results-detail/343084</p>	Mediano a largo plazo (10 años)	<p>R: Informe de los inventarios.</p> <p>M: Por región: [(número de sitios inventariados / número de sitios totales a inventariar) × 100] superior o igual a 80 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>
	5. Crear mapas de la distribución de las praderas de hierbas marinas de toda la isla.		Indeterminable	<p><i>Oceankind Technology Solutions for Seagrass</i> https://oceankind.org/wp-content/uploads/2022/09/RFP2022-seagrass-tech-2022-09-12.pdf</p>	Mediano a largo plazo (10 años)	<p>R: Mapas con la localización y extensión de las praderas de hierbas marinas.</p> <p>M: Mapas creados.</p>
	6. Desarrollar esfuerzos dirigidos a establecer programas de monitoreo continuo por regiones.		Indeterminable	<p><i>National Wetland Program Development Grant Request for Applications</i> https://www.epa.gov/wetlands/national-wetland-program-development-grant-request-applications</p>	Largo plazo (11 años)	<p>R: Programas de monitoreo continuo establecidos.</p> <p>M: Plan de monitoreo desarrollado.</p>
	7. Establecer áreas para protección.		Costos operacionales de nómina	Largo plazo (11 años)	<p>R: Áreas protegidas.</p> <p>M: Identificación y establecimiento de las áreas para protección completados.</p>	

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
J.1.2 Desarrollar programas de monitoreo continuo para áreas de ecosistemas costeros como corales, humedales, hierbas marinas y playas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer acuerdos entre la academia, agencias estatales y federales y ONG para desarrollar esfuerzos de monitoreo a largo plazo. 2. Identificar fuentes de fondos recurrentes para el monitoreo y evaluación continua de los sistemas. 	DRNA	Indeterminable	<i>Marine Biodiversity Observation Network (MBON).</i> https://ioos.noaa.gov/project/mbon/	Corto plazo Mediano plazo Largo plazo (continuo)	R: Acuerdos establecidos. M: Desarrollo de los acuerdos. R: Programas de monitoreo desarrollados. M: Fuentes de fondos identificadas.
J.1.3 Establecer una base de datos de acceso público que integre informes técnicos, artículos científicos, proyectos y acuerdos de colaboración en desarrollo, sobre estudios en ecosistemas costeros como corales, humedales, hierbas marinas y playas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer acuerdos entre la academia, agencias estatales y federales y ONG para desarrollar un programa de base de datos. 	DRNA	Indeterminable	<i>NOAA Funding Data and Information</i> https://coast.noaa.gov/funding/data-information.html	Corto plazo	R: Acuerdos establecidos. M: Identificación de entidades completada.
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Desarrollar el programa de base de datos. 				Mediano plazo	R: Programa de base de datos establecido. M: Desarrollo de la base de datos completado.
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Identificar fuentes de fondos recurrentes para el mantenimiento de la base de datos. 				Largo plazo (continuo)	R: Programa de financiamiento en curso. M: Fondos identificados.

COA J.2: Integrar a Puerto Rico al Corredor Biológico en el Caribe para proteger la flora y fauna marina.

Mejores prácticas:

- Corredor Biológico en el Caribe. <https://cbcbio.org/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>J.2.1 Promover la participación de Puerto Rico en el Corredor Biológico en el Caribe.</p>	<p>1. Establecer un acuerdo para entrar al Corredor.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Indeterminable</p>	<p>Costos propios de la entidad responsable</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Acuerdo realizado. M: Participación en 70 % de los eventos.</p>

Tabla 7.9. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **forestación y ecosistemas terrestres**.



A. Definir e implementar una gestión forestal que aumente la resistencia y resiliencia de las áreas verdes a los impactos del cambio climático.

COA A.1: Caracterizar las condiciones ambientales prevalecientes en los ecosistemas y áreas forestales con énfasis en los ecosistemas y hábitats críticos.

Mejores prácticas:

Estrategias de manejo que utilizan como punto partida la caracterización de condiciones ambientales en los ecosistemas:

- P. Sauvé *et al.*, (2023). “A need to better monitor the effects of coastal defense measures on coastal socio-ecological systems to improve future adaptation solutions”. *Ocean & Coastal Management*, 239, 106599.
- Y. Demir *et al.*, (2023). “Determination of soil quality index in areas with high erosion risk and usability in watershed rehabilitation applications”. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(5), p. 572.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Caracterizar y describir las condiciones ambientales predominantes en los ecosistemas y hábitats críticos mediante el monitoreo continuo de parámetros ambientales.</p>	<p>1. Desarrollar un sistema de monitoreo ambiental uniforme con la información que proveen diversas agencias (estatales y federales) y organizaciones (públicas y privadas) sobre el monitoreo de condiciones ambientales y de parámetros químico / físicos en diversas zonas y áreas naturales en Puerto Rico. El desarrollo de un sistema uniforme de monitoreo ambiental continuo permite establecer caracterizaciones actualizadas sobre las condiciones prevalecientes y de escenarios de estrés en nuestros ecosistemas terrestres. Esto posibilita ser más efectivos al establecer gestiones ambientales y estrategias de mitigación, conservación y rehabilitación, en especial sobre los ecosistemas designados como críticos.</p>	DRNA	\$50,000 a 100,000 por área de monitoreo	<p>Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico (DRNA)</p> <p>Plan de Conservación de Hábitat, Servicio de Pesca y Vida Silvestre (FWS)</p> <p><i>Wildlife Habitat Incentives Program</i> (Departamento de Agricultura federal-USDA)</p>	Mediano plazo	<p>R: Sistema de monitoreo ambiental uniforme (base de datos) manejado por el DRNA a través de las reservas y refugios de vida silvestre y de los ecosistemas con designación de hábitat crítico.</p> <p>M: Mapa interactivo que exponga en tiempo real e histórico datos sobre parámetros ambientales en los ecosistemas terrestres en las áreas descritas.</p>

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Caracterizar y describir las condiciones ambientales predominantes en los ecosistemas y hábitats críticos mediante el monitoreo continuo de parámetros ambientales.</p>	<p>2. Establecer instrumentación y equipos de monitoreo ambiental en áreas críticas donde hay vacíos de información. Estos pueden incluir, pero no se limitan a, estaciones meteorológicas con sensores para determinar parámetros microclimáticos a nivel de ecosistema, tales como: temperatura del aire, precipitación, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, entre otros. También se pueden incluir sensores que midan parámetros más puntuales en el ecosistema, tales como humedad del suelo y luz fotosintéticamente activa (PAR), entre otros. Recomendar sensores y equipos más especializados en ecosistemas con características específicas. Consultar con los expertos en la academia para la adquisición e instalación de los equipos.</p>	DRNA	<p>\$50,000 a 100,000 por área de monitoreo</p>	<p>Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico (DRNA)</p> <p>Plan de Conservación de Hábitat, Servicio de Pesca y Vida Silvestre (FWS)</p> <p><i>Wildlife Habitat Incentives Program</i> (Departamento de Agricultura federal-USDA)</p>	<p>Mediano y largo plazo (7-8 años, continuo)</p>	<p>R: Monitoreo ambiental a mediano plazo en áreas críticas sobre las que hay vacíos de información para mejorar el diagnóstico de las condiciones ambientales en los ecosistemas y hábitats críticos.</p> <p>M: Adquisición completada a mediano y largo plazo, según la necesidad de equipos y sensores de monitoreo ambiental, y asignación de personal para instalar los sistemas de monitoreo en áreas críticas sobre las que no hay información disponible.</p>

COA A.2: Desarrollar en los bosques y otras áreas verdes una gestión forestal adaptativa a los efectos del cambio climático, incluyendo los eventos extremos asociados.

Mejores prácticas:

Políticas públicas que tomen en consideración los adelantos científicos del siglo XXI, al igual que el conocimiento práctico acumulado durante el siglo XX, para así crear las condiciones bajo las cuales se adopten prácticas efectivas que permitan reforestar a Puerto Rico. Las prácticas sugeridas están basadas en la experiencia del Servicio Forestal al reforestar a Puerto Rico en las décadas de 1940 a 1960 (véase en los anejos la **Guía de Reforestación para Puerto Rico**). La práctica de regeneración natural asistida se basa en el manual de *Conservation International* del mismo título.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.2.1 Asegurar que la gestión forestal aumenta la adaptabilidad de los bosques y otras áreas verdes a los efectos del cambio climático, incluyendo los eventos extremos asociados.	1. Establecer y fomentar una política pública que favorezca la sucesión natural de árboles (sin intervención humana) considerando las especies presentes y la capacidad de la vegetación para organizarse utilizando la regeneración natural asistida y la protección de los bosques maduros.	DRNA	Costos de operación de la agencia	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Bosques más adaptados y resilientes ante eventos extremos y el cambio climático. Tales bosques no requieren reforestación.</p> <p>M: Política pública establecida.</p>
	2. Determinar la capacidad de los viveros en el país de producción por especies.	DRNA	\$50,000	Fondos propios de la entidad responsable en colaboración con el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA FS), estaciones experimentales y la academia.	Corto plazo	<p>R: Facilita la planificación y la implantación de los programas de reforestación; mejora la certeza de los programas.</p> <p>M: La capacidad de los viveros de producción por especies 100 % determinada.</p>
	3. Desarrollar una nueva política pública de conservación de árboles, que tome en cuenta cuándo intervenir o no y que distinga los distintos entornos donde se ubican los bosques y los árboles (agrícola, rural y urbano). Establecer como base de la política pública el Plan de Uso de Terrenos y los reglamentos vigentes. En aquellas circunstancias donde se demuestre que una especie nativa es la especie apropiada para una reforestación o conservación, la misma tendrá prioridad sobre otras especies que sean menos apropiadas.	DRNA; Legislatura	\$200,000	Fondos propios del gobierno, incluidos de la JP	Mediano plazo	<p>R: Menos conflictos en el uso de terrenos. Mejor dirección e implantación de los planes de reforestación. Bosques más sustentables y resilientes.</p> <p>M: Política pública desarrollada e implantada.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Asegurar que la gestión forestal aumenta la adaptabilidad de los bosques y otras áreas verdes a los efectos del cambio climático, incluyendo los eventos extremos asociados.</p>	<p>4. Establecer por ley una corporación autónoma que utilice como modelo para su estructura y operación la Corporación para la Conservación del Estuario de la Bahía de San Juan y la Corporación del Proyecto ENLACE del Caño Martín Peña, con la encomienda de reforestar a Puerto Rico usando la visión establecida en las estrategias del P-MARCC. La composición de la gobernanza de la corporación debe integrar a miembros <i>ex officio</i> que incluya a las agencias concernidas del gobierno estatal en colaboración con otras entidades como: la DRNA, el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (programa de <i>State, Private, and Tribal Forestry</i>, la biblioteca y el programa <i>Research and Development</i>), el Colegio de Agricultura del Recinto Universitario de Mayagüez de la UPR, la Estación Experimental Agrícola en Río Piedras y otras estaciones en la isla, el Centro para la Conservación del Paisaje, Para la Naturaleza (Programa de Viveros), Protectores de Cuencas, el Recinto de Aguadilla de la UPR (revegetación de dunas), el Recinto de Río Piedras de la UPR (vegetación urbana), el Departamento de Agricultura, Cafiesencia Puerto Rico, Distritos de Conservación de Suelos, el municipio de Caguas (programa <i>Tree City</i>) y el proyecto Génesis de la Universidad del Sagrado Corazón y la Universidad Ana G. Méndez (véase en los anejos la Guía de reforestación para Puerto Rico, para más detalles).</p>	<p>DRNA (desarrollar el borrador del proyecto de ley) Legislatura (aprobación de la ley) Gobernador (firma de la ley)</p>	<p>\$100,000</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Menos conflictos en el uso de terrenos y mejoras en la dirección e implantación de los planes de reforestación. M: Entidad establecida y en operación.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Asegurar que la gestión forestal aumenta la adaptabilidad de los bosques y otras áreas verdes a los efectos del cambio climático, incluyendo los eventos extremos asociados.</p>	<p>5. Desarrollar un programa para certificar a los departamentos de ornato de los municipios y asegurar que incluyen la conservación adecuada de los árboles y bosques urbanos.</p>	DRNA	\$50,000	<p>Fondos propios de la entidad responsable y subvenciones del USDA FS</p>	Corto plazo	<p>R: Asegurar que la reforestación urbana será profesional y duradera.</p> <p>M: Programa desarrollado y en operación.</p>
	<p>6. Documentar la experiencia hasta el momento con la reforestación en Puerto Rico durante el siglo XXI, incluyendo la experiencia con especies nativas. Mantener al día el conocimiento adquirido.</p>	DRNA	\$50,000	<p>Fondos propios de la entidad responsable, colaboración con la academia y agencias técnicas como estaciones experimentales agrícolas</p>	Corto plazo	<p>R: Con más conocimiento se expanden las opciones de reforestación, particularmente en el número de especies disponibles para reforestar lugares particulares.</p> <p>M: Experiencias documentadas al día.</p>



B. Favorecer una gestión forestal que permita reducir el riesgo de incendios forestales y el aprovechamiento de las áreas forestales.

COA B.1: Crear estrategias que minimicen el riesgo de incendios forestales y favorezcan el aprovechamiento de las áreas forestales.

Mejores prácticas:

Adoptar prácticas que reducen las posibilidades y la magnitud de los incendios forestales y a la vez impiden que los fuegos se escapen y afecten bosques sin adaptaciones a estos eventos. Estas prácticas son conocidas en los Estados Unidos. El Servicio Forestal federal tiene los recursos y la misión de aplicarlas en Puerto Rico. El manejo de los fuegos forestales por las agencias de Puerto Rico es más efectivo si se lleva a cabo en coordinación con el Servicio Forestal y con el DRNA. El Instituto Internacional de Dasonomía Tropical es la unidad del Servicio Forestal a la que se debe consultar para lograr esta coordinación. Igualmente, ambas agencias deben ser parte de los programas de educación pública diseñados para orientar a la ciudadanía sobre este asunto. La colaboración de universidades y de cadenas de radio y televisión debe explorarse.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Minimizar los fuegos forestales y educar a las personas para reducir las igniciones y apoyar las prácticas del gobierno sobre el manejo de fuegos.</p>	<p>1. Conducir quemas preventivas donde las probabilidades de fuego son mayores.</p>	<p>Bomberos de Puerto Rico</p>	<p>\$1,500 por acre</p>	<p>Son costos operacionales de los dueños de terrenos; hay programas del DRNA, USDA FS y el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) que subvencionan los costos; los Bomberos de Puerto Rico y el DRNA son responsables de los bosques públicos</p>	<p>Corto, mediano y largo plazo (11 años) Anualmente, durante el período de sequía</p>	<p>R: Reducción en el número de incendios forestales; los incendios no se extienden por falta de combustible orgánico. M: Contabilizar cuántos de los fuegos forestales ocurren en áreas sujetas a quemas preventivas o en lugares estratégicos previamente identificados para quemas preventivas.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Minimizar los fuegos forestales y educar a las personas para reducir las igniciones y apoyar las prácticas del gobierno sobre el manejo de fuegos.	2. Manejar corredores como caminos, carreteras y veredas incluyendo la siembra, el control de la vegetación, la reducción de combustibles o el control de acceso.	DRNA	\$2,000 por kilómetro	Son costos operacionales de los dueños de terrenos; hay programas del DRNA, USDA FS y NRCS que subvencionan los costos; los Bomberos de Puerto Rico y el DRNA son responsables de los bosques públicos	Corto, mediano y largo plazo (11 años), de manera continua, más intensamente durante sequías	R: Los incendios forestales se detienen al llegar a estos sitios, se reduce la expansión de los fuegos, y estos se pueden controlar más fácilmente y con menos costo. M: Mantener un récord de los fuegos que se propagan por corredores, caminos, carreteras y veredas, particularmente en los sitios con historial de fuegos con o sin manejo preventivo.
	3. Conducir campañas de orientación y educación pública sobre los fuegos forestales y cómo prevenirlos. Colaboradores potenciales: Universidad del Sagrado Corazón y las emisoras de radio y televisión.	DRNA	\$100,000 anuales	Fondos públicos de las agencias como el DRNA, Bomberos y el DE	De manera continua, más intensamente durante las sequías	R: Las campañas de orientación y educación pública están activas comúnmente durante la época de sequía y presentes durante las épocas de lluvia. Con un público más alerta y mejor informado, disminuyen los incendios forestales. M: Hacer sondeos para asegurar que el nivel de entendimiento y alerta del público mejoran con la campaña informativa.
	4. Expedir multas y exigir la restauración de la zona a las condiciones previas cuando se determine que la causa de un fuego forestal fue criminal (los bomberos determinan la causa y los vigilantes hacen cumplir la ley).	Cuerpo de Bomberos y Cuerpo de Vigilantes (DRNA)	Indeterminable	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo (continuo)	R: Reducción de incendios provocados por mano criminal. M: Cantidad de multas expedidas y terrenos restaurados.



C. Apoyar estudios y protocolos que puedan utilizarse para detectar plantas tropicales más resistentes a la sequía y el estrés del calor.

COA C.1: Desarrollar estudios de tolerancia y aclimatación en especies clave y amenazadas.

Mejores prácticas:

Estudios enfocados en determinar la tolerancia y capacidad de aclimatación de especies a condiciones ambientales estresantes:

- W. O. Rivera-De Jesús y E. Rivera-Ocasio (2022). “Tolerance and recuperation capacity of tropical native tree species to hydric and saline stress: An experimental approach for wetlands rehabilitation”. *Wetland Science & Practices*, 40(1), pp. 51-59.
- J. A. Hogan et al., (2022). “Solar radiation and soil moisture drive tropical forest understory responses to experimental and natural hurricanes”. *Ecosphere*, 13(7), e4150.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Determinar la tolerancia y capacidad de aclimatación de especies de plantas a condiciones ambientales estresantes (sequía, calor, inundación, salinidad), con énfasis en especies clave y amenazadas.</p>	<p>1. Fomentar a través de la comunidad científica el desarrollo de investigaciones que se enfoquen en caracterizar condiciones ambientales estresantes en los ecosistemas terrestres y, a su vez, que determinen, tanto en escenarios de campo como en escenarios controlados, el efecto de estas condiciones en la fisiología y sobrevivencia de dichos organismos. Utilizar los resultados para robustecer la implantación de los planes de reforestación.</p>	DRNA	\$30,000 - 50,000 por estudio	<p><i>Partners for Fish and Wildlife Program (FWS)</i></p> <p><i>Wildlife Habitat Incentives Program (USDA)</i></p>	Mediano plazo	<p>R: Desarrollo de programas estatales para la obtención de fondos que se destinen a estudios de tolerancia y aclimatación, en especial sobre especies clave y amenazadas.</p>
<p>C.1.2 Incrementar el conocimiento biológico sobre las especies de plantas que forman parte de nuestra flora autóctona y su interacción con el ambiente.</p>	<p>1. Desarrollar estudios de tolerancia que establezcan la plasticidad ecológica exhibida por distintas especies de plantas a condiciones ambientales estresantes. Esto favorece el desarrollo de estrategias efectivas para el manejo de poblaciones silvestres y para el desarrollo de planes de reforestación y recuperación considerando la capacidad del organismo para tolerar y sobrevivir a condiciones estresantes.</p>					<p><i>Species Recovery Grants to States (NOAA)</i></p>

COA C.2: Garantizar estudios y protocolos que puedan utilizarse para detectar plantas tropicales más resistentes a la sequía y al estrés del calor.

Mejores prácticas:

Anticipar un futuro con menos disponibilidad de agua fresca identificando desde ahora aquellas especies arbóreas con la mayor resistencia a la sequía. Involucrar al talento científico de Puerto Rico y las instalaciones de las estaciones experimentales agrícolas para asegurar rigor científico y cobertura de la diversidad de climas y terrenos representados por las estaciones experimentales (véase en los anejos la **Guía de reforestación para Puerto Rico**, en Organizaciones Clave).

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.1 Identificar y evaluar las especies arbóreas más resistentes a las sequías y al calor y desarrollar por medio de ensayos de campo las técnicas para su propagación y uso en las actividades de reforestación.</p>	<p>1. Desarrollar una lista de especies de arbustos y árboles candidatas para mejorar su adaptación a la sequía. Las especies deben ser seleccionadas de acuerdo con sus adaptaciones a las condiciones de los plantíos, <i>i.e.</i>, las que más probabilidades tengan de sobrevivir.</p>	DRNA	\$5,000	Fondos propios de la entidad responsable	Corto plazo	<p>R: Las listas de especies en orden de resistencia a la sequía están disponibles al público y el gobierno.</p> <p>M: Cantidad de especies arbóreas que se utilizan para los ensayos de tolerancia a la sequía.</p>
	<p>2. Conducir medidas de atributos ecofisiológicos y ordenar la lista por resistencia a la sequía.</p>	DRNA	\$50,000	Fundación Nacional de Ciencias y USDOE	Mediano plazo	<p>R: Las hojas de información con los resultados de estos ensayos están disponibles al público. Identifican las especies más resistentes a la sequía.</p> <p>M: Alcance de la información al público.</p>
	<p>3. Conducir ensayos de floración, germinación, crecimiento y tratamiento silvicultural.</p>	DRNA	\$50,000 anuales	Fundación Nacional de Ciencias, USDOE	Mediano a largo plazo (11 años)	<p>R: La identificación de las especies mejor adaptadas a las sequías y al calor causados por el cambio climático para reforestar las cuencas hidrográficas de Puerto Rico está disponible al público.</p> <p>M: Cuántas agencias utilizan la información para reforestar.</p>



D. Promover la reforestación de las cuencas hidrográficas.

COA D.1: Desarrollar un programa para la reforestación planificada con siembras resilientes y adaptativas a los efectos del cambio climático en las cuencas hidrográficas.⁴ En aquellas circunstancias donde se demuestre que una especie nativa es la especie apropiada para una reforestación, la misma tendrá prioridad sobre otras especies que sean menos apropiadas.⁵

Mejores prácticas:

Prácticas agrícolas y forestales tradicionales que garantizan la adaptación al cambio climático de acuerdo con la experiencia del Servicio Forestal en Puerto Rico en las décadas de 1940 a 1960 (véase en los anejos la **Guía de reforestación para Puerto Rico**). La época de siembra varía con el lugar y las condiciones climáticas. Se sugiere posponer la meta de una siembra de 100,000 árboles anuales hasta el momento en que se aprueben los planes de siembra para cada región de Puerto Rico. Una vez que se comience con la siembra, la cantidad de árboles a sembrarse estará determinada por el plan de reforestación y la disponibilidad de material vegetativo adecuado.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.1 Reforestar la cuenca hidrográfica del Río Grande de Loíza. Dicha experiencia facilita la ampliación del proyecto de reforestación a otras cuencas.	1. Identificar las áreas de la cuenca a reforestarse y alinearlas en orden de prioridad.	Corporación creada en la estrategia 4 del COA A.2	\$60,000	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Mediano plazo	R: Áreas identificadas en orden de prioridad.
	2. Sembrar entre 10,000 y 15,000 árboles al año, utilizando árboles de más de 3 pies de alto y técnicas de ayuda a la regeneración natural.		\$240,000			M: 100 % de las áreas identificadas a través de un mapa base de reforestación.
	3. Establecer un programa de monitoreo continuo utilizando las técnicas de <i>Forest Inventory and Analysis</i> (FIA).		\$100,000			R: Áreas reforestadas M: Porcentaje reforestado del total requerido al nivel del mapa base de reforestación.
						R: Programa implantado. M: Éxito de siembra mayor. Porcentaje de sobrevivencia, según la guía. M: Cambio de cobertura arbórea. Análisis geoespacial cada cinco años.

⁴ Este es un tema transversal que incide en el sector de agua (sección 7.7). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA o estrategias incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

⁵ La experiencia indica que las especies nativas son las especies indicadas para reforestar dunas de arena, matorrales costeros, manglares, humedales de agua dulce y ciertas zonas urbanas. No son tan exitosas en terrenos degradados por la agricultura o la urbanización (Ver Anejo 5, Guía de reforestación para Puerto Rico).

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>D.1.1 Reforestar la cuenca hidrográfica del Río Grande de Loíza. Dicha experiencia facilita la ampliación del proyecto de reforestación a otras cuencas.</p>	<p>4. Establecer un programa de ayuda técnica a los dueños de terrenos.</p>	<p>Corporación creada en la estrategia 4 del COAA.2</p>	<p>\$100,000</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Implantación exitosa del programa: colaboración de los dueños de terrenos con el programa de reforestación.</p> <p>M: Número de dueños de terrenos colaboradores y visitas realizadas por el personal de ayuda técnica.</p>
<p>D.1.2 Reforestar las cuencas hidrográficas con potencial de siembra resiliente y adaptable a los efectos del cambio climático.</p>	<p>1. Identificar y ordenar por prioridad las cuencas a reforestarse. Por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Las cuencas hidrográficas aguas arriba de los embalses. Priorizar en los que suplen a la AAA. b. Suelos expuestos por los derrumbes de tierra (se registraron 100,000 derrumbes relacionados con el paso del huracán María en 2017). c. Áreas urbanas. d. Restauración de dunas de arena o áreas costeras expuestas a incursiones del mar. e. Áreas de interfaz entre la ciudad y el campo. f. Rodales empobrecidos por los huracanes. g. Lugares especialmente valiosos ya sea por razones sociales o ecológicas. 	<p>DRNA</p>	<p>\$5,000</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se completa la lista de cuencas a reforestar con prioridad.</p> <p>M: Se identifica la cantidad, el tipo de uso prevaeciente y la ubicación de las cuencas a reforestar.</p>
	<p>2. Determinar la cobertura de la vegetación de cada cuenca para identificar los lugares potenciales a reforestar.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$30,000 por cuenca</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se identifican y se establecen las regiones rurales donde la reforestación es necesaria.</p> <p>M: El porcentaje de la cuenca que necesita reforestación.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.2 Reforestar las cuencas hidrográficas con potencial de siembra resiliente y adaptable a los efectos del cambio climático.	3. Desarrollar planes de siembra específicos para cada cuenca hidrográfica considerando el clima, los suelos, la topografía, la elevación y la catena. La implantación de esta siembra debe ser sustentable y con cero emisiones de GEI.	DRNA o municipios	\$25,000 por cuenca	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Corto plazo	<p>R: 100 % de los planes por cuenca desarrollado, con estrategias de reforestación más efectivas y menos costosas.</p> <p>M: Bitácora por cuenca con las estrategias de reforestación, los costos y las expectativas de éxito.</p>
	4. Desarrollar un plan de monitoreo y mantenimiento de cobertura arbórea por cuenca hidrográfica. Incluir un plan de contingencia en caso de eventos extremos de sequía, mortandad, inundación, huracán, etcétera.	DRNA o municipios	\$25,000 por plan	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Corto plazo	<p>R: 100 % de los planes desarrollados. En caso de un evento extremo, se evita la pérdida de tiempo y confusión asociada a esos eventos. La resiliencia de las siembras se maximiza.</p> <p>M: Herramienta de evaluación que permita valorar el éxito de la reforestación y el comportamiento de las especies, así como sumar al conocimiento silvicultural para mejorar reforestaciones futuras.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.2 Reforestar las cuencas hidrográficas con potencial de siembra resiliente y adaptable a los efectos del cambio climático.	5. Reforestar la zona del karso.	DRNA	Preparación del terreno: \$988 por acre Siembra: \$760 por acre Resiembra: \$380 por acre Desyerbe: \$1,216 por acre	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	<p>R: Bosques resilientes y sustentables con la combinación de especies adecuadas para los lugares reforestados.</p> <p>M: Mediano plazo: 50 % de las áreas identificadas en la zona del karso reforestadas. Largo plazo: 100 % de las áreas identificadas en la zona del karso reforestadas.</p>
	6. Reforestar la zona montañosa.	DRNA	Preparación del terreno: \$988 por acre Siembra: \$760 por acre Resiembra: \$1,140 por acre Desyerbe: \$3,192 por acre	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	<p>R: Bosques resilientes y sustentables con la combinación de especies adecuadas para los lugares reforestados.</p> <p>M: Mediano plazo: 50 % de las áreas identificadas en la zona montañosa reforestadas. Largo plazo: 100 % de las áreas identificadas en la zona montañosa reforestadas.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
D.1.2 Reforestar las cuencas hidrográficas con potencial de siembra resiliente y adaptable a los efectos del cambio climático.	7. Reforestar las zonas con clima seco.	DRNA	Preparación del terreno: \$456 por acre Siembra: \$760 por acre Resiembra: \$456 por acre Desyerbe: \$532 por acre	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	R: Bosques resilientes y sustentables con la combinación de especies adecuadas para los lugares reforestados. M: Mediano plazo: 50 % de las áreas identificadas y reforestadas en las zonas con clima seco. Largo plazo: 100 % de las áreas identificadas y reforestadas en las zonas con clima seco.
	8. Reforestar los manglares.	DRNA	Preparación del terreno: \$456 por acre Siembra: \$228 por acre Resiembra: \$228 por acre Desyerbe, solamente cuando se extermine el helecho de mangle: \$1,520 por acre	Fondos propios de la entidad responsable, NOAA, USDA, NRCS y FS	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	R: Bosques resilientes y sustentables con la combinación de especies adecuadas para los lugares reforestados. M: Mediano plazo: 50 % de las áreas de manglares reforestadas. Largo plazo: 100 % de las áreas de manglares reforestadas.
	9. Reforestar lugares críticos como rodales degradados, especiales por diferentes razones o en la interfaz entre el campo y la ciudad utilizando técnicas de enriquecimiento o regeneración natural asistida.	DRNA y municipios	\$1,000 por acre	Fondos propios de las entidades responsables	Mediano plazo	R: Bosques resilientes y sustentables con la combinación de especies adecuadas para los lugares reforestados. R: 100 % de los lugares críticos identificados y reforestados.



E. Promover la reforestación mediante la siembra de árboles.

COA E.1: Desarrollar el programa de reforestación urbana iniciado en Caguas y replicarlo a través de toda la isla con miras a garantizar una reforestación holística mediante la siembra de árboles. Este programa no debe excluir a ninguna especie, incluyendo las especies nativas. Las especies deben ser seleccionadas de acuerdo con sus adaptaciones a las condiciones de los plantíos, i.e., las que más probabilidades tengan de sobrevivir.

Mejores prácticas:

Desarrollar nuevas estrategias de manejo y conservación de bosques y árboles urbanos considerando las áreas urbanas holísticamente y evitando conflictos entre la vegetación y la seguridad pública. Para lograrlo se recomienda utilizar manuales escritos específicamente para las condiciones urbanas de Puerto Rico y emular la experiencia del municipio de Caguas, designado como ciudad arbórea por el *Arbor Foundation* de los EE. UU. <https://www.arborday.org>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.1.1 Reverdecer los pueblos y ciudades con áreas arboladas utilizando el modelo exitoso del municipio de Caguas para contrarrestar el calor causado por el cambio climático y para sustituir parte de la infraestructura gris con infraestructura verde.</p>	<p>1. Conducir análisis de cobertura del municipio identificando áreas de oportunidad para reforestar.</p>	Municipios	<p>\$30,000 por municipio</p>	<p>Fondos municipales subvencionados por USDA FS</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: Un claro panorama del municipio en relación con las necesidades de reforestación.</p> <p>M: Mediano plazo: 100 % de las áreas de oportunidad para reforestar identificadas por municipios. Largo plazo: 100 % de las áreas de oportunidad para reforestar identificadas por municipios.</p>
	<p>2. Desarrollar planes de siembra, cuidado y mantenimiento de árboles en las zonas urbanas y rurales.</p>	Municipios	<p>\$30,000 por municipio</p>	<p>Fondos municipales subvencionados por USDA FS</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: Árboles más resistentes a vientos y sequías. Planes desarrollados por los municipios. Manejo profesional de los árboles urbanos. Menos conflicto entre los árboles y la propiedad e infraestructura.</p> <p>M: Bitácora con el número de municipios que manejan los árboles profesionalmente y el número de planes municipales activos.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
E.1.2 Realizar un proyecto piloto de reforestación urbana en el municipio de Caguas.	1. Desarrollar un plan para la reforestación urbana del municipio de Caguas.	Municipio de Caguas	\$50 por árbol	DRNA, USFS y EPA	Corto plazo (1 año)	R: Aumentar a 40 % la cobertura de árboles en la zona urbana de Caguas. M: Aumentar en 10 % anual la cobertura de árboles en la zona urbana de Caguas.
	2. Realizar la siembra de árboles y el mantenimiento apropiado de los árboles sembrados.				Mediano plazo (3 años después de desarrollado el plan de reforestación)	
	3. Evaluar la reforestación urbana de Caguas y determinar los costos, beneficios y las lecciones aprendidas.				Mediano plazo (3 meses después de finalizada la siembra de árboles)	
	4. Divulgar los resultados a los demás municipios.				Mediano plazo (4 meses después de finalizada la siembra de árboles)	

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.1.3 Revegetar las zonas de derrumbe para reducir la sedimentación de las represas y de cuerpos de agua en tierras bajas.</p>	<p>1. Identificar las zonas con derrumbes, identificar las áreas que pueden revegetarse y desarrollar el plan de revegetación y monitoreo. Las zonas de derrumbes en las montañas deben atenderse lo más pronto posible para minimizar sus efectos negativos.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$50,000</p>	<p>Fondos propios de la entidad responsable en colaboración con el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS)</p>	<p>Corto a mediano plazo</p>	<p>R: Plan de revegetación y monitoreo desarrollado; establece una estrategia para la revegetación de la zona montañosa, la cual reduce la erosión y la sedimentación, además de proteger la calidad de las aguas.</p> <p>M: Número de planes activos y áreas de derrumbes revegetadas y bajo monitoreo.</p>
<p>E.1.4 Proteger la zona costanera de los embates del viento y las marejadas por medio de la restauración y revegetación de las dunas de arena.³</p>	<p>1. Estabilizar el movimiento de arena mecánicamente, revegetar por zona perpendicular a la costa y monitorear el proceso de revegetación.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$30,000 por zonal</p>	<p>Fondos de la agencia en colaboración con ONG, los municipios y NOAA</p>	<p>Corto a mediano plazo</p>	<p>R: 100 % de las áreas revegetadas, según la necesidad de la zona costanera ante los efectos de la subida del mar y los eventos extremos de viento y marejadas.</p> <p>M: Bitácora con la ubicación de las zonas costaneras protegidas y estabilizadas como resultado de la reforestación.</p>

³ Este es un tema transversal que incide en el sector de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

COA E.2: Evaluar de forma efectiva el estado poblacional de especies vulnerables para desarrollar proyectos de reforestación y recuperación de estas especies.

Mejores prácticas:

Censos y monitoreos poblacionales actualizados para desarrollar proyectos efectivos de reforestación y recuperación de las especies vulnerables:

- M. J. Alam *et al.*, (2022). “Socio-economic and ecological outcomes of a community-based restoration of peatland swamp forests in Peninsular Malaysia: A 5Rs approach”. *Land Use Policy*, 122, 106390.
- S. Suter *et al.*, (2023). “Do biodiversity monitoring citizen science surveys meet the core principles of open science practices?”. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(2), pp. 1-14.
- V. Chaudhary *et al.*, (2022). “Using population monitoring programs to detect changes in mammalian communities”. *Biological Conservation*, 276, 109778.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>E.2.1 Desarrollar censos poblacionales coordinados y continuos sobre las especies amenazadas y en peligro de extinción de las cuales se necesita información actualizada.</p>	<p>1. Realizar censos poblacionales sistemáticos y coordinados a través de agencias estatales y federales en los que se integre a diversos sectores de la comunidad (ONG, academia y escuelas, entre otros) con el fin de establecer proyectos de recuperación efectivos y mantener una lista actualizada y completa, en especial de aquellas especies sobre las que hay pocos datos, las que están bajo la categoría de peligro crítico de extinción y las que están en proceso de entrar en esa categoría.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$60,000 - 80,000, reforestación por acre de terreno</p>	<p><i>Wildlife Habitat Incentives Program</i> (USDA) <i>Forest Legacy Program</i> (USDA) <i>Habitat Conservation Plan</i> (FWS)</p>	<p>Mediano y largo plazo (7-8 años, continuo)</p>	<p>R: Programa estatal de monitoreo de poblaciones vulnerables con un plan sistemático para el desarrollo de censos poblacionales actualizados cada 5 años. M: Divulgación periódica, cada 5 años, de las listas actualizadas sobre el estado poblacional de especies vulnerables.</p>
<p>E.2.2 Desarrollar proyectos de reforestación para el mejoramiento de los hábitats y ecosistemas críticos y para la recuperación de las especies vulnerables, integrando a diversos sectores de la comunidad.</p>	<p>1. Desarrollar programas de siembra y reforestación entre agencias estatales, federales y la comunidad (ONG, academia y escuelas, entre otros) que prioricen en el desarrollo de infraestructura verde para el mejoramiento y la calidad de los ecosistemas, la mitigación, adaptación y resiliencia a los efectos del cambio climático y para la recuperación de especies de flora y fauna vulnerables.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$60,000 - 80,000, reforestación por acre de terreno</p>	<p>Programa de forestación urbana y comunitaria (DRNA / USDA) <i>Wetland Development Program</i> (EPA)</p>	<p>Mediano y largo plazo (7-8 años, continuo)</p>	<p>R: Diseño de planes de reforestación con prioridad en hábitats designados como críticos en alianza entre el DRNA y sectores comunitarios. M: Implantación de los planes de reforestación con prioridad en las áreas designadas como críticas; 50 % de la implantación en áreas designadas a mediano plazo y 100 % a largo plazo.</p>



F. Identificar y favorecer la protección y conservación de especies que pueden ser más vulnerables a los efectos del cambio climático.

COA F.1: Desarrollar proyectos que favorezcan la rehabilitación y conservación de especies vulnerables a los efectos del cambio climático.

Mejores prácticas:

Delinear estrategias de conservación que se enfoquen en evaluar el impacto de eventos extremos del clima sobre poblaciones de especies vulnerables y establecer medidas para la protección del hábitat y el monitoreo continuo de estas poblaciones ante las manifestaciones del cambio climático.

- K. E. Jones *et al.*, (2001). “Short-term impacts of extreme environmental disturbance on the bats of Puerto Rico”. *Animal Conservation Forum*, 4(1), pp. 59-66.
- A. Rodríguez-Durán *et al.*, (2023). “Population estimates of bat assemblages from hot caves in Puerto Rico”. *Novitates Caribaea*, (22), pp. 13-24.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.1 Establecer estrategias de conservación que fomenten la protección de poblaciones de especies vulnerables a los efectos del cambio climático y adoptar prácticas de conservación del hábitat que minimicen la vulnerabilidad de estas especies ante las manifestaciones del cambio climático.</p>	<p>1. Llevar a cabo acciones para garantizar la sobrevivencia de especies clave, como el coquí llanero y los murciélagos, vulnerables a las manifestaciones del cambio climático.</p> <p>a. Murciélago (frutero común): eventos extremos relacionados con el cambio climático, como los huracanes y las temperaturas extremas, han generado reducciones poblacionales significativas y modificaciones en los patrones de dispersión de especies amenazadas como los murciélagos. Es el caso del frutero común (<i>Artibeus jamaicensis</i>). Estas especies ocupan ecosistemas y nichos específicos en Puerto Rico, incluidos bosques montanos y ecosistemas del karso. Los murciélagos ejercen un papel importante en el control poblacional de otras especies (como los mosquitos) y en la dispersión de semillas que incide en la sucesión natural de estos ecosistemas.</p> <p>b. Coquí llanero: su hábitat son los humedales, que están más expuestos al cambio climático. Los humedales costeros están amenazados por los cambios hidrológicos que surjan de las variaciones en los patrones de lluvia (sequía e inundación) y además por el aumento del nivel del mar. El hábitat del coquí llanero no tiene protección, por lo que se requieren acciones específicas para asegurar la sobrevivencia de esta especie.</p>	<p>DRNA</p>	<p>Sujeto a las acciones que se identifiquen como necesarias</p>	<p><i>Partners for Fish and Wildlife Program</i> (FWS)</p> <p><i>Wildlife Habitat Incentives Program</i> (USDA)</p> <p><i>Species Recovery Grants to States</i> (NOAA)</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: La protección de estas especies vulnerables ante las manifestaciones del cambio climático.</p> <p>M: Se identifican las acciones específicas para proteger estas especies vulnerables.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>F.1.1 Establecer estrategias de conservación que fomenten la protección de poblaciones de especies vulnerables a los efectos del cambio climático y adoptar prácticas de conservación del hábitat que minimicen la vulnerabilidad de estas especies ante las manifestaciones del cambio climático.</p>	<p>2. Actualizar el estado poblacional y la vulnerabilidad de especies claves como el coquí llanero y el murciélago frutero común. Ante las manifestaciones del cambio climático en Puerto Rico se requiere de nuevos censos que informen sobre el estado poblacional de estas especies, e identificar cómo estos eventos del clima han incidido en la abundancia de tales poblaciones, los cambios que han generado en sus patrones de distribución y la probabilidad de que se puedan encontrar nuevas poblaciones de las especies mencionadas en otras zonas de Puerto Rico. Dichos censos, con la información requerida para estas especies, se pueden desarrollar en alianza con entidades que realizan iniciativas ambientales para la conservación de especies.</p> <p>Colaboradores potenciales: la academia y las ONG.</p>	DRNA	\$30,000 - 60,000 por especie	<p><i>Partners for Fish and Wildlife Program (FWS)</i></p> <p><i>Wildlife Habitat Incentives Program (USDA)</i></p> <p><i>Species Recovery Grants to States (NOAA)</i></p>	Mediano y largo plazo (7-8 años, continuo)	<p>R: Tener un censo actualizado de las especies y su vulnerabilidad al cambio climático.</p> <p>M: Se determina la población de estas dos especies vulnerables cada cinco años.</p>
	<p>3. Establecer estrategias de conservación enfocadas en la recuperación de los hábitats que estas especies utilizan para su propagación y movilidad. Para que estas estrategias sean más efectivas, urge desarrollar programas de conservación para la obtención de fondos estatales, con el fin de realizar estudios poblacionales continuos y la implantación de estrategias de conservación en especies amenazadas que no se encuentran en la lista federal, como es el caso de los murciélagos. Que estas especies no se encuentren en la lista federal limita la posibilidad de adquirir fondos de las agencias federales para desarrollar estos trabajos y tener una información más actualizada sobre dichas especies, de gran importancia para nuestros ecosistemas terrestres.</p>			DRNA		Indeterminable

Tabla 7.10. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **turismo**.



A. Desarrollar un modelo turístico que evalúe las nuevas situaciones, tanto las oportunidades como las amenazas, derivadas de los efectos del cambio climático.

COA A.1: Adaptar la infraestructura de turismo y aquella que apoya al sector turístico a los efectos del cambio climático.¹

Mejores prácticas:

- Actualmente, la **Federal Aviation Administration (FAA)** está evaluando cómo mitigar el alza del nivel del mar en los aeropuertos costeros. Se recomienda que, cuando la FAA haga públicas sus guías de mitigación, se estudien como base de mejores prácticas. Existen mejores prácticas fuera de Estados Unidos, pero en la mayoría de los casos en la aviación el gobierno federal suele tener políticas diferentes al resto del mundo. Por lo tanto, dichas mejores prácticas no son aplicables a Puerto Rico.
- *Small and Rural Wastewater Systems*. <https://www.epa.gov/small-and-rural-wastewater-systems>
- *Nature-based solutions resource guide*. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Nature-Based-Solutions-Resource-Guide-2022.pdf>
- *Coral reef restoration monitoring guide: Methods to evaluate restoration success from local to ecosystem scales*. https://coastalscience.noaa.gov/data_reports/coral-reef-restoration-monitoring-guide-methods-to-evaluate-restoration-success-from-local-to-ecosystem-scales/
- *Nature-Based Solutions for Coastal Hazards*. <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/training/green.html>
- S. Unguendoli et al., (2023, abril). “A modeling application of integrated nature-based solutions (NBS) for coastal erosion and flooding mitigation in the Emilia-Romagna coastline (Northeast Italy)”. *Science of the Total Environment*, 867, 161357. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969722084613>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ²	Costo estimado ³	Fuente potencial de financiamiento ⁴	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Proteger y adaptar la infraestructura de transporte aéreo y marítimo por medio de la cual propiciamos la llegada de los turistas a Puerto Rico.	1. Implantar urgentemente acciones para enfrentar a corto plazo el aumento del nivel del mar en el Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín (LMM) diseñando medidas a lo largo de la colindancia de dicho aeropuerto para atender el impacto a corto plazo sobre este del aumento del nivel del mar.	Autoridad de los Puertos (AP)	\$70 millones	FAA	Corto plazo (inmediato) Mediano plazo	R: Terminar el diseño de las medidas en un año. M: Identificar medidas en seis meses.

¹ Este es un tema transversal que incide en los sectores de energía (sección 7.1), de infraestructuras (sección 7.2), de transportes y movilidad (sección 7.3), de agua (sección 7.7), de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8) y de forestación y ecosistemas terrestres (7.9). Aunque las estrategias bajo este curso de acción se asemejan a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

² En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

³ La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

⁴ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Proteger y adaptar la infraestructura de transporte aéreo y marítimo por medio de la cual propiciamos la llegada de los turistas a Puerto Rico.	2. Implantar urgentemente medidas a lo largo de la colindancia del LMM para enfrentar a corto plazo el impacto del aumento del nivel del mar.	Autoridad de los Puertos (AP)	\$60 millones por cada milla de extensión	FAA	Corto plazo (inmediato) Mediano plazo	R: Implantar en tres años las medidas para enfrentar a corto plazo el aumento del nivel del mar en el LMM, luego de adjudicado el contrato. M: Adjudicar el contrato de implantación un año después de finalizado el diseño.
	3. Crear mediante una orden ejecutiva el comité interagencial, presidido por la AP, para evaluar alternativas sobre cómo garantizar los servicios aéreos que ofrece actualmente el LMM ante el impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático. El Comité Interagencial debe consultar a entes privados, organizaciones profesionales y los sectores pertinentes.	Gobernador de Puerto Rico	Nominal	Oficina del Gobernador	Corto plazo (inmediato)	R: Orden ejecutiva para crear el comité interagencial en 6 meses. M: Borrador de la orden ejecutiva en 3 meses.
	4. Evaluar alternativas para atender el tráfico aéreo que actualmente maneja el LMM, en vista del impacto del aumento del nivel del mar y otros efectos de las manifestaciones del cambio climático, e informar al gobernador la recomendación seleccionada.	Comité interagencial	\$250,000 para asesoría de expertos	FAA	Mediano plazo	R: Se somete el informe final con recomendación al gobernador en 2 años. M: Identificar las alternativas y evaluar su viabilidad, en un año.
	5. Identificar medidas de adaptación al cambio climático para cada uno de los aeropuertos regionales.	AP	\$250,000 para asesoría de expertos	FAA	Corto plazo (inmediato)	R: Identificación de medidas de adaptación para cada aeropuerto regional en 2 años. M: Identificación de medidas de adaptación para 75 % de los aeropuertos regionales en un año.
	6. Adaptar los aeropuertos regionales al impacto del cambio climático con el propósito de aumentar la redundancia de la infraestructura del transporte aéreo de Puerto Rico.		Indeterminable		Mediano plazo	R: Aeropuertos regionales adaptados al cambio climático en 5 años. M: Diseño de medidas de adaptación en 3 años.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Proteger y adaptar la infraestructura de transporte aéreo y marítimo por medio de la cual propiciamos la llegada de los turistas a Puerto Rico.</p>	<p>7. Construir infraestructura para el control de inundaciones en el Aeropuerto Internacional Mercedita de Ponce.</p>	AP y GPR	\$20 a 40 millones	DHS, GPR, FAA, USDOT, EDA y USACE	Largo plazo (10 a 20 años)	<p>R: Completar la construcción de las medidas de control de inundaciones.</p> <p>M: Construir 100 % de la infraestructura para el control de inundaciones.</p>
	<p>8. Promover la adaptación y resiliencia de los puertos marítimos públicos ante el embate de un evento natural y el alza en el nivel del mar. Para esto, realizar un estudio y considerar, ante la proyectada alza en el nivel del mar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. la construcción de una barrera marítima para los puertos a lo largo de límites con la línea de costa, como medida para evitar la inundación costera; b. la reconstrucción y elevación de la altura de los muelles. 	AP y GPR	A ser estimado por el estudio	DHS, GPR, MARAD, USDOT, EDA y USACE	Largo plazo (antes de 2050)	<p>R: Se reduce la interrupción en las operaciones marítimas. El estudio determinará las métricas a seguir.</p> <p>M: Reducir la paralización de las operaciones marítimas y proteger la infraestructura.</p>
<p>A.1.2 Asegurar que tengamos la infraestructura hotelera necesaria para atender a los turistas a pesar de las manifestaciones del cambio climático.</p>	<p>1. Implantar medidas de adaptación <i>in situ</i> de la infraestructura hotelera como estrategia a corto plazo.</p>	CTPR y DDEC	Indeterminable	CTPR y DDEC	Corto plazo	<p>R: Implantación de medidas de adaptación <i>in situ</i> en todos los hoteles vulnerables al aumento del nivel del mar.</p> <p>M: Implantación de medidas de protección en 50 % de los hoteles vulnerables en un año.</p>
	<p>2. Reubicación planificada de la infraestructura hotelera cuando la protección <i>in situ</i> no es viable o como medida de mediano y largo plazo.</p>				Largo plazo (20 años)	<p>R: Reubicación planificada de 100 % de los hoteles vulnerables al aumento del nivel del mar.</p> <p>M: Desarrollo de planos y especificaciones para la nueva ubicación de todos los hoteles en 10 años.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.3 Proteger las playas como uno de los principales activos turísticos bajo amenaza por el alza en el nivel del mar, la erosión y las marejadas.	1. Implantar la reubicación planificada de las plantas de tratamiento de aguas usadas (primarias y secundarias) cercanas a la costa o a otros cuerpos de agua. Las futuras plantas de tratamiento de aguas usadas deben estar ubicadas lejos de la costa.	AAA	\$500,000 por plan	AAA	Largo plazo (2030)	R: Planes de mitigación y reubicación de plantas de tratamiento de aguas usadas (primarias y secundarias) cercanas a la costa o a otros cuerpos de agua desarrollados e implantados. M: Reubicación de la mitad de las plantas de aguas usadas vulnerables para 2030.
	2. Proveer redundancia en las estaciones de bomba de aguas usadas para evitar descargas a las playas cuando ocurran apagones.	AAA	Indeterminable	AAA y EPA	Corto plazo	R: Estaciones de bomba redundantes. M: 30 % el primer año, 30 % el segundo año y 40 % el tercer año.
	3. Detectar y eliminar las descargas de aguas usadas en los sistemas de alcantarillado pluvial y las playas.	Cada municipio, DTOP, DRNA y AAA	Indeterminable	DOT y FEMA	Corto, mediano y largo plazo (10 años)	R: Programa de detección y eliminación de descargas de aguas usadas establecido y en operación. M: Detección y eliminación de las descargas de aguas usadas en los sistemas de alcantarillado pluvial en 30 % a corto plazo; 60 % a mediano plazo y en plena operación a largo plazo.
	4. Proveer sistemas comunitarios de tratamiento de aguas usadas a las comunidades costeras que carecen de servicio de alcantarillado sanitario.	DRNA	Indeterminable	Gobierno de Puerto Rico y EPA	Mediano plazo	R: Sistemas de alcantarillado sanitario en las comunidades costeras. M: 85 % de los sistemas construidos en 6 años.
	5. Implantar el protocolo del DRNA para evitar que el sargazo llegue a las playas y para remover de manera expedita y disponer del sargazo si llega a la playa.	DRNA y CTPR	Indeterminable	Fondos propios de la agencia y subvenciones federales. Por ejemplo: Departamento del Interior federal y NOAA	Corto plazo (continuo)	R: Playas aptas para el uso de turistas. M: Playas libres de patógenos y sargazo.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Proteger y adaptar los recursos naturales que atraen al turismo, como los corales, las bahías bioluminiscentes, los bosques y otros, de los efectos del cambio climático.</p>	<p>1. Evitar la deforestación y reforestar masivamente en espacios con alto valor para el turismo de naturaleza preservando los ecosistemas terrestres y marinos, como los arrecifes de coral. Evitar la deforestación y reforestar reduce la sedimentación que afecta los corales y los cuerpos de agua.</p>	DRNA	\$5 millones	Fondos propios de la entidad responsable y el Servicio Forestal federal	Corto plazo	<p>R: Se ofrece capacitación en conservación y reforestación de ecosistemas terrestres, agrícolas y marinos al sector turístico.</p> <p>M: Mínimo de dos a cinco estrategias colaborativas comunitarias firmadas al año para ofrecer capacitación en conservación y reforestación de ecosistemas.</p> <hr/> <p>R: Se ofrecen productos turísticos que promueven la conservación y preservación de los ecosistemas terrestres, agrícolas y marinos.</p> <p>M: Número de productos turísticos nuevos desarrollados, fundamentados en la conservación y preservación de los ecosistemas.</p> <hr/> <p>R: Se desarrollan campañas de reforestación en áreas turísticas o con potencial turístico.</p> <p>M: Mínimo de 6 campañas de reforestación anuales en las actuales o potenciales áreas con aprovechamiento turístico.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Proteger y adaptar los recursos naturales que atraen al turismo, como los corales, las bahías bioluminiscentes, los bosques y otros, de los efectos del cambio climático.</p>	<p>2. Desarrollar y apoyar proyectos de restauración de arrecifes de coral con soluciones basadas en la naturaleza e implantar un programa efectivo de control del pez león.</p>	DRNA	Indeterminable	<p>Fondos propios de la entidad responsable y subvenciones federales y de fundaciones: <i>National Wildlife Federation, NOAA, Climate Ready Coast Program, The Ocean Foundation</i></p>	Corto plazo	<p>R: Todos los arrecifes de coral saludables y robustos.</p> <p>M: Iniciar programas de restauración en 50 % de los corales afectados por diversas manifestaciones del cambio climático en un año.</p> <hr/> <p>R: Control efectivo del pez león en todos los arrecifes.</p> <p>M: Control efectivo del pez león en 50 % de los arrecifes en un año.</p>
	<p>3. Eliminar las escorrentías y evitar la descarga de sedimentos y la contaminación por fuentes dispersas que puedan alcanzar las bahías bioluminiscentes. Vedar las descargas de aguas usadas a estos cuerpos de agua y en los terrenos aledaños.</p>	AAA	Indeterminable	HUD y DV	<p>Corto, mediano y largo plazo (20 años)</p>	<p>R: Programa de eliminación de descargas del agua de lluvia de las viviendas y los edificios en el alcantarillado sanitario completado y en operación.</p> <p>M: Eliminación de las descargas en el alcantarillado sanitario del agua de lluvia de las viviendas y los edificios en 30 % a corto plazo y en 60 % a mediano plazo. Programa en plena operación a largo plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Proteger y adaptar los recursos naturales que atraen al turismo, como los corales, las bahías bioluminiscentes, los bosques y otros, de los efectos del cambio climático.</p>	<p>4. Impulsar soluciones inteligentes basadas en la naturaleza dirigidas a la restauración, protección y gestión estratégica de los ecosistemas naturales y otros recursos de interés turístico que se puedan ver comprometidos con el cambio climático.</p> <p>Colaboradores potenciales: la academia y ONG.</p>	<p>DRNA, CTPR y AAA</p>	<p>\$15 millones</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Se incorporan como soluciones basadas en la naturaleza para la restauración, protección y gestión del sector turístico.</p> <p>M: Número de bosques, ríos, playas y corredores verdes / azules de actual o potencial aprovechamiento turístico que se restauran o protegen con soluciones basadas en la naturaleza.</p> <p>M: Mínimo de 5 acciones o iniciativas anuales generadas para la adaptación o mitigación del cambio climático en recursos de actual o potencial aprovechamiento turístico.</p>
<p>A.1.5 Aprovechar las oportunidades que representa el cambio climático para expandir la oferta turística y el potencial del capital natural en Puerto Rico fomentando iniciativas para distribuir la carga de la actividad turística.</p>	<p>1. Desarrollar el turismo de la montaña y designar zonas de interés turístico para promover otras alternativas al visitante durante el período de más calor, cuando se espera que los eventos de temperatura extrema afectarán al turismo tradicional de sol y playa. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	<p>CTPR, DDEC, municipios, ICP, Oficina Estatal de Conservación Histórica, DRNA, DMO y DA</p>	<p>Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$350,000)</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Se actualiza la designación de zonas de interés turístico o zonas de desarrollo de turismo en la montaña.</p> <p>M: Se añaden nuevas zonas de interés turístico en la montaña.</p>
	<p>2. Facilitar la creación de hospederías utilizando un modelo de ecoparador que incorpore en su totalidad la transición ecológica y no exceda las 25 habitaciones para atender el aumento previsto en el número de visitantes en la montaña causado por las temperaturas extremas.</p>				<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se desarrollan ecoparadores para atender el aumento del turismo en la montaña.</p> <p>M: Al menos un ecoparador en 75 % de los municipios.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.5 Aprovechar las oportunidades que representa el cambio climático para expandir la oferta turística y el potencial del capital natural en Puerto Rico fomentando iniciativas para distribuir la carga de la actividad turística.</p>	<p>3. Aprobar el primer plan de movilidad y conectividad regional para territorios potencialmente turísticos enfocado en minimizar las emisiones de GEI. Se debe considerar el comienzo de los servicios en fines de semana para beneficio del turismo interno. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	<p>CTPR, JP, Asamblea Legislativa y DRNA</p>	<p>\$500,000</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Plan de movilidad turística aprobado e implantado.</p> <p>M: Establecer al menos una ruta de movilidad y conectividad regional en las áreas norte, sur, este, oeste y central.</p>
	<p>4. Redactar los planes estratégicos para el desarrollo de infraestructura turística en cada municipio a fin de responder a los retos del cambio climático, la sostenibilidad, la resiliencia y la protección de la naturaleza. Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>					<p>R: Cada municipio tiene un plan estratégico de desarrollo de infraestructura turística a medio plazo.</p> <p>M: Todos los municipios tienen un borrador de su plan estratégico en dos años.</p>
	<p>5. Capacitar al sector turístico en el diseño y la gestión de rutas y circuitos turísticos en el área de la montaña para atender el aumento previsto en el número de visitantes durante los períodos de más calor.</p>	<p>CTPR, DDEC, municipios, ICP, Oficina Estatal de Conservación Histórica, DRNA, DMO y DA</p>	<p>Costos operacionales de nómina (y contratación expertos de \$350,000)</p>	<p>Fondos propios de las entidades responsables</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se capacita al sector turístico sobre la planificación y desarrollo de festivales, ferias y eventos turísticos.</p> <p>M: Mínimo de dos talleres anuales para los municipios de la montaña.</p>



B. Instar a una planificación que incorpore la evaluación de medidas específicas para garantizar los servicios básicos en época de máxima afluencia turística. Estos servicios básicos incluyen el abastecimiento de agua potable, el suministro de energía, la disposición de desperdicios, reciclaje, la facilitación del transporte, la depuración de aguas residuales y la atención primaria de salud.

COA B.1: Desarrollar un sistema integral de gestión ambiental para el sector turístico y de posicionamiento como un destino sostenible.

Mejores prácticas:

- Observatorio del Turismo en Barcelona. <https://www.observatoriturisme.barcelona/es/sostenibilidad-el-observatorio-del-turismo-en-barcelona-en-el-marco-de-la-sostenibilidad-turística>
- Inteligencia Turística, Costa del Sol, Málaga. <https://www.costadelsolmalaga.org/inteligienciaturistica/>
- Observatorio para el Turismo Sostenible de Algarve. <https://www.turismoalgarve.pt/pt/menu/814/observatorio.aspx>
- Plan de Adaptación al Cambio Climático Sector Turismo 2020-2024, SENATUR, Chile. <https://www.subturismo.gob.cl/desarrollo-de-destinos-y-gestion-territorial/sustentabilidad-y-cambio-climatico/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-del-sector-turismo/>
- Plan Maestro de Acción Climática 2022-2030, Gobierno de Islas Canarias, España. https://turismodeislascanarias.com/sites/default/files/plan_maestro_accion_climatica.pdf
- ARClím Atlas de Riesgos Climáticos, Chile. <https://arclim.mma.gob.cl/>
- *JFK airport's new terminal will be powered by a microgrid and the largest rooftop solar array in New York City.* <https://www.businessinsider.com/jfk-airport-nyc-solar-microgrid-energy-roof-terminal-2023-1>
- *Energy Master Plan, Low Carbon Microgrid Assessment and Preliminary Design at Denver International Airport.* <https://www.burns-group.com/project/energy-master-plan-low-carbon-microgrid-assessment-and-preliminary-design-at-denver-international-airport/>
- *Seeking Space for Solar Farms, Cities Find Room at Their Airports.* <https://www.nytimes.com/2021/12/07/business/airports-solar-farms.html>
- Australia tiene políticas para la gestión sostenible del agua, como invertir en infraestructuras para la gestión de las sequías y para promover la eficiencia en el uso del agua en la industria y la agricultura. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/partner-content-how-australia-is-securing-its-water-future>
- *Solar Microgrid to 'Green' North America's Largest Port.* <https://www.microgridknowledge.com/google-news-feed/article/11432441/solar-microgrid-to-8216green8217-north-america8217s-largest-port>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Crear y establecer programas que fomenten la resiliencia del sector turístico ante el cambio climático (Plan de Adaptación ante el Cambio Climático [PACC] de 2016) de la CTPR.	1. Revisar y actualizar el PACC 2016 de la CTPR.	CTPR	Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$50,000)	DDEC	Corto plazo	R: Se aprueba e implanta el PACC actualizado 2024. M: Número de talleres y capacitaciones anuales para dar a conocer e implantar las estrategias del PACC 2024.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.1 Crear y establecer programas que fomenten la resiliencia del sector turístico ante el cambio climático (Plan de Adaptación ante el Cambio Climático [PACC] de 2016) de la CTPR.	2. Revisar y actualizar las Guías de Diseño y Operacionales para Instalaciones Ecoturísticas y de Turismo Sostenible, las Guías de Ecoturismo y las Guías de Agroturismo de la CTPR para que se ajusten al cambio climático y sus efectos (PACC 2016). ⁵	CTPR	Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$75,000)	DDEC	Corto plazo	<p>R: Se aprueban y establecen las nuevas Guías de Diseño y Operacionales para Instalaciones Ecoturísticas y de Turismo Sostenible, las Guías de Ecoturismo y las Guías de Agroturismo de la CTPR.</p> <p>M: Número de proyectos turísticos aprobados bajo las nuevas guías.</p> <p>M: Número de proyectos turísticos que se rigen por las nuevas guías.</p>
	3. Elaborar y utilizar guías de construcción y cambio climático para toda infraestructura turística nueva o para remodelación similares a las Guías de Diseño y Operacionales para Instalaciones Ecoturísticas y de Turismo Sostenible.					Corto plazo
	4. Generar criterios que ayuden a la planificación y desarrollo de proyectos de infraestructura turística adaptados al cambio climático.				Corto plazo	<p>R: Los proyectos de infraestructura turística están adaptados al cambio climático.</p> <p>M: Se aprueban los criterios para la planificación y desarrollo de nueva infraestructura turística adaptada al cambio climático.</p> <p>M: Se aprueban los criterios para la infraestructura turística que necesita adaptación al cambio climático.</p>

⁵ Este es un tema transversal que incide en el sector de infraestructura (sección 7.2). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.2 Evaluar y encaminar medidas que permitan garantizar los servicios básicos al sector del turismo.	1. Construir en cada aeropuerto público microrredes eléctricas a través de generadores de gas y fincas solares, como sistemas de resguardo en caso de interrupciones en el sistema eléctrico de Puerto Rico.	AP y GPR	\$150 millones	DHS, GPR, FAA, USDOT, EDA y USDOE	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	R: Para 2040, todos los aeropuertos tienen su propia microrred. M: Lograr la construcción y operación de estas microrredes en todos los aeropuertos públicos para la fecha determinada.
	2. Construir en cada puerto marítimo público microrredes eléctricas a través de generadores de gas y fincas solares, como sistemas de resguardo en caso de pérdida energética de la red eléctrica de Puerto Rico.	AP y GPR	\$120 millones	DHS, GPR, MARAD, USDOT, EDA y DOE	Mediano a largo plazo (5 a 10 años)	R: Para 2040, todos los puertos marítimos públicos deberán contar con su propia microrred. M: Lograr la construcción de estas instalaciones para la fecha determinada (100 %).
	3. Desarrollar e implantar planes de mitigación para la protección <i>in situ</i> de las plantas generatrices de energía que operan con combustible fósil cercanas a la costa o en ella a fin de permitir su operación durante la transición a las fuentes de energía renovables o alternativas. ⁶ Las futuras instalaciones de generación eléctrica deben estar ubicadas lejos de la costa.	AEE, Genera PR	\$250,000 por plan de mitigación @ \$250,000 por mW	AEE, Genera PR	Largo plazo (2030)	R: Planes de mitigación y operación de plantas de generación termoeléctricas en la costa o cercanas a ella implantados. M: Cierre de plantas de carbón para 2028. Cierre de todas las plantas que operan con combustible fósil para 2050.

⁶ Este es un tema transversal que incide en los sectores infraestructura (sección 7.2) y de ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.2 Evaluar y encaminar medidas que permitan garantizar los servicios básicos al sector del turismo.	4. Acelerar el programa de transición de la generación de energía eléctrica a energía renovable o alternativa con capacidad de almacenaje suficiente y el establecimiento de microrredes en los polos turísticos.	AEE / LUMA / Genera PR	Indeterminable	AEE, LUMA, Genera PR	Largo plazo (7 años)	R: Microrredes construidas para 2030 M: Adjudicación del contrato para la construcción de las microrredes para 2028.
	5. Acelerar las gestiones de la AAA para reducir la pérdida de agua en el sistema de distribución con el objetivo de suplir la demanda durante sequías.	AAA	Indeterminable	AAA, FEMA y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo (20 años)	R: Reducir la pérdida de agua de 60 % a 17 % en 20 años. M: Reducción de la pérdida de agua de 60 % a 45 % a corto plazo; de 45 % a 30 % a mediano plazo.
	6. Realizar el dragado de embalses estratégicos y otros que suplen agua a la AAA con el propósito de aumentar la capacidad de almacenaje de agua que esté disponible en épocas de sequías.	AAA	\$1,000 millones	AAA, FEMA y fondos propios de las entidades responsables	Corto, mediano y largo plazo (15 años)	R: Capacidad de almacenaje suficiente disponible en la época de sequías. M: 30 % de los embalses estratégicos dragados a corto plazo, 60 % a mediano plazo y 100 % a largo plazo.
	7. Aumento de viajes diarios para el recogido de residuos durante la temporada pico del turismo.	Municipios	Indeterminable	Municipios	Corto plazo	R: Zonas turísticas con ambientes salubres y libres de acumulaciones de residuos en las áreas públicas. M: Servicio de recogido de residuos al día en las áreas turísticas.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.2 Evaluar y encaminar medidas que permitan garantizar los servicios básicos al sector del turismo.</p>	<p>8. Acelerar el establecimiento de estaciones de recarga de vehículos eléctricos que propicien el uso de estos autos para el transporte turístico con el efecto de reducir las emisiones de GEI.</p>	<p>AEE, LUMA</p>	<p>\$200 millones</p>	<p>GPR, USDOT, Departamento de Energía federal (USDOE) y la Administración de Desarrollo Económico federal (EDA)</p>	<p>Mediano a largo plazo (5 a 10 años)</p>	<p>R: 50 % de las instalaciones públicas y privadas con estaciones de recarga para vehículos eléctricos en 2035.</p> <p>M: Alcanzar la meta de que 50 % de las instalaciones públicas y privadas tenga estaciones de recarga para vehículos eléctricos.</p>
<p>B.1.3 Evaluar la efectividad de las medidas de adaptación a base de la incorporación de criterios de adaptación y resiliencia al cambio climático en planes, programas y políticas turísticas.</p>	<p>1. Diseñar un sistema de indicadores para el sector turístico (empresas turísticas) que segmente su efecto sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Uso y abastecimiento de agua potable. b. Uso y suministro de energía. c. Generación y disposición de residuos. d. Reciclaje. e. Transporte aéreo, terrestre y marítimo. f. Depuración de aguas residuales y reúso interno. g. Uso de atención primaria de salud. <p>Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	<p>IEPR, JP, DDEC, CTPR, DS, DSP, DRNA, Bomberos y Negociado del Cuerpo de Emergencias Médicas de Puerto Rico</p>	<p>Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos, \$150,000)⁷</p>	<p>CTPR</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se aprueba un instrumento digital para el manejo de datos y su análisis mensual.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre el impacto medioambiental del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre la vulnerabilidad del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores de adaptación del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Mínimo de 2,000 empresas turísticas adheridas al sistema integral de gestión ambiental.</p>

⁷ El costo estimado es total para las estrategias 1 a 4 del objetivo B.1.3.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.3 Evaluar la efectividad de las medidas de adaptación a base de la incorporación de criterios de adaptación y resiliencia al cambio climático en planes, programas y políticas turísticas.</p>	<p>2. Diseñar un sistema de indicadores y variables de vulnerabilidad (sensibilidad, exposición y efectos) que incluya, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Número de turistas atendidos en los servicios de emergencias en hospitales. b. Percepción de los turistas sobre el clima del destino. c. Datos climáticos. d. Frecuencia de eventos climáticos extremos. e. Daños económicos al sector turístico asociados a fenómenos extremos. f. Porcentaje de infraestructuras turísticas localizadas en zonas vulnerables a eventos extremos y valor (económico, natural, social, etcétera) de las mismas. g. Porcentaje de los recursos naturales (flora, fauna, recursos hídricos) vulnerables al cambio climático y porcentaje del turismo basado en la observación de dichos recursos. h. Número y motivo de cancelación de reservaciones de hoteles. i. Percepción de los turistas sobre la calidad estética del paisaje. j. Porcentaje de espacios protegidos que se encuentran fragmentados o aislados de otros espacios. k. Número de días con problemas de abasto de agua. <p>Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	<p>IEPR, JP, DDEC, CTPR, DS, DSP, DRNA, Bomberos y Negociado del Cuerpo de Emergencias Médicas de Puerto Rico</p>	<p>Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$150,000)</p>	<p>CTPR</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se aprueba un instrumento digital para el manejo de datos y su análisis mensual.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre el impacto medioambiental del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre la vulnerabilidad del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores de adaptación del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Mínimo de 2,000 empresas turísticas adheridas al sistema integral de gestión ambiental.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.3 Evaluar la efectividad de las medidas de adaptación a base de la incorporación de criterios de adaptación y resiliencia al cambio climático en planes, programas y políticas turísticas.</p>	<p>3. Diseñar un sistema de indicadores y variables de adaptación que incluya, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Existencia de planes de contingencia o emergencia ante eventos climatológicos en zonas turísticas (porcentaje de área cubierta). b. Número de habitaciones con sistemas de control de temperatura. c. Número de áreas protegidas, zonas de interés turístico, regiones turísticas, ciudades, reservas, bosques o patrimonio (natural o cultural) que incluyen el tema de cambio climático en sus planes de uso y de gestión. d. Inversión en programas de investigación y monitoreo. <p>Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	<p>IEPR, JP, DDEC, CTPR, DS, DSP, DRNA, Bomberos y Negociado del Cuerpo de Emergencias Médicas de Puerto Rico</p>	<p>Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$150,000)</p>	<p>CTPR</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Se aprueba un instrumento digital para el manejo de datos y su análisis mensual.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre el impacto medioambiental del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre la vulnerabilidad del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores de adaptación del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Mínimo de 2,000 empresas turísticas adheridas al sistema integral de gestión ambiental.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.3 Evaluar la efectividad de las medidas de adaptación a base de la incorporación de criterios de adaptación y resiliencia al cambio climático en planes, programas y políticas turísticas.	<p>4. Diseñar un sistema de indicadores y variables de mitigación que incluya, entre otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Consumo de combustible fósil por el sector turístico. b. Consumo total de combustibles fósiles en el destino asociado al transporte de turistas. c. Porcentaje de alojamientos con certificaciones ambientales según los parámetros de la ONU y la Organización Mundial del Turismo. d. Número de habitaciones con sistemas de control de temperatura. e. Iniciativas de conservación de energía en el sector turístico y sus resultados (porcentaje de reducción, número de establecimientos asociados a la iniciativa). f. Número de establecimientos que se abastecen con energías renovables o alternativas. g. Porcentaje de turistas que usan modos alternativos de transporte (colectivo, bicicletas, eléctrico u otros de bajo o ningún impacto). h. Nivel de apoyo por parte del gobierno para el uso de modos de transporte no contaminantes. <p>Establecer política pública a estos efectos de manera que se implemente, ya sea mediante los instrumentos de planificación, reglamento o resolución normativa de la JP.</p>	IEPR, JP, DDEC, CTPR, DS, DSP, DRNA, Bomberos y Negociado del Cuerpo de Emergencias Médicas de Puerto Rico	Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$150,000)	CTPR	Corto plazo	<p>R: Se aprueba un instrumento digital para el manejo de datos y su análisis mensual.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre el impacto medioambiental del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores sobre la vulnerabilidad del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Se crea un sistema de indicadores de adaptación del sector turístico ante el cambio climático.</p> <p>M: Mínimo de 2,000 empresas turísticas adheridas al sistema integral de gestión ambiental.</p>
	<p>5. Fomentar el manejo sostenible de residuos en la cadena de valor del turismo.</p>	ICP, Oficina Estatal de Conservación Histórica, los 78 municipios, DRNA, DA y CTPR	\$150,000 ⁸	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Se desarrollan anualmente talleres de programas e iniciativas para el reciclaje y la reutilización de productos del sector turístico, consumo de productos locales (Km0), reúso de materiales y la transición hacia fuentes de energía renovable o alternativa.</p> <p>M: Mínimo de 2 talleres anuales.</p>

⁸ El costo estimado es total para las estrategias 5 a 7 del objetivo B.1.3.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.3 Evaluar la efectividad de las medidas de adaptación a base de la incorporación de criterios de adaptación y resiliencia al cambio climático en planes, programas y políticas turísticas.	6. Facilitar que las pymes turísticas adopten y desarrollen estrategias para crear nuevos productos, servicios y modelos de negocios bajo los principios del manejo sostenible de residuos. ⁹	ICP, Oficina Estatal de Conservación Histórica, los 78 municipios, DRNA, DA y CTPR	\$150,000	Fondos propios de las entidades responsables	Corto y mediano plazo	<p>R: Nuevos productos, servicios y modelos de negocios para el manejo sostenible de residuos en el sector turístico.</p> <p>M: Número anual de pymes turísticas que han implantado esas iniciativas.</p>
	7. Desarrollar el turismo de naturaleza (aventura, ecoturismo y rural) con enfoque educativo considerando las capacidades de carga y uso del suelo.				Corto plazo	<p>R: Se crea y establece el programa de turismo de naturaleza.</p> <p>M: Se identifican espacios naturales con vocación y potencial para los tipos de turismo de naturaleza.</p> <p>M: Mínimo de 50 estudiantes de bachillerato o maestría en áreas de ciencias ambientales y marinas, manejo de vida silvestre y geografía, entre otras, integrados a la iniciativa como guías turísticos. A medio plazo, 100-150 estudiantes certificados anualmente.</p>

⁹ Este es un tema transversal que incide en el sector de residuos (sección 7.4). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
B.1.4 Generar una base de datos que provea una visión comprensiva de las amenazas y oportunidades del sector turístico ante el cambio climático.	<p>1. Organizar un registro digital de infraestructura turística en riesgo ante el cambio climático.</p> <p>Colaborador potencial: JP (cuenta con bases de datos geoespaciales útiles para la implantación de esta estrategia).</p>	ICP, Oficina Estatal de Conservación Histórica, los 78 municipios, DRNA, DA y CTPR	Costos operacionales de nómina (y contratación de expertos \$350,000)	Fondos propios de las entidades responsables	Corto plazo	<p>R: Se organiza el registro digital de infraestructura turística en riesgo ante el cambio climático.</p> <p>M: Publicación en línea del registro de infraestructura turística en riesgo.</p>
	<p>2. Organizar el registro digital de haciendas azucareras, villas pesqueras, faros, reservas naturales y agrícolas, zonas de arqueología y otros activos históricos y culturales que apoyan al turismo en la montaña y en las áreas del oeste que están en riesgo ante el cambio climático.</p> <p>Colaborador potencial: JP (cuenta con bases de datos geoespaciales útiles para la implantación de esta estrategia).</p>					<p>R: Se organiza el registro digital de haciendas azucareras, villas pesqueras, faros, reservas naturales y agrícolas y zonas de arqueología y otros activos de interés turístico en riesgo ante el cambio climático.</p> <p>M: Publicación en línea del registro de haciendas azucareras, villas pesqueras, faros, reservas naturales y agrícolas y zonas de arqueología en riesgo ante el cambio climático.</p>
	<p>3. Elaborar del primer registro digital estatal de rutas turísticas, festivales, ferias y eventos definiendo su impacto y categoría entre municipal, regional, estatal o internacional y sus efectos sobre los recursos naturales y el cambio climático.</p> <p>Colaborador potencial: JP (cuenta con bases de datos geoespaciales útiles para la implantación de esta estrategia).</p>					<p>R: Se organiza el registro digital estatal de rutas turísticas, festivales, ferias y eventos y su clasificación y sus efectos sobre el cambio climático y los recursos naturales.</p> <p>M: Publicación en línea del registro de rutas turísticas, festivales, ferias y eventos y su clasificación.</p>

COA B.2: Identificar instalaciones hospitalarias donde los turistas puedan acudir cuando necesiten atención médica. Se anticipa un incremento en la cantidad de turistas que necesiten atención médica por el aumento de días con temperaturas extremas, aumentos de días con aire insalubre por episodios de polvo del Sahara y contaminación de las playas con patógenos.

Mejores prácticas:

Véanse las mejores prácticas de COA B.1.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.2.1 Asegurar que el turista tendrá acceso a cuidados médicos de surgir una necesidad a pesar del impacto que el cambio climático tendrá sobre ciertas instalaciones médicas.</p>	<p>1. Incrementar la capacidad de los hospitales que no se afectarán por el aumento del nivel del mar para compensar la pérdida prevista de las instituciones hospitalarias más vulnerables a este fenómeno.</p>	DS	Indeterminable	Fondos de IRA	Mediano plazo	<p>R: Acceso de los turistas a cuidados médicos.</p> <p>M: Identificar en un año las instalaciones médicas que deben ampliarse para ofrecer el servicio a los turistas.</p> <p>M: A mediano plazo, ampliar las instalaciones de los hospitales seleccionados para atender las necesidades turísticas a la luz del cierre de instalaciones médicas vulnerables al aumento del nivel del mar y otras manifestaciones del cambio climático.</p>



C. Promover la educación y sensibilización de los proveedores de turismo, líderes del turismo, el personal y los turistas.

COA C.1: Desarrollar y promover una cultura turística consciente de las amenazas y oportunidades del cambio climático.

Mejores prácticas:

- Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático en España. <https://adaptecca.es/>
- European Climate Adaptation Platform Climate-ADAPT. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>
- Aula Patrimonio, Ciudades Patrimonio de la Humanidad, España. <https://www.ciudadespatrimonio.org/cuidadodelpatrimonio/index.php?id=100&curso=20221>
- Turismo sostenible, ECOMARB, Marbella, Málaga, España. <https://www.ecomarb.com/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Diseñar y establecer programas educativos que fomenten el conocimiento y la resiliencia sobre el cambio climático aplicado al sector turístico.</p>	<p>1. Establecer un programa educativo k-12 llamado Turisteando en mi País que fomente el aprendizaje sobre el cambio climático y sus efectos, donde se incluyan las responsabilidades como turista cuando se hace turismo interno en Puerto Rico con la familia.¹⁰</p>	CTPR y DE	\$200,000	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se establece el programa Turisteando en mi País.</p> <p>M: Número de escuelas k-12 que participan en el programa Turisteando en mi País.</p> <p>M: Corto plazo: 50 % de las escuelas k-12 con el programa Turisteando en mi País.</p> <p>M: Mediano plazo: 100 % de las escuelas k-12 con el programa Turisteando en mi País.</p>

¹⁰ Este es un tema transversal que incide en el sector de educación (sección 7.11). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en el sector mencionado, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, los COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.2 Diseñar y establecer programas formativos o de educación continua para el sector turístico ante el cambio climático.	1. Establecer que los prestadores de servicios turísticos tomen cursos mandatorios anuales sobre el cambio climático como requisito para obtener, renovar o mantener licencias o endosos que ofrece la CTPR.	CTPR	\$300,000 ¹¹	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se establecen cursos mandatorios sobre el cambio climático como requisito para obtener, renovar o mantener licencias o endosos que ofrece la CTPR.</p> <p>M: Corto plazo: más de 70 % de los prestadores de servicios turísticos con al menos una capacitación sobre el cambio climático.</p> <p>M: Mediano plazo: 100 % de los prestadores capacitados en el tema de cambio climático.</p>
	2. Incrementar la conciencia de los visitantes y los proveedores de servicio turístico acerca del cambio climático mediante módulos, plataformas digitales y campañas publicitarias (PACC 2016).					<p>R: Se promueve la educación en cambio climático a turistas y proveedores del sector turístico.</p> <p>M: Corto y mediano plazo: 6-12 módulos, material en línea y 6 campañas publicitarias anuales sobre acciones relacionadas con el cambio climático.</p>

¹¹ El costo estimado es total para todas las estrategias del objetivo C.1.2.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.2 Diseñar y establecer programas formativos o de educación continua para el sector turístico ante el cambio climático.</p>	<p>3. Desarrollar módulos educativos enfocados en el cambio climático y los efectos de eventos extremos en Puerto Rico para ofrecerlos en actividades recurrentes realizadas y patrocinadas por la CTPR (PACC 2016).</p>	CTPR	\$300,000	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se imparten los cursos mandatorios diseñados y establecidos sobre turismo y cambio climático.</p> <p>M: Corto y mediano plazo: mínimo de 6 cursos anuales.</p>
	<p>4. Crear una base de datos que administre la CTPR a la que los prestadores del sector turístico puedan acudir a fin de recibir asistencia técnica y financiera para acciones relacionadas con el cambio climático (PACC 2016).</p>					<p>R: Se genera una base de datos digital para asistencia técnica y financiera a empresas turísticas sobre acciones ante el cambio climático.</p> <p>M: Corto plazo: publicación en línea de la base de datos.</p>
<p>C.1.3 Establecer un fondo anual de auspicio a entidades reconocidas en la educación sobre temas de cambio climático.</p>	<p>1. Por medio de un programa de auspicios, generar alianzas con entidades reconocidas que trabajen en la educación sobre el cambio climático y que incorporen módulos de las responsabilidades de los residentes locales cuando hacen turismo interno.</p>	CTPR	\$1 millón	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se otorgan auspicios a entidades que trabajan en temas de cambio climático.</p> <p>M: Corto plazo: número de auspicios otorgados a entidades que fomentan la educación sobre el cambio climático.</p>
<p>C.1.4 Diseñar y establecer un programa dirigido a los productores de ferias, festivales y congresos que reciban auspicios de la CTPR para informar sobre el cambio climático y cómo desde sus eventos pueden educar sobre este y sus efectos.</p>	<p>1. Requerir que las promociones que se paguen con este tipo de auspicios sean en formato digital o en papel reciclado.</p> <p>2. Requerir que en los eventos auspiciados se utilicen materiales biodegradables o reciclados cuando estén disponibles para hojas sueltas, cubiertos, etcétera.</p> <p>3. Requerir que el evento auspiciado tenga un programa de reciclaje para disponer de los residuos sólidos.</p>	CTPR y empresas productoras de eventos	\$0	Empresas productoras de eventos auspiciados por la CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Eventos auspiciados por la CTPR adoptan publicidad en formato digital y papel reciclado; materiales biodegradables y programas de reciclaje.</p> <p>M: A corto plazo: 50 % de los eventos auspiciados, y a mediano plazo, 100 %.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.5 Fomentar la formación profesional especializada, y con ello la investigación y educación en temas de cambio climático, planificación y turismo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer un programa de becas de maestría para estudiantes del sistema de la UPR cuyo trabajo de final de carrera se enfoque en temas de turismo, planificación y cambio climático. 2. Establecer un programa de becas de bachillerato para estudiantes del sistema de la UPR en programas especializados en cambio climático, biología marina, manejo de vida silvestre y agricultura sostenible, entre otros programas. 3. Establecer un programa de formación para estudiantes del sistema de la UPR con concentración en cambio climático, geografía, biología marina, manejo de vida silvestre, agricultura sostenible, agronomía, hoteles y restaurantes, gestión cultural, arte y arquitectura, entre otros programas, para que al finalizar sus carreras obtengan las licencias de guía turístico con especialidad según su concentración. 	CTPR	\$1 millón	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se establece el programa de becas para trabajos finales de maestría o de bachillerato en áreas especializadas.</p> <p>M: Corto plazo: mínimo de 50 becas de maestrías y 50 de bachillerato anuales, y a mediano plazo, 100 de cada una.</p> <p>R: Se establece el programa para otorgar licencias de guía turístico especializado a estudiantes de la UPR.</p> <p>M: Corto plazo: mínimo de 50 licencias de guía turístico otorgadas anualmente a estudiantes del sistema de la UPR. A mediano plazo, 100 licencias.</p>
<p>C.1.6 Diseñar y establecer un programa de investigación en turismo y cambio climático.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer un programa de investigadores (con incentivo económico) dentro del sistema de la UPR que fomente la investigación en temas de cambio climático y turismo. 	CTPR	\$500,000	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se establece un programa de investigación sobre temas de cambio climático y turismo.</p> <p>M: Corto plazo: mínimo de 5 investigadores contratados y 10 publicaciones realizadas anualmente. A mediano plazo, 15 investigadores y 25 publicaciones anuales.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.7 Concienciar a los actores del sector turístico sobre el cambio climático y las medidas de adaptación y mitigación (PACC 2016).</p>	<p>1. Revisar todo el material de educación, promoción, publicidad y mercadeo de la CTPR para incorporar el tema del cambio climático.</p>	CTPR	\$300,000	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se incorporan conceptos y estrategias de cambio climático a materiales de educación, promoción, publicidad y mercadeo de la CTPR.</p> <p>M: Corto plazo: número de materiales revisados para incorporar el tema del cambio climático.</p>
	<p>2. Moverse hacia un modelo de producción digital para todo material de educación, promoción, publicidad y mercadeo.</p>					<p>R: Se establece como estrategia de la CTPR moverse a un modelo de educación, promoción, publicidad y mercadeo digital.</p> <p>M: Corto plazo: 100 % del material transferido a formato digital.</p>
	<p>3. Desarrollar material digital sobre actividades turísticas de acuerdo con las condiciones climáticas. Por ejemplo, ¿qué hacer cuando hay olas de calor o lluvia? Panfletos digitales para los proveedores de servicios que puedan ser compartidos también con los turistas.</p>					<p>R: Se genera material digital promocional sobre posibles actividades turísticas según las condiciones climáticas.</p> <p>M: Corto plazo: número de nuevo material producido solamente en formato digital.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.8 Establecer un programa de adiestramiento para el personal de la CTPR a fin de integrar el tema del cambio climático en la gestión y responsabilidad de cada área de trabajo.	1. Identificar y clasificar las diversas áreas de trabajo que ofrecen servicios directos a los proveedores de turismo u otros clientes externos para alinear la capacitación de acuerdo con sus diversas labores y objetivos.	CTPR	\$85,000 ¹²	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se establece como orden administrativa de la CTPR que toda área de trabajo tenga que capacitarse y hacer lo que le corresponde de acuerdo con su servicio, y que los informes de acción se le presenten a la División de Turismo Sostenible como gerente de la iniciativa.</p> <p>M: Corto plazo: publicación de la orden administrativa</p>
	2. Asignar a un líder del personal por cada área de trabajo para dar seguimiento al plan de capacitación y su implantación integrada con fechas determinadas.					<p>R: Se identifican y designan líderes por área de trabajo en CTPR para acciones contra el cambio climático.</p> <p>M: Corto plazo: 100 % de las áreas de trabajo con líderes asignados.</p> <p>M: Corto plazo: número de líderes asignados en cada área de trabajo de la CTPR.</p>
	3. Coordinar una serie de charlas educativas, desde lo general para todo el personal hasta lo específico para ciertas áreas de trabajo.					<p>R: Se desarrollan charlas educativas sobre el cambio climático a personal de la CTPR.</p> <p>M: Corto y mediano plazo: mínimo de 4 charlas anuales.</p>

¹² El costo estimado es total para todas las estrategias de los objetivos C.1.8 y C.1.9.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.8 Establecer un programa de adiestramiento para el personal de la CTPR a fin de integrar el tema del cambio climático en la gestión y responsabilidad de cada área de trabajo.</p>	<p>4. Solicitar informes de retroalimentación y seguimiento para cada área de trabajo con servicios directos.</p>	<p>CTPR</p>				<p>R: Se reciben informes anuales por área de trabajo de la CTPR sobre acciones ante el cambio climático.</p> <p>M: Corto plazo: mínimo de 6 informes anuales.</p>
<p>C.1.9 Establecer un programa de adiestramiento dirigido a los proveedores de servicios al turismo sobre las repercusiones del cambio climático en el destino y sus operaciones.</p>	<p>1. Establecer un plan de adiestramiento dirigido a esta audiencia específica.</p> <p>Colaborador potencial: sector empresarial turístico.</p>	<p>CTPR</p>	<p>\$85,000</p>	<p>CTPR</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Implantación de un plan de acción integrando a los gremios de la industria para garantizar el mayor resultado de capacitación.</p> <p>M: Corto plazo: número de miembros del sector turístico que se integran a la gestión de la CTPR ante el cambio climático.</p>
	<p>2. Trabajar con el modelo de <i>Train the Trainers</i> para asegurar la continuidad en la capacitación, más allá del cambio o rotación de empleados en la industria.</p>					<p>R: Se ofrecen talleres anuales o inspecciones a empresas turísticas.</p> <p>M: 50 % a corto plazo y 100 % a mediano plazo.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.9 Establecer un programa de adiestramiento dirigido a los proveedores de servicios al turismo sobre las repercusiones del cambio climático en el destino y sus operaciones.	3. Solicitar informes de retroalimentación y cantidad de empleados capacitados.	CTPR	\$85,000	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Creación de una presentación educativa con hoja de evaluación que deba ser completada como requisito para diversas solicitudes, tales como: incentivos, turismo náutico, guías turísticos, endoso promocional y auspicios de eventos especiales.</p> <p>M: Corto plazo: número de hojas de evaluación recibidas al año.</p>
	4. Integrar a organizaciones de la industria para que se unan al esfuerzo integrando a su matrícula. Colaboradores potenciales: la Asociación de Hoteles y Turismo de Puerto Rico, la Asociación Dueños de Paradores, la Asociación de <i>Bed and Breakfasts</i> de Puerto Rico y la Asociación Puertorriqueña de Agencias de Viaje.					<p>R: Se generan acuerdos con organizaciones del sector turístico sobre acciones contra el cambio climático.</p> <p>M: Corto plazo: mínimo de 2 acuerdos de alianza o de entendimiento en los esfuerzos anualmente.</p>
	5. Establecer como criterio compulsorio el cumplimiento de la capacitación sujeto al otorgamiento de beneficios por parte de la CTPR (auspicio, endoso, licencia, etcétera).					<p>R: Se establece como criterio compulsorio la capacitación sobre el cambio climático.</p> <p>M: Corto plazo: aprobación de enmienda a reglamentos para establecer la capacitación compulsoria sobre el cambio climático.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.10 Integrar un programa educativo sobre el cambio climático en las campañas y comunicados turísticos, a través de la coordinación con el personal de comunicaciones, promoción y mercadeo de la CTPR.	1. Identificar a las empresas turísticas certificadas o endosadas con prácticas destacadas y resaltarlas a través de diversos medios (vídeos, publicaciones).	CTPR	\$2 millones	CTPR	Corto y mediano plazo	R: Se identifican las empresas turísticas con prácticas relacionadas con el cambio climático. M: Corto plazo: identificadas las empresas turísticas con prácticas relacionadas con el cambio climático.
	2. Crear concursos y premios que resalten acciones de mitigación, adaptación y resiliencia.					R: Se celebran concursos o se ofrecen premios sobre acciones de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático. M: Corto plazo: mínimo de 2 concursos y premios anuales conferidos a empresas turísticas por sus acciones en torno al cambio climático.
	3. Crear campañas de acciones dirigidas a los turistas, de acuerdo con las diferentes edades.					R: Se desarrollan campañas para turistas sobre el cambio climático. M: Corto plazo: número de campañas climáticas cada año.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
C.1.11 Proveer herramientas de capacitación y respuesta a los proveedores de servicios al turismo en temas como olas de calor.	1. Proveer charlas educativas a guías turísticos y empresas de excursiones.	Departamento de Salud y CTPR	\$10,000	CTPR	Corto y mediano plazo	<p>R: Se imparten charlas anuales sobre olas de calor ofrecidas a los proveedores de servicios al turismo.</p> <p>M: Corto plazo: número de charlas y número de asistentes por charla.</p>
	2. Hacer alianzas con organizaciones o especialistas que sirvan de apoyo para educar a los proveedores del turismo por diversos temas de especialización.					<p>R: Se generan alianzas para proveer educación especializada a proveedores de productos o servicios turísticos.</p> <p>M: Corto plazo: número de nuevas alianzas establecidas o en proceso de pactar, o número de alianzas firmadas con organizaciones o especialistas.</p>

Tabla 7.11. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **educación**.



A. Contribuir al impulso del conocimiento del cambio climático, el reciclaje, [la] conservación de agua y energía, y la consolidación de las buenas prácticas en este ámbito, incluyendo, investigación o análisis con relación al clima, los efectos del cambio climático en torno a los ecosistemas terrestres y marinos, los recursos hídricos, las eficiencias energéticas, las energías renovables, la mitigación y la adaptación al cambio climático y los instrumentos económicos con incidencia directa o indirecta sobre el cambio climático.

COA A.1: Crear e implantar en todas las escuelas de los sistemas público y privado un cambio curricular que integre el tema transversal de conciencia sobre el cambio climático, para todas las clases, desde los grados k-12.

Mejores prácticas:

- Revisión de contenidos sobre el cambio climático en el currículo escolar (España). https://seo.org/wp-content/uploads/2021/05/Informe_-Curriculum_Escuelas_Cambio_Climatico_SEO_BirdLife.pdf
- Fichero de Actividades de Sensibilización Ambiental y Propuestas Didácticas para el Desarrollo del Currículo (España). <https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/delegate/content/12ec2b86-7321-43b9-aef7-4e8f1c64f5e4>
- Currículo para una educación ecosocial frente a la emergencia climática (España). <https://drive.google.com/file/d/1BmmhrEcSF30RRb2zIFBJOH--pCL3FiSc/view>
- Acción por el clima en los centros educativos: Metodología (España). <https://redciudadesclima.es/sites/default/files/2022-06/Metodologia.pdf>
- La educación climática como una medida de adaptación al cambio climático (México). <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/12/5640/10.pdf>
- Estrategia pedagógica para crear conciencia ambiental frente al cambio climático en la IE Santa Rosa de la Caña, Municipio de Los Córdoba (Colombia). <https://repository.libertadores.edu.co/items/70f690f5-fbf3-4c15-87e4-d2276f9e0d35>
- Efectos de la educación ambiental acerca del cambio climático en una Escuela Rural (Colombia). https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/2013/Uriel_Benitez_%20Proyecto%202019.pdf;jsessionid=F522ACEFAC93A8CA8BA7A0865FE0201C?sequence=1

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Desarrollar y establecer un nuevo currículo permanente con el tema del cambio climático como eje integrador en la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje. [...]	1. Realizar un cambio curricular en las áreas académicas que tenga al cambio climático como tema integrador. El alcance de la revisión curricular debe cubrir todos los grados incluyendo kínder hasta duodécimo. Realizar encuestas periódicas, como parte de las pruebas rutinarias de medición de aprovechamiento académico, para medir los resultados del aprendizaje climático. [...]	DE	\$10 millones ⁴	Gobierno estatal y gobierno federal [...]	Corto plazo (0 a 3 años)	R (A.1.1): Informe anual del DE sobre los logros alcanzados por región con las actividades, proyectos y conocimiento adquiridos por los estudiantes sobre el nuevo currículo que integra el tema del cambio climático. [...]

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

⁴ El costo estimado es total para todas las acciones incluidas en los primeros cuatro objetivos.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Desarrollar y establecer un nuevo currículo permanente con el tema del cambio climático como eje integrador en la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje. El cambio curricular debe ser significativo y consistente con la situación actual del país y sus retos.</p>	<p>[...]</p> <p>2. Integrar en todas las escuelas de los sistemas público y privado la enseñanza sobre el cambio climático con ejemplos concretos de sus efectos en Puerto Rico. A través de este nuevo currículo se espera que los estudiantes puedan comprender la pertinencia de este tema para el país, a corto y largo plazo.</p> <p>3. El cambio curricular debe desarrollarse en consulta con expertos en el cambio climático y debe incluir los temas generadores con sus indicadores, según lo establecido en este plan (ver en la sección de Anejos la Guía para la revisión curricular e integración de temas desde K-12 para escuelas públicas y privadas).</p>	<p>DE</p>	<p>\$10 millones</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de Estados Unidos [NIEHS], la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica [NOAA], la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio [NASA] y la Fundación Nacional de Ciencias [NSF])</p>	<p>Corto plazo (0 a 3 años)</p>	<p>[...]</p> <p>M (estrategias 1-3): Cada 2 años se revisan los mapas curriculares para integrar nuevos hallazgos y temas relacionados con el cambio climático que incidan en el país.</p> <p>M (estrategia 4): Enmiendas al Reglamento para el Licenciamiento de Instituciones de Educación Postsecundaria en Puerto Rico Núm. 9272 y al Reglamento para el Licenciamiento de Instituciones de Educación Superior Núm. 8265 (2012) solicitando a cada institución que integre a sus currículos los temas del cambio climático y la preparación y manejo de desastres naturales.</p>
	<p>4. Solicitar a toda institución privada de educación superior y postsecundaria un currículo de cambio climático integrado a los ofrecimientos académicos. El fin es que todo estudiante conozca sobre los asuntos que afectan al país y cómo prepararse a corto y largo plazo.</p>					

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.2 Realizar un diagnóstico sobre el perfil sostenible del plantel escolar. Establecer medidas para crear una comunidad escolar de conciencia, investigación y desarrollo de política pública sobre el cambio climático en Puerto Rico.</p>	<p>1. Realizar por escuela un diagnóstico del perfil sostenible utilizando el Perfil de estructuras sostenibles (ver en Anejos). Cada director debe establecer un plan de acción a corto y largo plazo que presente las medidas a adoptar para atender las áreas de necesidad y establecer una comunidad escolar consciente del cambio climático y sus efectos. Este plan debe incluir al menos dos orientaciones compulsorias al año por familia-estudiante sobre aspectos importantes del cambio climático y cómo realizar un plan familiar con el fin de adaptarse y prepararse para los eventos relacionados.</p>	DE	\$10 millones	Gobierno estatal y gobierno federal (Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de Estados Unidos [NIEHS], la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica [NOAA], la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio [NASA] y la Fundación Nacional de Ciencias [NSF])	Corto plazo (0 a 3 años)	<p>R: Informe anual por parte de las siete regiones educativas que presente el perfil de sus respectivas escuelas y el plan de acción inmediata, a corto y largo plazo, para atender los temas del cambio climático y la sostenibilidad.</p> <p>M: Cada escuela debe contar con un perfil sostenible y plan de acción discutido con la facultad y la comunidad escolar. Revisión del perfil y el plan al inicio de cada año escolar para actualizarlo según las necesidades y cambios en la escuela.</p>
	<p>2. Fomentar el aprendizaje basado en problemas (ABP) en la comunidad escolar por medio de proyectos de investigación y ferias científicas para generar interés y cambio en la percepción de los estudiantes sobre la gestión ambiental ciudadana como respuesta afirmativa ante el cambio climático.</p>					<p>R: Informe de logros sobre los proyectos de investigación basados en ABP y avalúo del aprendizaje sobre el cambio climático.</p> <p>M: Aumento en la participación de los estudiantes en proyectos de integración curricular e investigación sobre los efectos del cambio climático aplicados a Puerto Rico.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.2 Realizar un diagnóstico sobre el perfil sostenible del plantel escolar. Establecer medidas para crear una comunidad escolar de conciencia, investigación y desarrollo de política pública sobre el cambio climático en Puerto Rico.</p>	<p>3. Desarrollar por escuela proyectos de integración curricular para que los estudiantes, maestros y demás miembros de la comunidad escolar conozcan diversas áreas de interés sobre el tema transversal de la conciencia ecológica y ambiental.</p>	DE	\$10 millones	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de Estados Unidos [NIEHS], la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica [NOAA], la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio [NASA] y la Fundación Nacional de Ciencias [NSF])</p>	Corto plazo (0 a 3 años)	<p>R: Informe de la Oficina Regional Educativa sobre el número de familias que recibieron orientaciones de las escuelas para la preparación familiar ante el cambio climático.</p> <p>M: Aumento en el número de familias participantes en las orientaciones sobre el cambio climático, sus manifestaciones y la preparación de un plan familiar.</p>
	<p>4. Aumentar la participación de los docentes y estudiantes en el programa educativo Estudiante Legislador, de la Oficina de Participación Ciudadana (Oficina de Servicios Legislativos). Este programa está dirigido a estudiantes de octavo grado en adelante para promover la integración del tema legislativo en el salón de clases y la participación de los estudiantes en la creación de proyectos de ley.</p>					<p>R: Proyectos de ley, ponencias o participación en vistas públicas por parte de los estudiantes de las escuelas del país.</p> <p>M: Aumento en la participación de estudiantes y maestros en el programa Estudiante Legislador. Número de escuelas participantes en ponencias, vistas públicas y proyectos de ley.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.3 Organizar conocimientos y experiencias sobre el cambio climático y las medidas de mitigación, adaptación y resiliencia asociadas, el perfil ambiental de Puerto Rico, la conservación de los recursos naturales y el manejo de emergencias ante desastres naturales. Estos conocimientos y experiencias deben considerar el nivel de desarrollo del alumno, su medio sociocultural y familiar, el currículo y los recursos disponibles en las escuelas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer una base de datos en línea sobre expertos en el cambio climático, educación ambiental, conservación de recursos naturales y manejo de emergencias ante desastres naturales. Hacerla accesible en las páginas oficiales del Departamento de Educación y del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales para que todos los docentes, <i>homeschoolers</i> y el público en general puedan consultarla y utilizarla como referencia en sus proyectos e iniciativas. 2. Documentar y divulgar las investigaciones, proyectos, actividades y capacitaciones que las escuelas realicen en sus respectivas regiones como base fundamental de la intención institucional de promover y divulgar la enseñanza sobre el cambio climático en Puerto Rico. 	DE	\$10 millones	Gobierno estatal y gobierno federal (Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de Estados Unidos [NIEHS], la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica [NOAA], la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio [NASA] y la Fundación Nacional de Ciencias [NSF])	Mediano plazo (7 a 10 años)	<p>R: Base de datos establecida y accesible. Documentación y divulgación de información sobre las capacitaciones en las respectivas regiones.</p> <p>M: Aumento de 70 % o más en el conocimiento de los estudiantes sobre el cambio climático y el manejo de los recursos naturales.</p> <p>M: Progreso evidente a través de los informes anuales de evaluación que las escuelas presentan a las respectivas regiones (Programa de Ciencias del DE).</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.4 Regular la práctica de los contenidos sobre el cambio climático, seleccionando los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que permitan conseguir las pautas metodológicas con las que se trabajará y las experiencias de enseñanza-aprendizaje necesarias. Esta revisión curricular proveerá uniformidad al contenido sobre el cambio climático que se imparte en las escuelas desde los grados k-12.</p>	<ol style="list-style-type: none"> Integrar en el plan de trabajo de cada escuela experiencias de campo y visitas a reservas naturales, bosques y humedales, entre otros ecosistemas, para fomentar un mayor sentido de pertenencia en el estudiantado. Las experiencias de campo y visitas ofrecen un escenario de enseñanza-aprendizaje a base de la investigación y búsqueda de soluciones a los problemas que enfrenta el país. Propiciar experiencias que permitan a los estudiantes conocer sobre: emisiones de gases de efecto de invernadero, fenómeno isla de calor, erosión costera, sistemas ciclónicos, aumento del nivel del mar, acidificación de los océanos, deterioro de los ecosistemas terrestres y marinos de Puerto Rico, calidad del aire, uso y conservación del recurso agua, residuos sólidos, energía y transportación, agricultura y uso de terrenos, economía circular, turismo sostenible y justicia climática. 	DE	\$10 millones	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de Estados Unidos [NIEHS], la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica [NOAA], la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio [NASA] y la Fundación Nacional de Ciencias [NSF])</p>	<p>Largo plazo (10 a 15 años)</p> <p>Corto plazo</p>	<p>R: Práctica de los contenidos sobre el cambio climático regulada.</p> <p>M: Revisión curricular de los mapas, estándares y expectativas que atiendan el tema transversal del cambio climático.</p> <p>M: A corto y largo plazo: todas las escuelas públicas integran el tema del cambio climático y la conservación de los recursos naturales de manera transdisciplinaria en todas las clases y grados. Se espera que puedan evidenciar de manera cuantitativa el proceso de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación y búsqueda de soluciones a los problemas ambientales que enfrenta el país.</p> <p>M: Mayor número de estudiantes participantes en las ferias científicas del programa de Ciencias a nivel regional e internacional.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.5 Desarrollar una cultura de conservación y buen manejo del recurso agua en la sociedad puertorriqueña.⁵</p>	<p>1. Promover y apoyar estrategias y acciones orientadas al desarrollo profesional continuo de científicos, ingenieros, administradores y responsables de elaborar políticas en materia de agua.</p> <p>Colaboradores potenciales: DRNA y Departamento de Agricultura.</p>	AAA	\$50,000 ⁶	Gobierno estatal y federal (EPA)	Mediano plazo	<p>R: Mayor número de cursos, charlas o talleres sobre el manejo del recurso agua ofrecidos a profesionales relacionados con el tema (como científicos, ingenieros, administradores, comerciantes y agricultores) para su desarrollo continuo.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables sobre las estrategias y acciones orientadas al desarrollo continuo de profesionales que manejen el recurso agua. El informe establece porcentualmente la cantidad de profesionales atendidos en reuniones, con incremento anual de esa participación.</p>

⁵ Este es un tema transversal que incide en los sectores de infraestructura (sección 7.2) y agua (sección 7.7). Aunque la estrategia se asemeja a otras incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada una se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

⁶ El costo estimado es total para todas las acciones incluidas en el objetivo A.1.5.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.5 Desarrollar una cultura de conservación y buen manejo del recurso agua en la sociedad puertorriqueña.</p>	<p>2. Aumentar la participación ciudadana en los procesos de manejo y planificación del recurso agua. Especialmente, fomentar la integración de los sectores de conservación (DRNA, agencias y grupos comunitarios) y agricultura (agricultores).</p>	AAA	\$50,000	Gobierno estatal y federal (EPA)	Mediano plazo	<p>R: Mayor número de reuniones entre grupos comunitarios, líderes ambientales y la AAA para trabajar estrategias de conservación del recurso agua con personas de diferentes sectores y edades.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables sobre los esfuerzos para aumentar la participación ciudadana en los procesos de manejo y planificación del recurso agua. El informe establece porcentualmente la población atendida en reuniones, con incremento anual de esa participación.</p>
	<p>3. Aumentar las visitas técnicas a las plantas de tratamiento de agua, comenzando a nivel escolar con estudiantes, líderes comunitarios y ONG, entre otros, para que puedan conocer el proceso de tratamiento y apliquen el aprendizaje sobre la importancia de cuidar el recurso agua.</p>					<p>R: Mayor número de participantes en las visitas técnicas para conocer los procesos de tratamiento y cuidados del recurso agua.</p> <p>M: Informe anual de las visitas técnicas y su impacto en los participantes y en sus proyectos e investigaciones. El informe incluye una evaluación porcentual que establece la métrica del conocimiento adquirido en la visita ocular o técnica.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.5 Desarrollar una cultura de conservación y buen manejo del recurso agua en la sociedad puertorriqueña.</p>	<p>4. Colocar letreros en lugares públicos, agencias, escuelas, hospitales, universidades y dependencias municipales para informar medidas prácticas de uso responsable del recurso agua.</p>	AAA	\$50,000	Gobierno estatal y federal (EPA)	Mediano plazo	<p>R: Mayor número de letreros en lugares públicos, agencias, escuelas, hospitales, universidades y dependencias municipales con información sobre medidas prácticas para usar responsablemente el recurso agua.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables sobre los materiales interdisciplinarios desarrollados, tales como directrices, informes, programas y estudios relacionados con la educación para la seguridad hídrica, el número de letreros colocados anualmente y su ubicación.</p>

COA A.2: Crear un programa compulsorio de manejo de los residuos sólidos enfocado en la educación e investigación hacia la reducción, el reúso y el reciclaje.⁷

Mejores prácticas:

- Plan de reciclaje obligatorio para establecimientos escolares (Chile). https://www.bcn.cl/delibera/show_iniciativa?id_colegio=2266&idnac=2&patro=0&nro_torneo=2017
- Elaboración de un programa de educación ambiental en el manejo adecuado de los residuos sólidos para el corregimiento de Chorrera - Juan de Acosta (Colombia). <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/6420/Elaboraci%C3%B3n%20de%20un%20programa%20de%20educaci%C3%B3n%20ambiental%20en%20el%20manejo%20adecuado%20de%20los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20para%20el%20corregimiento%20de%20Chorrera%20-%20Juan%20de%20Acosta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Recapacila: Programa de Educación Ambiental sobre Residuos y Reciclaje de la Junta de Andalucía (España). <https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/web/aldea/recapacila>
- Mejoramiento en el manejo de los residuos sólidos en los estudiantes de la institución educativa agropecuaria Bomboná sede Simón Bolívar (Colombia). <https://core.ac.uk/reader/250156090>
- Basura Cero en mi Escuela, programa escolar de separación y reciclaje (México). <http://www.cec.org/es/north-american-partnership-for-environmental-community-action/napeca-grants/basura-cero-en-mi-escuela-programa-escolar-de-separacion-y-reciclaje/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.1 Establecer un programa de manejo de residuos sólidos en todas las escuelas del sistema público, agencias del gobierno, municipios, hospitales públicos y la Universidad de Puerto Rico (UPR). El programa debe fomentar principalmente la reducción, luego el reúso y el reciclaje.</p> <p>A.2.2 Orientar a la población para que compre productos preferiblemente duraderos, reusables y que se puedan reparar.</p>	<p>1. Ofrecer talleres de orientación anualmente a través de la creación de un programa sobre los residuos sólidos y su manejo adecuado, que priorice la reducción, y luego el reúso y el reciclaje. Los talleres estarán disponibles para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. comunidades escolares y universitarias, b. empleados de agencias gubernamentales, c. todas las dependencias municipales, d. asociaciones de residentes, e. asociaciones de condominios y urbanizaciones con control de acceso, f. líderes comunitarios, g. sector comercial, h. convocatorias abiertas para el público en general en zonas urbanas y rurales. <p>Colaborador potencial: UPR.</p>	DRNA	\$50,000	Gobierno estatal y gobierno federal (Agencia de Protección Ambiental [EPA] y NOAA)	Corto plazo	<p>R: Mayor número de talleres de orientación ofrecidos anualmente sobre los residuos sólidos y su manejo adecuado.</p> <p>M: Informe anual sobre la creación y puesta en marcha de un programa de manejo de residuos sólidos por parte de las entidades responsables que incluya el número de talleres ofrecidos, y su alcance e impacto en los participantes.</p>

⁷ Este es un tema transversal que incide en el sector de residuos sólidos (sección 7.4). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA o estrategias incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.3 Presentar material educativo con información detallada de los residuos que se pueden reducir, reusar y reciclar. El material debe explicar la información en forma sencilla e inclusiva, tomando en cuenta a las personas con diversidad funcional (entre ellas, personas no videntes) y a la población de adultos mayores.</p>	<p>1. Colocar letreros visibles al público en las agencias gubernamentales, dependencias municipales, la UPR, escuelas y hospitales públicos sobre el material que se debe reducir, reusar y reciclar, y los beneficios directos que estas acciones tienen para el país. Estos letreros deben estar visibles en lugares cerca de los zafacones y baños, entre otros espacios donde se generen residuos.</p>	<p>DRNA y municipios</p>	<p>\$10,000</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (Agencia de Protección Ambiental [EPA] y NOAA)</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Letreros colocados en las oficinas de todas las entidades responsables con información sobre los materiales que se deben reducir, reusar y reciclar, y los beneficios directos que estas acciones tienen para el país.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables sobre la cantidad y ubicación de los letreros educativos en torno a los residuos que se pueden reducir, reusar y reciclar, con un vocabulario sencillo e inclusivo para todo tipo de persona con diversidad funcional.</p>
<p>A.2.4 Crear un comité en el Departamento de Educación, la UPR, hospitales públicos, agencias y en cada municipio, que procure y fomente el cumplimiento del programa de manejo responsable de los residuos sólidos. Este comité debe tener entre sus miembros a personas de la comunidad para promover la participación ciudadana en la toma de decisiones.</p>	<p>1. Evaluar anualmente el cumplimiento del programa de manejo de residuos en las escuelas del DE, en cada municipio, hospitales y los respectivos recintos y escuelas laboratorio de la UPR. El comité se encargará de establecer las medidas correctivas y actividades educativas para mejorar el manejo de los residuos en su sector, a base de un análisis que realizará sobre la reducción, el reúso y el reciclaje que lleva a cabo su sector anualmente.</p>				<p>\$10,000</p>	

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.2.5 Establecer un programa de incentivos para estudiantes y empleados públicos que desarrollen propuestas para reducir, reusar o reciclar los residuos sólidos en su lugar de estudio o trabajo. El programa debe incluir a las escuelas públicas, agencias y hospitales públicos, municipios y la UPR.</p>	<p>1. Asignar fondos para fortalecer los programas educativos e investigaciones que generen alternativas innovadoras y nuevos modelos de negocio con el fin de solucionar la acumulación de materiales que no se están reciclando completamente en Puerto Rico (como baterías, vidrios, neumáticos, aceite usado y plástico, entre otros).</p>	<p>DRNA y municipios</p>	<p>\$1 millón</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (Agencia de Protección Ambiental [EPA] y NOAA)</p>	<p>Mediano y largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Fondos asignados a los programas, para evidenciar nuevas mejores prácticas a fin de reducir, reusar y reciclar los residuos sólidos.</p> <p>M: Informe anual sobre los fondos asignados para fortalecer programas educativos e investigaciones que generen alternativas innovadoras.</p> <p>M: Reducción de 100 % de los residuos de papel, plástico de un solo uso y material vegetativo.</p> <p>M: Recuperación de más de 60 % del material reciclable que llega a los vertederos.</p>

COA A.3: Desarrollar programas de capacitación y una certificación para docentes de educador ambiental con énfasis en el cambio climático, el desarrollo sostenible y el manejo de desastres naturales.

Mejores prácticas:

- *Sea Grant* adiestra por primera vez sobre la nueva guía educativa de cambio climático (Puerto Rico). <https://www.coralesdelestep.com/single-post/2019/08/08/sea-grant-adiestra-por-primera-vez-sobre-la-nueva-gu%C3%ADa-educativa-de-cambio-clim%C3%A1tico>
- *Online courses for educators, National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.org/education/professional-development/courses/#Teaching-Global-Climate-Change>
- Gradúan 530 docentes en cambio climático (República Dominicana). <https://www.elcaribe.com.do/panorama/pais/graduan-530-docentes-en-cambio-climatico/>
- Guía de apoyo docente en cambio climático (Chile). <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-de-apoyo-docente-en-Cambio-Climatico.pdf>
- Cambio Climático: Programa de Educación y Cultura Ambiental del Estado de Jalisco (México). <http://siga.jalisco.gob.mx/ea/CambioClimatico.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Fomentar una comunidad activa de docentes escolares y universitarios en continuo aprendizaje y desarrollo profesional.</p>	<p>1. Asignar en los presupuestos fondos exclusivos para capacitar y certificar a maestros de los sistemas público y privado y a profesores en áreas relacionadas con el cambio climático, el desarrollo sostenible y el manejo de desastres naturales.</p>	UPR	\$500,000	Gobierno estatal y gobierno federal (EPA) y NSF	Corto plazo	<p>R: Mayor número de docentes de los sistemas público y privado y del nivel universitario capacitados y certificados.</p> <p>M: Informe anual sobre los fondos asignados en el presupuesto de la UPR para capacitar y certificar a docentes. El informe debe tener métricas que evidencien un incremento porcentual anual de las capacitaciones y certificaciones dirigidas a docentes.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.2 Establecer una librería en línea en la página web del DRNA con material educativo sobre el cambio climático y el ambiente, de libre acceso para la ciudadanía.</p>	<p>1. Identificar todo el material educativo creado por el DRNA, fuentes de información, guías didácticas, módulos, infográficos y documentales, entre otros recursos que puedan organizarse por temas para facilitar la búsqueda y el acceso del público a través de un mismo portal.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$10,000</p>		<p>Corto plazo</p>	<p>R: Actualización de la página oficial del DRNA en línea con una librería accesible para todas las personas, incluyendo aquellas con diversidad funcional.</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable que evidencie el material educativo sobre el cambio climático y el ambiente, el alcance y el impacto de la librería en línea.</p>
<p>A.3.3 Crear una certificación para docentes de los niveles escolar y universitario como especialistas en educación ambiental con énfasis en el cambio climático, la sostenibilidad y el manejo de desastres naturales.</p>	<p>1. Crear una certificación de Educador Ambiental, de 60 horas contacto, con énfasis en el cambio climático, el desarrollo sostenible y el manejo de emergencias ante desastres naturales. Debe incluir al menos una visita de campo. Estas certificaciones pueden diseñarse en colaboración con organizaciones ambientales y programas académicos de otras universidades privadas.</p>	<p>UPR</p>	<p>\$15,000</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (EPA) y NSF</p>	<p>Mediano y largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Certificación para docentes creada.</p> <p>M: Certificación de más de 70 % de la población de maestros de ciencias del DE y de escuelas privadas a mediano plazo.</p> <p>M: A largo plazo, 100 % de los docentes de ciencias y otras materias de los grados k-12 certificados como educadores ambientales especializados en el cambio climático, desarrollo sostenible y manejo de desastres naturales.</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable que evidencie la participación de los maestros certificados a nivel de las siete regiones del DE.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.4 Desarrollar un programa de capacitación anual para docentes que propicie mantener al día el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre el cambio climático en la sala de clases. El programa utilizará información actualizada proveniente de la literatura, estudios e investigaciones sobre el tema.</p>	<p>1. Establecer un programa de capacitación para maestros de escuelas públicas, privadas y encargados de la educación en casa (<i>homeschooling</i>) que consista en talleres sobre el cambio climático y guías didácticas. Esto puede hacerse a través de diversas entidades, como el programa <i>Sea Grant, Global Schools Program, Puerto Rico Chapter of the United Nations Association of the United States of America</i> (UNA-USA PR), organizaciones ambientales, alianzas con el DE y la Asociación de las Escuelas Privadas de Puerto Rico.</p>	DRNA	\$30,000	Gobierno estatal y gobierno federal (EPA) y NSF	Largo plazo (6 a 10 años)	<p>R: Creación y divulgación de un programa de capacitación anual para docentes.</p> <p>M: Número de capacitaciones anuales para docentes en temas que incluyan, pero no se limiten a: acidificación de los océanos; blanqueamiento de corales; manejo de residuos sólidos; erosión costera; mangles y ecosistemas terrestres y marinos; manejo de vida silvestre y biodiversidad; control de especies exóticas, y contaminación de los recursos naturales.</p>

COA A.4: Crear campañas educativas sobre el cambio climático, la conservación de los recursos naturales y la planificación ciudadana ante desastres naturales.

Mejores prácticas:

- ONU Cambio Climático lanza la campaña #Climattitude: ¿Cuál es tu actitud frente al cambio climático? <https://unfccc.int/es/news/onu-cambio-climatico-lanza-la-campana-climattitude-cual-es-tu-actitud-frente-al-cambio-climatico>
- Red española de ciudades por el clima. <https://redciudadesclima.es/campaign/>
- Educación climática relevante y universal: nueva campaña mundial de la Internacional de la Educación. <https://www.ei-ie.org/es/item/23730:educacion-climatica-relevante-y-universal-nueva-campana-mundial-de-la-internacional-de-la-educacion>
- Ministerio del Medio Ambiente lanza la campaña “Que tu huella sea positiva” para concientizar sobre el cambio climático (Chile). <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-lanza-la-campana-que-tu-huella-sea-positiva-para-concientizar-sobre-el-cambio-climatico/>
- III Campaña Infantil sobre el Cambio Climático (España). <https://www.alicante.es/es/noticias/iii-campana-infantil-cambio-climatico>
- Buenas prácticas ambientales y su vinculación con la acción climática. Estudio de caso: celebraciones y campañas ambientales en el Instituto Manuel Canelo Perdomo (Honduras), Unicef. <https://www.unicef.org/honduras/media/516/file/Estudio%20de%20caso:%20celebraciones-y-campa%C3%B1as-ambientales-estudio-de-caso.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.1 Difundir a través de los medios de comunicación y las redes sociales cuáles son los efectos del cambio climático en Puerto Rico. Promover las medidas de mitigación, adaptación y resiliencia que la ciudadanía puede adoptar.</p> <p>[...]</p>	<p>1. Establecer anualmente una campaña educativa inclusiva que facilite la información a personas con diversidad funcional y a toda la ciudadanía, desde niños hasta personas de edad avanzada. Difundirla a principios de la temporada de huracanes. Cada agencia debe integrar esta campaña en su plan de trabajo y asignar fondos exclusivos para realizarla. Para maximizar el alcance a la población, las campañas deben difundirse a través de la televisión, WIPR, las redes sociales, las páginas oficiales de las agencias, la radio y letreros.</p> <p>2. Promover a través de las campañas educativas estrategias de psicología positiva como la empatía, la esperanza, el optimismo, la perseverancia y la tolerancia hacia la adopción de medidas de adaptación, mitigación y resiliencia sobre el cambio climático en Puerto Rico. Integrar a expertos del área de la salud mental en la preparación de estas campañas, para que el mensaje se dirija de manera eficiente hacia una conciencia de armonía y respeto como sociedad vulnerable a los efectos del cambio climático.</p> <p>[...]</p>	DRNA y municipios	\$350,000 ⁸	Gobierno estatal y gobierno federal	Corto plazo	<p>R: Mayor número de campañas educativas realizadas y mayor alcance a nivel de agencias y municipios.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables que integren las campañas educativas en sus planes de trabajo y asignen fondos exclusivos para realizarlas.</p>

⁸ El costo estimado es total para todas las acciones incluidas en los objetivos A.4.1, A.4.2 y A.4.3.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>[...]</p> <p>A.4.2 Mantener en todos los medios de comunicación campañas educativas sobre el uso responsable del agua.</p>	<p>[...]</p> <p>3. Orientar a la ciudadanía a través de una campaña interagencial sobre el plan de emergencia familiar ante inundaciones, lluvias torrenciales, sequías, manejo responsable del agua, terremotos, marejadas y huracanes. Hacerlo en colaboración con el Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, el Departamento de la Vivienda, la AAA, la AEE, el Departamento de Agricultura, el DE y el Departamento de Salud. Integrar el tema de salud mental ante desastres naturales, que debe ser fundamental para el proceso de adaptación y resiliencia en cada campaña educativa.</p>				Corto plazo	<p>R: Mayor número de campañas educativas realizadas y mayor alcance a nivel de agencias y municipios.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables que integren las campañas educativas en sus planes de trabajo y asignen fondos exclusivos para realizarlas.</p>
<p>A.4.3 Desarrollar mecanismos inclusivos de comunicación con diversos sectores, incluyendo a la población de edad avanzada y a las personas con diversidad funcional (entre otras, la comunidad no vidente o con sordera). El desarrollo de estos mecanismos de comunicación debe estar a cargo de un equipo interdisciplinario de profesionales en las áreas pertinentes y utilizar un lenguaje accesible para los distintos grupos. Cada agencia del gobierno y los municipios deben establecer los mecanismos de comunicación correspondientes para cumplir con este curso de acción.</p>	<p>1. Promover información sobre cómo el cambio climático afecta al país, qué bienes y servicios se verán comprometidos, qué oportunidades de negocio se pueden desarrollar en vías de conservar los recursos naturales y qué alternativas de mitigación, adaptación y resiliencia tienen los ciudadanos, usando como referencia el Plan MARCC.</p>	DRNA y municipios	\$350,000	Gobierno estatal y gobierno federal	Corto y mediano plazo	<p>R: Mecanismos inclusivos de comunicación con diversos sectores (incluyendo a la población de edad avanzada y personas con diversidad funcional) creados.</p> <p>M: El alcance óptimo de la divulgación de información y las campañas educativas anuales debe estar preferiblemente entre 70 y 89 % de cobertura.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables que evidencie el alcance y el impacto de estas campañas a través de los medios de comunicación.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.4.4 Visibilizar y procurar el cumplimiento de la Ley para la Celebración del Día Nacional de la Conciencia y Reflexión Ambiental en Puerto Rico (Ley 234-2002).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promover el Día Nacional de la Conciencia y Reflexión Ambiental en Puerto Rico a través de los medios televisivos, las redes sociales y la radio. 2. Desarrollar actividades el 1 de julio, Día Nacional de la Conciencia y Reflexión Ambiental, para fomentar estilos de vida y hábitos de consumo de bajo impacto sobre el ambiente. Fomentar la modificación del comportamiento ambiental negativo. Orientar sobre cómo calcular, monitorear y minimizar nuestra huella ecológica. También, fomentar la filosofía del desarrollo sostenible, la prevención de la contaminación y degradación ambiental, y el desarrollo de comunidades sostenibles. 	<p>DRNA y municipios</p>	<p>\$20,000</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal</p>	<p>Mediano y largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Participación activa de las agencias de gobierno en la celebración del Día Nacional de la Conciencia y Reflexión Ambiental.</p> <p>M: Participación en la celebración del Día Nacional de la Conciencia y Reflexión Ambiental de 70 % o más de las agencias de gobierno estatales y federales con oficinas en Puerto Rico, entidades educativas privadas, así como grupos comunitarios y organizaciones no gubernamentales.</p> <p>M: Informe anual que evidencie las estrategias utilizadas para aumentar la divulgación de la celebración de este día a través de la televisión, las redes sociales, la radio y páginas oficiales de las agencias del gobierno y municipios.</p>

COA A.5: Establecer en la Universidad de Puerto Rico nuevos cursos y talleres sobre los efectos del cambio climático y medidas de mitigación, adaptación y resiliencia en sus currículos.

Mejores prácticas:

- Proyecto BETA educa activamente sobre el cambio climático a estudiantes y maestros de escuela superior, UPR. <https://www.upr.edu/proyecto-beta-educa-activamente-sobre-el-cambio-climatico-a-estudiantes-y-maestros-de-escuela-superior/>
- Programa *Sea Grant*, UPR-RUM. <https://comunidad.upr.edu/course/index.php?categoryid=9&lang=es>
- Diálogo sobre política pública para adaptación al cambio climático: diagnóstico y recomendaciones, *Sea Grant* Puerto Rico. https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/43247/noaa_43247_DS1.pdf
- RUM capacita maestros en metodologías de enseñanza y cambio climático. <https://www.mayaguezsabeamango.com/archivos/historias-final/1848-rum-capacita-maestros-en-metodologias-de-ensenanza-y-cambio-climatico>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.1 Desarrollar cursos introductorios sobre el cambio climático que incluyan aspectos de mitigación, adaptación y resiliencia.</p>	<p>1. Establecer en el plan estratégico de la UPR la creación de nuevos cursos electivos para estudiantes que desean aprender sobre el cambio climático, el manejo de desastres naturales y educación ambiental.</p>	UPR	\$100,000 ⁹	NSF, gobierno estatal y gobierno federal (EPA, FEMA y NIEHS)	Corto plazo	<p>R: Se espera que la UPR (en sus 11 recintos, incluyendo sus escuelas laboratorio) presente un foro anual para la comunidad sobre los temas mencionados en el objetivo A.5.2 que afectan al país.</p> <p>M: Plan estratégico que incluya como meta crear nuevos cursos y programas sobre el cambio climático, el manejo de desastres naturales y la educación ambiental.</p>

⁹ El costo estimado es total para todas las acciones incluidas en el objetivo A.5.1.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.5.1 Desarrollar cursos introductorios sobre el cambio climático que incluyan aspectos de mitigación, adaptación y resiliencia.</p>	<p>2. Diseñar y ofrecer cursos, seminarios y conferencias sobre modelos de negocio, emprendimiento y empresarismo con enfoque ambiental que atiendan los temas energéticos, del recurso agua, la agricultura sostenible, transportación, el turismo y el manejo de residuos, entre otros.</p>	UPR	\$100,000	NSF, gobierno estatal y gobierno federal (EPA, FEMA y NIEHS)	Mediano y largo plazo (6 a 10 años)	<p>R: Diseño de nuevos programas de bachillerato, maestría y doctorado de la UPR enfocados en las Ciencias Ambientales, Planificación e Ingeniería con especialidades en Cambio Climático, Sostenibilidad, Diseño de Materiales Ecológicos, Avalúo de Riesgos y Desastres Naturales, entre otros.</p> <p>M: Informe anual sobre cursos y programas de nueva creación diseñados e impartidos en los recintos.</p>
<p>A.5.2 Establecer foros anuales para la comunidad universitaria sobre el cambio climático, los ODS de la ONU y la planificación ciudadana ante desastres naturales.</p>	<p>1. Fomentar en y fuera de la comunidad universitaria el diálogo y el conocimiento sobre los efectos del cambio climático en Puerto Rico, el perfil ambiental del país y las medidas de mitigación, adaptación y resiliencia. Desarrollar estas actividades al comienzo del semestre académico.</p>		\$5,000		Largo plazo (6 a 10 años)	<p>R: Mayor conocimiento en la comunidad universitaria sobre los efectos del cambio climático en Puerto Rico, mediante los foros anuales.</p> <p>M: Se espera alcanzar a más de 70 % del estudiantado de primer o segundo año a través de los cursos electivos y foros.</p> <p>M: Informe anual sobre las actividades y foros anuales que evidencie el alcance e impacto en los participantes.</p>

COA A.6: Establecer un programa de incentivos para escuelas, iglesias, universidades y negocios ecológicos.¹⁰

Mejores prácticas:

- Escuela Verde: Certificación Ambiental de Escuelas - Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, Gobierno Federal de México. <http://cambioclimatico.sev.gob.mx/assets/docs/Guia-y-anexo-EscuelaVerde.pdf>
- La certificación de edificios verdes es cada vez más accesible en América Latina y el Caribe, Banco Interamericano de Desarrollo. <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/la-certificacion-de-edificios-verdes-es-cada-vez-mas-accesible-en-america-latina-y-el-caribe/>
- Green Schools Alliance. https://www.greenschoolsalliance.org/?gclid=EAIaIQobChMItayjvbHd_wlVivPjBx1ubgNUEAAAYASAAEgJkVvD_BwE
- R. Vidal Rojas (2015). “Adaptación e invención sostenibles en el diseño del templo evangélico chileno”. *Arquitectura y Urbanismo*, 36(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982015000200006&lng=es&tlng=es

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.6.1 Incentivar a negocios, escuelas, iglesias y universidades a utilizar responsablemente los recursos del medioambiente. El incentivo debe procurar la garantía de cambios permanentes en las acciones humanas para reducir el impacto ambiental.</p>	<p>1. Diseñar un programa de incentivos ambientales para escuelas, universidades, hospitales, iglesias y negocios que opten por realizar cambios permanentes con el objetivo de reducir su impacto en el medioambiente. Esto incluye instalar placas solares; maximizar el recurso agua; reducir los residuos sólidos y tener un programa activo de reciclaje; reducir el uso de plásticos, y cuidar del ambiente.</p> <p>Colaboradores potenciales: Compañía de Turismo y DDEC.</p>	DRNA	\$ 1 millón	Gobierno estatal, gobierno federal y <i>Puerto Rico Open for Green Business</i>	Corto plazo	<p>R: Creación de programas de incentivos ambientales.</p> <p>M: Aumentar a más de 50 el número de escuelas ecológicas y a más de cuatro las universidades. (Hacia marzo de 2023 eran 38 escuelas y un centro universitario.)</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables sobre los programas de incentivos ambientales y las orientaciones realizadas acerca del programa.</p>

¹⁰ Este es un tema transversal que incide en el sector infraestructuras (sección 7.2). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA o estrategias incluidos en el sector mencionado, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.6.2 Desarrollar un modelo de negocio en el DRNA para ofrecer al sector privado capacitación sobre el cambio climático y educación ambiental.</p>	<p>1. Crear un equipo de profesionales del DRNA que pueda ofrecer anualmente diversos adiestramientos y cursos de desarrollo profesional para el sector privado. Los fondos recibidos por adiestramientos y cursos se destinarán a realizar estudios técnicos e investigativos que permitan actualizar constantemente la información brindada a la población y conocer el impacto puntual de las acciones del Plan MARCC.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$10,000</p>		<p>Mediano y largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Modelo de negocio desarrollado y equipo establecido.</p> <p>M: Mayor número de capacitaciones y adiestramientos ofrecidos al sector comercial, a partir de la aprobación del plan.</p> <p>M: Informe de la entidad responsable sobre los fondos obtenidos anualmente para estudios técnicos e investigación.</p>
<p>A.6.3 Establecer un programa de certificación ambiental para escuelas, universidades, hospitales, iglesias y empresas o negocios ecológicos.</p>	<p>1. Diseñar una certificación de cumplimiento ambiental que permita dar seguimiento a las prácticas y medidas correctivas de aquellas entidades que reciban incentivos para educar y reducir el impacto ambiental. Esto debe hacerse a través de la Compañía de Turismo y el DDEC en coordinación con el DRNA.</p> <p>Colaboradores potenciales: Compañía de Turismo y DDEC.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$10,000</p>	<p>Gobierno estatal, gobierno federal y Puerto Rico Open for Green Business.</p>	<p>Largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Certificación creada y programa establecido y en operación.</p> <p>M: Informe anual de las entidades responsables sobre el número de instituciones, centros y lugares públicos y privados que reciben la certificación de cumplimiento ambiental.</p> <p>M: Aumento de 100 % en el cumplimiento de las escuelas del DE y los recintos de la UPR certificados como ecológicos de acuerdo con los criterios establecidos.</p>

COA A.7: Crear política pública para que los empleados del sector público reciban 20 horas de capacitación profesional anual sobre educación ambiental que les brinde la información necesaria sobre los efectos del cambio climático en Puerto Rico, la conservación de los recursos naturales y medidas de desarrollo sostenible.

Mejores prácticas:

- Guía para trabajar la Responsabilidad Social y Ambiental (GRSA), España. https://oa.upm.es/35542/1/Guia_Responsabilidad_Social_y_Ambiental-V2-1.pdf
- Código de Ética - Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/11/Codigo-etica-MMA.pdf>
- Informe ambiental, social y de gobierno corporativo (ASG) 2020, Scotiabank. https://www.scotiabank.com/content/dam/scotiabank/corporate/Documents/Scotiabank_Informe_ASG_2020_Final.pdf
- L.C. Ovalles Pabón *et al.*, (2018). “Contribución de la ética ambiental y empresarial a las organizaciones”. *Mundo Fesc*, 15(1) (España). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6638702.pdf>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.7.1 Establecer iniciativas de capacitación de 20 horas de educación ambiental que incluya el cambio climático, medidas de adaptación, mitigación y resiliencia a sus efectos, la conservación de los recursos naturales con énfasis en el buen uso del recurso agua, los ODS de la ONU, el manejo de emergencias, la responsabilidad social y la justicia climática.</p>	<p>1. Diseñar y llevar a cabo las iniciativas educativas basadas en la ética, los valores y el desarrollo integral de cada persona con su medioambiente.</p>	OEG	\$100,000 ¹¹	Gobierno estatal	Mediano plazo	<p>R: Horas de capacitación establecidas con diseño de iniciativas educativas creado. Mayor conocimiento del personal capacitado en los temas tratados.</p> <p>M: Capacitación de 70 % o más de los empleados del gobierno (156,415 - total de empleados entre puestos de carrera, confianza y otros, hacia marzo de 2023).</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable sobre las iniciativas educativas desarrolladas, basadas en la ética, los valores y el desarrollo integral, y enfocadas en el medioambiente.</p>

¹¹ El costo estimado es total para todas las acciones establecidas en el COA.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.7.2 Integrar en la misión de la Oficina de Ética Gubernamental (OEG) —y en sus iniciativas en materia de ética, valores y desarrollo social— la parte de ética medioambiental como proceso transdisciplinario de las interacciones del ser humano con el medioambiente que afectan el bienestar y la calidad de vida de todos.</p>	<p>1. Desarrollar actividades educativas prácticas en el Centro para el Desarrollo del Pensamiento Ético con el fin de integrar aspectos de la ética medioambiental que reflexiona sobre los fundamentos de los deberes y responsabilidades del ser humano con la naturaleza, los seres vivos y las generaciones futuras.</p>	OEG	\$100,000	Gobierno estatal	Largo plazo (6 a 10 años)	<p>R: Número de actividades prácticas con enfoque socioambiental accesibles para los empleados. Cumplimiento de 100 % de los empleados del gobierno con las 20 horas de capacitación en ética medioambiental.</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable sobre las actividades educativas prácticas diseñadas en el Centro para el Desarrollo del Pensamiento Ético, con enfoque socioambiental.</p>



B. Aumentar la información y el conocimiento sobre los impactos de un clima cambiante sobre los peces, la vida silvestre y las plantas.

COA B.1: Promover el aprendizaje continuo en todos los sectores sobre los efectos del cambio climático en la vida marina y terrestre.¹²

Mejores prácticas:

- Programa Ciudadano Científico, para la Naturaleza, subvencionado por la Fundación Nacional de la Ciencia (NSF), Puerto Rico. <https://www.paranaturaleza.org/ciudadano-cientifico-2/>
- Programa de Concienciación Forestal, Corporación de Manejo Forestal Sustentable (Ecuador). <https://comafors.org/programas-y-proyectos/concienciacion-forestal>
- Mural del Clima: talleres de capacitación para concienciar sobre el cambio climático de manera lúdica (Chile). <https://www.ucsc.cl/noticias/mural-del-clima-talleres-capacitaran-para-concientizar-sobre-el-cambio-climatico-de-manera-ludica/>
- *The Wild Center's Youth Climate Program* (EE. UU.). https://www.wildcenter.org/our-work/youth-climate-program/?gad=1&gclid=EAIaIQobChMI_d-wx87d_wIVBPvjBx05sw00EAMYAiAAEgIEXfD_BwE
- Actividades de educación ambiental – Secretaría de Ambiente, Bogotá, Colombia. <https://acortar.link/1xlyRi>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Establecer programas de talleres públicos para pescadores, comercios, restaurantes y público en general sobre temas relacionados con el cambio climático. [...]</p>	<p>1. Asignar fondos para estudios técnicos e investigativos sobre cómo mejorar el uso del agua a nivel residencial, comercial e industrial de acuerdo con las necesidades de consumo y la disponibilidad del recurso a nivel local. [...]</p>	DRNA	\$1 millón ¹³	Gobierno estatal, gobierno federal (FEMA, EPA)	Corto plazo	<p>R: Actualizar todas las cuentas oficiales en las redes sociales, las páginas web, las campañas educativas y el material didáctico de las agencias con información sobre la importancia de reforestar y de conservar el recurso agua. [...]</p>

¹² Este es un tema transversal que incide en los sectores agua (sección 7.7), ecosistemas marinos y zonas costeras (sección 7.8) y forestación y ecosistemas terrestres (sección 7.9). Aunque el curso de acción se asemeja a otros COA o estrategias incluidas en los sectores mencionados, el alcance de cada uno se diferencia de acuerdo con los objetivos, COA y las respectivas guías de la Ley 33-2019 para cada sector.

¹³ El costo estimado es total para todas las acciones establecidas en el COA.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.1 Establecer programas de talleres públicos para pescadores, comercios, restaurantes y público en general sobre temas relacionados con el cambio climático. Abordar, entre otros temas, el buen uso y conservación del agua, la contaminación de los cuerpos de agua y su efecto en la vida marina y resultados de investigaciones en torno a los ecosistemas terrestres y marinos. Incluir como tema el impacto económico de los efectos del cambio climático sobre la pesca, la distribución y el consumo de organismos marinos, así como los instrumentos económicos con incidencia directa o indirecta sobre el cambio climático.</p>	<p>[...]</p> <p>2. Realizar estudios sobre la presencia de los microplásticos, metales pesados, PFAS¹⁴ y contaminantes emergentes en los organismos marinos. Estos estudios permiten educar sobre la importancia del cuidado de los cuerpos de agua y el efecto de los contaminantes en la salud humana y la economía local.</p> <p>Colaboradores potenciales: Departamento de Agricultura, AAA, Departamento de Salud, DE.</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$1 millón</p>	<p>Gobierno estatal, gobierno federal (FEMA, EPA)</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>[...]</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable sobre la creación de programas de talleres públicos para pescadores, comercios, restaurantes y público en general. El informe incluye los fondos asignados para estudios técnicos e investigativos sobre el mejor uso del agua.</p>

¹⁴ PFAS son las siglas de sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas en inglés. Véase más en: <https://espanol.epa.gov/espanol/informacion-basica-sobre-pfas>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.1.2 Establecer programas educativos de reforestación entre las agencias de gobierno, escuelas, municipios y la UPR.</p>	<p>1. Desarrollar el programa anual Reforestación con conciencia por parte del DRNA, que informe a las agencias gubernamentales, escuelas, municipios, comunidades y a la UPR sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Las especies de árboles recomendadas por su aclimatación y adaptación al cambio climático para Puerto Rico, de acuerdo con la literatura. Esto permitirá maximizar las medidas de mitigación a nivel de reforestación asociadas con la recuperación de los daños ocasionados por el paso del huracán María. b. La importancia de los árboles en la captura de los gases de efecto invernadero; la disminución de la contaminación atmosférica y de las altas temperaturas que aumentan el gasto energético, así como las ventajas de las especies de árboles que requieren poca cantidad de agua y toleran alta exposición al sol. c. La importancia de los manglares en la descontaminación de los ecosistemas y la purificación del agua, y como hábitats de especies y amortiguadores de eventos atmosféricos. 	DRNA	\$1 millón	Gobierno estatal, gobierno federal (FEMA, EPA)	Mediano plazo	<p>R: Programas educativos de reforestación y conservación del recurso agua establecidos en las agencias gubernamentales, escuelas, municipios y la UPR.</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable sobre la creación de programas de reforestación y de conservación del recurso agua.</p>

COA B.2: Fomentar alianzas entre el DRNA, el Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, municipios, el sector público y el sector privado.

Mejores prácticas:

- *Community Resilience, Institute for Sustainable Communities* (EE. UU.). <https://sustain.org/community-resilience/>
- Alianza Médica contra el Cambio Climático (AMCC), España. https://www.cgcom.es/sites/main/files/files/2022-05/alianza_medica_amcc.pdf
- Alianzas para la acción climática, *World Wildlife Fund*. <https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/alianzas-para-la-accion-climatica>
- Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático. <https://iki-alliance.mx/portafolio/mexican-german-climate-change-alliance/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>B.2.1 Promover acuerdos colaborativos y alianzas entre diversos sectores que fomenten el interés y la capacitación de los empleados de empresas, negocios y agencias en la educación ambiental y la conservación de los recursos naturales, con énfasis en el uso responsable del recurso agua.</p>	<p>1. Desarrollar capacitación que permita a las empresas y a las agencias gubernamentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. mejorar sus planes y protocolos de emergencias, b. tener un personal preparado para enfrentar los posibles daños causados por huracanes, terremotos y fenómenos atmosféricos, y c. establecer con los empleados programas de manejo del recurso agua, energía y residuos sólidos que lleven a buenas prácticas de conservación y ahorro en los gastos operacionales de la empresa o la agencia. <p>Colaboradores potenciales: NMEAD y DDEC.</p>	<p>DRNA y municipios</p>	<p>\$100,000</p>	<p>Gobierno estatal</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Cada agencia del gobierno con sus planes de emergencia al día realiza un mínimo de dos simulacros al año.</p> <p>M: Informe de la entidad responsable sobre el número de simulacros realizados anualmente, y el alcance e impacto en los participantes.</p>
					<p>Mediano y largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Los empleados de los sectores comercial y público reciben al menos dos capacitaciones al año.</p> <p>M: Informe anual de cada agencia al CEACC sobre los logros alcanzados con las capacitaciones realizadas.</p>



C. Promover mayor educación comunitaria sobre el valor del hábitat para las especies terrestres y marinas, particularmente aquellas vulnerables o en peligro de extinción.

COA C.1: Establecer un programa comunitario de impacto por regiones que incluya la capacitación de líderes comunitarios en gestión ambiental relacionada con el cambio climático y sus efectos en Puerto Rico, con orientación a medidas de mitigación, adaptación y resiliencia.

Mejores prácticas:

- Capacitación-Programa gratuito de formación en liderazgo de la salud por el clima, Salud sin Daño. <https://noharm-uscanada.org/node/6086>
- Programa de Capacitación de Líderes(as) Comunitarios(as) en Cambio Climático, Perú. https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2019/06/capacitacion_lideres_cambio_climatico.pdf
- Programa de capacitación Líderes Ambientales del Instituto Jane Goodall, Argentina. <https://www.iucn.org/es/articulo/202305/programa-lideres-ambientales>
- Programa de fortalecimiento de capacidades para líderes de comunidades de primera línea de California. <https://sgc.ca.gov/technical-assistance/pace/esp/about.html>
- Capacitan a comunitarios en técnicas metodológicas y en innovación tecnológica ante efectos del cambio climático, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/capacitan-comunitarios-en-tecnicas-metodologicas-y-en-innovacion-tecnologicas-ante>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.1.1 Establecer un programa de capacitación del gestor ambiental comunitario en las siete regiones de Puerto Rico, con 30 horas contacto. Este programa deberá ser cónsono con las disposiciones de la Ley 85-2018, según enmendada, conocida como Ley de Reforma Educativa de Puerto Rico, que reconoce la importancia del tercer sector en nuestra sociedad y en el quehacer educativo.</p>	<p>1. Fomentar dentro del plan escolar actividades para la comunidad bajo el Programa de Integración Comunitaria, adscrito a la Oficina del Secretario del DE. El programa tiene como objetivo promover el trabajo voluntario, los acuerdos colaborativos y la participación de la comunidad en actividades curriculares y extracurriculares.</p> <p>2. Desarrollar alianzas entre el DE, el DRNA y organizaciones sin fines de lucro con el propósito de extender el conocimiento sobre el cambio climático a las comunidades aledañas a las escuelas. (Según la Fundación Ángel Ramos, 13,863 organizaciones sin fines de lucro estaban activas en Puerto Rico para 2022.)</p> <p>Colaboradores potenciales: DE y NMEAD.</p>	<p>DRNA y municipios</p>	<p>\$1,500,000</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (FEMA, EPA)</p>	<p>Corto y mediano plazo Largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Programa de integración comunitaria establecido y alianzas desarrolladas y en acción.</p> <p>M: Alcanzar a las siete regiones establecidas por el DE y certificar a más de 70 % de los líderes comunitarios en las diferentes regiones.</p> <p>R: 100 % de los líderes comunitarios, de organizaciones de base comunitaria o ambiental certificados como gestores ambientales.</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable sobre la creación, operación y alcance del programa de capacitación del Gestor Ambiental Comunitario con 30 horas contacto en las siete regiones de Puerto Rico.</p>

COA C.2: Desarrollar un programa de educación no formal sobre cambio climático, conservación de recursos naturales y especies vulnerables.

Mejores prácticas:

- Museo de Ciencias de Puerto Rico. <https://ecoexploratorio.org/ecoex-plaza-las-americas/>
- *The Climate Museum: The first museum in the U.S. dedicated to the climate crisis.* https://climatemuseum.org/?gclid=EAlaIqobChMI_d-wx87d_wIVBPvjBx05sw00EAMYASAAEgJa8_D_BwE
- Conoce y valora el cambio climático: Propuestas para trabajar en grupo (España). <https://app.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/cursos/guia-conoce-y-valor-a-el-cambio-climatico.pdf>
- Cultura, cambio climático y desarrollo sostenible: *Briefing* - Secretariado de Cultura de la asociación mundial Ciudades y Gobiernos Locales Unidos. https://www.agenda21culture.net/sites/default/files/files/documents/es/culture-climatechange-sustainability_spa.pdf
- Cambiarte: Arte por el cambio climático (Colombia). <https://fondoaccion.org/2021/04/14/arte-por-el-cambio-climatico/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.1 Desarrollar actividades de educación no formal para la ciudadanía en torno al cambio climático y la conservación de los recursos naturales, en especial sobre el uso responsable del agua, especies en peligro de extinción y vulnerables, y la planificación familiar ante desastres naturales.</p>	<p>1. Desarrollar actividades de educación no formal para la ciudadanía (exhibiciones, museos, conciertos, obras de teatro, festivales y fiestas de pueblo, entre otros) sobre el cambio climático, la conservación de los recursos naturales, erosión costera, especies en peligro de extinción y vulnerables, y la planificación familiar ante desastres naturales.</p>	<p>ICP y municipios</p>	<p>\$1,500,000¹⁵</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (FEMA y EPA)</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>R: Cada municipio, el ICP y ADFAN integran anualmente en su plan de trabajo actividades sobre el cambio climático y la conservación de los recursos naturales.</p> <p>M: Informe anual de la entidad responsable sobre el desarrollo de actividades de educación no formal en torno al cambio climático y la conservación de los recursos naturales.</p> <p>[...]</p>

¹⁵ El costo estimado es total para las acciones establecidas en los objetivos C.2.1, C.2.2 y C.2.3.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.2 Diseñar talleres y actividades integrando el factor demográfico del país, en función de adaptar el contenido sobre el cambio climático a las personas de edad avanzada.</p>	<p>1. Realizar actividades, talleres y orientaciones sobre cambio climático, manejo de emergencias ante desastres naturales y estrategias de respuesta ante crisis ambientales para personas de edad avanzada, a través de la Administración de Servicios de Edad Avanzada y Adultos con Impedimentos. Estas orientaciones, actividades y talleres deberán ofrecerse a través de las oficinas regionales y locales del Departamento de la Familia y de proyectos comunales. Se deberá atender a la siguiente población:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. personas de edad avanzada (60 años o más), b. adultos con impedimentos físicos (18 años o más) . 	<p>Administración de Servicios de Edad Avanzada y Adultos con Impedimentos</p>	<p>\$1,500,000</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (FEMA y EPA)</p>	<p>Corto y mediano plazo</p>	<p>[...]</p> <p>M: Informe anual de las actividades y talleres sobre el cambio climático, manejo de emergencias ante desastres naturales y estrategias de respuesta ante crisis ambientales en los centros de adultos mayores, actividades realizadas por el Departamento de la Familia y proyectos comunales para personas de edad avanzada o con diversidad funcional.</p>
<p>C.2.3 Integrar en el plan estratégico del Instituto de Cultura Puertorriqueña (ICP) proyectos que fomenten la educación sobre el cambio climático y la conservación de los recursos naturales. Estos proyectos utilizarán las artes y la música como promotores de una cultura consciente de proteger el medioambiente.</p>	<p>1. Desarrollar una política institucional que integre en todas las actividades culturales del ICP el tema del cambio climático y las medidas de mitigación, adaptación y resiliencia, la conservación de los recursos naturales, el uso responsable del agua y los ODS.</p>	<p>ICP</p>	<p>\$1,500,000</p>	<p>Gobierno estatal y gobierno federal (FEMA y EPA)</p>	<p>Largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: 100 % de las actividades del ICP integra los temas del cambio climático y del ambiente.</p> <p>M: El plan estratégico y el informe anual evidencian los proyectos que fomentan la educación sobre el cambio climático y la conservación de los recursos naturales.</p>
<p>C.2.4 Crear el programa permanente: Acción Ciudadana ante el Cambio Climático.</p>	<p>1. Desarrollar un programa permanente de acción ciudadana ante el cambio climático, bajo la secretaría auxiliar de Educación y Relaciones con la Comunidad del DRNA. Este programa tendrá el propósito de coordinar todas las actividades de orientación ciudadana sobre el cambio climático asignadas al DRNA de acuerdo con esta sección del plan.</p> <p>[...]</p>	<p>DRNA</p>	<p>\$2,000,000</p>	<p>Gobierno estatal y federal (EPA, NOAA, NSF)</p>	<p>Largo plazo (6 a 10 años)</p>	<p>R: Programa permanente Acción ciudadana ante el cambio climático creado en el DRNA con una divulgación intensiva de información cognitiva, actitudinal y conductual a través de la televisión, la radio, vallas publicitarias y redes sociales. [...]</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.4 Crear el programa permanente: Acción Ciudadana ante el Cambio Climático.</p>	<p>[...]</p> <p>2. Todo el material de este programa debe incluir información cognitiva, actitudinal y conductual para provocar un cambio en la forma de pensar y la percepción de los ciudadanos acerca del cambio climático. Esto incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Diseñar contenido sobre el cambio climático que atienda los temas del plan incluidos en la Guía para la revisión curricular e integración de temas desde K-12 para escuelas públicas y privadas. b. La información cognitiva que se incluya debe prepararse atendiendo aspectos sobre los mitos y realidades acerca del cambio climático en el mundo y Puerto Rico. La información cognitiva se refiere a las creencias y al conocimiento que poseemos acerca de algo. c. La información afectiva que se incluya debe integrar testimonios de ciudadanos que se están viendo afectados por el cambio climático en Puerto Rico, historias de éxito y resiliencia en tiempos de crisis ambiental, iniciativas comunitarias y de ONG que promuevan empatía y sentido de pertenencia de nuestros recursos naturales. d. La información conductual que se incluya debe aumentar en las personas la sensación de control y de que son capaces de influir sobre su entorno. El mensaje debe llegar con esperanzas para provocar una actitud positiva ante el cambio climático. <p>[...]</p>	DRNA	\$2,000,000	Gobierno estatal y federal (EPA, NOAA, NSF)	Largo plazo (6 a 10 años)	<p>R: Programa permanente Acción Ciudadana ante el Cambio Climático creado en el DRNA con una divulgación intensiva de información cognitiva, actitudinal y conductual a través de la televisión, la radio, vallas publicitarias y redes sociales.</p> <p>M: Informe anual del DRNA sobre el progreso de la operación del programa, agencias que divulgan el material informativo y el alcance de la información en los ciudadanos. El contenido se evaluará cada año para posibles modificaciones en consulta con el CEACC.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>C.2.4 Crear el programa permanente: Acción Ciudadana ante el cambio Climático.</p>	<p>[...]</p> <ul style="list-style-type: none"> e. La información que se prepare debe estar dirigida a personas de todas las edades, en especial a las personas mayores que puedan actuar como puente intergeneracional de escenarios pasados y futuros, mediante el intercambio con otros grupos de edad y una visión conjunta de construir el presente y el futuro de comunidades sostenibles. La información debe fomentar que los ciudadanos se conviertan en educadores informales con gran capacidad para influir en sus ámbitos más directos y cercanos (familia, vecindario, trabajos, etcétera). f. El DRNA creará este programa, bajo la secretaría auxiliar de Educación y Relaciones con la Comunidad de la agencia. Para su mayor alcance, debe preparar mensualmente información sobre los efectos del cambio climático en el país, para transmitirla por los canales principales de televisión, radio, vallas publicitarias (<i>billboards</i>) y redes sociales. g. La información preparada para la divulgación de contenido cognitivo, actitudinal y conductual debe difundirse en cada sala de espera de servicio al cliente de todas las agencias de gobierno. Se espera que cada agencia presente material visual y videos preparados por este programa mientras los ciudadanos esperan por recibir los servicios. h. Todo lo que este programa prepare debe incluir información del cambio climático que sea de pertinencia, posibles escenarios, soluciones a corto y largo plazo y alivio ante la crisis ambiental enfocado en la reducción de gastos y en incentivos. 	DRNA	\$2,000,000	Gobierno estatal y federal (EPA, NOAA, NSF)	Largo plazo (6 a 10 años)	<p>R: Programa permanente Acción Ciudadana ante el Cambio Climático creado en el DRNA con una divulgación intensiva de información cognitiva, actitudinal y conductual a través de la televisión, la radio, vallas publicitarias y redes sociales.</p> <p>M: Informe anual del DRNA sobre el progreso de la operación del programa, agencias que divulgan el material informativo y el alcance de la información en los ciudadanos. El contenido se evaluará cada año para posibles modificaciones en consulta con el CEACC.</p>

Tabla 7.12. Cursos de acción (COA) para la mitigación, adaptación y resiliencia ante el cambio climático para el sector de **justicia climática**.



A. Promover la justicia climática a través de todo Puerto Rico, enfatizando la protección de la población más vulnerable a los efectos del cambio climático.

COA A.1: Fortalecer las herramientas de política pública desde el enfoque de justicia climática.

Mejores prácticas:

Órdenes ejecutivas del presidente de Estados Unidos:

- *Executive Order 13990: Protecting Public Health and the Environment and Restoring Science To Tackle the Climate Crisis.* <https://www.federalregister.gov/documents/2021/01/25/2021-01765/protecting-public-health-and-the-environment-and-restoring-science-to-tackle-the-climate-crisis>
- *Executive Order 14008: Tackling the climate crisis at home and abroad.* <https://www.federalregister.gov/documents/2021/02/01/2021-02177/tackling-the-climate-crisis-at-home-and-abroad>
- *Executive Order 14057: Catalyzing Clean Energy Industries and Jobs Through Federal Sustainability.* <https://www.federalregister.gov/documents/2021/12/13/2021-27114/catalyzing-clean-energy-industries-and-jobs-through-federal-sustainability>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable ¹	Costo estimado ²	Fuente potencial de financiamiento ³	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.1.1 Integrar un enfoque de justicia climática a los planes, guías, manuales y reglamentos, entre otras herramientas de política pública comunitarias, municipales, estatales y del gobierno central nuevas o actuales.	<p>1. Crear una orden ejecutiva que establezca la incorporación de la justicia climática en todas las herramientas de política pública nuevas o actuales. Exigir este enfoque en especial a los proyectos futuros y el manejo de los dineros disponibles para mejorar la infraestructura del país.</p> <p>Colaborador potencial: CEACC.</p>	Oficina del Gobernador	<p>Costos operacionales de nómina para su desarrollo</p> <p>Implantación, \$350,000</p>	Gobierno de Puerto Rico (Asamblea Legislativa de Puerto Rico)	Corto plazo	<p>R: Orden ejecutiva establecida.</p> <p>M: Porcentaje de implantación de la orden ejecutiva o resolución.</p> <p>[(Número de herramientas de política pública vigentes con la incorporación de justicia climática / Número de herramientas de política pública vigentes) × 100] superior o igual a 50 %, a corto plazo; a 80 %, a mediano plazo, y a 100 %, a largo plazo.</p>

¹ En algunas estrategias se incluyen colaboradores potenciales como referencias sujetas a la evaluación de la entidad responsable sin limitarse a estos. A tono con la encomienda establecida en la Ley 33-2019, según aplique, la entidad responsable deberá identificar los actores clave (a escala municipal comunitaria, como entidades sin fines de lucro, entre otros) y promover la participación de sus colaboradores en la implantación de las estrategias.

² La entidad responsable de ejecutar será la que determinará con exactitud los costos de cada objetivo y las estrategias en las tablas trazadas. La entidad responsable proveerá un costo estimado de las estrategias cuando no se determine en este plan, considerando experiencias previas en o fuera de Puerto Rico, en la fase previa de implantación de la estrategia.

³ En cada estrategia se ha identificado una fuente potencial de financiamiento que no siempre es de fondos propios o fondos operacionales de la entidad responsable. Esto no excluye que cada entidad responsable separe fondos para cumplir con este P-MARCC. Por lo tanto, a partir de la aprobación de este Plan, es responsabilidad de cada entidad que en su plan presupuestario anual separen fondos para la implantación de las estrategias, incorporando las medidas fiscales para cumplir con el P-MARCC y la Ley 33-2019.

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado ¹	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.1.1 Integrar un enfoque de justicia climática a los planes, guías, manuales y reglamentos, entre otras herramientas de política pública comunitarias, municipales, estatales y del gobierno central nuevas o actuales.</p>	<p>2. Incluir en el reglamento exigido por la Ley 33-2019 que se establezcan las métricas para evaluar la implantación de la justicia climática en cualquier agencia gubernamental, entidad gubernamental y corporación pública, y las multas en caso de incumplimiento.</p>	<p>Comisión Conjunta sobre Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de la Asamblea Legislativa</p>	<p>Costos operacionales de nómina</p>	<p>Fondo de Cambio Climático</p>	<p>Corto plazo</p>	<p>R: Reglamento elaborado con una sección de justicia climática, donde se establezcan los requerimientos para su cumplimiento, métricas y multas.</p> <p>M: Número de requerimientos de cumplimientos sobre justicia climática realizados por reglamento y atendidos.</p>

COA A.2: Aumentar la información y el conocimiento sobre la implantación de justicia climática en Puerto Rico.

Mejores prácticas:

- *California's 4th Climate Change Assessment - Climate Justice Report* (2018): Una mirada al concepto de justicia climática y cómo se refleja en el estado de California (informe). <https://resourceslegacyfund.org/wp-content/uploads/2018/09/Climate-Justice-Report-4CCA-v.4-00455673x1C15.pdf>
- Webinar Justicia Climática en Latinoamérica y el Caribe. 30 de marzo de 2022. <https://m.youtube.com/watch?v=1uB9IQaOLkU>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.2.1 Crear un modelo educativo integrado en pedagogía de justicia climática.	<p>1. Desarrollar una investigación de los aspectos aspiracionales de la sociedad puertorriqueña (estudios de necesidad). Es decir, cuáles son sus patrones de consumo, qué desean para su bienestar y qué están dispuestos a cambiar para tener ese bienestar; y sus valores y aspiraciones de lo que es una vida digna, placentera y no basada en una economía de mercado. En este sentido, el estudio debe revisar:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. los estándares actuales de percepción de bienestar; b. los elementos mínimos y límites permitidos que la población estaría dispuesta a aceptar según la percepción de bienestar, y c. si reconocen la ecoddependencia. <p>Colaboradores potenciales: DE y DDEC.</p>	DRNA	\$50,000	Subvenciones NOAA-OAR-CPO-2023-2007539 https://www.grants.gov/search-results-detail/343880	Corto a mediano plazo	<p>R: Investigación desarrollada.</p> <p>M: Identificación de los mínimos y límites permitidos por la población sobre bienestar y derechos humanos con enfoque de justicia climática.</p> <p>[(Número de mínimos y límites cumplidos en la población que promuevan la justicia climática / Número de mínimos y límites permitidos en la población que promueven la justicia climática) × 100]: 50 %, a corto plazo; 80 %, a mediano plazo; 100 %, a largo plazo.</p>
	<p>2. Realizar una reforma al alcance de la responsabilidad universitaria y del Departamento de Educación en un contexto de justicia climática que promueva la integración entre facultades, comunidad, ONG y escuelas, en investigaciones que puedan incidir en la justicia climática. Por ejemplo: prácticas y pasantías que sean motor de transformación en justicia climática.</p> <p>Colaboradores potenciales: universidades y ONG receptoras de las pasantías.</p>	DE	\$250,000 a \$350,000	Fondos operacionales de la agencia	Corto a mediano plazo	<p>R: Reforma implantada.</p> <p>M: [(Número de entidades educativas con la reforma / Número de entidades totales) × 100] superior o igual a 80 %, a corto plazo, y 100 %, a mediano plazo.</p>

COA A.3: Fomentar el desarrollo de iniciativas y análisis que prioricen la equidad socioeconómica.

Mejores prácticas:

- *Climate Adaptation Partnerships (CAP) / Regional Integrated Sciences and Assessments (RISA)*. <https://cpo.noaa.gov/cap-risa-teams-in-new-regions-u-s-caribbean/>
- Instituto de Innovación en Sostenibilidad para la Capacitación, Aplicación e Investigación en Ciencias Agroambientales (IINSTAR-AS) en la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, con financiamiento de USDA-NIFA, enfocado en formar profesionales en ciencias agroambientales y fomentar la justicia, equidad, diversidad e inclusión. <https://www.uprrp.edu/2023/06/se-funda-el-instituto-de-innovacion-en-sostenibilidad-para-la-capacitacion-aplicacion-e-investigacion-en-ciencias-agroambientales-iinstar-as-en-el-recinto-con-fondos-de-usda/>
- *SLIDES-PR*. <https://sites.google.com/uprm.edu/slidespr/>
- *Justice40*. <https://www.whitehouse.gov/es/justicia-ambiental/justice40/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
<p>A.3.1 Desarrollar colaboración que ayude a integrar el análisis del cambio climático en las decisiones de política pública.</p>	<p>1. Desarrollar una colaboración estrecha con instituciones científicas y académicas (ej., UPR) para integrar los últimos hallazgos en el campo del cambio climático en las decisiones de política pública. Involucrar a los científicos en la planificación y ejecución de medidas de adaptación y mitigación.</p>	<p>Comisión Conjunta sobre Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de la Asamblea Legislativa</p>	<p>Costos operacionales de nómina</p>	<p>Fondos operacionales de cada agencia</p>	<p>Mediano plazo</p>	<p>R: Colaboración establecida. M: Número de políticas públicas que integran la ciencia del cambio climático en su formulación y ejecución.</p>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.3.2 Abordar la equidad socioeconómica en las estrategias de justicia climática.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar todas las políticas y programas climáticos existentes para identificar y atender las disparidades socioeconómicas y demográficas. Esto debe incluir un análisis del impacto en las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas para todas las nuevas políticas y programas climáticos. 	Comisión Conjunta sobre Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de la Asamblea Legislativa	Indeterminable	Fondos operacionales de cada agencia	Corto y mediano plazo	<p>R: Políticas y programas climáticos revisados.</p> <p>M: Porcentaje de políticas y programas climáticos que han sido sometidos a un análisis sobre su impacto en las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Asignar el 45 % de los fondos dedicados a las iniciativas de cambio climático para apoyar directamente a las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas. <ol style="list-style-type: none"> a. De los fondos disponibles para proteger del aumento del nivel del mar y de las marejadas ciclónicas, se asignará al menos el 45 % a la protección de comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas. b. De los fondos disponibles para la aclimatación de hogares, se asignará al menos el 45 % a hogares de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas. c. De los fondos disponibles para energía renovable en hogares, se asignará al menos el 45 % a hogares de personas desatendidas, desfavorecidas y desventajadas. 					<p>R: 45 % de los fondos asignados.</p> <p>M: Porcentaje anual igual o superior a 45 % de los fondos dedicados a las iniciativas de cambio climático se asigna al apoyo directo a las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas.</p>

COA A.4: Desarrollar planes de evacuación y preparación para desastres climáticos.

Mejores prácticas:

- Órdenes ejecutivas del presidente de Estados Unidos:
 - *Executive Order 13990: Protecting Public Health and the Environment and Restoring Science To Tackle the Climate Crisis.* <https://www.federalregister.gov/documents/2021/01/25/2021-01765/protecting-public-health-and-the-environment-and-restoring-science-to-tackle-the-climate-crisis>
 - *Executive Order 14008: Tackling the climate crisis at home and abroad.* <https://www.federalregister.gov/documents/2021/02/01/2021-02177/tackling-the-climate-crisis-at-home-and-abroad>
 - *Executive Order 14057: Catalyzing Clean Energy Industries and Jobs Through Federal Sustainability.* <https://www.federalregister.gov/documents/2021/12/13/2021-27114/catalyzing-clean-energy-industries-and-jobs-through-federal-sustainability>
- *Climate Adaptation Partnerships (CAP) / Regional Integrated Sciences and Assessments (RISA).* <https://cpo.noaa.gov/divisions-programs/climate-and-societal-interactions/cap-risa/>
- *Climate Smart Caribbean Program.* <https://caribbeanclimatehub.org/about/enabling-climate-smart-decisions-for-agriculture-and-forestry-in-the-u-s-caribbean/>

Objetivos	Estrategias de mitigación, adaptación o resiliencia ante el cambio climático en Puerto Rico	Entidad responsable	Costo estimado	Fuente potencial de financiamiento	Período aproximado	Resultado (R) / Métricas (M)
A.4.1 Implementar y sostener procedimientos eficaces de preparación y respuesta ante situaciones de emergencia con el fin de salvaguardar a las poblaciones desatendidas, desfavorecidas y desventajadas que son más vulnerables a los efectos del cambio climático.	<p>1. Incorporar en la planificación urbana estrategias para reducir el impacto de desastres.</p> <p>Colaboradores potenciales: DRNA, JP, DDEC, ACT, DS, UPR, DF y otras entidades con participación o presencia en comunidades expuestas a desastres climáticos, entre estas, corporaciones públicas, municipios y organizaciones de base comunitaria y otras instituciones académicas.</p>	NMEAD	Costos operacionales de nómina	Fondos operacionales de cada agencia	Mediano a largo plazo (10 años)	<p>R: Políticas y procedimientos para atender situaciones de emergencia revisados.</p> <p>M: Efectividad de las políticas y procedimientos con el fin de salvaguardar a la población más vulnerable a los efectos del cambio climático.</p>
	<p>2. Identificar a las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas más vulnerables a los desastres climáticos y, a base de esa información, utilizar barreras naturales (ej., manglares y arrecifes) para proteger a estas comunidades.</p> <p>Colaboradores potenciales: DRNA, JP, DDEC, ACT, DS, UPR, DF y otras entidades con participación o presencia en dichas comunidades, entre estas, corporaciones públicas, municipios y organizaciones de base comunitaria y otras instituciones académicas.</p>	NMEAD	Costos operacionales de nómina	Fondos operacionales de cada agencia	Mediano a largo plazo (10 años)	<p>R: Número de políticas y programas climáticos que han sido sometidos a un análisis sobre su impacto en las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables.</p> <p>M: Porcentaje de políticas y programas climáticos que han sido sometidos a un análisis de su impacto en las comunidades desatendidas, desfavorecidas y desventajadas vulnerables.</p>

Adopción del plan

El artículo 16 de la Ley 33-2019 —Aprobación del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático— establece:

Una vez aprobado el Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático por la Comisión Conjunta sobre Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático, según dispone el Artículo 16 de esta Ley, será sometido al Pleno de ambos Cuerpos de la Asamblea Legislativa para su consideración durante la Sesión Ordinaria en que se someta. De aprobarse por ambas Cámaras se enviará al Gobernador de Puerto Rico para su firma como cualquier proyecto de ley. Si al finalizar la Sesión Ordinaria para su consideración, la Asamblea Legislativa no ha actuado en cuanto al Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático, se entenderá que el Plan fue aprobado y será remitido al Gobernador de Puerto Rico para su firma o veto.

Implantación, monitoreo, evaluación y actualización del plan

Las entidades gubernamentales —departamentos, agencias, corporaciones, oficinas e instrumentalidades del gobierno de Puerto Rico— y sus municipios serán responsables de la implantación del Plan, conforme a lo dispuesto en los artículos 7, 8, 11 y 25 de la Ley 33-2019, teniendo en cuenta lo establecido en el Plan sobre las entidades responsables de atender los COA.

El P-MARCC, según diseñado, tiene que actualizarse en un término de cinco (5) años. El CEACC será responsable de fiscalizar la implantación de las medidas adoptadas en el P-MARCC, de las políticas climáticas y de los planes de acción sectoriales que encaminen hacia alcanzar las finalidades de la Ley 33-2019. El CEACC preparará un informe conjunto de seguimiento y evaluación del P-MARCC para presentar a la Asamblea Legislativa

cada tres (3) años a partir de la fecha de aprobación del Plan. Estos informes trienales de fiscalización servirán para la revisión del propio P-MARCC como marco general de referencia para las actividades de evaluación de los efectos socioeconómicos, la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Asignación de fondos para el CEACC

El CEACC debe tener disponibles los fondos necesarios para cubrir los costos de cumplir con la encomienda que le asigna la Ley 33-2019 de monitorear y evaluar el seguimiento de la implantación del P-MARCC. Atender esa encomienda conlleva una serie de procesos y actividades anuales. La Ley 33-2019 establece en su artículo 14 el Fondo de Cambio Climático para atender asuntos relacionados con los propósitos de este Plan, y enumera una serie de fuentes potenciales. Estos fondos deben estar alineados con apoyar la iniciativa de formar una secretaría donde haya personal para completar todas las tareas de monitoreo de cumplimiento.

Supremacía

Las disposiciones del P-MARCC o normas que se adopten de conformidad con el mismo prevalecerán sobre cualquier otra disposición de ley, reglamentaria o norma, que no estuviere en armonía con las primeras. En la Ley 33-2019, artículo 8, se establece que el P-MARCC debe ser consistente con el Plan Integrado de Recursos aprobado por el Negociado de Energía de Puerto Rico y la Ley de Política Pública Energética de Puerto Rico.

Vigencia

Este Plan entrará en vigor en treinta (30) días a partir de la firma del gobernador de Puerto Rico.

Recomendaciones y conclusiones

Recomendaciones

Son varias las recomendaciones que se identifican a partir del análisis de los diagnósticos y el establecimiento de los cursos de acción por sector. Además, se identifican recomendaciones alineadas a realizar enmiendas en el marco legal de la Ley 33 del 2019.

Propuestas de enmiendas a la Ley 33-2019

1. Enmendar el artículo 2 (Definiciones) de la Ley 33-2019 para incluir la definición de infraestructura crítica.
2. Enmendar el artículo 4 (Propósitos) de la Ley 33-2019 para añadir como décimo inciso:
 10. Implantar medidas de adaptación y resiliencia para proteger la vida y la propiedad de las manifestaciones del cambio climático.
3. Enmendar el artículo 5.2 de la Ley 33-2019 para añadir al final:
 - y en un 100 % para el 2050.
4. Enmendar el artículo 5.13 de la Ley 33-2019 para remplazar con:
 - Promover la reforestación mediante la siembra de 500,000 árboles anuales por los próximos 10 años.
5. Enmendar el artículo 5 (Objetivos iniciales de reducción) de la Ley 33-2019 para añadir el inciso:

5.15 Reducir la demanda de agua en uno por ciento (1 %) anual por diez años.

6. Enmendar el artículo 7 (Deberes y facultades del Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático) de la Ley 33-2019 para que el inciso (g) lea como sigue:
 - Se autoriza y se faculta a expedir multas contra cualquier agencia gubernamental, entidad gubernamental, corporación pública o empresa privada que incumpla con las disposiciones de esta Ley y la implantación de las políticas climáticas.
7. Enmendar el artículo 9 (Medidas del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático) de la Ley 33-2019 para sustituir el texto del inciso g) 5 con el siguiente:
 - Reusar totalmente las aguas usadas tratadas de las plantas de tratamiento de aguas usadas de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.
8. Enmendar el artículo 9 (Medidas del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático) de la Ley 33-2019 para que el inciso g) 6 lea como sigue:
 - Reducir la demanda de agua potable mediante el uso de equipo de bajo consumo de agua en nuevos proyectos de vivienda, comerciales e industriales.
9. Enmendar el artículo 9 (Medidas del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático) de la Ley 33-2019 para añadir el inciso:

g) 10: Requerir el riego obligatorio de campos de golf con aguas usadas tratadas.

10. Enmendar el artículo 9 (Medidas del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático) de la Ley 33-2019 para que el inciso g) 11 lea como sigue:
 - Dirigir el desarrollo de vivienda e infraestructura a áreas no susceptibles al aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica y marejadas de frentes de frío.
11. Enmendar el artículo 9 (Medidas del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático) de la Ley 33-2019, con el propósito de atemperar el inciso C, titulado Transporte y movilidad, a las nuevas políticas públicas y el marco legal del gobierno de Estados Unidos. La alineación de Puerto Rico con las prioridades del gobierno federal facilitará la planificación, acceso a financiamiento e implantación de las estrategias y proyectos de cambio climático relacionados con el sistema de transportación. Las enmiendas serían a los fines de:
 - a. Cambiar el título para que lea: "Sistema de transportación y movilidad".
 - i. La enmienda propuesta tiene el fin de incluir los otros modos de transportación, como los del la aérea y marítima, que juegan también un papel importante en la disminución de los gases de invernadero y en lidiar con el cambio climático. Al incorporar los otros modos de transporte que se dejaron fuera de la Ley 33-2019, el estatuto se

atempera al marco legal federal referente al sistema de transportación de Estados Unidos. La política pública federal promueve la integración e intermodalidad entre los diferentes modos de transportación y reconoce que la transportación aporta una tercera parte de las emisiones de GEI. Con esta enmienda, se hará factible que se desarrollen proyectos y estrategias que permitan que las instalaciones marítimas y aéreas sean sostenibles y amigables con el ambiente.

- b. Incorporar y promover el concepto de calles completas. La Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT) cuenta ya con el reglamento y programa de calles completas. Este concepto promueve que las ciudades y zonas urbanas sean amigables al peatón, promoviendo calles más anchas, mejor ornamentación e incluso carriles para bicicletas. Hacer a la ciudad más peatonal disminuye la utilización del carro privado, lo que propicia una merma en la emisión de GEI. Una mejor ornamentación de las zonas urbanas hace del lugar más amigable y habitable. A esto se suman más áreas verdes lo que ayuda a disminuir las temperaturas y los gases en el ambiente. También es una forma de mitigar el fenómeno de isla de calor.
- c. Incorporar y promover el concepto de distritos de desarrollo orientado al transporte (TOD, por sus siglas en inglés). La ACT cuenta con un marco legal para promover los TOD a 500 metros alrededor de las estaciones del Tren Urbano. Con esta enmienda se busca que se amplíe la extensión del concepto y que sea aplicable a los cascos urbanos de los municipios (la mayoría de los terminales de los carros públicos están en los cascos urbanos) y en los corredores urbanos de alta densidad o identificados para urbanizar. Los TOD ayudan a promover un desarrollo urbano de vivienda y comercio cerca de las rutas de transporte colectivo. Esto promueve la utilización y maximización de los transportes

colectivos por parte de los ciudadanos, bajando las emisiones de gases al reducir la utilización de los automóviles. También, los TOD promueven viviendas asequibles en las zonas urbanas y el establecimiento de comercios en sus alrededores. Al ayudar a compactar la ciudad, esta acción protege terrenos y áreas naturales en la periferia de la ciudad, otra forma de responder al cambio climático.

- 12. Enmendar la Ley 33-2019 para incorporar el enfoque de justicia climática entre las definiciones y las políticas climáticas de la Ley, y establecerlo en el reglamento exigido en el inciso g del artículo 7 del estatuto.

Otras recomendaciones

- 1. Tomar en cuenta el diagnóstico presentado en la sección 4.11 de este Plan y las disposiciones de la Ley 33-2019 en el proceso de revisión del Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Compañía de Turismo de Puerto Rico (2016), su marco legal y desarrollo.
- 2. Establecer planes de monitoreo continuos y a largo plazo de ecosistemas marinos y zonas costeras tales como dunas, playas, lagunas costeras, humedales, hierbas marinas, arrecifes de coral y algas, entre otros, a nivel de todo el litoral.
- 3. Mantener en revisión continua los geodatos y la información sobre el estado de los sistemas marinos y las zonas costeras.
- 4. Utilizar los datos e información más recientes y basados en la mejor ciencia sobre el estado de los sistemas marinos y zonas costeras de Puerto Rico como base para la revisión y el diseño de los instrumentos de planificación y política pública.
- 5. Establecer el Plan de Manejo Integrado Nacional de los ecosistemas marinos y zonas costeras de Puerto Rico que incluya dunas, playas, humedales, arrecifes, hierbas marinas y algas, entre otros.
- 6. Reconocer las hierbas marinas como un ecosistema marino crítico a proteger.

- 7. Integrar estrategias que fortalezcan la protección de los "hábitats críticos" costeros y marinos en los instrumentos de planificación y política pública.
- 8. Revisar y actualizar los planes de manejo de las cuencas hidrográficas para que incluyan estrategias que protejan la conexión de la cuenca hidrográfica con la costa y los sistemas marinos.
- 9. Priorizar y establecer estrategias para mejorar la calidad del agua marina y ribereña.
- 10. Priorizar y establecer estrategias basadas en las mejores prácticas que ayuden a reducir la descarga de sedimentos en suspensión y exceso de nutrientes para conservar la biodiversidad.
- 11. Integrar en todos los instrumentos de planificación los efectos del alcance del aumento del nivel del mar en Puerto Rico, a base de la mejor proyección o modelo científico local disponible.
- 12. Incluir en los planes y análisis de vulnerabilidad al cambio climático de todas las agencias para proteger su infraestructura, los escenarios aprobados por el CEACC identificados en el capítulo 4 del P-MARCC.
- 13. Priorizar en establecer la delimitación de una línea o franja donde no se autoricen nuevas construcciones en terrenos con alcance de inundación producida por el aumento del nivel del mar, marejadas ciclónicas, oleaje ciclónico u otro tipo de marejada, combinación de alcance de estas amenazas (*water level*) o la que presente el alcance de inundación mayor.
- 14. Dar prioridad a las soluciones basadas en naturaleza en el manejo y la restauración de los ecosistemas costeros y en el control de la erosión costera.
- 15. Priorizar la adaptación de los asentamientos poblacionales, la infraestructura y los servicios ya existentes ante las amenazas del aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica o el efecto combinado (*water level*).
- 16. Toda nueva construcción debe edificarse en áreas no susceptibles al aumento del nivel del mar, a la marejada ciclónica y marejadas de frentes de frío, durante la vida útil de la edifi-

- cación (normalmente, 75 años para vivienda, y más de 100 años para infraestructura crítica).
17. Debe iniciarse la reubicación planificada de la vivienda pública e infraestructura crítica que estén ubicadas en áreas susceptibles al aumento del nivel del mar, a la marejada ciclónica y a marejadas de frentes de frío.
 18. Con el propósito de atender las necesidades de adaptación y resiliencia al cambio climático de las comunidades desfavorecidas, se recomienda que se asigne 45 % de los fondos locales y federales sobre cambio climático para proteger a estas comunidades.
 19. Urge construir o habilitar centros de enfriamiento o refugios del calor en cada municipio para proteger a la población en desventaja socioeconómica de las temperaturas extremas y olas de calor.
 20. La aclimatación de residencias de personas desatendidas, desfavorecidas o desventajadas y la provisión de suficientes placas solares y baterías de capacidad apropiada son medidas efectivas para proteger la vida y la salud de estas personas durante episodios de temperaturas extremas y olas de calor.
 21. Es imperativo proteger la infraestructura que apoya al sector turístico (hoteles, carreteras, puertos, aeropuertos, entre otros) y a los recursos naturales que motivan al turista a viajar a Puerto Rico (playas, arrecifes de coral, El Yunque, el Bosque Seco de Guánica, bahías bioluminiscentes) del impacto de las múltiples manifestaciones del cambio climático.
 22. Se debe acelerar la transformación del sistema de generación de electricidad de uno a base de energía fósil a un sistema de energía renovable o alternativa, de manera que la transformación del parque vehicular de Puerto Rico a vehículos eléctricos redunde en una reducción significativa de emisiones de gases de efecto de invernadero.
 23. La reforestación urbana es un componente indispensable para reducir el efecto de las altas temperaturas y olas de calor.
 24. Para compensar por la merma del recurso agua debido al cambio climático, se concluye que se debe:
 - a. reducir la pérdida de agua en el sistema de distribución de 60 a 17 %;
 - b. reusar en su totalidad las aguas usadas tratadas de la AAA y la empresa privada;
 - c. exigir la captura y el aprovechamiento del agua de lluvia en viviendas existentes y de nueva construcción;
 - d. implantar de forma escalonada el programa de conservación de agua *WaterSense* de la EPA en todos los hogares de Puerto Rico.
 25. La reforestación masiva aguas arriba de los embalses es una medida indispensable para frenar la sedimentación de estos cuerpos de agua que suplen 70 % del agua potable de Puerto Rico.
 26. Establecer alianzas y acuerdos de entendimiento entre agencias estatales y corporaciones públicas, la academia, municipios, organizaciones no gubernamentales y agencias federales para el manejo práctico de los sistemas marinos y zonas costeras. Entre las agencias estatales relacionadas están, por ejemplo, la Junta de Planificación, el Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, la AAA, ACT, WIPR, el Centro de Recaudación de Ingresos Municipales, el Departamento de la Vivienda, la Oficina de Gerencia de Permisos, la Compañía de Turismo, el Departamento de Educación, la Autoridad de los Puertos, COR3 y el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico. Entre las agencias federales relacionadas están, por ejemplo: NOAA, EPA, el Servicio Federal de Pesca y Vida Silvestre y el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados.
 27. Fortalecer las actividades de educación y divulgación sobre las amenazas costeras tales como marejada ciclónica, marejadas de invierno, oleaje asociado a sistemas ciclónicos, aumento del nivel del mar y corrientes de resacas, entre otras. Estas iniciativas deben realizarse en coordinación con el Servicio Nacional de Meteorología, adscrito a la NOAA, y con el NMEAD.
 28. Integrar a las comunidades y asociaciones de pescadores, particularmente aquellos que se encuentran en áreas costeras vulnerables, en la discusión y toma de decisiones sobre el manejo costero.
 29. Educar a los diversos sectores sobre la situación de los arribazones de sargazo a las costas de Puerto Rico y su impacto en los ecosistemas costeros y marinos, como también en la salud, los servicios, el desarrollo económico y el bienestar de la ciudadanía puertorriqueña.
 30. Establecer estrategias para la prevención y el control de especies invasoras.
 31. Aumentar el reclutamiento de personal en el DRNA para dar apoyo en las tareas y responsabilidades asociadas al proceso de implantación de este plan.
 32. Priorizar la contratación de personal administrativo en el DRNA para agilizar los procesos.
 33. Se recomienda que en el próximo ciclo de revisión y actualización de este plan se utilicen los datos del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos más reciente del DRNA.
 34. Se recomienda que en el próximo Inventario de Gases de Efecto de Invernadero de Puerto Rico y en los subsiguientes se incluya al sector de la salud.
 35. Se recomienda que en el próximo Inventario de Gases de Efecto de Invernadero de Puerto Rico y en los subsiguientes se consideren datos generados por el sector privado sobre sus emisiones producidas y nivel de reducción alcanzado.
 36. Se recomienda que en el próximo ciclo de revisión y actualización de este plan se ausculte la posibilidad de desarrollar pilares estratégicos para reorganizar y priorizar los cursos de acción.
 37. En los planes de manejo de cuencas hidrográficas se debe considerar incluir el enfoque de cambio climático atendido en el P-MARCC como unidad de planificación.
 38. Capacitar a personal para utilizar tecnologías de control de la erosión y prevenir la sedimentación de forma más eficiente y abarcadora, y para monitorear proyectos de construcción que puedan propiciar escorrentía pluvial y sedimentación con impacto potencial en las ya vulnerables zonas

- costeras y marítimas. Involucrar a las comunidades locales en proyectos de ciencia ciudadana para monitorear áreas específicas y aumentar la participación pública, la concienciación ciudadana y su vinculación con la protección de los recursos naturales.
39. La Oficina de Bienes Raíces de la Autoridad de Tierras debe actualizar su inventario y se deben promulgar cambios que permitan la segregación de terrenos y la renta compartida.
 40. Auscultar la viabilidad de crear un panel de datos (*dashboard*) que contenga informes técnicos con sus respectivos enlaces, clasificados por temas para su fácil acceso. Asignar fondos para la inversión en tecnología digital que visibilice el progreso de las métricas de ejecución del P-MARCC en tiempo real.
 41. Enmendar las siguientes leyes para que incluyan los efectos del cambio climático. Una vez que se enmienden, desarrollar los planes y programas que estas leyes ordenan crear para gestionar a Puerto Rico como un destino turístico adaptado y resiliente al cambio climático.
 - a. Ley 550-2004 - Plan Sectorial de Turismo (Plan de Uso de Terrenos 2015).
 - b. Ley 254-2006 - Plan Maestro para el Desarrollo de Turismo Sostenible de Puerto Rico, artículo 7(a).
 - c. Ley 125-2016 - Plan Maestro para el Desarrollo de Turismo Sostenible de Puerto Rico, artículo 5.
 - d. Ley 17-2017 - Plan de Desarrollo de Destino.
 - e. Ley 10-1970 - Desarrollo del Programa de Turismo de Naturaleza, artículo 5(10).
 42. Revisar y enmendar las siguientes leyes, reglamentos y proyectos para asegurar que se atienden los objetivos de los cursos de acción de la sección 7.6 (agricultura y ganadería):
 - a. Ley 19-1973 - Ley de Abonos de Puerto Rico y su respectivo reglamento.
 - b. Ley 228-2003 - Ley de Productos Orgánicos de Puerto Rico y su respectivo reglamento.
 - c. Ley 73-2017 - Ley de Planificación, Programación y Desarrollo Agrícola.
 - d. Ley 211 de 1946 y enmienda Ley 117 de 2015 - Ley de Distritos de Conservación de Suelos de Puerto Rico.
 - e. Ley 240-2015 - Ley del Programa de Orientación e Información sobre la Siembra de Huertos Caseros, Urbanos, Familiares, Comunales y Escolares.
 - f. Ley 62-2009 - Ley de Promoción y Desarrollo de Empresas de Biotecnología Agrícola de Puerto Rico.
 - g. Ley 140-2015 - Ley para el Manejo de Prácticas Agrícolas.
 - h. Ley 34-2022 - Ley para Salvaguardar la Asignación de Agua de los Embalses para los Sistemas de Riego Agrícola.
 - i. Ley 53-1971 - Ley para el Fomento del Desarrollo Agrícola de Puerto Rico.
 - j. Ley 32-2010 - Ley del Corredor Agroeconómico de la Región Central de Puerto Rico.
 - k. Ley 17-2019 - Ley de Política Pública Energética.
 - l. Ley 33-2019 - Ley para la Mitigación, Adaptación, Resiliencia al Cambio Climático.
 - m. Ley 233-2018 - Ley para Establecer como Política Pública Separar Predios de Terreno Propiedad de Agencias y Dependencias para Utilizarse como Fincas o Huertos Escolares Mediante Acuerdos Colaborativos con el Departamento de Educación.
 - n. Ley 107-1974 - Ley de Preservación de Tierras para Uso Agrícola.
 - o. Leyes de reservas agrícolas (varias).
 - p. Reglamento 8700 del 2016.
 - q. Reglamento 8615 del 2015.
 - r. Reglamento 7656 del 2008 de la Junta Calidad Ambiental - Reglamento para el control de desperdicios fecales de animales de empresas pecuarias.
 - s. Reglamento 7475 del 2008 del Departamento de Agricultura.
 - t. Reglamento para regir la importación, registro e inspección de fincas de producción de semillas para venta y exportación.¹
 - u. Reglamento 6837 del 2004 de Seguros Agrícolas.
 - v. Reglamento 9244 del 2020.
 - w. Reglamento Conjunto.
 - x. Reglamento 4352 del 1990 (Reglamento para la operación del Banco de Terrenos Agrícolas).
 - y. Proyecto del Senado 624 de 2013 para crear la Ley de Producción, Distribución y Certificación de Semillas de Puerto Rico (no aprobado).
 43. Otras recomendaciones para atender los efectos del cambio climático sobre la agricultura:
 - a. Reducir la pérdida de agua en los canales de riego de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) de 60 a 10 %.
 - b. Requerir obligatoriamente el sistema por goteo para cultivos agrícolas. Si este sistema no fuese compatible con algún cultivo, exigir el *center pivot system*.
 - c. Insertar con mayor prioridad al Departamento de Agricultura en las iniciativas de conservación de agua del DRNA y la AEE.
 - d. Construir charcas para la captura de agua de lluvia y su infiltración a los acuíferos en terrenos agrícolas.
 - e. Utilizar, donde sea viable, las aguas usadas tratadas para el riego agrícola.
 - f. Explorar la viabilidad de utilizar las aguas usadas tratadas de la planta regional de Ponce para riego agrícola.

Conclusiones

Es imprescindible comenzar a implantar con urgencia las medidas de adaptación y resiliencia en Puerto Rico para proteger la vida y

¹ Disponible en: <https://pflanzengesundheit.julius-kuehn.de/dokumente/upload/pr3-2006seedsAct.pdf>

propiedad de los residentes del archipiélago ante los efectos del cambio climático.

De no tomarse medidas de adaptación y resiliencia apropiadas, son muchos los sectores que recibirán el impacto de las manifestaciones del cambio climático que en muchos casos afectarán la continuación adecuada de sus servicios. Por ejemplo, el turismo será el sector económico más perjudicado por el cambio climático. Además, este fenómeno afectará significativamente los recursos hídricos.

Por otro lado, gran parte de la población de Puerto Rico desconoce cómo el cambio climático está afectando sus vidas en la actualidad y cómo les impactará a mediano y a largo plazo. Por tanto, es urgente continuar informando y educando en relación con la situación actual y futura de las consecuencias del cambio climático sobre el bienestar y la seguridad de la gente.

Esto especialmente cuando se identifica que muchas infraestructuras críticas y viviendas son vulnerables al aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica y las marejadas de invierno.

Las fuentes principales de emisiones de gases de efecto de invernadero en Puerto Rico son: las plantas generatrices de electricidad, la transportación y los vertederos de residuos.

ANEJOS

Definiciones

Este P-MARCC utiliza términos o frases con el significado de las definiciones contenidas en la Ley 33 de 2019, Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico, en su artículo 2. Además de las definiciones incluidas en la Ley 33 de 2019, y en cumplimiento con la encomienda del estatuto de educar y orientar, proveemos las siguientes definiciones sobre otros términos utilizados en los capítulos del P-MARCC:

Adaptación - Se refiere a la capacidad de ajuste de los sistemas naturales o humanos al cambio climático, o a sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar aspectos beneficiosos.

Agencia - Significa cualquier departamento, autoridad, junta, comisión, división, oficina, negociado, administración, corporación pública o subsidiaria de esta, o instrumentalidad del Gobierno de Puerto Rico, incluyendo cualquiera de sus funcionarios, empleados o sus miembros que actúen o aparezcan en el desempeño de sus deberes oficiales, incluyendo los municipios, consorcios y corporaciones municipales.

Amenaza - Significa cualquier efecto adverso potencial asociado al cambio climático que pueda causar la muerte, lesiones u otros impactos sobre la salud, daños materiales, pérdida de los medios de vida y servicios, interrupción de la actividad social y económica, o degradación ambiental.

Aumento en el nivel del mar - Significa un incremento en el nivel promedio del mar, el cual es ocasionado principalmente por la expansión térmica del agua al aumentar la temperatura en los océanos y mares; también es causado al derretirse capas de hielo que se encuentran sobre tierra y las concentradas en los cascos polares; y por factores locales como erosión costera y subsidencia del terreno.

Calentamiento global - Significa el aumento en la temperatura promedio global.

Cambio climático - Es una variación estadística importante en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado. Este cambio de clima normalmente se puede deber a procesos naturales internos o a cambios externos, o persistentes atribuidos directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

Causas antropogénicas - Significa las causas resultantes de actividades humanas o producidas directa o indirectamente por los seres humanos.

Climatología - Es la ciencia que se basa en el estudio de las medidas registradas de los parámetros meteorológicos en el mayor número de lugares, y para cada lugar en el mayor número de años posible.

Composta - Se refiere a la degradación microbiana controlada de desechos orgánicos para desarrollar un producto con valor potencial como acondicionador de terrenos.

Concertación comunitaria - Significa la participación de representantes de todos los sectores de una comunidad, incluyendo organizaciones no gubernamentales, gobierno municipal y sector privado, ya sea comercial o industrial, entre otros.

Condicionantes abióticos del ecosistema - Es el conjunto de factores abióticos, o elementos no vivos del ecosistema, que interacciona con los organismos.

Contaminante - Significa aquella sustancia introducida en el ambiente que tiene efectos no deseados, o afecta negativamente la utilidad de un recurso.

Curso de acción - Para el P-MARCC, un curso de acción (COA) es una recomendación basada en un proceso de planificación que considera qué tipos de acciones se deben tomar a través de

unos objetivos y estrategias clave para lograr soluciones a un evento o situación con métricas cuantificables.

Desarrollo sostenible - Implica cómo las sociedades deben vivir hoy si quieren un futuro mejor, ocupándose de las necesidades presentes sin comprometer las oportunidades de las generaciones futuras de cumplir con las suyas.¹

Desperdicio cero - Se refiere a la combinación de esfuerzos para eliminar la mayor parte posible de la basura generada a través de materiales reciclables y otros materiales que pueden ser reutilizados, reciclados o degradados sin afectar el ambiente, e incluye la reducción del desperdicio de materiales empleados para la elaboración de un producto determinado.

Determinantes climáticos - El clima se describe mediante cuatro factores principales: temperatura, radiación, viento y humedad.² Los factores determinantes del clima se refieren a ciertas condiciones, en general físico-geográficas, que son relativamente constantes y no sufren cambios horarios, diarios o anuales, y tienen gran influencia en el clima por el papel que juegan en la transferencia de energía y calor. Entre los factores determinantes se destacan la latitud, la altitud y la distancia del mar.³

¹ Véanse: ONU. *¿En qué consiste el desarrollo sostenible?*- <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2023/08/what-is-sustainable-development/> y CEPAL. *Acerca de Desarrollo Sostenible*: <https://www.cepal.org/es/temas/desarrollo-sostenible/acerca-desarrollo-sostenible>

² D. Morillón, R. Saldaña, I., Castañeja y U. Miranda, U. (2004). *Atlas bioclimático de la República Mexicana*. <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/atlas.pdf>

³ IDEAM (2005). *Atlas Climático de Colombia*. Bogotá D. C.: Imprenta Nacional de Colombia. <http://www.ideam.gov.co/AtlasWeb/index.html>

Determinantes culturales - De acuerdo con algunos autores, los determinantes culturales se refieren a relaciones culturales que influyen en distintos ámbitos de la sociedad, como la salud. Estas se definen como relaciones de equivalencia con respecto al conocimiento, por ejemplo, de la ciencia, la tecnología, el arte, las artes culinarias, la religión, la filosofía, los valores y la ideología, entre otros.⁴

Determinantes ecológicos - Los determinantes ecológicos enfatizan las relaciones interdependientes en el sistema de ambientes que pueden afectar la salud humana por aquellos componentes de ambientes físicos, biológicos y psicosociales que contienen, en el componente físico: aire, agua, suelo, vivienda, clima, geografía, calor, luz, ruido, escombros, radiación, etc.; en el componente biológico: hombre, virus, agentes microbianos, insectos, roedores, animales y plantas, etc., y en el componente psicosocial: valores culturales, costumbres, creencias, hábitos, actitudes, moral, religión, educación, estilos de vida, vida comunitaria, servicios de salud, y organizaciones sociales y políticas.⁵

Determinantes políticos - Significa analizar cómo las diferentes relaciones de poder, instituciones, procesos, intereses y posiciones ideológicas afectan la salud dentro de diferentes sistemas políticos y culturas y en diferentes niveles de gobierno.⁶

Determinantes sociales de la salud - Son “las circunstancias en que las personas nacen, crecen, viven, trabajan y envejecen,

incluido el sistema de salud”.⁷ Esas circunstancias son el resultado de la distribución del dinero, el poder y los recursos a nivel mundial, nacional y local, la cual depende a su vez de las políticas adoptadas. La distribución desigual se traduce en grandes diferencias en materia de salud entre países desarrollados y los que están en vías de desarrollo.⁸

Dinámica hidrológica - Se refiere a todas las entradas y salidas de agua en conjunto, a la forma en que el recurso se distribuye en el ecosistema.

Dióxido de carbono - Se refiere al principal gas de efecto de invernadero que se produce de forma natural, y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles —como lo son el petróleo, gas natural y el carbón—, cambios en el uso de las tierras, la incineración de desperdicios sólidos y otros procesos industriales.

Edáfico - Se refiere a la composición química, física y biológica asociada a los suelos.

Educación ambiental - Es el proceso a través del cual se educa a la sociedad para que tome conciencia sobre la realidad global del planeta, sobre la relación del ser humano entre sí y con la naturaleza y de los problemas que surgen de esta relación y sus consecuencias, así como las causas que llevan a ellos. Como resultado, los individuos alcanzan un entendimiento más profundo de las temáticas ambientales y tienen las herramientas para tomar decisiones informadas y responsables sobre el medioambiente.

Efecto de invernadero - Significa el proceso por el cual ciertos gases absorben la radiación solar convertida en calor por la superficie del planeta, de esta forma aumentando la temperatura atmosférica y oceánica.

Eficiencia energética - Se refiere a la relación entre el producto de energía de un proceso de conversión o de un sistema con su insumo de energía.

Emisiones - Se refiere a la liberación de gases de efecto invernadero, sus precursores o aerosoles en la atmósfera, en una zona y un período específicos.

Endemismo - Se refiere a la cantidad de especies endémicas o únicas de una zona o región geográfica.

Energía alternativa - Es la energía derivada de combustible que no tiene origen fósil y que no es derivada de la conversión o incineración de desperdicios sólidos.

Energía renovable - Se refiere a las fuentes de energía que son sostenibles, tales como la solar, la hidrológica, la océano termal, la eólica, biomasa y cualesquiera otras tecnologías no basadas en combustibles fósiles, o en la conversión o incineración de desperdicios sólidos.

Fenómenos o eventos extremos - Aquellos que son capaces de amenazar la continuidad de operaciones en nuestra sociedad llevando al límite nuestra capacidad de respuesta.

Gases de efecto de invernadero (GEI) - Significa los gases presentes en la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero y que son capaces de absorber la radiación infrarroja, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera, incluyendo dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), y hexafluoruro de azufre (PFCs). Dichos compuestos químicos se miden en toneladas por año de emisiones de dióxido de carbono equivalentes (CO₂e). Las emisiones de CO₂e representarán la cantidad de GEI emitidos y se calculará conforme a lo definido en la reglamentación federal.

⁴ C. Muntaner y J. Benach (2023). “Why Social (Political, Economic, Cultural, Ecological) Determinants of Health? Part 1: Background of a Contested Construct”. *International Journal of Social Determinants of Health and Health Services*, 53(2), pp. 117-121. doi:10.1177/27551938231152996

⁵ A. M. Li (2017, abril). “Ecological determinants of health: food and environment on human health”. *Environ Sci Pollut Res Int.* 24(10): 9002-9015. doi: 10.1007/s11356-015-5707-9. Epub 2015 Nov 10. PMID: 26552789; PMCID: PMC7089083.

⁶ Ilona Kickbusch (2015). “The political determinants of health--10 years on”. *BMJ (Clinical research ed.)*, 350. h81. 10.1136/bmj.h81

⁷ Organización Mundial de la Salud. Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud (2008). *Subsanar las desigualdades en una generación. Informe Final*. Ginebra: OMS/OPS. <https://iris.who.int/handle/10665/44084>

⁸ M. A. de La Guardia Gutiérrez y J. C. Ruvalcaba Ledezma (2020). “La salud y sus determinantes, promoción de la salud y educación sanitaria”. *Journal of Negative and No Positive Results*, 5(1), pp. 81-90. Epub 29 de junio de 2020. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2529-850X2020000100081

Impuesto ambiental - Se refiere al gravamen impuesto por cada unidad de emisiones de dióxido de carbono equivalente producidas por una fuente sujeta a impuesto.

Infraestructura - Significa el equipo básico, empresas de servicios públicos, empresas de producción, instalaciones, instituciones y servicios esenciales para el desarrollo, funcionamiento y crecimiento de la isla, incluyendo y sin limitarse a, las carreteras, las escuelas, la electricidad, el gas y servicios de agua, el transporte y la comunicación.

Instalación para el manejo de residuos sólidos - Cualquier área de disposición de residuos sólidos, planta reductora o de reciclaje, estación de trasbordo u otra instalación cuyo propósito sea la recuperación, procesamiento, almacenamiento o disposición de los residuos sólidos.

Manejo de residuos sólidos - Proceso mediante el cual los residuos sólidos se recogen, transportan, almacenan, procesan o disponen en conformidad con un programa planificado.

Material reciclable - Aquellos materiales potencialmente procesables y reutilizables como materia prima para la elaboración de otros productos.

Material recuperado - Aquel material potencialmente reciclable que ha sido removido del resto de los desperdicios para su venta, utilización o reutilización, ya sea mediante separación, recogido o procesamiento.

Mitigación - Se refiere a las medidas e iniciativas que permitan limitar y reducir fuentes antropogénicas de emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar nuestros sumideros de carbono naturales.

Permiso de emisión - Significa una autorización para emitir, durante un año, determinada cantidad equivalente de dióxido de carbono u otros gases de efecto invernadero.

Planificación estratégica - Se relaciona con el desarrollo de la misión y visión de una organización, ya que por medio de esta se identifican los problemas más apremiantes y se seleccionan las mejores opciones para solucionarlos, a la misma vez que se alcanzan los objetivos. Además, la organización puede

de identificar sus puntos fuertes y débiles para mejorar en la toma de decisiones tanto en el presente como en el futuro. La planificación estratégica de ciudades sienta las bases a largo plazo, ya que se establecen cursos de acción y estrategias para alcanzar los objetivos establecidos. Este proceso involucra a los agentes locales a lo largo de todo el proceso⁹.

Planificación participativa - Surge de la lucha de los ciudadanos para mejorar los problemas sociales que enfrentaban y que el Estado no remediaba, tales como la pobreza, la falta de vivienda, los problemas de salud y la falta de empleo. Los movimientos sociales de la década de 1980 reclamaron comunicación y participación. Mediante estos procesos se comenzó a promover la democracia participativa con el objetivo de contrarrestar los efectos de la democracia representativa, legitimada por el proceso electoral, que consistía en las relaciones del ciudadano con el gobierno.¹⁰

Poblaciones o comunidades desatendidas - Grupos que tienen acceso limitado o nulo a los recursos o que de otro modo están privados de sus derechos. Estos grupos pueden incluir personas en desventaja socioeconómica; personas con dominio limitado del inglés; personas geográficamente aisladas o carentes de derechos educativos; personas afroamericanas o de piel oscura, así como aquellas de minorías étnicas y de origen nacional; mujeres y niños; personas con discapacidades y otras con necesidades funcionales y de acceso; y personas mayores.¹¹

Poblaciones o comunidades desfavorecidas o desventajadas - El gobierno federal de Estados Unidos dispone que

⁹ L. Aponte (2011). *La planificación estratégica sostenible: Barrio San Salvador-Caguas* [tesis de maestría en Planificación Ambiental]. Escuela de Asuntos Ambientales. Universidad Metropolitana. San Juan. Puerto Rico. 122 pp.

¹⁰ Ídem.

¹¹ FEMA. *Glosario*. <https://www.fema.gov/about/glossary/u#:~:text=Underserved%20Populations%2FCommunities,or%20that%20are%20otherwise%20disenfranchised>.

las agencias deben considerar datos, índices y herramientas de detección apropiados para determinar si una comunidad específica está en desventaja en función de una combinación de variables que pueden incluir, entre otras, las siguientes:¹²

- Bajos ingresos, pobreza alta y/o persistente.
- Alto desempleo y subempleo.
- Segregación residencial racial y étnica, particularmente cuando la segregación surge de la discriminación por parte de entidades gubernamentales.
- Aislamiento lingüístico.
- Altos costos de vivienda y viviendas deficientes.
- Comunidades empobrecidas.
- Alto costo de transporte y/o poco acceso al transporte.
- Carga desproporcionada de factores ambientales estresantes y alta acumulación de impactos.
- Acceso y asequibilidad al agua y al saneamiento limitados.
- Impactos desproporcionados del cambio climático.
- Alto coste energético y pobre acceso a la energía.
- Empleos perdidos durante la transición energética.
- Acceso a la atención sanitaria.

Reciclaje - Proceso mediante el cual los desperdicios sólidos se recogen, separan, procesan y reutilizan en forma de materia prima o productos.

Recuperación - Proceso mediante el cual se rescata el material de los desperdicios sólidos.

¹² “Memorando M-21-28 a los jefes de departamentos y agencias sobre las guías para implementar la iniciativa Justices40”. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/07/M-21-28.pdf>. Véase también. <https://www.whitehouse.gov/es/justicia-ambiental/justice40/>

Reducción - Se refiere al resultado de la eliminación o cambios de diseño, manufactura, empaque, utilización y manejo de productos de forma que se disminuya su volumen y peligrosidad una vez terminada su vida útil.

Relleno sanitario - Instalación para la disposición de residuos sólidos que cumple con todos los requisitos establecidos por la Agencia federal de Protección Ambiental para su construcción (en inglés, *landfill*).

Residuos sólidos - En este plan significa la basura, escombros, artículos inservibles como neveras, estufas, calentadores, congeladores y artefactos residenciales y comerciales similares, cenizas, ceniciento o cualquier material desechado no peligroso, sólido, líquido, semisólido o de contenido gaseoso resultante de operaciones domésticas, industriales, comerciales, mineras, agrícolas o gubernamentales.

Resiliencia - Se refiere a la capacidad de un sistema humano o natural para resistir, asimilar y recuperarse de los efectos de las amenazas de manera oportuna y eficiente, manteniendo o restituyendo sus estructuras básicas, identidad y funciones esenciales.

Resistencia - Significa la capacidad de los sistemas naturales o sociales para persistir ante los efectos derivados del cambio climático.

Servicios ecosistémicos - Se definen como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas; son esenciales para el bienestar humano.¹³ Esto es particularmente cierto en ámbitos urbanos donde la productividad económica, la calidad de vida, la seguridad y la salud pública están ligadas al entorno

natural de manera única y habitualmente poco apreciada, tanto dentro como fuera de los límites de una ciudad.¹⁴

Soluciones basadas en la naturaleza - Las soluciones basadas en la naturaleza son prácticas sostenibles de planificación, diseño, gestión ambiental e ingeniería que combinan características o procesos naturales en el entorno construido para promover la adaptación y la resiliencia. Estas soluciones utilizan características y procesos naturales para: combatir el cambio climático, reducir el riesgo de inundaciones, mejorar la calidad del agua, proteger la propiedad costera, restaurar y proteger los humedales, estabilizar las costas, reducir el calor urbano, añadir espacio recreativo y más.¹⁵

Sostenible - Que se puede sostener. Especialmente en ecología y economía, que se puede mantener durante largo tiempo sin agotar los recursos o causar grave daño al medio ambiente.¹⁶

Tipología edilicia - Término utilizado para clasificar los diferentes tipos o modelos de edificios en la industria del diseño y la construcción. Ejemplos de tipologías edilicias incluyen, entre otros: vivienda, aeropuertos, supermercados, oficinas, escuelas, fábricas, iglesias, hospitales, funerarias, farmacias y gasolineras.

Vectores - Son organismos vivos que pueden transmitir patógenos infecciosos entre personas, o de animales a personas. Muchos de esos vectores son insectos hematófagos que ingieren los microorganismos patógenos junto con la sangre de

un portador infectado (persona o animal) y posteriormente los transmiten a un nuevo portador, una vez replicado el patógeno. Con frecuencia, una vez que el vector ya es infeccioso, puede transmitir el patógeno el resto de su vida en cada picadura o ingestión de sangre posterior.¹⁷

Vulnerabilidad - Significa el nivel al que un sistema natural o humano es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad se manifiesta en función del carácter, la magnitud y la velocidad de la variación climática a que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y capacidad de adaptación.

¹³ Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Washington, D. C: World Resources Institute, citado en D. F. Avendaño-Leadem, B. C. Cedeño-Montoya y M. S. Arroyo-Zeledón (2020). "Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial". *Revista Geográfica de América Central*, (65), pp- 63-90. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/12500>

¹⁴ A. Grêt-Regamey, E. Celio, T. Klein y U. Wissen, U. (2013). "Understanding ecosystem services trade-offs with interactive procedural modeling for sustainable urban planning". *Landscape and Urban Planning*, 109, pp. 107-116, citado en D. F. Avendaño-Leadem, B. C. Cedeño-Montoya y M. S. Arroyo-Zeledón (2020). "Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial". *Revista Geográfica de América Central*, (65), pp- 63-90. <https://dx.doi.org/10.15359/rgac.65-2.3>

¹⁵ FEMA. Véase en <https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management/climate-resilience/nature-based-solutions>.

¹⁶ Definiciones de la Real Academia Española.

¹⁷ Organización Mundial de la Salud (2020). Enfermedades transmitidas por vectores. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>

Descripción de procesos y actividades de participación y divulgación públicas llevadas a cabo

Coordinación de trabajos, actividades y esfuerzos del comité de expertos y asesores sobre cambio climático¹

1. Fecha: 12 de febrero de 2020

Evento: Primera vista ejecutiva de la Comisión Conjunta sobre Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en el Senado de Puerto Rico, con el senador Carlos J. Rodríguez Mateo y el senador Cirilo Tirado Rivera.

2. Fecha: 7 de marzo de 2020

Evento: Segunda vista ejecutiva de la Comisión Conjunta sobre Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en el Senado de Puerto Rico, con agencias gubernamentales con deberes y responsabilidades en la Ley 33-2019.

3. Fecha: 22 de abril de 2020

Evento: Charla virtual con los miembros del Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático (CEACC) en conmemoración del Día del Planeta Tierra 2020.²

4. Fecha: 16 de mayo de 2020

Evento: Charla virtual del Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral, miembro permanente del CEACC, sobre los recursos hídricos y el cambio climático.³



El Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral expuso información dirigida al público general que muestra la urgencia de conservar nuestros recursos hídricos en Puerto Rico. Asimismo, destacó la importancia de la preparación ante eventos relacionados con el cambio climático que afecten el recurso agua. Enfatizó que es vital hacer un uso responsable del recurso más preciado del ser humano, el agua.



Los miembros del CEACC ofrecieron una orientación sobre la importancia de conservar y preservar nuestro mayor recurso natural, el planeta Tierra. La dra. Maritza Barreto Orta, el Dr. Pablo A. Méndez Lázaro, el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y la Dra. Ada R. Monzón acentuaron la necesidad de educar sobre los efectos del cambio climático.



¹ Recopilación realizada por recursos del CEACC.

² <https://www.drna.pr.gov/ceacc/videos/>

³ Ídem.



La Dra. Ada R. Monzón realizó un programa especial en WAPA TV con el propósito de concienciar sobre el cambio climático en Puerto Rico. Realizó múltiples entrevistas a expertos en el tema para proveer información certera sobre la realidad que vive Puerto Rico y la necesidad de buscar soluciones para el beneficio de las generaciones de puertorriqueños presentes y futuras.



5. Fecha: 30 de abril de 2021

Evento: Reportaje especial de la Dra. Ada R. Monzón, miembro permanente del CEACC, sobre las manifestaciones del cambio climático en Puerto Rico.⁴

6. Fecha: 8 de octubre de 2021

Evento: Divulgación de 103 cursos de acción para corregir, mitigar y prevenir los efectos del cambio climático en la Zona Costanera de Puerto Rico.

7. Fecha: 8, 15, 22 y 29 de noviembre de 2021

Evento: Participación de los miembros del CEACC en cuatro programas sobre el cambio climático transmitidos por WIPR, Canal 6.

8. Fecha: 25 de enero de 2022

Evento: Participación en una vista pública virtual ante la comisión de Recursos Naturales, Asuntos Ambientales y Reciclaje de la Cámara de Representantes, en el Salón Audiencias 1.

9. Fecha: 17 de marzo de 2022

Evento: Participación del CEACC en la reunión cumbre del Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico.

10. Fecha: 23 de marzo de 2022

Evento: Conferencia de prensa del CEACC para presentar 57 cursos de acción en torno al recurso hídrico en Puerto Rico, en el Jardín Botánico de la Universidad de Puerto Rico (UPR), Río Piedras.⁵

11. Fecha: 30 de marzo de 2022

Evento: Presentaciones del CEACC ante la comisión de Infraestructura, Innovación, Urbanismo y Telecomunicaciones del Senado de Puerto Rico sobre educación y empoderamiento ante los efectos del cambio climático.

⁴ Ídem.

⁵ <https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2022/04/COAs-CEACC-Recurso-Agua.pdf>



La Dra. Maritza Barreto Orta y el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral, miembros del CEACC, participaron en una charla enfatizando en el llamado a mantener un balance entre el desarrollo y la conservación de las costas de Puerto Rico. Presentaron alternativas para un desarrollo sostenible que proteja nuestros ecosistemas terrestres y marinos.

12. Fecha: 29 y 30 de abril de 2022

Evento: Celebración de vistas públicas sobre el Borrador del Bosquejo del Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico, en el edificio Cruz A. Matos del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).⁶

⁶ Participantes: Departamento de Salud de Puerto Rico; Dr. Carlos A. Delgado Saldaña; Para la Naturaleza, Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico; Programa del Estuario de la Bahía de San Juan; Basura Cero Puerto Rico; 7Quillas Grupo Tortuguero de San Juan; *Migrant Clinicians Network*; El Puente Enlace Latino de Acción Climática; Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico; *Climate Trace PR*; Fundación Surfrider Rincón; Sociedad Ambiente Marino; Centro Legal de Desarrollo de Resiliencia UPR; Ayuda Legal Puerto Rico; *New Jersey Coalition for Climate Justice*; Lcdo. Pedro Saadé Lloréns, y el Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico.

13. Fecha: 30 de mayo de 2022

Evento: Divulgación del informe del oficial examinador, Lcdo. Jaime Villeta García, sobre las vistas públicas en torno al Borrador del Bosquejo del Plan.⁷

14. Fecha: 31 de mayo de 2022

Evento: Taller sobre la Ley 33-2019 a personal de 18 agencias gubernamentales con responsabilidades y deberes establecidos por la ley, en la UPR, Recinto de Carolina.⁸

⁷ <https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2022/06/Informe-del-Oficial-Examinador-%E2%80%93-Vistas-Publicas-CEACC-Borrador-Bosquejo-del-Plan-de-Mitigacion-Adaptacion-y-Resiliencia-al-Cambio-Climatico-6-13-22.pdf>

⁸ <https://www.drna.pr.gov/noticias/ceacc-realiza-taller-interagencial/>

15. Fecha: 14 de julio de 2022

Evento: Participación en el programa radial titulado *Las costas: entre el desarrollo y la conservación*, organizada por el Instituto Doctrina Social de la Iglesia de la Facultad de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico en Ponce.

16. Fecha: 28 de julio de 2022

Evento: Participación del CEACC en el 2022 *LULAC National Convention & Exposition Puerto Rico*. La Dra. Maritza Barreto Orta y la Dra. Ada R. Monzón formaron parte del panel sobre política pública.

17. Fecha: 4 de noviembre de 2022

Evento: Participación en la actividad titulada *Foro hacia una nueva ley de costas*, organizada por la comisión de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de la Cámara de Representantes, en la Escuela de Medicina Tropical.



18. Fecha: 25 de enero de 2023

Evento: Reunión del componente educativo del CEACC con personal de agencias gubernamentales, en el edificio Cruz A. Matos del DRNA.⁹

19. Fecha: 26 de enero de 2023

Evento: Reunión del componente educativo del CEACC con representantes de organizaciones ambientales reconocidas, en el edificio Cruz A. Matos del DRNA.¹⁰

20. Fecha: 6 de febrero de 2023

Evento: Charla educativa a las comunidades de San Juan sobre el cambio climático, en la UPR-Recinto de Río Piedras. Recursos: Dr. Pablo A. Méndez Lázaro y la Dra. Maritza Barreto Orta.¹¹

21. Fecha: 23 de febrero de 2023

Evento: Charla educativa a las comunidades de la región este sobre el cambio climático, en la UPR-Recinto de Humacao. Recursos: Dr. Rafael Méndez Tejeda y la Dra. Ada R. Monzón.¹²

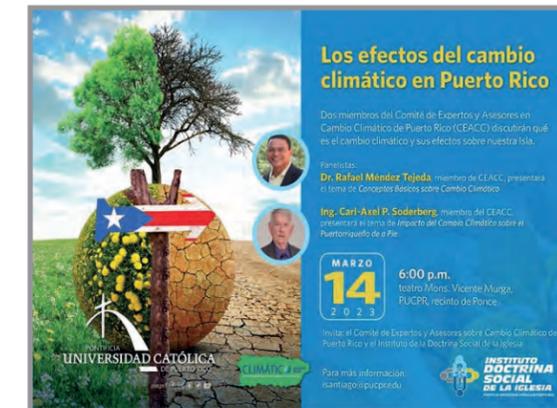
⁹ Participaron representantes del Departamento de Desarrollo Económico y Comercio, la Oficina de Gerencia de Permisos, el Negociado de Energía, la Junta de Planificación, Departamento de la Vivienda, Departamento de Transportación y Obras Públicas, Departamento de Salud, Departamento de Educación, Compañía de Turismo de Puerto Rico, Departamento de Agricultura, Autoridad de Energía Eléctrica, Autoridad de Edificios Públicos, Autoridad de Puertos de Puerto Rico, Autoridad de Acueductos y Alcantarillados y el DRNA.

¹⁰ Participaron el Estuario de la Bahía de San Juan, 7 Quillas Grupo Tortuguero San Juan, Sociedad Ambiente Marino, Sea Grant de Puerto Rico, Para La Naturaleza, Scuba Dogs Society y Sierra Club de Puerto Rico.

¹¹ Participaron 19 personas, representantes de NOAA y FEMA, la Compañía de Turismo de Puerto Rico, representantes del *Caribbean Center for Rising Seas*, catedráticos de la Universidad de Puerto Rico, recintos de Cayey y Río Piedras, representantes del sector social y estudiantes graduados y subgraduados.

¹² Participaron estudiantes subgraduados de la UPR - Recinto de Humacao, catedráticos universitarios y escuelas privadas (ej., *Palmas Academy* y *Colegio Roque Díaz Tizol*), para un total de 271 personas: 183 participantes presenciales y 88 por vía virtual.





22. Fecha: 23 de febrero de 2023

Evento: Reunión del componente educativo del CEACC con universidades privadas y públicas de Puerto Rico, en el edificio Cruz A. Matos, del DRNA.¹³

23. Fecha: 9 de marzo de 2023

Evento: Grupo focal virtual con líderes académicos sobre la salud pública y el cambio climático, a través de la plataforma en línea de Zoom.¹⁴

¹³ Participaron representantes de la UPR, Universidad Ana G. Méndez, Universidad Interamericana de Puerto Rico, *National University College*, *Dewey University* y el Negociado de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres de Puerto Rico.

¹⁴ Participaron el Dr. José Seguinot Barbosa (UPR, Recinto de Ciencias Médicas), Dra. Isabel Rivera Collazo (Universidad de California, San Diego), Dra. Ana P. Ortiz Martínez de Andino (UPR, Recinto de Ciencias Médicas) y la Dra. Carissa Cabán Alemán (práctica privada en psiquiatría).

24. Fecha: 10 de marzo de 2023

Evento: Grupo focal virtual con líderes del sector de salud sobre la salud pública y el cambio climático, a través de la plataforma en línea de Zoom.¹⁵

25. Fecha: 14 de marzo de 2023

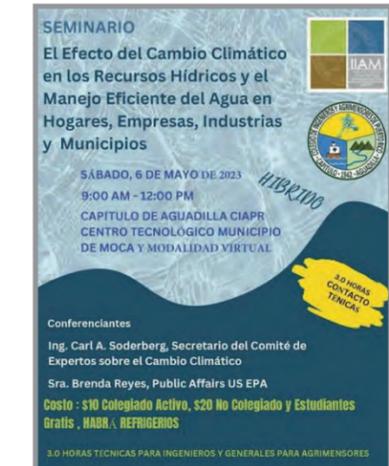
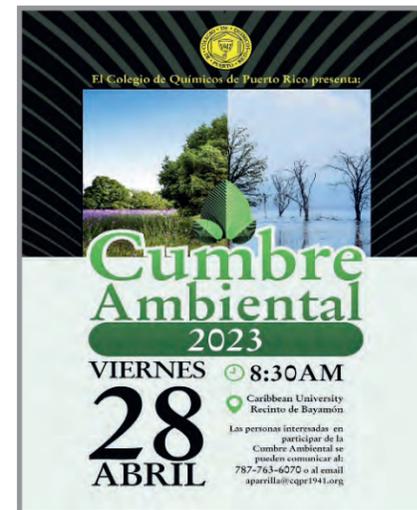
Evento: Charla educativa a las comunidades de la región sur sobre el cambio climático, en la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico. Recursos: Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y el Dr. Rafael Méndez Tejeda.

26. Fecha: 24 de marzo de 2023

Evento: Grupo focal virtual con líderes del Departamento de Salud sobre la salud pública y el cambio climático, a

¹⁵ Participaron representantes de las organizaciones Brigadas Salubristas, Taller Salud, *Puerto Rico Public Health Trust*, *Sociants* y la Corporación de Servicios de Salud Primaria y Desarrollo Socioeconómico El Otao (COSSAO).

través de la plataforma en línea de Zoom. Para los grupos focales se establecieron guías que consistieron en 5 intervenciones dirigidas a (1) conocer los efectos del cambio climático en la salud pública; (2) identificar el conocimiento de estudios sobre el cambio climático y la salud pública en términos generales y para Puerto Rico; (3) conocer sobre colaboraciones relacionadas con el cambio climático y la salud; (4) identificar los mayores retos, oportunidades y brechas identificadas en el trabajo sobre el cambio climático y la salud pública, y (5) identificar cursos de acción recomendados, con ejemplos particulares y detallados.



27. Fecha: 28 de marzo de 2023

Evento: Reunión del componente educativo del CEACC con representantes de la empresa privada y el climatólogo del Estado, en el edificio Cruz A. Matos del DRNA.¹⁶

28. Fecha: 13 de abril de 2023

Evento: Charla educativa a las comunidades del área oeste sobre el cambio climático, en la UPR - Recinto de Mayagüez. Participaron las miembros permanentes del CEACC, Dra. Maritza Barreto Orta y Dra. Ada R. Monzón.

¹⁶ Participaron representantes de entidades como Biosphera L3C, UNA-USA PR, Cámara de Mercadeo, Industria y Distribución Alimentos, Asociación de Constructores de Puerto Rico, Compañía de Turismo de Puerto Rico, Asociación de Restaurantes de Puerto Rico, Centro Unido de Detallistas, UPR-Recinto de Mayagüez y la Coalición de Reciclaje de Puerto Rico.

29. Fecha: 28 de abril de 2023

Evento: Participación en la Cumbre Ambiental 2023, auspiciada por el Colegio de Químicos de Puerto Rico en la *Caribbean University*, Recinto de Bayamón.¹⁷ Participaron el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral, el Dr. Rafael Méndez Tejeda y la Dra. Keyla Soto Hidalgo.

30. Fecha: 6 de mayo de 2023

Evento: Participación del Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral en el seminario titulado "El efecto del cambio climático en los recursos hídricos y el manejo eficiente del agua en hogares, empresas, industrias y municipios", celebrado en el Municipio de Moca.

¹⁷ Participaron el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral, Dra. Keyla T. Soto Hidalgo, arq. Fernando Abruña, Dr. Rafael Méndez Tejeda y el Dr. Neftalí García.

31. Fecha: 9 de mayo de 2023

Evento: Charla educativa sobre el cambio climático, en la UPR - Recinto de Arecibo. Participaron el Dr. Rafael Méndez Tejeda, Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y el Dr. José J. Hernández Ayala.

32. Fecha: 15 de agosto de 2023.

Evento: Charla educativa en coordinación con One Stop Career Center (OSCC) of Puerto Rico con la comunidad de Jardines de Berwind en San Juan. Invitados: Comité de trabajo comunitario y residentes de la comunidad Jardines de Berwind y equipo de trabajo del programa de Planificación Integral de la Resiliencia Comunitaria (WCRP) de OSCC. Lugar: Centro Comunal del Condominio Jardines de Berwind, San Juan, Puerto Rico.



33. Fecha: 31 de agosto de 2023

Evento: Charla educativa en coordinación con OSCC of Puerto Rico con las comunidades de San José, Villa Calma I, Villa Calma II, Ingenio y Villas del Sol en Toa Baja. Invitados: Miembros del comité de trabajo comunitario y residentes de las comunidad mencionadas. Equipo de trabajo del programa de WCRP de OSCC. Lugar: Centro de la Asociación de Comunidades Unidas Tomando Acción Solidaria (ACUTAS), Toa Baja, Puerto Rico. Participaron el Dr. Rafael Méndez Tejeda y el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral.

34. Fecha: 15 de septiembre de 2023

Evento: Charla educativa en coordinación con OSCC con la comunidad del barrio Peñuelas en Santa Isabel. Invitados: Miembros del comité de trabajo comunitario y residentes

de la comunidad Peñuelas y equipo de trabajo del WCRP de OSCC. Lugar: Cancha bajo techo de la comunidad Peñuelas, Santa Isabel, Puerto Rico. Participaron la Dra. Maritza Barreto Orta y el Dr. Pablo Méndez Lázaro.

35. Fecha: 28 de septiembre de 2023

Evento: Conferencia de prensa del CEACC para presentar el borrador del Plan MARCC de Puerto Rico en la UPR-Carolina.

36. Fecha: 29 de septiembre de 2023

Evento: Entrevista radial al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y la Dra. Maritza Barreto sobre el borrador del Plan MARCC y el anunciado proceso de vistas públicas con la periodista Milly Méndez por Radio Isla, 1320 AM.

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el borrador del Plan MARCC y el proceso de vistas públicas con el periodista Luis José Moura por Radio Leo 1170 AM.

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el borrador del Plan MARCC y el proceso de vistas públicas por WAPA Radio 680 AM.

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y al Dr. Rafael Méndez Tejeda sobre el borrador del Plan MARCC y el proceso de vistas públicas, con la periodista Carmen Jovet por Notiuno 630 AM.

37. Fecha: 3 de octubre de 2023

Evento: Entrevista radial al Dr. Rafael Méndez Tejeda y al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el borrador del Plan MARCC y el proceso de vistas públicas, con la periodista Delvis Griselle Ortiz, en WIAC 740 AM.

38. Fecha: 9 de octubre de 2023

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el borrador del Plan MARCC con la periodista Damaris Suárez por Radio Isla 1320 AM.



39. Fecha: 17 de octubre de 2023

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el Plan MARCC con la periodista Debra Feliciano Ledée por WALO Radio, 1240 AM.¹⁸

40. Fecha: 23 de octubre de 2023

Evento: Entrevista al Dr. Rafael Méndez Tejeda con la Dra. Ada Monzón en Noticentro de WAPA-TV, canal 4.

41. Fecha: 24 de octubre de 2023

Evento: Conferencia sobre el borrador del Plan MARCC en Puerto Rico a cargo de los miembros del CEACC con motivo Día Internacional del Cambio Climático.¹⁹ En la UPR-Carolina.

¹⁸ Véase en <https://waloradio.com/convocan-a-vistas-publicas-sobre-cambio-climatico-en-humacao/>.

¹⁹ El evento contó con la presencia de reporteros de los canales 2, 4, 6 y 11. Véase reseña periodística en: <https://www.elvocero.com/>

Evento: Participación del Dr. Rafael Méndez Tejeda en reportaje periodístico de *El Vocero*, "La ola de calor llegó para quedarse".²⁰

42. Fecha: 30 de octubre de 2023

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el cambio climático y próximo inicio del proceso de vistas públicas con la periodista Carmen Jovet, en Notiuno 630 AM.

43. Fecha: 6 de noviembre de 2023

Evento: Entrevista a la Dra. Maritza Barreto y el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre comienzo de vistas públicas

gobierno/agencias/v-deos-cient-ficos-aseguran-que-los-datos-para-hacerle-frente-al-cambio-clim-tico/article_1735f4e6-72a2-11ee-901a-a3f6bcd0d674.html

²⁰ Gracia C. (24 de octubre de 2023). "La ola de calor llegó para quedarse". *El Vocero*. <https://issuu.com/vocero.com/docs/v10242023>

en Humacao, con la periodista Debra Feliciano Ledée por WALO Radio, 1240 AM.

44. Fecha: 8 de noviembre de 2023

Evento: Divulgación de información sobre el comienzo de las vistas públicas en torno al borrador del Plan MARCC en Humacao. Periódico *El Oriental*,²¹ región este.

Evento: Conferencia del Dr. Pablo Méndez Lázaro en actividad sobre el cambio climático, coordinada por la Oficina de Ética Gubernamental.

45. Fecha: 10 de noviembre de 2023.

Evento: Vista pública presencial sobre el borrador del Plan MARCC, en la UPR- Humacao.

²¹ Véase en <https://issuu.com/regionaldigital.com/docs/ed2334>



46. Fecha: 13 de noviembre de 2023

Evento: Entrevista radial al Dr. Rafael Méndez Tejeda y el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral en Radio Católica de Ponce sobre el Plan MARCC y para invitar al público a participar en las vistas públicas sobre el borrador.

47. Fecha: 14 de noviembre de 2023

Evento: Divulgación de información por parte del Dr. Pablo Méndez Lázaro, Dr. Rafael Méndez Tejeda y el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre próximas vistas públicas en Ponce, con el profesor Israel Santiago, a través de Católica Radio.

48. Fecha: 15 de noviembre de 2023

Evento: Entrevista a la Dra. Maritza Barreto Orta y el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el borrador del Plan MARCC y anuncio de vistas públicas en Ponce, con la periodista Vivien Mattei, por WPAB 550 AM, Ponce.²²

²² Disponible en: https://www.ivoox.com/artesacralizante-homenaje-a-lola-campechada-sangermena-audios-mp3_rf_119567551_1.html

49. Fecha: 17 de noviembre de 2023

Evento: Vista pública presencial del borrador del Plan MARCC, en la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, Recinto de Ponce.

50. Fecha: 20 de noviembre de 2023

Evento: Participación del Dr. Rafael Méndez Tejeda en reunión con el Servicio Nacional de Meteorología en San Juan sobre informe histórico de lluvias y cambio climático.

51. Fecha: 30 de noviembre de 2023

Evento: Participación del Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral en foro sobre infraestructura organizado por la Cámara de Comercio. El experto habló sobre el proceso de vistas públicas en torno al borrador del Plan MARCC.

52. Fecha: 1 de diciembre de 2023

Evento: Vista pública presencial sobre el borrador del Plan MARCC, en la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez.

53. Fecha: 2 de diciembre de 2023

Evento: Participación del Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral en el programa de entrevistas Síntesis Noticiosa, con el periodista Miguel Díaz Román, sobre Puerto Rico ante el cambio climático.²⁴

54. Fecha: 6 de diciembre de 2023

Evento: Divulgación de información sobre el borrador del Plan MARCC y el proceso de vistas públicas, en el semanario Visión, región suroeste.²⁵

²³ Acosta Vilanova, A. (1 de diciembre de 2023). “Urge hacer frente al cambio climático”. *El Vocero* (edición especial 10mo. Aniversario). <https://issuu.com/vocero.com/docs/v12012023>

²⁴ Véase en: <https://www.sintesisnoticiosa.com/informe-semanal-1-de-diciembre-de-2023/>.

²⁵ Matos, S. (6 de diciembre de 2023). “Cambio climático: un reto creciente para las costas de Puerto Rico”. *Visión*. <https://periodicovision.com/cambio-climatico-un-reto-creciente-para-las-costas-de-puerto-rico/>.



55. Fecha: 8 de diciembre de 2023

Evento: Vista pública presencial y virtual sobre el borrador del Plan MARCC, en la UPR-Carolina.

56. Fecha: 9 de diciembre de 2023

Evento: Vista pública virtual del borrador del Plan MARCC, en la UPR-Carolina.

57. Fecha: 14 de diciembre de 2023

Evento: Entrevista radial al Dr. Rafael Méndez Tejeda con el Centro de Periodismo Investigativo.

58. Fecha: 24 de enero de 2024

Evento: Conferencia del Dr. Rafael Méndez Tejeda en la actividad Educación Ambiental y Cambio Climático con la charla titulada: Cambio climático y su efecto en los centros reguladores del clima. La actividad fue coordinada por el Departamento de Educación (DE). Lugar: Sala de los Secretarios, en las oficinas centrales del DE.

59. Fecha: 24 y 25 de enero de 2024

Evento: Entrevista al Dr. Pablo Méndez Lázaro sobre el cambio climático, con la comentarista Inés Quiles, por Radio Isla 1320 AM.

60. Fecha: 26 de enero de 2024

Evento: Conferencia del Dr. Pablo Méndez Lázaro como parte de la actividad Fenómenos Climáticos Extremos, coordinada por el DE en Humacao.

61. Fecha: 7 de febrero de 2024

Evento: Entrevista al Dr. Rafael Méndez Tejeda sobre el cambio climático y categoría de los huracanes, por El Vocero.

62. Fecha: 13 de febrero de 2024

Evento: Entrevista al Dr. Pablo Méndez Lázaro sobre el cambio climático, con la comentarista Inés Quiles, por Radio Isla 1320 AM.

Evento: Entrevista al Dr. Rafael Méndez Tejeda sobre el cambio climático, en WIAC 740 AM.

63. Fecha: 14 de febrero de 2024

Evento: Entrevista al Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral sobre el cambio climático, con la periodista Milly Méndez por Radio Isla 1320 AM.

64. Fecha: 16 de febrero de 2024

Evento: Reseña periodística Urge hacer buen uso del agua ante sequía, en El Vocero. Participan como entrevistados el Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y el Dr. Rafael Méndez Tejeda.²⁶

²⁶ Cruz, A. (16 de febrero de 2024). Urge hacer buen uso del agua ante sequía. El Vocero. https://www.elvocero.com/actualidad/urge-hacer-buen-uso-del-agua-ante-sequ-a/article_5d89fd9a-cc50-11ee-ae35-fb2b4a9a6712.html.

65. Fecha: 20 de febrero de 2024

Evento: Entrevista al Dr. Rafael Méndez Tejeda sobre el cambio climático, por Telemundo Internacional.

66. Fecha: 23 de febrero de 2024

Evento: Primer Congreso de Educación Ambiental, Cambio Climático y Desarrollo Sostenible, organizado la Facultad de Educación de la UPR-Río Piedras. Participaron por el CEACC la Dra. Ada Monzón, Dra. Maritza Barreto, Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral y Dr. Rafael Méndez Tejeda. Asistieron 350 maestros de todos los niveles de las siete regiones del DE, escuelas Montessori, municipales y colegios.²⁷

67. Fecha: 12 de marzo de 2024

Evento: Entrevista a la Dra. Ada Monzón sobre aumento en las temperaturas y sus efectos sobre Puerto Rico, en el programa Cuarto Poder, WAPA-TV, canal 4.

70. Participación en el Simposio de Reaseguro: Lecciones aprendidas y perspectivas para el 2024. El Ing. Carl-Axel P. Soderberg Mayoral presentó la conferencia El impacto del cambio climático sobre la infraestructura de Puerto Rico. En San Juan, Puerto Rico.

	Anfiteatro #1 10:30-11:10 am - Conferencia: <i>Cambio Climático y el Efecto en los Reguladores del Clima</i> Dr. Rafael Méndez Tejeda – Director del Centro de Investigaciones Multidisciplinarias, UPR Carolina, Miembro del Comité de Expertos y Asesores en Cambio Climático del Gobierno de Puerto Rico.
	Anfiteatro # 2 10:30- 10:55 am: Conferencia: <i>Los Retos del Recurso Agua y la Crisis ante el Cambio Climático</i> Dr. Carl Axel Soderberg Director Ejecutivo de AIDIS, Ex-director de la EPA- Región de Puerto Rico. Miembro del Comité de Expertos y Asesores en Cambio Climático del Gobierno de Puerto Rico
	Anfiteatro # 3: 10:30- 11:10 am - Conferencia- taller: <i>Hablemos de Erosión Costera y sus herramientas de estudio geoespacial</i> Dra. Maritza Barreto Orta - Catedrática de la Escuela Graduada de Planificación del Recinto de Río Piedras, Investigadora Principal del Instituto de Investigación y Planificación Costera de Puerto Rico y Miembro del Comité de Expertos y Asesores sobre el Cambio Climático del Gobierno de Puerto Rico

SEMINARIO
El Efecto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y el Manejo Eficiente del Agua en Hogares, Empresas, Industrias y Municipios

SÁBADO, 6 DE MAYO DE 2023
9:00 AM - 12:00 PM
CAPITULO DE AGUADILLA CIAPR
CENTRO TECNOLÓGICO MUNICIPIO DE MOCA Y MODALIDAD VIRTUAL

Conferenciantes
Ing. Carl A. Soderberg, Secretario del Comité de Expertos sobre el Cambio Climático
Sra. Brenda Reyes, Public Affairs US EPA

Costo: \$10 Colegiado Activo, \$20 No Colegiado y Estudiantes Gratis. **NADA DE REFRIGERIOS**

3.0 HORAS TÉCNICAS PARA INGENIEROS Y GENERALES PARA ABURRIMIENTOS

Alimentos, Asociación de Constructores de Puerto Rico, Compañía de Turismo de Puerto Rico, Asociación de Restaurantes de Puerto Rico, Centro Unido de Detallistas, UPR-Recinto de Mayagüez y la Coalición de Reciclaje de Puerto Rico. Participaron el Ing. Car-Axel P. Soderberg Mayoral, Dra. Keyla T. Soto Hidalgo, Arq. Fernando Abruña, Dr. Rafael Méndez Tejeda y el Dr. Neftalí García.

²⁷ Véase en: <https://educacion.uprrp.edu/edu-digital/2024/02/27/congreso-de-educacion-ambiental-cambio-climatico-y-desarrollo-sostenible/>

Guía para la revisión curricular e integración de temas desde K-12 para escuelas públicas y privadas

Tema transversal: conciencia ambiental y ecológica

TEMAS GENERADORES Y SUS INDICADORES

1. Cambio climático y sus manifestaciones en Puerto Rico

- ¿Qué es el cambio climático y por qué ocurre?
- Gases de efecto invernadero y sus emisiones.
- Cambios en la temperatura atmosférica, fenómeno isla de calor, fuegos forestales.
- Sistemas ciclónicos: huracanes, tormentas y frentes de frío.
- Aumento del nivel del mar.
- Acidificación de los océanos.
- Altas temperaturas en el océano y sus efectos.
- Calidad de aire (episodios del polvo de Sahara, hongos, esporas y polen).
- Huella ecológica.
- Justicia climática.
- Valores, empatía y tolerancia ante el cambio climático.

2. Manejo de residuos de los residuos sólidos

- Generación y manejo de los residuos y desperdicios.
- Reúso, reducción y reciclaje.
- Vida útil de los rellenos sanitarios.

3. Recursos hídricos

- Consumo del recurso agua en Puerto Rico, ¿de dónde sacamos el agua y cuánto consumimos?

- Aguas superficiales y escorrentías.
- Acuíferos (localización, funcionamiento, recarga, contaminación e intrusión salina).
- Períodos de sequía.
- Efectos del cambio climático en el recurso agua a corto y largo plazo, medidas de mitigación.

4. Ecosistemas marinos, zonas costeras y áreas transicionales

- Arrecifes de coral (localización, funcionamiento y fuentes de contaminación).
- Estuarios, lagunas costaneras, praderas de Thalassia, hierbas marinas.
- Zonas costeras (localización, funcionamiento, erosión costera, inundaciones costeras, deterioro de barreras y sus consecuencias).
- Humedales (localización, tipos de humedales, funcionamiento y fuentes de contaminación).
- Efectos del cambio climático en estos ecosistemas a corto y largo plazo, medidas de mitigación.

5. Ecosistemas terrestres

- Bosques de Puerto Rico (tipos de bosques, localización, funcionamiento, fuentes de contaminación y deforestación).
- Cuevas y cavernas.
- Sumideros.
- Efectos del cambio climático en los ecosistemas terrestres a corto y largo plazo y medidas de mitigación.

6. Agricultura

- Nutrición.
- Sostenibilidad de los sistemas alimentarios.
- Inseguridad alimentaria - hambre cero.
- Eficacia del uso de fertilizantes.
- Uso de suelo y restauración de tierras degradadas.
- Manejo de los residuos de los cultivos.

7. Salud

- Salud infantil.
- Cuidado prenatal, planificación familiar y mortalidad materna.
- VIH / SIDA, malaria y enfermedades tropicales.
- Prevención y el tratamiento del abuso de sustancias adictivas.
- Servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y cuidado médico.
- Enfermedades causadas por el calor.
- Enfermedades cardiovasculares.
- Enfermedades respiratorias.
- Enfermedades transmitidas por agua.
- Enfermedades transmitidas por alimentos.
- Enfermedades transmitidas por vectores.
- Salud mental y estrés.
- Vulnerabilidad:
 - poblacional (adultos mayores, niñez y personas con bajos ingresos)
 - sociodemográfica
 - ocupacional

- iv. a base de ubicación
 - v. a base de racismo sistémico
 - vi. a base de género
-
- n. Determinantes sociales de la salud.
 - o. Desigualdades en salud.

8. Energía

- a. Fuentes energéticas renovables y no renovables.
- b. Servicios energéticos asequibles, confiables y modernos.
- c. Consumo energético en Puerto Rico y dependencia energética.

9. Transportación

- a. Sistemas de transporte.
- b. Congestión de tránsito.
- c. Ruido.
- d. Accidentabilidad.
- e. Movilidad urbana sostenible.

Perfil de acciones sostenibles

Esta guía sirve como un diagnóstico de la situación actual de la escuela, centro universitario, negocio, empresa, hospital, agencia. Esto permitirá dar seguimiento a las acciones.

INSTRUCCIONES: REALICE UNA MARCA AL LADO DE CADA INDICADOR, SEGÚN LA ACCIÓN EJERCIDA ACTUALMENTE EN SU ÁREA:

Consumo responsable

- Utilizan bolsas de plástico.
- Utilizan bolsas de papel.
- Uso mínimo de papel (campana para utilizar correos electrónicos u otros medios de comunicación).
- Utilizan artículos promocionales no amigables con el ambiente.
- Realizan inventario de equipos y materiales anualmente.
- Hacen donaciones de los equipos y materiales que no utilizan.
- Realizan venta o entrega de alimentos en envolturas de plástico (comedores, cafetería).
- Utilizan materiales desechables para alimentos, oficinas u otros usos.
- Utilizan platos y vasos permanentes para ofrecer alimentos.
- Utilizan libros de texto.
- Realizan ferias de libros usados o uniformes.
- Ofrecen orientación o talleres sobre el consumo de materiales que no sean de un solo uso.

Residuos sólidos

- Separan los residuos por envases identificados para reciclaje.

- Separan los residuos para composta.
- Se hace acopio de materiales peligrosos.
- Realizan campañas educativas activas sobre reducir, reusar y reciclar.
- Evalúan y reflexionan sobre los mayores residuos generados como parte de buscar medidas de mitigación y orientación al personal o estudiantado.

Energía

- Realizan campañas permanentes de concienciación sobre el gasto energético y cómo ahorrar.
- Hacen cambios a focos solares o de menor consumo.
- Siembran árboles que provean sombra.
- Desconectan todos los aparatos eléctricos.
- Usan calentadores solares y acondicionadores de aire de menor consumo energético.
- Utilizan sensores de movimiento y paneles solares.

Ahorro y cuidado del agua

- Realizan campañas permanentes de concienciación sobre el manejo y cuidado del recurso agua.
- No utilizan productos químicos de limpieza tóxicos para el ambiente.
- Promueven el uso de botellas personales para agua y no la venta de botellas de plásticas.
- Los productos de limpieza y desinfección que utilizan son aprobados como ecoamigables.
- Utilizan líneas de menor cantidad de riego en áreas verdes.
- Poseen cisterna de captación de agua pluvial.

- Poseen sensores de movimiento para las llaves de agua e inodoros.

Bienestar y salud

- Realizan campañas de desayuno y almuerzo nutritivo y mínima generación de residuos.
- Realizan actividades al aire libre.
- Se fomentan actividades para la disminución del sedentarismo.
- Promueven orientaciones sobre alimentación sana y ejercicio.
- Realizan clínicas de salud sobre el cáncer, la diabetes, las enfermedades del corazón y la salud mental, entre otras.

Cuidado de la naturaleza

- Realizan campañas de limpieza de las áreas entre estudiantes y profesores, empleados, entre otros.
- Realizan excursiones con enfoque hacia la conciencia ambiental.
- Participan en actividades relacionadas con viveros, huertos comunitarios o compostas.
- Promueven la compra de productos locales.

Movilidad responsable

- Se promueve el transporte escolar.
- Se fomenta y existe la infraestructura para el uso de bicicletas.
- Se promueve el uso del transporte público o tren urbano.
- Se promueven actividades que incluyan caminatas.

Justicia social y climática

- ___ Se realizan actividades de voluntariado.
- ___ Se conocen y valoran a las comunidades especiales.
- ___ Promueven campañas sobre los valores hacia los seres humanos, animales y recursos naturales.

Participación ciudadana

- ___ Fomentan la conciencia de la importancia de participar activamente como comunidad.
- ___ Se promueve que la comunidad escolar, universitaria y los empleados lean, reflejen y se interesen en las actividades.
- ___ Se realizan actividades artísticas, culturales y ambientales.
- ___ Promueven una actitud respetuosa hacia todos los miembros de la comunidad.

Valores de sustentabilidad

- ___ Se publica información a través de las redes oficiales, boletines o correos electrónicos sobre aspectos de educación ambiental y sustentabilidad aplicados a Puerto Rico.
- ___ Se toman en cuenta las fechas importantes que consideran el medioambiente para anunciarlos o realizar alguna actividad de conciencia.
- ___ Realizan actividades comunitarias de enfoque sustentable que involucre a los estudiantes y al personal, entre otros.
- ___ Se publica en diversos medios electrónicos o impresos información sobre la importancia de cuidar el ambiente con el personal.
- ___ Cuenta con una biblioteca virtual de publicaciones de educación ambiental para compartir la información con el público en general.

Seguridad

- ___ Están informados constantemente sobre los protocolos para el simulacro de terremoto y desalojo.
- ___ Se realizan al menos 2 simulacros al año.
- ___ Se realizan prácticas sobre el contenido de mochilas de emergencias.
- ___ Se orienta a los estudiantes, personal o empleados sobre las medidas de preparación contra desastres naturales al año, incluyendo huracanes.
- ___ Poseen reserva de alimentos, agua, ropa y medicamentos en caso de una emergencia con su personal.

Guía de reforestación para Puerto Rico

GUÍA DE REFORESTACIÓN PARA PUERTO RICO

Introducción

A mediados del siglo XX, el Servicio Forestal de los Estados Unidos de Norteamérica (de ahora en adelante Servicio Forestal) ejecutó un plan de reforestación en las montañas de Luquillo (Marrero, 1948) y en los bosques estatales de la isla (Marrero, 1950).¹ El programa fue motivado por la expansión en el área de los bosques públicos y la necesidad de reforestar los terrenos adquiridos que estaban anteriormente bajo uso agrícola. La reforestación se llevó a cabo en un contexto de investigación y bajo el objetivo de convertir áreas deforestadas en bosques productivos desde el punto de vista de la producción de madera. Hoy, unos 75 años después, y a pesar de la expansión de la cobertura de bosques en Puerto Rico, es necesario establecer un programa de reforestación que atienda las necesidades del presente. Esta guía de reforestación se beneficia de las lecciones aprendidas en el pasado y por eso comenzamos examinando las experiencias y lecciones aprendidas durante la década de 1940. Con esa base de información es posible desarrollar un plan de reforestación más efectivo para el Puerto Rico del siglo XXI.

¹ La reforestación a gran escala en Puerto Rico comenzó en 1920-1922 en Maricao y Guánica, y siguió en 1934 en el Bosque Nacional del Caribe, donde para 1945 se habían sembrado 4,055,966 plántulas y 44,689 libras de semilla en Luquillo, así como 3,090,265 plántulas y 18,899 libras de semilla en Toro Negro.

La Reforestación de los bosques públicos en la década del 1940

La magnitud del proyecto

El Servicio Forestal invirtió durante 14 años más de \$500,000 (sobre \$8,355,000 en dólares de 2023) en la reforestación del Bosque Nacional del Caribe (hoy Bosque Nacional de El Yunque y de ahora en adelante Bosque Nacional). Reforestaron 3,926 acres (4,042 cuerdas). Luego, el Servicio Forestal emprendió otro proyecto de reforestación en los bosques públicos (estatales) de Puerto Rico, y cubrió 16,000 acres (16,474 cuerdas). Entre los dos proyectos de reforestación utilizaron 54 especies de árboles (30 nativas y 26 no nativas), 20,189,762 plántulas y 154,818 libras de semilla (apéndice 1). La importancia de estos dos proyectos para el programa de reforestación del siglo XXI incluye:

- Es la reforestación más grande hasta el momento en el Caribe.
- Se llevó a cabo científicamente documentando aciertos, desaciertos y costos.
- Incluyó una porción importante de la diversidad de condiciones de clima, suelos y topografía en Puerto Rico.
- Utilizaron un número importante de especies, tanto nativas como no nativas.
- Documentaron el crecimiento por especie y las condiciones en las que crecían.
- Incluyeron el costo de replantar para asegurar el éxito de la reforestación.
- Gran parte de la información recopilada es aplicable en el siglo XXI, incluyendo lecciones aprendidas que se discuten luego en este informe.

Cuando el Servicio Forestal condujo la reforestación de los bosques públicos de Puerto Rico, la situación social y ecológica era distinta a la de hoy. Puerto Rico era una isla rural en pleno proceso de abandono de terrenos agrícolas, los cuales estaban degradados por usos intensivos a través de muchas décadas. La selección de especies obedecía al objetivo de restaurar los suelos con aquellas cuya madera fuese de utilidad comercial. La mano de obra era diestra en el manejo de implementos agrícolas necesarios para cultivar plántulas, coleccionar semillas, sembrar árboles, preparar terrenos para la siembra y desyerbar las plantaciones. El conocimiento técnico necesario para asegurar una reforestación efectiva no existía para el neotrópico y se desarrolló con estos proyectos.

Costos²

Los costos basados en hombres hora y corregidos por inflación representan una guía para el siglo XXI, cuando los objetivos de la reforestación y la selección de especies son más amplios. Es notable que el costo de reforestación de un acre se duplica al tener que replantar áreas con alta mortandad de árboles y tener que mantener la siembra por cinco años. La causa del aumento en costos es el desyerbe, que cuesta tanto como la siembra de plántulas (tabla 1).

Los costos de reforestación varían de acuerdo con la diversidad de condiciones bajo las cuales se plantan y replantan los árboles (tabla 2). Las zonas secas y de manglares son menos costosas para reforestar que las zonas del karso o las zonas montañosas lluviosas, que son las más caras para reforestar. El costo está asociado con el problema de controlar la vegetación que compite con los árboles sembrados.

² No incluyen gastos generales fijos.

Unidad forestal	Plantío inicial	Costo cumulativo* (\$ 2023)		
		Plantío inicial más replantación	Desyerbe	Total
Luquillo	\$492.28	\$587.52	\$541.40	\$1,128.93
Toro Negro	\$374.30	\$551.60	\$537.73	\$1,089.32
Todo el bosque	\$453.18	\$575.66	\$540.23	\$1,115.89

* A cinco años.

Tabla 1. Costo por acre ajustado a dólares de 2023 para la reforestación de tierras abandonadas en el Bosque Nacional del Caribe (Marrero, 1948).

Un acre es igual a 1.0296308078 cuerdas.

Épocas de siembra

Saber cuándo sembrar determina el éxito de una reforestación. Los costos de una reforestación aumentan si la siembra coincide con una sequía y si es necesario regar los árboles. Las recomendaciones en la tabla 2 deben validarse para lugares específicos tomando en consideración los patrones climáticos del presente.

Materiales	
Plantas de vivero	\$3.00 por mil árboles
Plantas en tiestos	\$8.00 por mil árboles
Plántulas silvestres	\$4.50 por mil árboles
Semilla de	\$0.30 a \$1.80 por mil semillas
Actividades	
	\$
Preparación del terreno promedio: 13 hombres-días por acre	988.00
Preparación del terreno costo menor: 6 hombres-días por acre	456.00
La siembra promedio: 10 hombres-días por acre	760.00
Siembra directa de semillas: 3 hombres-días por acre	228.00
Replantación: 15 hombres-días por acre	1,140.00
Replantación en Guajataca y Río Abajo: 5 hombres-días por acre	380.00
Replantación en Susúa y Mona: 6 hombres-día por acre	456.00
5 años de desyerbe en zonas montañosas húmedas: 42 hombres-día por acre	3,192.00
5 años de desyerbe en el karso: 16 hombres-día por acre	1,216.00
5 años de desyerbe en zonas secas: 7 hombres-día por acre	532.00
Costo total por cinco años en las montañas húmedas: 77 hombres-día por acre	5,852.00
Costo total por cinco años en la zona del karso: 38 hombres-día por acre	2,888.00
Costo total por cinco años en zonas secas: 34 hombres-días por acre	2,584.00
Reforestar manglares: 3 a 8 hombres-días por acre	228.00 a 608.00
Remoción de <i>Achrostichum</i> : 20 hombres-días por acre	1,520.00

Tabla 2. Costos de reforestación de los bosques estatales en la década de 1940 de acuerdo con Marrero (1950). Los datos originales están en la primera columna y se actualizaron corrigiendo por inflación en las columnas a la derecha. Los dólares por acre son a base de 8 horas de trabajo por día y salario de \$9.50 por hora. Un acre es igual a 1.0296308078 cuerdas.

Lugar	Meses de Siembra	Observaciones
Carite	Temprano en mayo y tarde en noviembre.	A elevaciones bajas como Patillas, la siembra debe descontinuarse a mediados de noviembre.
Guajataca	Temprano en mayo y tarde en octubre.	
Guánica	De mediados de agosto a mediados de octubre.	Mayo es un mes húmedo en la costa sur, pero es seguido por sequía, por lo que la siembra debe posponerse hasta agosto.
Guilarte	Temprano en marzo a tarde en noviembre.	
Manglares	Todo el año.	Dependiendo de la disponibilidad de material vegetativo.
Maricao	Mediano abril a tarde en octubre.	
Isla de Mona	Temprano en septiembre a tarde en octubre.	
Río Abajo	Mediados de abril a tarde en noviembre.	
Susúa	Temprano en agosto a tarde en octubre.	Mayo es un mes húmedo en la costa sur, pero es seguido por sequía, por lo que la siembra debe posponerse hasta agosto.
Luquillo/ Toro Negro	Época lluviosa de verano y otoño.	Cortos períodos sin lluvia (dos semanas) pueden secar el suelo superior (<i>top soil</i>) y ser catastróficos para la siembra, a pesar de que la lluvia llegue al promedio. En Toro Negro este fenómeno es menos notable.

Tabla 3. Meses o épocas de siembra recomendadas por Marrero (1948, 1950) para distintos lugares de Puerto Rico. Ante la posibilidad de cambios en el clima o ante la variabilidad del clima, estas recomendaciones no son absolutas y deben validarse.

Porcentajes de sobrevivencia		
Alta: 50 – 100	Media: 25 – 50	Baja: 0 – 25
Ausubo	<i>Albizzia lebeck</i>	Algarrobo
Capá Blanco	Fresno de Hawái	Casuarina
<i>Eucalyptus resinifera</i>	Caoba hondureña	Ceiba
<i>Eucalyptus robusta</i>	Capá prieto	Dalberhia
Guaraguao	Cassia de siam	Caoba dominicana
Guayabota*	Higuerillo	<i>Eucalyptus citriodora</i>
Jácana*	Pomarrosa	Maricao
Maga		Moca
María*		Cedro (<i>C. mexicana</i>)
Nuez moscada*		Tabonuco
Pomarrosa*		Teca
Roble		Tortugo amarillo

*Siembra de semillas.

Tabla 4. Sobrevivencia de distintas especies utilizadas para la reforestación en Puerto Rico (Marrero, 1948).

Sobrevivencia de especies plantadas

La tabla 4 presenta una idea de las expectativas de sobrevivencia de distintas especies clasificadas de acuerdo con el porcentaje de plántulas o semillas plantadas que sobreviven. Se presentan tres categorías: las de alta, media y baja sobrevivencia. Estos datos aplican solamente al experimento en el Bosque Nacional (Marrero, 1948).

Especies recomendadas y no recomendadas para la reforestación

Los apéndices 2-5 contienen los resultados de la adaptabilidad de especies arbóreas a las condiciones donde el Servicio Forestal reforestó en la década de 1940 (Marrero, 1948, 1950) para el Bosque Nacional, las montañas centrales y del este, la región de las calizas (el karso húmedo y seco) y la región de serpentina (suelos ultramáficos) de Puerto Rico (respectivamente). Los resultados clasifican el

comportamiento de cada especie en una de tres categorías: prometedoras, dudosas y sin éxito. Citando a Marrero (1948, p. 202):

Las especies enumeradas como “prometedoras” parecen adaptarse a la plantación en el sitio en cuestión y aparentemente rendirán los mejores productos posibles de ese sitio. Las especies catalogadas como “dudosas” muestran menor capacidad para formar las plantaciones deseables ya sea porque su adaptación está en duda o porque tengan mala forma, crecimiento más lento o rinden productos inferiores a otras especies más prometedoras. Las especies catalogadas como “sin éxito” no sobrevivieron después de extensivas pruebas ya sea porque no se adaptan al sitio o son susceptibles a los ataques de insectos, enfermedades o ratones o si han sobrevivido ha sido produciendo árboles de tan mala forma o cualidad que es de esperarse rindan solo leña.

La información en esos apéndices y en la literatura relacionada sirve de guía en la selección de especies para la reforestación en Puerto Rico. No se incluye en los apéndices la experiencia con la reforestación en manglares. La reforestación de manglares no es recomendable en zonas arenosas hacia la playa en lagunas costeras. Sin embargo, en suelos lodosos hacia tierra adentro, donde llegan sedimentos terrestres, el mangle blanco fue prometedor y el mangle rojo fue prometedor cuando el agua es más profunda. El mangle negro resultó dudoso.

Lecciones aprendidas

La lección más importante y relevante para la reducción de costos de reforestación y, al mismo tiempo, el aumento de la efectividad del proceso fue la siguiente (p 205):

La lección sobresaliente no trata tanto de los detalles de los tratamientos que fracasaron o que tuvieron éxito sino más bien la importante lección que la Naturaleza en los trópicos es muy compleja y que cualquier plan para reglamentarla debe efectuarse en pequeña escala experimental por algún tiempo antes de aden-

trarse en un programa a gran escala. En este caso la preponderancia de la Naturaleza aparece señalada por un gran número de árboles seleccionados por *ella* y no por *nosotros* y que hemos tenido que aceptar como parte de las plantaciones actuales (énfasis de Marrero).

Esta lección es un reconocimiento de la complejidad de la reforestación y la importancia de la ciencia y la ecología para apoyar las acciones dasonómicas o forestales. Con esta lección, Marrero, que comenzó sus estudios utilizando el método de prueba y error, termina utilizando métodos y conocimiento científicos para minimizar costos y evitar fracasos en las siembras de árboles. Estudios posteriores han cimentado este punto de vista enfatizando la historia natural de las especies y sus adaptaciones a condiciones particulares del ambiente (Francis y Liogier, 1991; Francis, 1995; McCormick, 1995; Francis y Lowe, 2000; Lugo y Zimmerman, 2002).

Las siguientes sugerencias y lecciones adicionales reportadas por Marrero (1948, 1950) son relevantes para el plan de reforestación del siglo XXI. La lista no se presenta en orden de importancia ya que, bajo condiciones particulares, cualquier sugerencia o lección puede ser determinante.

- Plántulas entre 12 y 24 pulgadas de alto se consideran óptimas para la siembra, sin embargo distintas especies difieren en este aspecto y Marrero reporta estas diferencias.
- Es innecesario remover toda la vegetación de los lugares a reforestarse. Tales remociones aumentan el costo de las operaciones sin beneficio a la reforestación.
- A cada árbol sembrado se le establece una corona de 2 a 3 pies de diámetro donde se remueve la vegetación herbácea incluyendo los bejucos.
- Un espaciamiento de 6 × 6 pies u 8 × 8 pies es recomendable para plantaciones.
- El desyerbe y corte de bejucos se debe hacer anualmente (a veces cada tres meses) hasta que los árboles superen la vegetación herbácea (en ocasiones hasta 11 años).

- En lugares degradados es recomendable usar las especies con mayor crecimiento bajo esas condiciones.
- Los fracasos de las siembras incluyen: baja sobrevivencia de la especie, competencia intensa de vegetación herbácea, falta de información sobre la adaptabilidad de las especies y la complejidad ecológica que influye en el resultado de la actividad, y el uso de personal sin experiencia.
- Brigadas pequeñas con personal experimentado mejoran significativamente la efectividad de la reforestación.
- La siembra de especies nativas de sucesión tardía en suelos degradados es una causa mayor del fracaso de la plantación. Esto es contrario a la ecología, que demanda especies de sucesión temprana para estos sitios.
- Los sitios para reforestarse deben ser clasificados incluyendo sus condiciones climáticas, edáficas y topográficas. Las topográficas deben incluir si la superficie es cóncava o convexa, ya que esto es determinante para el crecimiento de las especies.
- Factores fisiográficos como la pendiente, aspecto, exposición y posición topográfica se consideran por separado, pues sus efectos son más sutiles que el clima, el suelo o la topografía.
- La clasificación de los sitios es parte de un estudio de sitio que debe llevarse a cabo antes de comenzar el trabajo de campo. Tal estudio es crítico para planificación efectiva del trabajo de reforestación.
- Reconocieron seis técnicas de plantación que varían con el sitio y las especies a sembrarse, e incluyen: tipo de material vegetativo a utilizarse, espaciamiento, combinación de especies, desyerbe y remoción de bejucos, poda y liberación.
- Especies con semillas grandes se pueden sembrar directamente. En estos casos se observa generalmente una alta sobrevivencia.
- La poda es cara y de dudable efectividad, por lo que requiere análisis y buena justificación antes de aplicarse. El comején es efectivo removiendo ramas muertas.
- La regeneración natural es una alternativa viable a la siembra y antes de descartarla debe haber seguridad de que se

puede establecer un bosque superior al que se regenera naturalmente.

- Antes de plantar, se deben identificar los árboles presentes que puedan ser incorporados al programa de reforestación.
- Solamente sembrar especies prometedoras.
- Resembrar tan pronto se observen mortandades, preferiblemente el mismo año.
- Se deben utilizar brinzales silvestres siempre que estén disponibles.
- Es imperativo continuar la investigación en apoyo a la reforestación y conservación de los bosques.
- Se siembra lo que se puede mantener.

Contexto social-ecológico del siglo XXI

Para que un plan de reforestación para el Puerto Rico del presente sea efectivo, es necesario ubicarlo en el contexto social-ecológico de la isla, a la vez que se establecen objetivos claros para la actividad y un orden lógico de actividades para lograr los objetivos. La experiencia adquirida en la década de 1940 sirve de base para el plan de 2023.

Puerto Rico tiene una cobertura forestal de aproximadamente 60 %. La cobertura urbana es de aproximadamente 20 % (incluyendo 11 % impermeable), y el restante porcentaje de 20 % representa la cobertura agrícola. Esta distribución de la cobertura del país augura un conflicto entre la cobertura de bosques y la agricultura, si se decide que el país produzca más alimento del que produce ahora (Lugo, 2014). Por ejemplo, si asumimos que la cobertura agrícola debe aumentarse a 30 %, entonces la de bosques no urbanos debe reducirse a 50 %. Un programa de reforestación debe tomar en cuenta la redistribución futura del espacio isleño entre los tres usos principales. Una aproximación inicial se puede obtener del Plan de Uso de Terrenos (PUT, adoptado por la Junta de Planificación el 19 de noviembre de 2015).

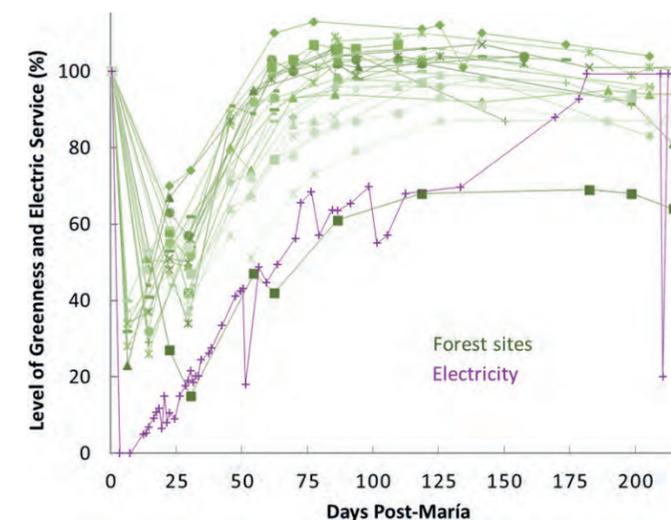


Figura 1. Comparación del retorno de la verdura de los bosques de Puerto Rico con el retorno de la electricidad a los hogares. Cien días después del huracán María, casi todos los bosques habían retornado a 100 % de verdor, mientras que el servicio eléctrico estaba en 60 % (Lugo, 2019). Cuando el servicio eléctrico llegó a 100 %, volvió a colapsar.

Los Bosques antes y después del huracán María y las áreas por reforestar

Sin ayuda del ser humano, las especies arbóreas de los bosques de Puerto Rico se dispersan ampliamente, crecen con rapidez y se autoorganizan formando comunidades arbóreas adaptadas a las condiciones ambientales de la isla, incluyendo los huracanes. Antes del huracán María, Puerto Rico tenía 1,400 millones de árboles vivos organizados en comunidades altamente productivas con una producción neta de 193 millones de pies cúbicos de madera entre 2009 y 2014 (apéndice 6). La mortalidad anual de árboles en estos bosques es normalmente baja (entre 0.3 y 0.7 % para árboles mayores a una y cinco pulgadas de diámetro, respectivamente).

Después del huracán María, la cobertura arbórea bajó en 5 % (+ 3 %) y se registraron 144 millones de árboles muertos, lo que equivale a una mortalidad instantánea de 10 %. El porcentaje de mortalidad varió espacialmente, siendo menor en los bosques secos (4 %) y mayor en los bosques húmedos (12 %) y los muy húmedos y lluviosos (15.5 %), donde predominan árboles altos que siempre son más vul-

nerables a los efectos del viento. Tan pronto pasó el huracán, la regeneración y el crecimiento de los árboles se aceleraron, lo que llevó al retorno de la verdura de la isla (figura 1). Luego se cerraron los doseles de los bosques, lo que favoreció la regeneración de especies arbóreas nativas. La regeneración de especies arbóreas se aceleró después del huracán, por lo que la mortalidad de los árboles es parte del proceso de rejuvenecimiento del bosque y se compensa con los aumentos en su productividad y cambios en la composición de sus especies.

Entre 2004 y 2009, la regeneración de los bosques de Puerto Rico fue de 30 millones de árboles por año (Marcano Vega, 2019). Esa tasa de regeneración equivale a 2.3 % por año. A ese paso y sin la aceleración asociada al paso del huracán, les tomaría a los bosques 4.8 años compensar por la mortalidad ocasionada por el huracán María. La resiliencia de los bosques de Puerto Rico ante huracanes es incuestionable. Esto permitió que el programa de reforestación se enfocara en los lugares donde no hubo regeneración de los bosques o en lugares críticos donde es deseable acelerar la regeneración arbórea o donde es deseable enriquecer la composición de especies de las comunidades arbóreas.

Los lugares prioritarios para la reforestación incluyen:

- Las cuencas hidrográficas de los embalses.
- Suelos expuestos por los derrumbes de tierra (se registraron 100,000 derrumbes con el paso del huracán María; Bessette-Kirton *et al.*, 2019).
- Áreas urbanas.
- Restauración de dunas de arena o áreas costeras expuestas a incursiones del mar.
- Áreas de interfaz entre la ciudad y el campo.
- Rodales empobrecidos por los huracanes.
- Lugares especialmente valiosos, ya sea por razones sociales o ecológicas.

Áreas urbanas

Sobre 90 % de los puertorriqueños viven en áreas urbanas. Es imperativo manejar el entorno urbano para el beneficio de los

que viven allí. Lamentablemente, en Puerto Rico se le presta muy poca atención a la vegetación que crece en los espacios públicos, particularmente a los árboles. El mayor esfuerzo oficial con los árboles es removerlos cuando crean problemas en la ciudad y depositarlos en los vertederos. Una excepción notable es el municipio de Caguas, que se ha certificado como una ciudad arbórea (*tree city USA*) bajo el programa del Arbor Day Foundation (<https://www.arborday.org>). En lo que representa un modelo para otros municipios, Caguas cuenta con cinco agrónomos dedicados al programa de ornato y embellecimiento. Este departamento cuenta con cuatro unidades, incluyendo mantenimiento de áreas verdes, contratos y estándares, áreas deportivas y recreacionales, y manejo de los árboles de la ciudad. Durante los 15 años del programa han desarrollado una guía de siembra urbana disponible para todos los ciudadanos de Caguas y cuentan con su propio vivero y con brigadas especializadas en el manejo de la vegetación de la ciudad. La *Guía de reforestación para Puerto Rico* incluye las zonas urbanas y se beneficia de la experiencia del municipio de Caguas.

Aún más importante para la reforestación urbana es la Ley 213 de Bosques Urbanos de 1998. Esta ley crea el Fondo de Forestación Municipal. Además, crea la clasificación de profesional de siembra, que una vez certificado está en posición de contribuir a la siembra de árboles y vegetación en las áreas urbanas.

Objetivos de la reforestación

Los objetivos de un plan de reforestación para un Puerto Rico ante el Cambio Climático incluirían:

- Asegurar una cobertura de bosques resilientes ante la incertidumbre del futuro.
- Asegurar una multiplicidad de servicios ecosistémicos de esos bosques, incluyendo agua y aire libres de contaminación, la conservación de la biodiversidad, la protección contra eventos extremos y la reducción de la sedimentación de los almacenajes de agua.

• Maderas ornamentales que tienen valores que se multiplican por cien al trabajarse.
• Restauración de la industria de los muebles.
• El aserrín es un producto secundario utilizado en los establos de caballos.
• Empleo para miles en los campos.
• Reemplazo de importaciones de madera.
• Sustentabilidad en la producción y regeneración forestal.
• Incentivo para retener la cobertura forestal.
• Permanencia utilizando servidumbres de conservación.

Tabla 5. Valores tradicionales asociados a los bosques húmedos de Puerto Rico (Wadsworth, 2014).

- Enfriar las regiones urbanas y amortiguar la hidrología de la ciudad reduciendo la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos (olas de calor, inundaciones, etc.).
- Incluir bosques productivos que provean una variedad de productos forestales tradicionales, alimento para las aves y la población, hongos, apicultura y otros valores que estimulan la actividad económica y la conservación (tabla 5).
- Almacenar carbono atmosférico y otros contaminantes.

Retos

Un plan de reforestación requiere un sector forestal vigoroso y efectivo que incluya no solamente el componente gubernamental a nivel estatal y municipal, sino también un sector privado y comunitario, con el trabajo de todos coordinado y en armonía con objetivos comunes. Tal nivel de esfuerzo se enfrenta a una serie de retos que hay que sobreponer para lograr el éxito:

- Necesitamos decidir las proporciones de la cobertura forestal, usos agrícolas y usos urbanos que queremos como meta.
- No tenemos un sector forestal efectivo en Puerto Rico.
- No tenemos acuerdo sobre qué especies sembrar. La experiencia con la reforestación utilizando especies nativas

no fue la mejor en el siglo pasado (Marrero Torrado y Wadsworth 2015).

- No tenemos suficiente capacidad de producción del material vegetativo requerido para la reforestación.
- No hemos documentado las lecciones aprendidas con los esfuerzos de reforestación durante este siglo.
- El programa de reforestación debe atender una isla con condiciones ambientales y sociales muy diversas y complejas. Por ejemplo, los incendios forestales son un problema reciente para la conservación de los bosques de Puerto Rico (apéndice 7).

A favor del programa de reforestación, tenemos:

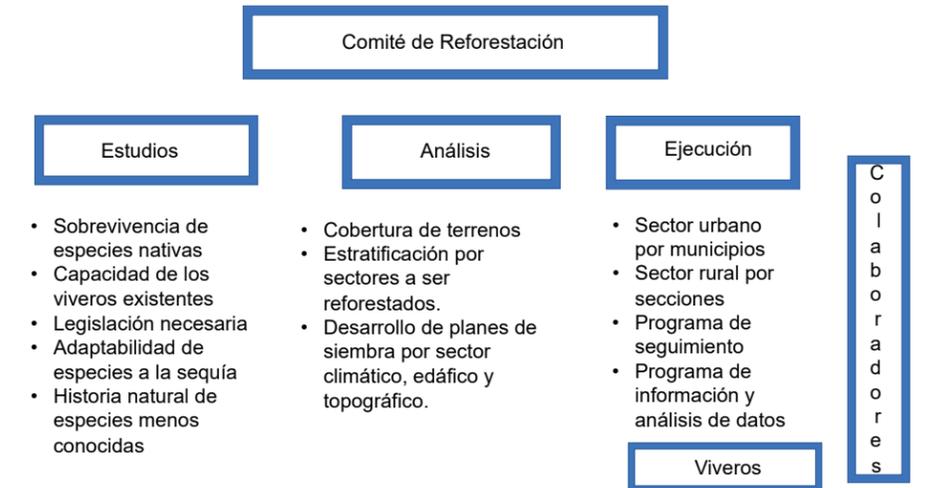
- Información adecuada para desarrollar y ejecutar un plan de reforestación basado en las experiencias exitosas del siglo XX, cuando en Puerto Rico la cobertura forestal era muy baja (ej., Gilormini, 1949; Liegel y Venator, 1987; Francis y Lowe, 2000; Ruiz, 2002; Santiago Valentín *et al.*, 2019).
- Toda la organización gubernamental asociada con la reforestación de zonas urbanas, incluyendo los planes de ordenamiento territorial de los municipios, el Consejo Asesor de Forestación Urbana y Comunidades de Puerto Rico (CA-FUC), el establecimiento del oficio de arboricultor en Puerto Rico, el manual de forestación urbana para Puerto Rico e Islas Vírgenes del Servicio Forestal, las guías de árboles nativos para prácticas de conservación y el plan de acción forestal para Puerto Rico (Puerto Rico *Forest Action Plan-2021*), que elaboró el sector forestal del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).
- Entre los objetivos principales del Plan de Acción Forestal-2021 están la conservación y manejo de los paisajes forestales, proteger los árboles de amenazas y aumentar los beneficios públicos de árboles y bosques.

Todos los elementos necesarios para implantar un plan de reforestación para Puerto Rico están presentes en la isla, aunque de forma aislada y operando a niveles bajos de capacidad y extensión. Esto

incluye el talento humano, organizaciones privadas, viveros con diversidad de ofrecimientos y capacidades, y ejemplos de experiencias exitosas en distintos entornos ecológicos.

Actividades necesarias

- Establecer un comité de reforestación que guíe el programa de reforestación (figura 2).
- Identificar las áreas de Puerto Rico sin cobertura de bosques y cuáles de esas áreas son suelos agrícolas y, por lo tanto, fuera del plan de reforestación.
- Planificar y reforestar las zonas urbanas por separado en colaboración con los municipios.
- Establecer la capacidad existente de los viveros estatales, municipales y privados para verificar si el nivel de reforestación deseado puede sostenerse con la capacidad existente o si necesita más capacidad de producción de material vegetativo.
- Averiguar el éxito logrado por organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con el uso de especies nativas en sus programas de reforestación. La reforestación no puede realizarse a base de la hipótesis sin comprobar que las especies nativas son superiores a las no nativas para la reforestación.
- Estratificar las áreas a reforestar a base de sus climas, suelos y elevación, entendiendo que cada sector resultante amerita estrategias distintas relativas a las especies a utilizarse, cuándo y cómo se siembran y el cuidado postsiembra.
- Reorganizar el sector forestal de Puerto Rico alrededor del plan de reforestación, de suerte que se integren todos los sectores (gubernamentales y privados) al programa. El éxito del plan de reforestación no puede depender solamente del DRNA.
- Asegurar la documentación de las experiencias y la investigación forestal en apoyo a la reforestación y conservación de los bosques.



- Implantar las recomendaciones del Plan de Acción Forestal para Puerto Rico del 2021,³ particularmente las recomendaciones sobre los incendios forestales.
- Investigar la adaptabilidad de las especies arbóreas a sequías y altas temperaturas.
- Estudiar la historia natural de especies arbóreas a utilizarse para la reforestación, pero que en el presente son poco conocidas científicamente.

Organizaciones clave

Las organizaciones con capacidad técnica o con infraestructura crítica para el programa de reforestación serían:⁴

- DRNA*.
- Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (programa de *State, Private, and Tribal Forestry*, la biblioteca y el programa de *Research and Development*).

³ Véase en: <https://www.drna.pr.gov/documentos/planes-de-manejo/puerto-rico-forest-action-plan-2021/#:~:text=11%20Feb%20Puerto%20Rico%20FOREST%20ACTION%20PLAN%2C%202021&text=Dichas%20prioridades%20están%20relacionadas%20con,Servicio%20Forestal%20Federal%20>

⁴ El asterisco indica que administran viveros.

- Colegio de Agricultura del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico (UPR).
- Estación Experimental Agrícola en Río Piedras y otras estaciones de la isla.
- Centro para la Conservación del Paisaje.
- Para la Naturaleza* (Programa de Viveros).
- Protectores de Cuencas*.
- Recinto de Aguadilla de la UPR (revegetación de dunas).
- Recinto de Río Piedras de la UPR (vegetación urbana).
- Departamento de Agricultura de Puerto Rico*.
- Cafiesencia Puerto Rico.
- Distritos de Conservación de Suelos.
- Municipio de Caguas* (programa *Tree City*).
- El proyecto Génesis de la Universidad del Sagrado Corazón.

Otras organizaciones importantes para la implantación del programa incluyen:

- Municipios (departamentos de ornato y los de planificación).
- *US Fish and Wildlife Service*.
- Sector de viveros privados.
- Organizaciones comunitarias y no gubernamentales.
- Consejo Asesor de Forestación Urbana y Comunidades de Puerto Rico Inc.
- Profesionales en las ciencias sociales.

Implantación del plan

El comité de reforestación coordina la ejecución del plan de reforestación, pero no es responsable por la ejecución del plan. El comité de reforestación es un facilitador y guía del programa de reforestación.

El plan de reforestación se implanta por medio de módulos sectoriales a cargo de distintos entes gubernamentales y la colaboración de entes no gubernamentales que operan con distintas fuentes de financiamiento. Esto no evita que el gobierno central asigne un fondo para promover la reforestación.

El programa de reforestación se implantará sobre el terreno basado en sectores específicos a reforestarse. Una vez que se sugiere un sector para reforestarlo, se lleva a cabo un estudio de las condiciones en tal sector, incluyendo: las climáticas, edáficas y topográficas; la elevación, y la logística. Ese estudio incluye la cobertura existente y determina el tipo de reforestación a llevarse a cabo, por ejemplo, por regeneración natural, por regeneración asistida, enriquecimiento, siembras en línea o bajo copas y qué especies son recomendables (nativas o no nativas). El estudio incluye también un plan de cuidado y monitoreo de la siembra para asegurar la sobrevivencia de los árboles, y establecer un récord para guiar siembras futuras, o sea, incorporar el aprendizaje en cada actividad del programa. Finalmente, el estudio debe incluir un plan de contingencia para anticipar los procedimientos ante eventos como sequías inundaciones, ataques de insectos o enfermedades o huracanes.

Cada sector para reforestar será la responsabilidad de algún grupo gubernamental o no gubernamental desde la planificación, durante la ejecución y el mantenimiento de la siembra. Los programas de reforestación se guiarán por las lecciones aprendidas en la década de 1940, ajustándolas a las condiciones socioecológicas del presente y con la experiencia acumulada en el presente con otros esfuerzos de reforestación.

Agradecimientos

Gracias a Omar Gutiérrez del Arroyo Santiago, Magaly Figueroa, Maya Quiñones, LT. Joel R. Figueroa, Oscar Abelleira Martínez, Rafael Rivera, Rey E. Cruz Aguilar, Yamiliz R. Quiles Martínez, John Ewel, Sebastián Martinuzzi, Olga Ramos. Helen Nunci ayudó con la elaboración del manuscrito.

Literatura citada

Bessette-Kirton, E. K., C. Cerovski-Darriau, W. H. Schulz, J. A. Coe, J. W. Kean, J. W. Godt, M. A. Thomas y K. S. Hughes (2019). *"Landslides triggered by hurricane Maria: assessment of an ex-*

treme event in Puerto Rico". GSA Today, 29(6), pp. 4-10. https://doi.org/10.1130/GSATG383A.1.

Francis, J. K. (1995). *"Forest plantations in Puerto Rico"*. en A. E. Lugo y C. A. Lowe (eds.). *Tropical forests: management and ecology* (pp. 210-223). Springer-Verlag.

Francis, J. K., y C. A. Lowe (eds.) (2000). *Silvics of native and exotic trees of Puerto Rico and the Caribbean islands*. USDA Forest Service.

Francis, J. K., y H. A. Liogier (1991). *Naturalized exotic tree species in Puerto Rico. General Technical Report SO-82. USDA, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.*

Gilormini, J. A. (1949). *Manual para la propagación de árboles y el establecimiento de plantaciones forestales en Puerto Rico*. Segunda edición. Departamento de Agricultura y Comercio, Servicio de Bosques de Puerto Rico.

Liegel, L. H., y C. R. Venator (1987). *A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. USDA Forest Service Southern Forest Experiment Station General Technical Report SO-67.*

Lugo, A. E. (2014). La cobertura de terreno: el próximo conflicto ambiental. *Acta Científica, 28: pp. 49-50.*

Lugo, A. E. (2019). *"Energy and ecological basis of extreme events". En Social-ecological- technological effects of hurricane María on Puerto Rico: planning for resilience under extreme events* (pp. 53-73). Springer International Publishing.

Lugo, A. E., y J. K. Zimmerman (2002). *Ecological life histories*. En J. A. Vozzo (ed.). *Tropical tree seed manual. Agriculture Handbook 721* (pp.191-213). USDA Forest Service.

Marcano Vega, H. (2017). *Forests of Puerto Rico, 2014. Resource Update FS-121. USDA Forest Service Southern Research Station.*

Marcano Vega, H. (2019). *"Los bosques de Puerto Rico, 2014"*. En *Resource Bulletin SRS-224, USDA Forest Service, Southern Research Station.*

Marrero, J. (1948). *"Forest planting in the Caribbean National Forest past experience as a guide for the future"*. *Caribbean Forester, 9(85-213).*

Marrero, J. (1950). *"La reforestación de tierras degradadas de Puerto Rico"*. *Caribbean Forester, 11, pp. 16-24.*

- Marrero Torrado, J. y F. H. Wadsworth (2014). "The decade of tree planting in El Yunque. *Acta Científica*, 28, pp. 24-25.
- McCormick, J. F. (1995). "A review of the population dynamics of selected tree species in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico". En A. E. Lugo y C. A. Lowe (eds.). *Tropical forests: management and ecology*. Springer Verlag.
- Monmany, A. C., W. A. Gould, M. J. Andrade Nuñez, G. González, y M. Quiñones (2017). "Cap. 4: Characterizing predictability of fire occurrence in tropical forests and grasslands: the case of Puerto Rico". En S. Chakkarovarty y G. Shukla (eds.). *Forest Ecology and Conservation*. InTech. doi: 10.5772/63322.
- Ruiz, B. I. (ed.)2002. *Manual de reforestación para América tropical. General Technical Report IITF-GTR-18*. International Institute of Tropical Forestry.
- Thaxton, J. M., S J. Van Bloem y S. Whitmire (2012). "Fuel conditions associated with native and exotic grasses in a subtropical dry forest in Puerto Rico". *Fire Ecology*, 8(3): doi 10.4996/fireecology.0803009.
- Wadsworth, F. H. (2014). "The wood of the cordillera central, lose it or use it". *Acta Científica*, 28, pp. 29-30.

Apéndice 1

Especies arbóreas utilizadas por el Servicio Forestal para reforestar el Bosque Nacional del Caribe y los bosques estatales de Puerto Rico en la década del 1940 (Marrero 1948, 1950). El asterisco (*) identifica las especies no nativas.

Especie	Nombre común	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)
		Bosques estatales		Luquillo		Toro Negro	
<i>Albizia lebeck</i> *	acacia amarilla			46,150			
<i>Albizia procera</i> *	acacia	22,000					
<i>Aleurites trisperma</i> *	phillipine tung tree	800					
<i>Andira jamaicensis</i>	moca blanca		7,700	1,975	24,601		
<i>Avicennia nítida</i>	mangle negro	44,000	730				
<i>Bambusa sp.</i> *	bambúa	8,000				2,350	
<i>Bambusa tuldoides</i> *	bambúa	1,000					
<i>Buchenavia capitata</i>	granadillo					200	
<i>Byrsonima spicata</i>	maricao/ doncella	16,000		19,169			
<i>Calophyllum calaba</i>	palo de maría		55,800		12,660		757
<i>Castilla elastica</i> *	caucho o palo de goma	200					
<i>Casuarina equisetifolia</i> *	pino australiano	402,000					
<i>Cedrella mexicana</i>	cedro	545,000		525,950		507,016	
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	17,000					

Especie	Nombre común	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)
		Bosques estatales		Luquillo		Toro Negro	
<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba			5,500			
<i>Colubrina ferruginosa</i>	quitaran	524,000					
<i>Cordia allidora</i>	capá	726,000		344,685		737,158	
<i>Dacryodes excelsa</i>	tabonuco	300				22,398	
<i>Delbergia sissoo</i> *	indian rosewood	32,000		60,920			
<i>Dipholis sintenisiana</i>	espejuelo		260				
<i>Eucalyptus citriodora</i> *	eucalipto oloroso			2,150			
<i>Eucalyptus resinifera</i> *	caoba roja					10,800	
<i>Eucalyptus robusta</i> *	eucalipto oloroso	377,000		17,650		80,910	
<i>Eucalyptus rostrata</i> *	eucalipto rojo					3,800	
<i>Eucalyptus sp.</i> *	eucalipto	1,267,000		4,640		3,380	
<i>Eugenia jambos</i> *	pomarrosa			1,975			
<i>Eugenia stahlii</i>	guayabota					6,500	
<i>Guarea trichilioides</i>	guaraguao	256,000		63,891		125,401	
<i>Guaiacum officinale</i>	guayacán	47,000	440				

Especie	Nombre común	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)
		Bosques estatales		Luquillo		Toro Negro	
<i>Haematoxylon campechianum*</i>	campeche	1,000					
<i>Hyeronima clusioides</i>	cedro macho	200					
<i>Hymenaea courbaril</i>	algarrobo		1,900	3,900	544	14	
<i>Inga punctata*</i>		3,000					
<i>Laguncularia racemosa</i>	mangle blanco	167,000	2,500				
<i>Lucuma multiflora</i>	jácana		8,900		6,384		15,293
<i>Mimusops nitida*</i>	ausubo			19,450		3,500	
<i>Montezuma speciosissima</i>	maga	1,071,000		206,359		142,785	
<i>Ocotea moschata</i>	nuez moscada		50		500	1,000	2,849
<i>Petitia domingensis</i>	capa blanco	674,000	110	191,106		10,010	
<i>Prosopis juliflora*</i>	bayahonda o mesquite		2,680				
<i>Rhizophora mangle</i>	mangle zapatero o rojo		9,600				
<i>Samanea saman*</i>	dormilón/samán	1,000					

Especie	Nombre común	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)	Plántulas	Semillas (libras)
		Bosques estatales		Luquillo		Toro Negro	
<i>Sciacassia siamea*</i>	casia amarilla			43,155			
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	tortugo colorado	17,000				2,075	
<i>Stahlia monosperma</i>	cobana	100					
<i>Swietenia candollei*</i>	caoba venezolana	1,019,000		405,742		204,990	
<i>Swietenia macrophylla*</i>	caoba hondureña	1,593,000		700,460		931,536	
<i>Swietenia mahagoni*</i>	caoba dominicana	3,955,000	520	963,902		61,843	
<i>Tabebuia pallida</i>	roble blanco	25,000		232,625		42,200	
<i>Tamarindus indica*</i>	tamarindo		40				
<i>Tectona grandis*</i>	teca	228,000		63,543		1,500	
<i>Tetragastris balsamifera</i>	palo de aceite	7,000					
<i>Vitex divaricata</i>	péndula o higuierillo	118,000		9,300		188,899	
<i>Zanthoxylon flavum</i>	aceitillo	500					
<i>Zizyphus jujuba*</i>	aprin/yuybi	200					
Total		13,165,300	91,230	3,934,197	44,689	3,090,265	18,899

Apéndice 2

Adaptabilidad de distintas especies arbóreas a las condiciones del Bosque Nacional del Caribe en Puerto Rico (Marrero, 1948)

División de Luquillo		
Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
Laderas cóncavas inferiores y valles		
Asubo	<i>Albizzia lebeck</i>	Ceiba
Caoba hondureña	Algarrobo	Dalbergia
Capá prieto	Capá blanco	Moca
Jácana	<i>Casuarina</i>	Cedro (<i>C. mexicana</i>)
Nuez moscada	<i>Eucalyptus</i> spp.	Caoba dominicana
	Guaraguao	Casia de Siam
	Higuerillo	
	Maga	
	María	
	Maricao	
	Roble	
	Teca	
Laderas uniformes		
Asubo	<i>Albizzia lebeck</i>	Caoba dominicana
Capá blanco	Algarrobo	Caoba hondureña
Capá prieto	Casia de Siam	Ceiba
Jacana	<i>Casuarina</i>	Dalbergia
María	Guaraguao	Maga
Maricao	<i>Eucalyptus</i> spp.	Moca
Nuez moscada	Higuerillo	Cedro (<i>C. mexicana</i>)
Roble	Teca	

División de Luquillo		
Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
Laderas superiores convexas y cerros		
María	Maricao	Caoba hondureña
Roble	<i>Eucalyptus</i> spp.	Caoba dominicana
		Cedro (<i>C. mexicana</i>)
		Casuarina
		Maga
		Dalbergia
		Teca

División Toro Negro		
Prometedoras	Dudosas	Sin éxito
Áreas fuertemente erosionadas		
<i>Eucalyptus</i>	María	Caoba hondureña
Roble	Pomarrosa	Cedro
		Capa prieto
		Guaraguao
		Higuerillo
		Jácana
		Nuez moscada
Áreas que no están fuertemente erosionadas		
Asubo	Capá blanco	Caoba dominicana
Capá prieto	María	Caoba hondureña
Guaraguao	Roble	Cedro
Higuerillo		Teca
Jácana		Tortugo amarillo
Maga		
Nuez moscada		
Tabonuco		

Apéndice 3

Adaptabilidad de distintas especies arbóreas a las condiciones de las montañas centrales y del este de Puerto Rico (Marrero, 1950)

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las Especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Montañas Centrales y del Este				
Guavate (porciones norte y oeste de Carite)	Valles y laderas cóncavas	Capá prieto	Caoba hondureña	Teca
		Guaraguao	Caoba venezolana	Motillo
		Maga	María	Cedro español
		Nuez moscada	Eucalipto	Masa
			Tabonuco	Tortugo amarillo
	Laderas uniformes		Maricao	Caoba dominicana
			Jácana	Dalbergia
			Higuerillo	Moca
			Roble	
			Capá prieto	Higuerillo
	Guaraguao	Tabonuco	Motillo	
	Nuez moscada	Maricao	Cedro español	
	María*		Masa	
	Jácana		Tortugo amarillo	
	Roble		Caoba dominicana	
	Eucalipto		Caoba hondureña	
			Caoba venezolana	
			Dalbergia	
			Maga	
			Moca	

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las Especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Montañas Centrales y del Este				
Guavate (porciones norte y oeste de Carite)	Laderas altas convexas y topes	Eucalipto		Higuerillo
		María*	Tabonuco	Teca
		Roble	Maricao	Motillo
				Cedro español
				Masa
				Tortugo amarillo
				Caoba venezolana
				Caoba hondureña
				Caoba dominicana
				Dalbergia
		Maga	Jácana	
		Guaraguao	Capá prieto	
		Nuez moscada	Moca	

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las Especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Montañas Centrales y del Este				
Patillas Bajo (porciones sur de Carite)	Laderas bajas cóncavas y valles	María Maga Teca	Capá blanco Casuarina Guaraguao Eucalipto Higuerillo	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana
	Laderas uniformes	María Eucalipto Capá blanco	Casuarina Guaraguao Maga	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Teca Higuerillo
	Laderas altas convexas y topes	María Eucalipto	Casuarina	Cedro español Caoba dominicana Caoba hondureña Caoba venezolana Maga Teca Higuerillo Capá blanco Guaraguao
Patillas alto (porción este de Carite)	Laderas bajas cóncavas y valles	Capá prieto Jácana	Roble Algarrobo María Eucalipto Maga Capá blanco Higuerillo	Cedro español Tortugo amarillo Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana
	Laderas uniformes	María Eucalipto Roble Capá prieto	Capá blanco Algarrobo Maga Higuerillo Jácana	Tortugo amarillo Caoba hondureña Caoba venezolana Caoba dominicana Cedro español

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las Especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Montañas Centrales y del Este				
Patillas alto (porción este de Carite)	Laderas altas convexas y topes	María Roble Eucalipto		Capá blanco Caoba venezolana Caoba dominicana Capá prieto Algarrobo Maga Tortugo amarillo Higuerillo Jácana Cedro español Caoba hondureña
	Laderas bajas cóncavas y valles	Capá prieto Guaraguao Higuerillo Jácana Maga	Avelluelo Eucalipto Capá blanco María Roble	Teca Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español
Guilarte	Laderas uniformes	Capá prieto Guaraguao Higuerillo Jácana** Roble Eucalipto	María Maga Capá blanco Avelluelo	Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español Teca
	Laderas altas convexas y topes	Roble Eucalipto	María Avelluelo	Teca Caoba hondureña Caoba venezolana Cedro español Maga Capá blanco Higuerillo Guaraguao Jácana Capá prieto

*Solo en Guavate bajo.

**Evitar sitios degradados.

Apéndice 4

Adaptabilidad de distintas especies arbóreas a las condiciones de la región de calizas de Puerto Rico (Marrero, 1950)

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las Especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Región de Calizas (karso)				
Río Abajo	Áreas onduladas abiertas	Teca	Capá blanco	Caoba venezolana
		María	Maga	Caoba hondureña
		Casuarina	Eucalipto*	Caoba dominicana
		Cedro macho		Cedro español
				Capá prieto
			Avelluelo	
			Higuerillo	
			<i>Albizzia</i>	
			Guaraguao	
Río Abajo	Fondo de sumideros	Caoba venezolana	Capá prieto	Caoba dominicana
		Caoba hondureña	Capá blanco	Cedro español
		Maga	Eucalipto	Avelluelo
		Guaraguao	Cedro macho	Higuerillo
		María	Casuarina	<i>Albizzia</i>
		Teca		
	Laderas	Cedro macho	Eucalipto	Caoba hondureña
		Capá blanco	Capá prieto	Caoba venezolana
		Guaraguao	Casuarina	Caoba dominicana
		Maga	Teca	Avelluelo
María			<i>Albizzia</i>	
		Higuerillo		
		Cedro español		
		Moca		
Guajataca	Fondo de sumideros	Aceitillo	Roble	
		Caoba dominicana		
		María		
		Capá prieto		
		Caoba venezolana		
	Caoba hondureña			

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las Especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Región de Calizas (karso)				
Guajataca	Fondo de sumideros	Guaraguao		
		Teca		
		Jácana		
		Capá blanco		
	Laderas	Caoba dominicana	Teca	Caoba hondureña
		María	Maga	Caoba venezolana
		Capá blanco	Capá prieto	Moca
		Aceitillo	Jácana	
			Guaraguao	
	Roble			
Topes entre sumideros	Caoba dominicana	Aceitillo	Caoba hondureña	
	María		Caoba venezolana	
	Roble		Teca	
			Maga	
			Jácana	
		Capá blanco		
		Moca		
		Capá prieto		
		Guaraguao		
Guánica	Fondos de valles, suelos arenosos a lo largo de la playa	Cassia de Siam	Campeche	Eucalipto
		Caoba dominicana		Cedro español
		Capá prieto		Samán
		Guayacán		Aceitillo
		Bayahonda		María
	Casuarina			
Isla de Mona	Suelos arenosos**	Caoba dominicana		Avelluelo
		Casuarina		

*Crece en pantanos

**En la planicie costera

Apéndice 5

Adaptabilidad de distintas especies arbóreas a las condiciones de la región de serpentina de Puerto Rico (Marrero, 1950)

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Región de Serpentina (ultramáfico)				
Maricao	Valles ribereños angostos con pendientes cóncavas	Caoba venezolana	Eucalipto	Spanish cedar
		Caoba hondureña	Casuarina	Fresno de Hawaii
		Caoba dominicana	Delbergia	Cassia de Siam
		María	Jácana	
		Maga	Péndula	
	Capá blanco	Algarrobo		
	Guaraguao			
	Pendientes con aspectos al norte y oeste	María	Capá blanco	Spanish cedar
		Eucalipto	Guaraguao	Fresno de Hawaii
				Cassia de Siam
			Caoba hondureña	
			Caoba venezolana	
		Maga		
		Casuarina		
		Dalbergia		
		Péndula		
		Caoba dominicana		
		Algarrobo		
		Jácana		

Bosque	Sitio	Adaptabilidad de las especies		
		Prometedora	Dudosa	Sin éxito
Región de Serpentina (ultramáfico)				
Maricao	Pendientes con aspectos al sur y este, topes y arcillas Nipe degradadas	María		Cedro español
		Eucalipto		Fresno de Hawaii
				Cassia de Siam
				Caoba venezolana
				Caoba hondureña
				Caoba dominicana
				Dalbergia
				Algarrobo
				Jácana
				Casuarina
		Péndula		
		Maga		
		Capá blanco		
		Guaraguao		
Susúa	Valles ribereños angostos con pendientes cóncavas	Caoba dominicana	Caoba venezolana	Capá blanco
		María	Caoba hondureña	Bayahonda
			Algarrobo	Avelluelo
			Eucalipto	
			Casuarina	
	Pendientes con aspectos al norte y oeste	Caoba dominicana	María	Capá blanco
			Caoba venezolana	Bayahonda
			Caoba hondureña	Avelluelo
			Algarrobo	
			Eucalipto	
Pendientes con aspectos al sur, pendientes altas y topes, y fases degradadas de arcillas Nipe		Casuarina		
	Ninguna especie fue satisfactoria. Especies nativas que crecen allí incluyen a canelillo y aceituna, pero no se estudiaron.			

Apéndice 6

Estadísticas sobre los bosques de Puerto Rico entre 2009 y 2014 (simplificado de Marcano Vega, 2017). El diámetro a la altura del pecho de los árboles mayores a una o cinco pulgadas se ilustra con >1" y >5"

Parámetros	2009	2014	Cambio
	Todos los bosques		
Área (miles de acres)	1 200.3	1 206.3	6.0
Número de árboles > 1" vivos (millones)	1 442.2	1 421.5	-20.7
Volumen neto de árboles > 5" vivos (millones de metros cúbicos)	1 257.0	1 390.3	133.3
<i>Biomasa de árboles vivos (miles de toneladas)</i>	38 806.3	42 339.1	3 532.8
Crecimiento neto de árboles > 5" vivos (millones de pies cúbicos por año)	34.4	43.2	8.8
Remoción anual de árboles vivos > 5" (millones de metros cúbicos)	0.1	4.5	4.4
Mortandad anual de árboles > 5" (pies cúbicos)	31.9	32.7	0.8
Bosques en zonas madereras			
Área (miles de acres)	886.3	881.8	-4.6
Numero de árboles > 1" vivos (millones)	994.5	961.1	-33.5
Volumen neto de árboles > 5" vivos (millones de metros cúbicos)	1 044.1	1 128.0	83.9
<i>Biomasa de árboles vivos (miles de toneladas)</i>	31 504.5	33 593.4	2 088.9
Crecimiento neto de árboles > 5" vivos (millones de pies cúbicos por año)	33.4	33.4	0.0
Remoción anual de árboles vivos > 5" (millones de metros cúbicos)	0.1	4.3	4.1
Mortandad anual de árboles > 5" (pies cúbicos)	25.5	29.8	4.4

Apéndice 7

Apuntes sobre los incendios forestales en Puerto Rico

La siguiente tabla contiene los costos o pérdidas a causa de incendios forestales en Puerto Rico de acuerdo con el Negociado del Cuerpo de Bomberos. En gran parte los incendios forestales son de pastizales o vegetación no arbórea. Sin embargo, cuando el incendio penetra el bosque, los costos son los más altos.

Fruto o producto	Costo (\$/cuerda)
Heno	800
Pangola	800
Estrella	800
Guinea	800
Bermudas	600
Pajón	600
Buffel	600
Pastos naturales cultivados	300
Árboles frutales	200 (por árbol)
Bambúes	100 (por cepa)
Fuego de bosque	50,000
Pasto silvestre	50

Históricamente el fuego no es parte del entorno ambiental de Puerto Rico y los árboles nativos son susceptibles a los incendios, ya que sus cortezas son finas y, con pocas excepciones, carecen de protección contra incendios (Wolfe *et al.*, 2014). La introducción de gramíneas africanas a Puerto Rico para suplementar la dieta del ganado causó un cambio fundamental al entorno ambiental, pues estas estaban adaptadas al fuego, se incendiaban con más facilidad y obtenían ventaja competitiva con gramíneas nativas, que evolucionaron sin el fuego. Investigaciones en el bosque seco de Guánica contienen ejemplos de esta dinámica (Thaxton *et al.*, 2012). Factores antropogénicos, como colillas encendidas desechadas a lo largo de las carreteras, causan igniciones en la vegetación, y los incendios penetran en los bosques donde causan daño a la vegetación nativa.

Monmany *et al.*, (2017) analizaron 34,636 incendios en Puerto Rico entre el 2003 y 2011. Encontraron lo siguiente:

- Los fuegos en Puerto Rico tienden a ocurrir mayormente en zonas secas y pastizales. Los bosques húmedos y pluviales tienden a no quemarse, aunque durante períodos secos hay posibilidad de fuegos en estos sistemas.
- En 1999, 5 % de los fuegos se originaron por eventos no antropogénicos y 95 % por causas antropogénicas.
- Cambios en los usos de terrenos, la urbanización, la fragmentación del paisaje y la actividad humana están aumentando la incidencia de incendios en Puerto Rico, incluyendo en bosques húmedos.
- Sobre 5,000 incendios forestales ocurren anualmente en Puerto Rico.
- Se desconoce el efecto acumulativo de estos incendios.
- Las 91 estaciones de bomberos registran y combaten los incendios forestales.
- El área promedio de los fuegos es de 1.52 ha.
- El número de fuegos por municipio varía de 69 a 2,174, predominando los fuegos en la zona seca de la costa sur.
- Los incendios tienden a ocurrir a ciertas horas del día y en ciertos meses (los secos) del año, así como en determinadas coberturas de terreno.

A medida que continúe en aumento la frecuencia de incendios forestales, será necesario implantar un plan para contrarrestar los efectos negativos de los fuegos. El Plan de Acción Forestal 2021 del DRNA contiene recomendaciones específicas para controlar los incendios forestales, incluyendo las quemaduras preventivas y los cortafuegos. Quemaduras preventivas se han llevado a cabo en el bosque seco de Guánica a lo largo de la PR-333 con resultados mixtos. Igualmente, hay poca experiencia con cortafuegos, aunque es una técnica que se utiliza durante el combate de los fuegos forestales. Es importante desarrollar estas técnicas como estrategias de prevención de fuegos y para eso hay que llevar a cabo ensayos en una variedad de condiciones ambientales y coberturas de terreno.

Informe de la vulnerabilidad turística de Puerto Rico

INFORME DE LA VULNERABILIDAD TURÍSTICA DE PUERTO RICO

Documento preparado por:

NILDAMARIE DÍAZ HIRALDO, Supervisora Turismo Sostenible

NILDA LUHRING GONZÁLEZ, Oficial de Desarrollo de Turismo Sostenible
División de Turismo Sostenible, marzo de 2023

Trasfondo

La Compañía de Turismo (CTPR) es una corporación pública establecida en 1970 cuya misión es emitir política pública con el fin de promocionar y posicionar a Puerto Rico como un destino líder en el Caribe y el Mundo. Las fuentes de ingresos de la CTPR provienen de los recaudos del Impuesto a la Habitación (*Room Tax*) y de los recaudos de máquinas tragamonedas en los casinos. La industria del turismo generó 84,300 empleos directos¹ en 2022 y representa un aporte en la economía de Puerto Rico de 3.79 % del PIB (2021). El turismo está representado por una diversidad de sectores, tales como: alojamiento, restaurantes, empresas de excursiones, guías turísticos, atractivos turísticos, transportación turística, y otros proveedores. Sin dejar de reconocer la aportación que hace la industria del turismo al desarrollo económico del país, se reconoce de igual manera el impacto en la huella ecológica que produce, lo que la hace muy vulnerable ante los efectos del cambio climático.

Por lo tanto, con el inicio de la década del 2000, la CTPR comienza un proceso de reestructuración y transformación que reconoce la necesidad de redirigir las responsabilidades en la gestión pública para que sean cónsonas con el nuevo perfil del viajero, las nuevas tendencias y una necesidad innegable de incorporar la sostenibili-

dad como parte de la política pública, la planificación y el desarrollo del destino. Con esto en mente, se logra la aprobación de la Ley 254 de 2006, conocida como la “Ley de Política Pública para el Desarrollo Sostenible de Turismo de Puerto Rico”, que, dentro de sus responsabilidades y alcances, crea a la División de Turismo Sostenible (División) en 2008. Desde entonces, se ha estado operando con un plan de trabajo donde se han incorporado la aplicación y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) estipulados por la Organización de las Naciones Unidas como parte de la Agenda 2030. Dentro de las iniciativas desarrolladas en la División se encuentran, pero sin limitarse, el Programa de Certificaciones Sostenibles enfocado en cuatro segmentos principales:

- Eco Estancias - marca enfocada en hospederías que cumplen con criterios de sostenibilidad en su diseño y operación.
- Ecoturismo - marca enfocada en empresas turísticas endosadas que cumplen con los principios del ecoturismo en su aspecto operacional.
- Agroturismo - marca enfocada en experiencias turísticas en espacios donde la actividad agrícola sea la protagonista y fuente principal de ingreso.
- Atracciones verdes - marca enfocada en instalaciones turísticas (centros interpretativos, museos, centros de visitantes, etc.) que cumplen con criterios de sostenibilidad en su diseño y operación.

De igual manera, la División desarrolló el Programa de Turismo Sostenible de Base Comunitaria, enfocado en servir de facilitador en el proceso de planificación, diseño y creación de nuevas experiencias turísticas sostenibles donde es la comunidad el proponente, y el Programa Educando hacia la Sostenibilidad, cuyo enfoque es proveer canales de educación dirigidos a una audiencia general. En 2016,

Aprobador por:



Sr. Carlos Mercado Santiago
Director Ejecutivo

En la imagen se reproduce la firma que aprueba el documento original.

la División, junto a la asistencia de la Universidad de Puerto Rico, generó un Plan de Adaptación que está en vías de ser actualizado. Igualmente, generó un informe sobre el impacto que tuvo el paso de los huracanes Irma y María en Puerto Rico en 2017 en la industria turística, a petición de miembros del CEACC en 2021. Dentro de las alianzas y colaboraciones que ha desarrollado la División se destacan las logradas con la Agencia para la Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) y con la organización sin fines de lucro OPAS, para desarrollar, fortalecer y promocionar el *Programa Blue Flag* en playas, marinas y embarcaciones en Puerto Rico. Además de estos programas, la División ha adoptado como programa medular el de Cambio Climático, representado por el ODS 13: Acción por el Clima. Con la finalidad de proponer medidas certeras bajo este programa, se realizó un diagnóstico donde se identificaron las vulnerabilidades físicas de la industria del turismo. Es importante establecer que el análisis y el diagnóstico incluidos en este capítulo están limitados a las hospederías y empresas que en el momento de la redacción del informe contaban con el endoso de la CTPR: 154 hospederías y 157 empresas de excursiones. La tabla 1 provee información de las diferentes categorías de hospederías endosadas por la CTPR.

¹ Negociado de Estadísticas Laborales de EE. UU. (BSL).

Categoría de Hospedería	Cantidad de habitaciones
Alojamiento y desayuno	3-6 habitaciones
Casa de huéspedes	7-25 habitaciones
Glamping	Desde 7 unidades
Posadas	7-50 habitaciones
Villas turísticas	Desde 7 unidades (cada unidad tendrá una o más habitaciones)
Hotel	Desde 15 habitaciones
Hostal	Mínimo de 12 camas y máximo de 25 habitaciones
Alojamiento suplementario de corto plazo	Desde una unidad hasta un máximo de seis unidades
Condo-hotel	Desde 15 habitaciones o apartamentos, conjunto de unidades residenciales
Parador	De 7 a 17 habitaciones

Tabla 1. Categorías de hospederías endosadas arrecifes de coral por la CTPR.

Análisis de vulnerabilidad física

La vulnerabilidad biofísica puede clasificarse en dos escalas: interna y externa. La vulnerabilidad biofísica por factores internos consiste en aspectos de topografía, uso de terreno y condiciones ambientales. Por otro lado, la vulnerabilidad biofísica por factores externos se refiere a tormentas, huracanes, terremotos y aumento del nivel del mar.² A continuación, se expone un diagnóstico general de la vulnerabilidad biofísica de la industria turística en Puerto Rico.

1. Vulnerabilidad turística por mortandad y degradación de los arrecifes de coral

Los arrecifes de coral representan un servicio del ecosistema marino que aporta a la economía de Puerto Rico. Del total de 157 empresas

de excursiones endosadas por la CTPR, 33 (21%) utilizan los arrecifes de coral como parte de los servicios y experiencias turísticas que ofrecen. Si las segmentamos por el tipo de experiencias turísticas que ofrecen, notaremos que: seis (6) son de pesca recreativa y 27 realizan actividades de *snorkeling*, buceo u observación de vida marina. Es importante mencionar que en Puerto Rico una empresa de excursiones turísticas puede tener una base de operación establecida en un pueblo específico, y dar servicios en más de un municipio y en diferentes partes geográficas. De las 33 empresas de excursiones previamente mencionadas, 22 (67%) proveyeron sus reportes de empleos, donde se reportan 58 empleos a tiempo completo y 149 a tiempo parcial.

Reconocemos y agradecemos la aportación de las capas de información provista por el *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment*

(AGRRA) y al profesor Joel Meléndez de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Humacao. Su asistencia permitió crear un mapa de distribución espacial de las ofertas ofrecidas por las empresas de excursiones endosadas en relación con la ubicación de los arrecifes de coral degradados (figura 1).

Por otra parte, aproximadamente 79% de las hospederías endosadas están relacionadas, por cercanía, a arrecifes de coral degradados (figura 2).

2. Vulnerabilidad turística por patógenos

La contaminación por patógenos en las playas representa un riesgo a la salud humana y del ecosistema, así como un impacto negativo

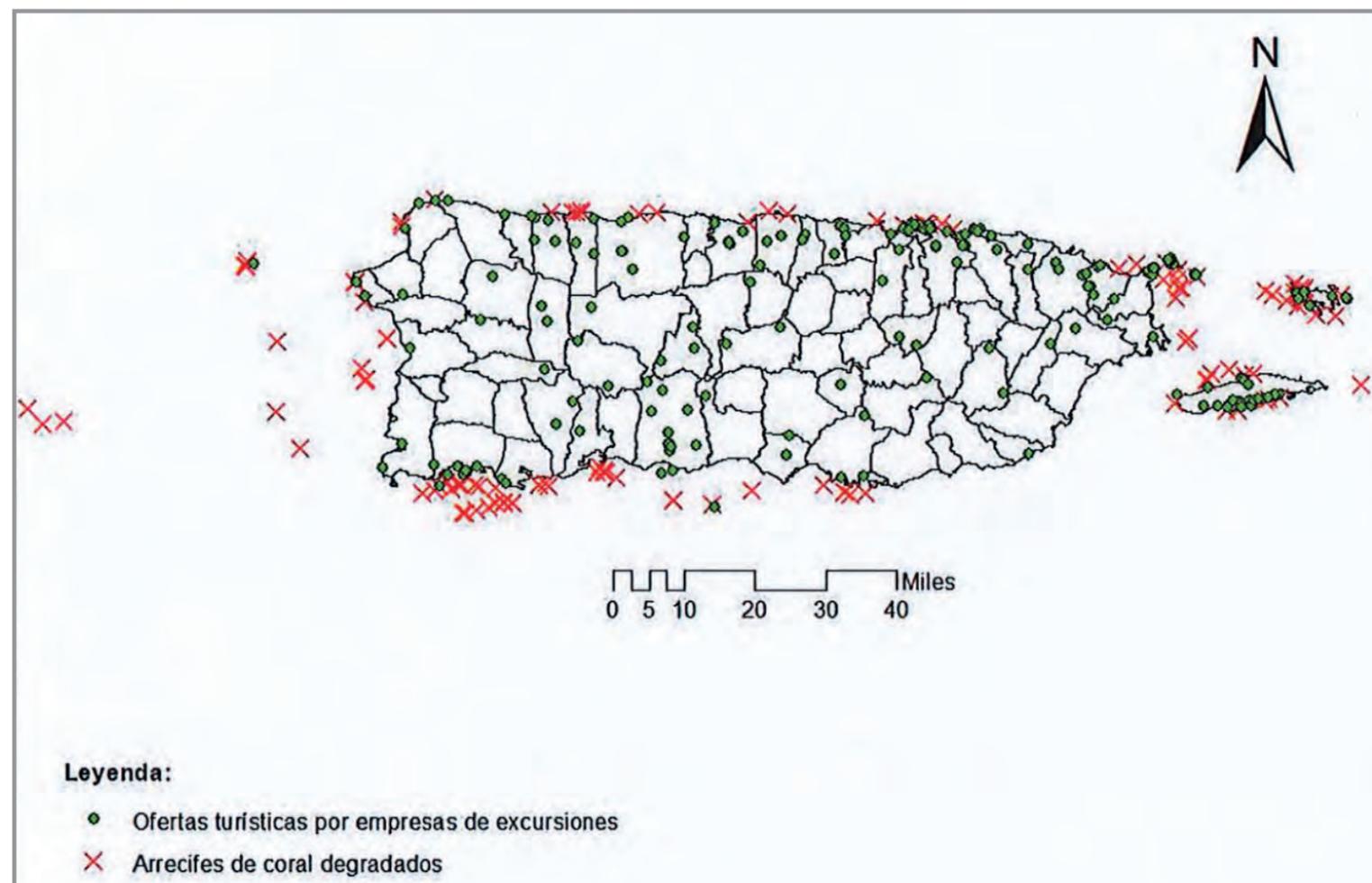


Figura 1. Mapa de localización de arrecifes de coral y empresas de excursiones endosadas por la CTPR.

² Hamdam, Kari y Othman (2015).

Código	Nombre
RW-2	Balneario <i>Seven Seas</i> , Fajardo
RW-4	Balneario Punta Santiago, Humacao
RW-5	Balneario de Rincón
RW-6	Balneario de Patillas
RW-7	Balneario Punta Guilarte, Arroyo
RW-8	Playa Buyé, Cabo Rojo
RW-9	Balneario Caña Gorda, Guánica
RW-10	Playa Santa, Guánica
RW-13	Balneario de Boquerón, Cabo Rojo
RW-15	Balneario de Añasco
RW-16	Balneario <i>Crash Boat</i>
RW-17	Balneario Javier Calderón Nieves o Cerro Gordo
RW-18	Balneario Manuel "Nolo" Morales o Sardinera, Dorado
RW-19	Balneario Punta Salinas, Toa Baja
RW-22	Balneario Pico de Piedra, Aguada
RW-23	Balneario Puerto Nuevo, Vega Baja
RW-26	Playita del Condado, San Juan
RW-27	Playa <i>Ocean Park</i> , San Juan
RW-28	Playa El Alambique, Carolina
RW-29	Playa Vacía Talega, Loíza
RW-30	Playa Guayanés, Yabucoa
RW-31	<i>Tropical Beach</i> , Naguabo
RW-32	Playa Azul, Luquillo
RW-33	Playita Rosada, Lajas
RW-34	Playa Cabullón, Ponce
RW-36	Balneario de Salinas
RW-37	Playa Villa La Mela
RW-38	Muelle de Arecibo
RW-39	Mar Chiquita
RW-1A	Balneario, Luquillo
RW-14A	Playa Mojacasabe, Cabo Rojo
RW-20A	Balneario El Escambrón, San Juan
RW-25A	Playa Sixto Escobar, San Juan
RW-12B	Playa El Combate, Cabo Rojo

Tabla 2. Playas monitoreadas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

al turismo. El cambio climático puede empeorar las condiciones de las costas por eventos extremos de precipitación en los que se excede la capacidad de los sistemas sanitarios. El incremento de pozos sépticos con inapropiados diseños afecta significativamente la calidad de los cuerpos de agua que fluyen hacia la costa. A su vez, la actividad agrícola pecuaria en áreas cercanas a ríos representa posibles fuentes de contaminación dispersa.

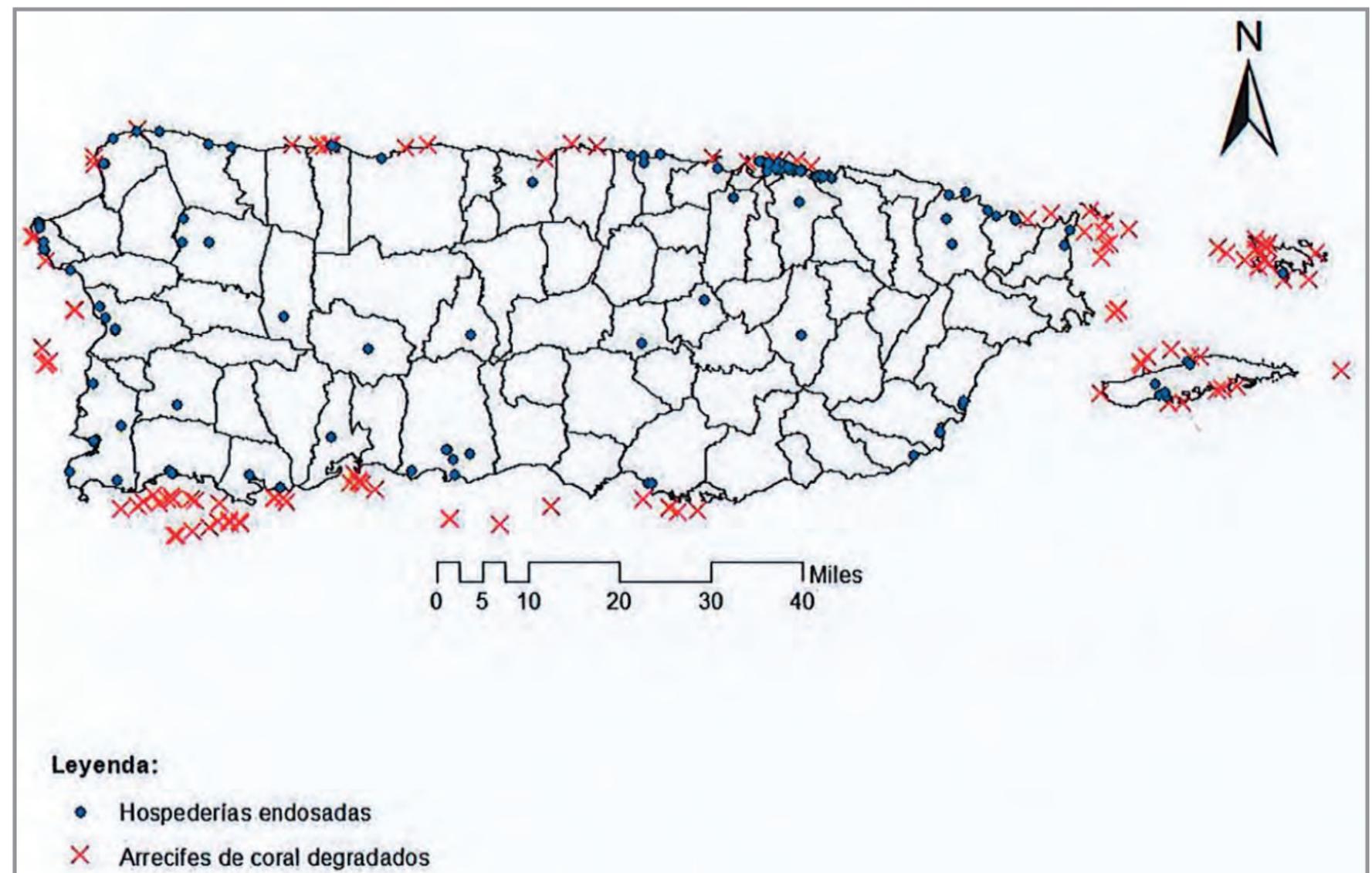
En esta sección se utilizaron los datos de monitoreo de playas para el parámetro de enterococos (colonias por cada 100 mililitros) provistos por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Se evaluó el total de 35 playas monitoreadas (tabla 2) desde 2018 hasta

febrero de 2023. Se trabajó un filtro para identificar aquellas playas monitoreadas con resultados mayores a 70 colonias por cada 100 mililitros.

La figura 3 presenta las frecuencias de las playas en exceso de enterococos por año.

Se destaca que, para el año 2018, las playas con mayor frecuencia en exceso de enterococos fueron: RW-38 (Playa Muelle de Arecibo), RW-31 (*Tropical Beach*, Naguabo) y RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa). De 35 playas monitoreadas, 15 playas (43%) resultaron

Figura 2. Mapa de localización de arrecifes de coral degradados y hospedederías endosadas por CTPR



con exceso en enterococos en 2018. Para 2019, se vuelve a observar que las playas con mayor frecuencia en exceso de enterococos fueron: RW-31 (*Tropical Beach*, Naguabo) y RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa). De igual manera, se percibe un aumento en la cantidad de playas con exceso en enterococos, reflejándose 22 playas (63%) de las 35 monitoreadas.

El escenario se repite en 2020 para las playas RW-31 (*Tropical Beach*, Naguabo) y RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa), con mayor frecuencia en exceso de enterococos, añadiéndose en esta ocasión la RW-14 A (Playa Mojacasabe, Cabo Rojo). Nuevamente, se observa un incremento en la cantidad de playas con exceso en enterococos, teniendo 27 playas (77%) de las 35 monitoreadas.

En el año 2021, nuevamente las playas con mayor frecuencia de exceso de enterococos fueron RW-31 (*Tropical Beach*, Naguabo) y RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa). Para este año, se observó una mínima disminución en la cantidad de playas con exceso en enterococos, reportándose 26 playas (74%) de las 35 monitoreadas.

En 2022, las playas con mayor frecuencia de exceso de enterococos fueron: RW-6 (Balneario de Patillas), RW-31 (*Tropical Beach*, Naguabo), RW-19 (Balneario Punta Salinas, Toa Baja) y RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa). De 35 playas monitoreadas, 33 playas (94%) resultaron con exceso en enterococos, lo que refleja un aumento en comparación con el año anterior y es el porcentaje más alto obtenido dentro del tiempo considerado para este informe.

Resulta importante resaltar que, durante los primeros dos meses del año en curso, ya se habían reflejado 10 playas, de las 35 monitoreadas, con exceso en enterococos.

La figura 4 presenta las 2 playas con mayor frecuencia en exceso de enterococos: RW-31 (*Tropical Beach*, Naguabo) y RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa). Es necesario mencionar que las 35 playas monitoreadas presentaron en algún momento, dentro del periodo de 2018 a 2023, excesos en enterococos (70 colonias por cada 100 ml). De igual manera, se observa un incremento en el porcentaje de las playas en incumplimiento a través del tiempo (figura 5).

Del total de 35 playas monitoreadas, 18 (51%) mostraron niveles superiores a 1,000 colonias por 100 mililitro en el período

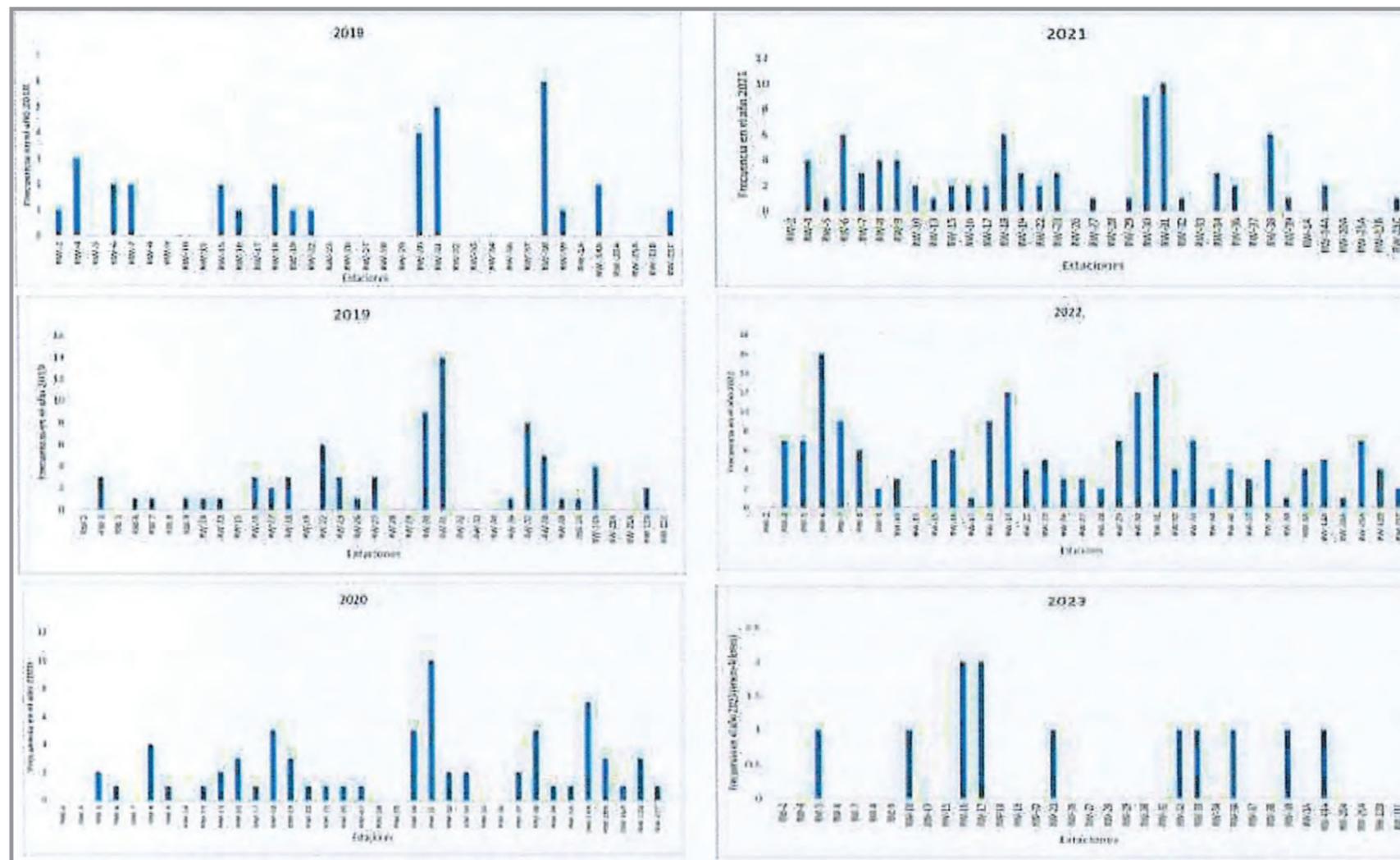


Figura 3. Frecuencia de exceso de enterococos para los años 2018 a 2023.

de estudio. Las playas con valores por encima de los 24,000 colonias por cada 100 mililitros fueron: RW-14 A (Playa Mojacasabe, Cabo Rojo) y RW- 12B (Playa Combate, Cabo Rojo) en el año 2020, y la playa RW-31 (*Playa Tropical Beach*, Naguabo) en 2022. Como dato curioso, pese al cierre de los balnearios y la prohibición del uso de recurso playa por motivos de la pandemia por Covid-19, fue en 2020 cuando se observaron algunos de los mayores excesos de enterococos.

Para fines de evaluación en términos de la actividad turística, se valoraron aquellas playas monitoreadas por el DRNA con mayor frecuencia en exceso de enterococos o con valores extremos, y la distribución espacial de las hospederías endosadas por la CTPR (figura 6).

Se observa entonces que la playa RW-31 (*Playa Tropical Beach* en Naguabo) tuvo mayor frecuencia en exceso de enterococos y presentó uno de los valores extremos en enterococos (24,196 colonias por cada 100 mililitros). No obstante, en su entorno no existen hospederías o empresas de excursiones endosadas por la CTPR. Por otro lado, la playa RW-30 (Playa Guayanés, Yabucoa), que también presentó mayor frecuencia en exceso de enterococos, tiene en su entorno inmediato cuatro (4) hospederías endosadas. La playa RW-38 (Playa Muelle de Arecibo), que también presentó mayor frecuencia en exceso de enterococos, tiene una (1) hospedería endosada y una empresa de excursiones endosada en su entorno. Por otra parte, la playa RW-6 (Balneario de Patillas), que tuvo mayor frecuencia en exceso de en-

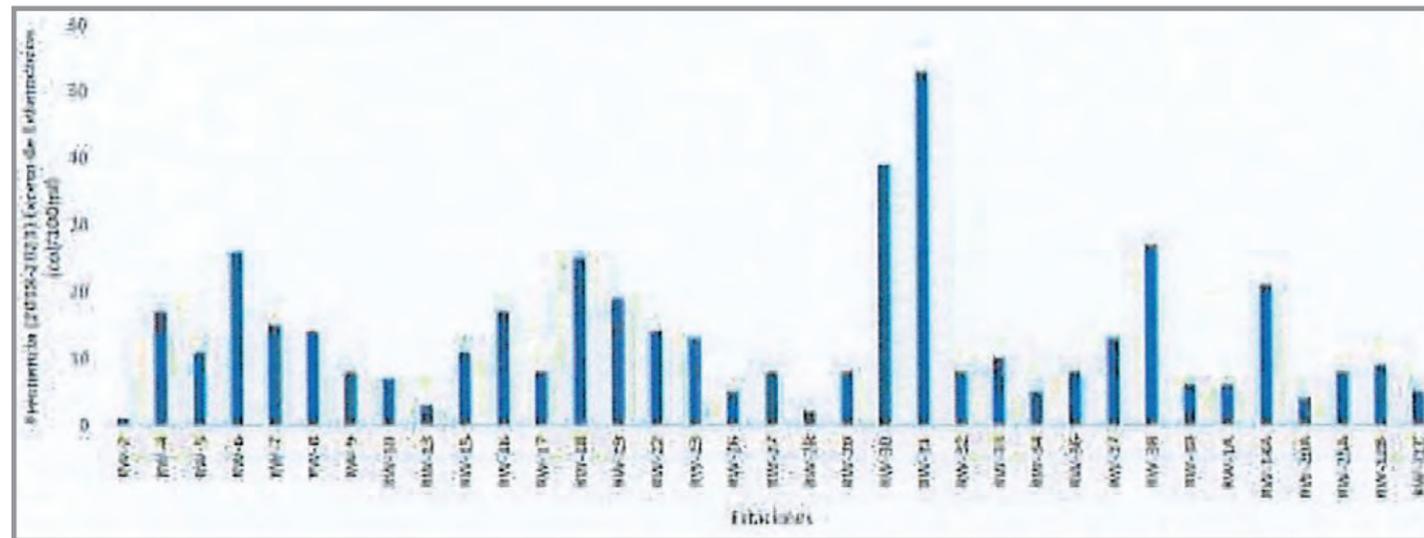


Figura 4. Frecuencia de playas en exceso de enterococos en el período 2018-2023.

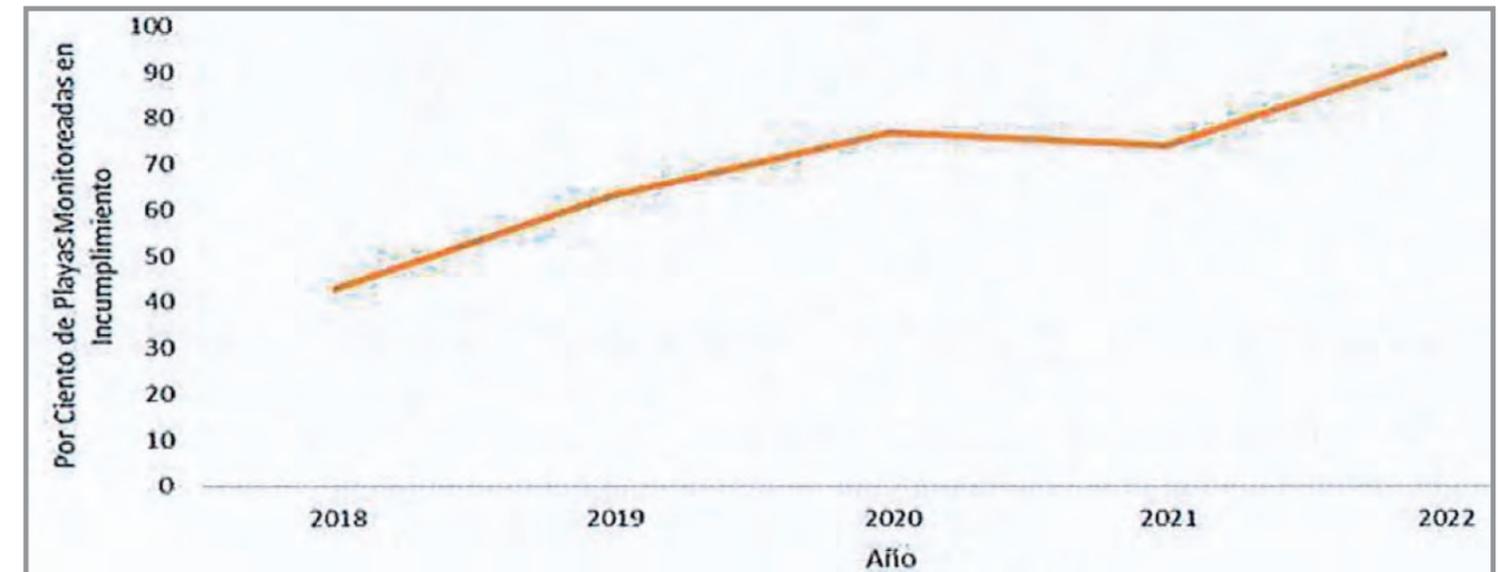


Figura 5. Porcentaje de playas monitoreadas en incumplimiento.

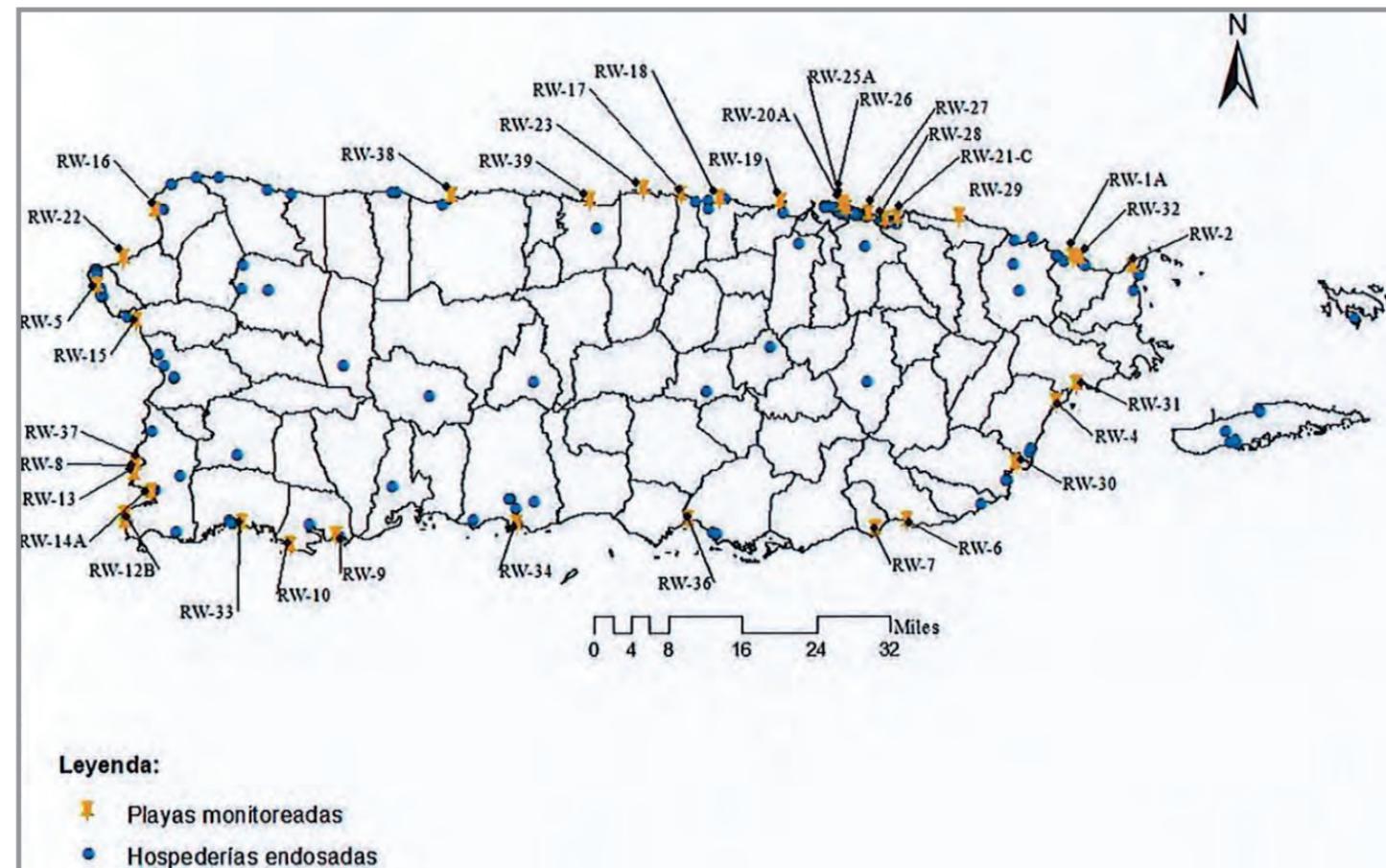


Figura 6. Playas monitoreadas por DRNA y hospederías endosadas por la CTPR.

terococos, no cuenta en su entorno con una hospedería endosada, pero sí una (1) empresa de excursión que utiliza dicho recurso acuático para la oferta de sus servicios. La playa RW-18 (Balneario Manuel "Nolo" Morales o Sardinera, Dorado) presentó mayor frecuencia en exceso de enterococos y tiene en su entorno dos (2) hospederías endosadas y una (1) empresa de excursión. La playa Combate (RW-12B) es una que se caracteriza por ser una de alta visitación de turistas y locales. Cuenta con una hospedería endosada dentro de su entorno inmediato y también presentó valores extremos en enterococos durante el periodo analizado.

Con el fin de conocer el estatus de la disposición de servicios sanitarios del total de 154 hospederías endosadas por la CTPR, se comenzó un ejercicio de recopilación de datos donde se obtuvo información de 84 de estas hospederías. El sistema sanitario provisto por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado (AAA) es utilizado en 67 de ellas, mientras que 17, ubicadas cercanas a la costa, utilizan pozos sépticos (ver figura 7).

3. Vulnerabilidad turística por el aumento del nivel del mar

Es importante comenzar estableciendo que, de las 154 hospederías endosadas por la CTPR, 122 de ellas (79%) se ubican en la zona costanera (figura 8).

Para el estudio de vulnerabilidad turística por el aumento del nivel del mar se utilizaron las proyecciones desarrolladas por la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA)³ y se evaluaron las proyecciones del aumento en el nivel del mar desde 1 hasta 10 pies en relación con las hospederías endosadas (figura 9).

La tabla 3 presenta, en términos de porcentaje, la cantidad de hospederías endosadas (hasta el momento de la redacción de este informe) que estarían siendo impactadas según las proyecciones en el aumento del nivel del mar.

La figura 10 del anejo presenta la distribución espacial de las hospederías endosadas que estarían siendo impactadas según

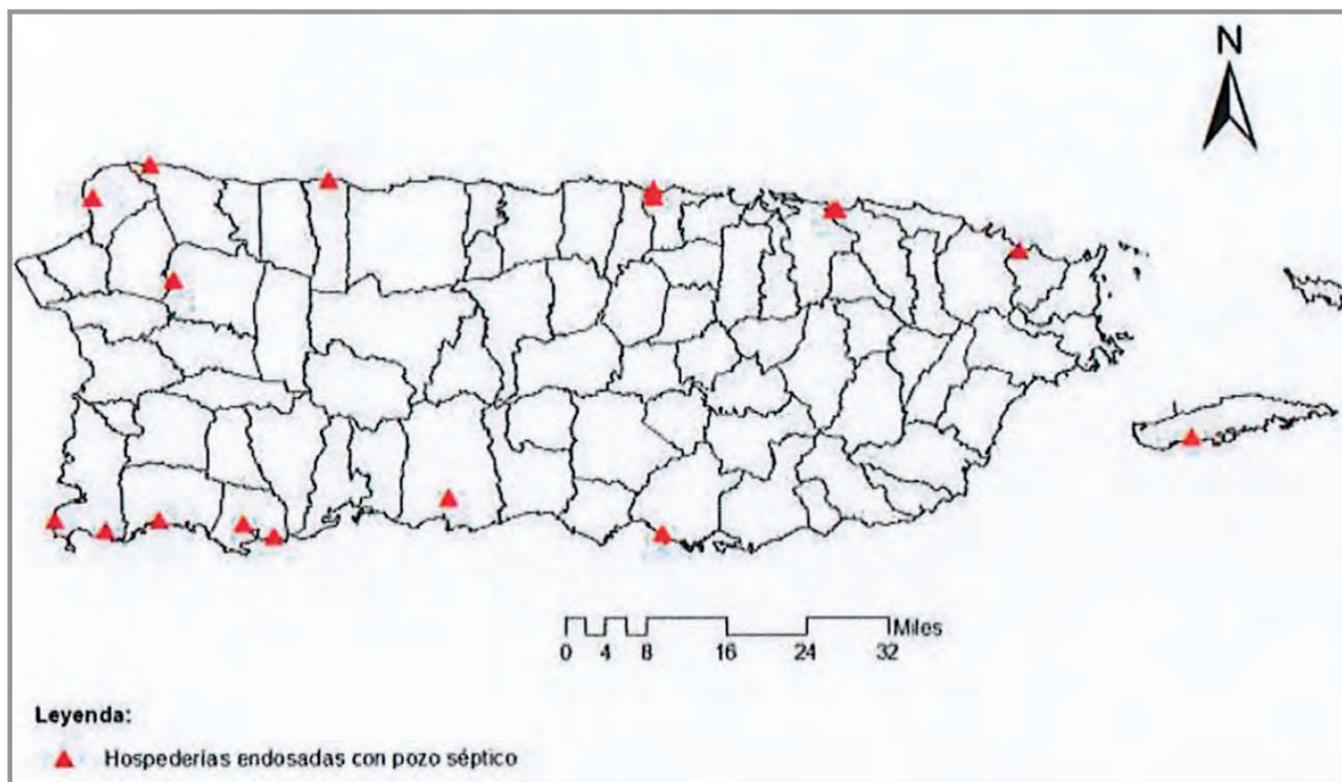


Figura 7.
Hospederías endosadas con pozos sépticos.

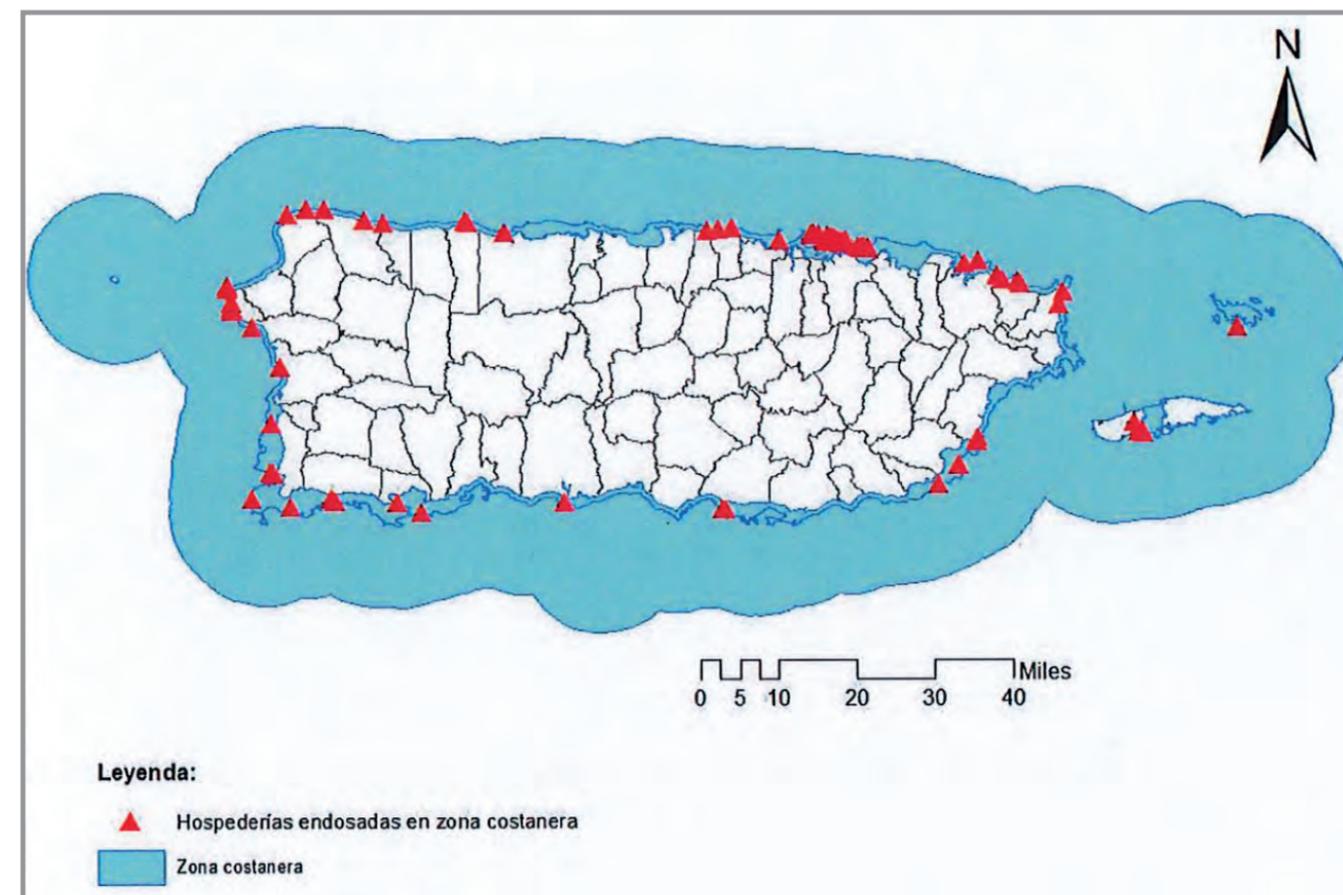


Figura 8.
Hospederías endosadas en zona costanera.

³ <https://coast.noaa.gov/slrdata/>

Proyección de aumento del nivel del mar (pies)	Porcentaje de Hospederías Endosadas (%)
1	0
2	3
3	5
4	6
5	10
6	15
7	20
8	25
9	32
10	37

Tabla 3. Porcentaje de hospederías endosadas a ser impactadas según proyección en el aumento en el nivel del mar.

las proyecciones en el aumento en el nivel del mar. Dentro de las proyecciones de aumento de dos y tres pies, se observan hospederías endosadas que se ubican en el área metro y sur de la isla. Ya dentro de las proyecciones de aumento de 4 pies se observa que se impactarían, además, hospederías ubicadas en el área suroeste. A partir de la proyección de aumento de 5 pies a 10 pies se observa un incremento en densidad en las hospederías ubicadas en el área metro y un incremento en el área oeste de la isla de forma dispersa. En la proyección específica de aumento de 6 pies se observa el impacto en hospederías del área este de la isla.

4. Vulnerabilidad turística por erosión costera y aumento en exposición por migración de costas

Para el análisis de erosión costera se utilizó la capa de información provista por la dra. Maritza Barreto del Instituto de Investigación y Planificación Costera de Puerto Rico (CoRePI-PR). En particular, se utilizó la capa *Beach_Width_Beach_Width_Changes_Transects*, en la que se efectuó la selección del atributo de erosión de julio de 2018, y se creó una zona de amortiguamiento (*buffer zone*) de 100 metros para luego identificar las hospederías ubicadas en las áreas de erosión costera y cercanas a estas (figura 11). Como resultado de esta metodología, se identificó un total de 47 hospederías endosadas (30%) en áreas de erosión costera.

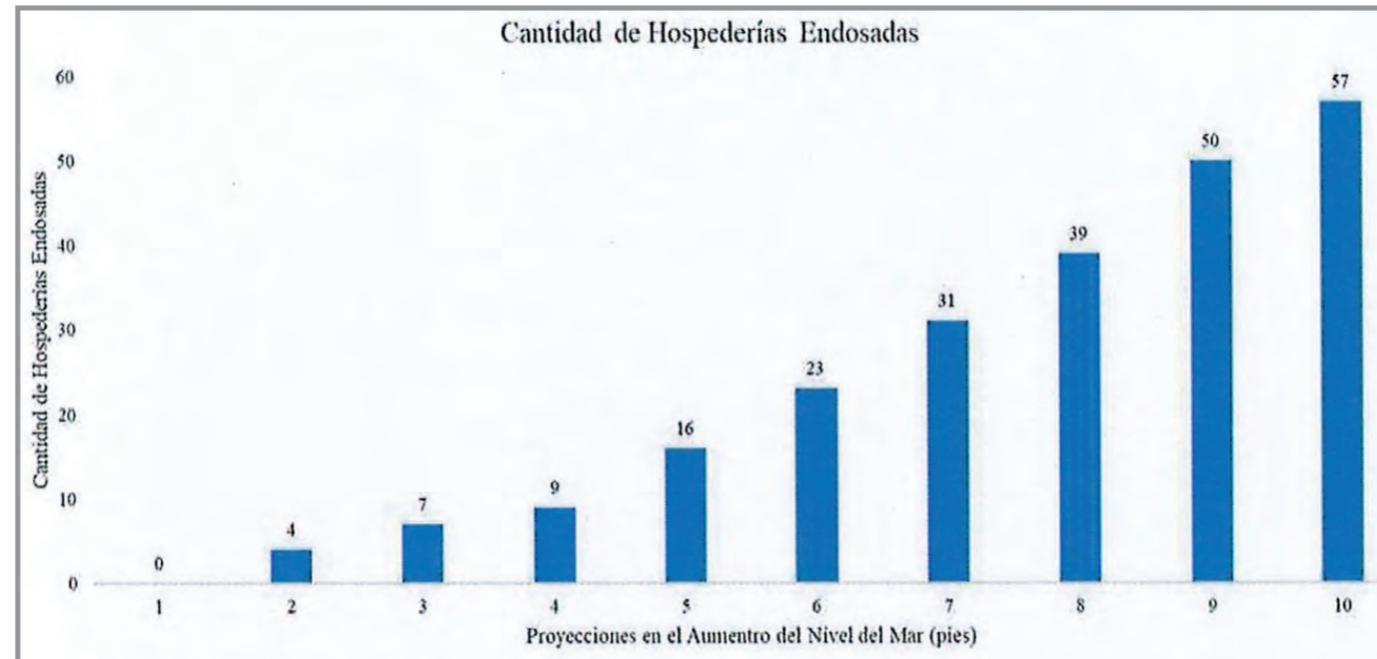


Figura 9. Hospederías endosadas impactadas según las proyecciones en el aumento del nivel del mar.

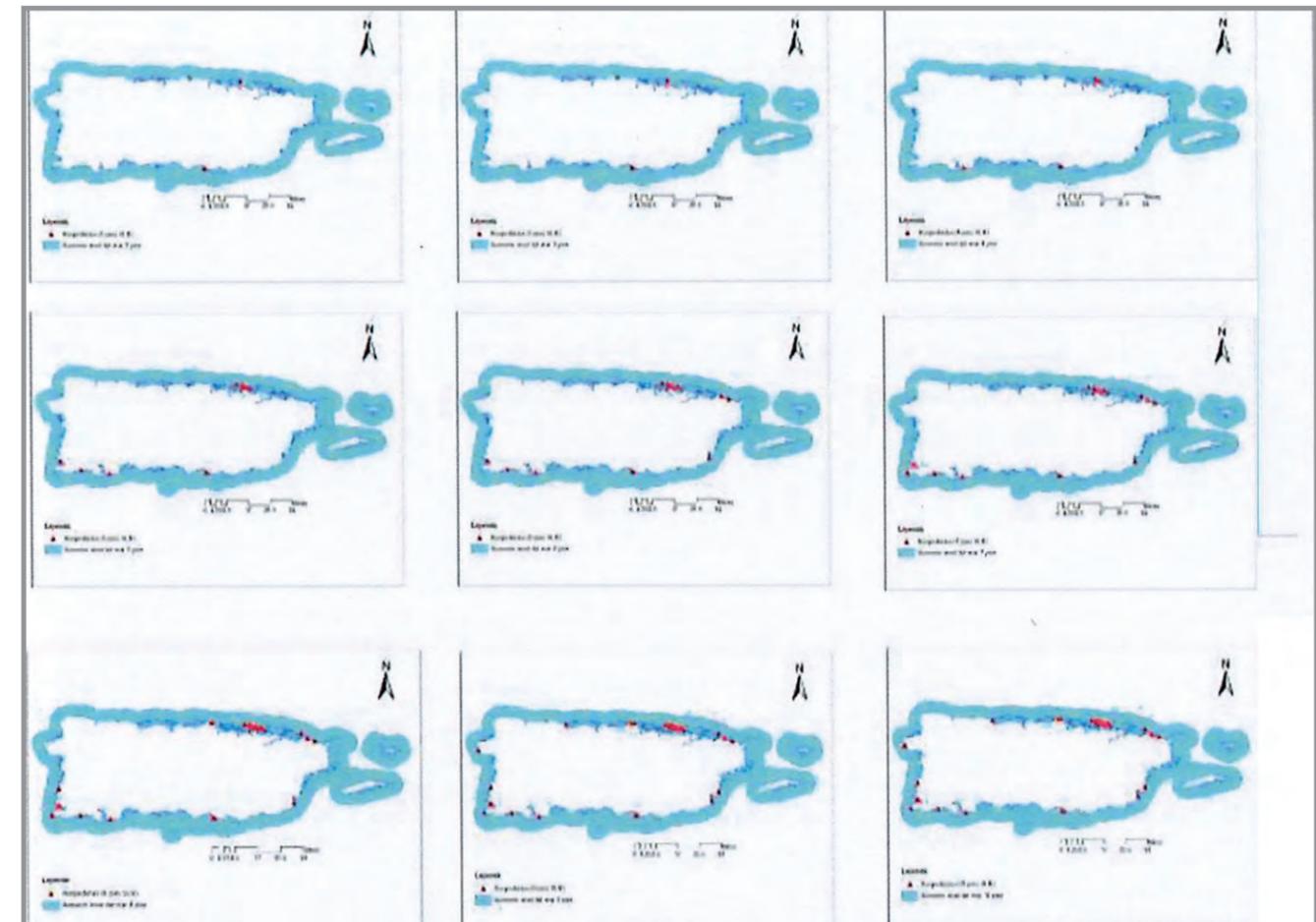


Figura 10. Distribución espacial de las hospederías endosadas impactadas según las proyecciones en el aumento del nivel del mar.

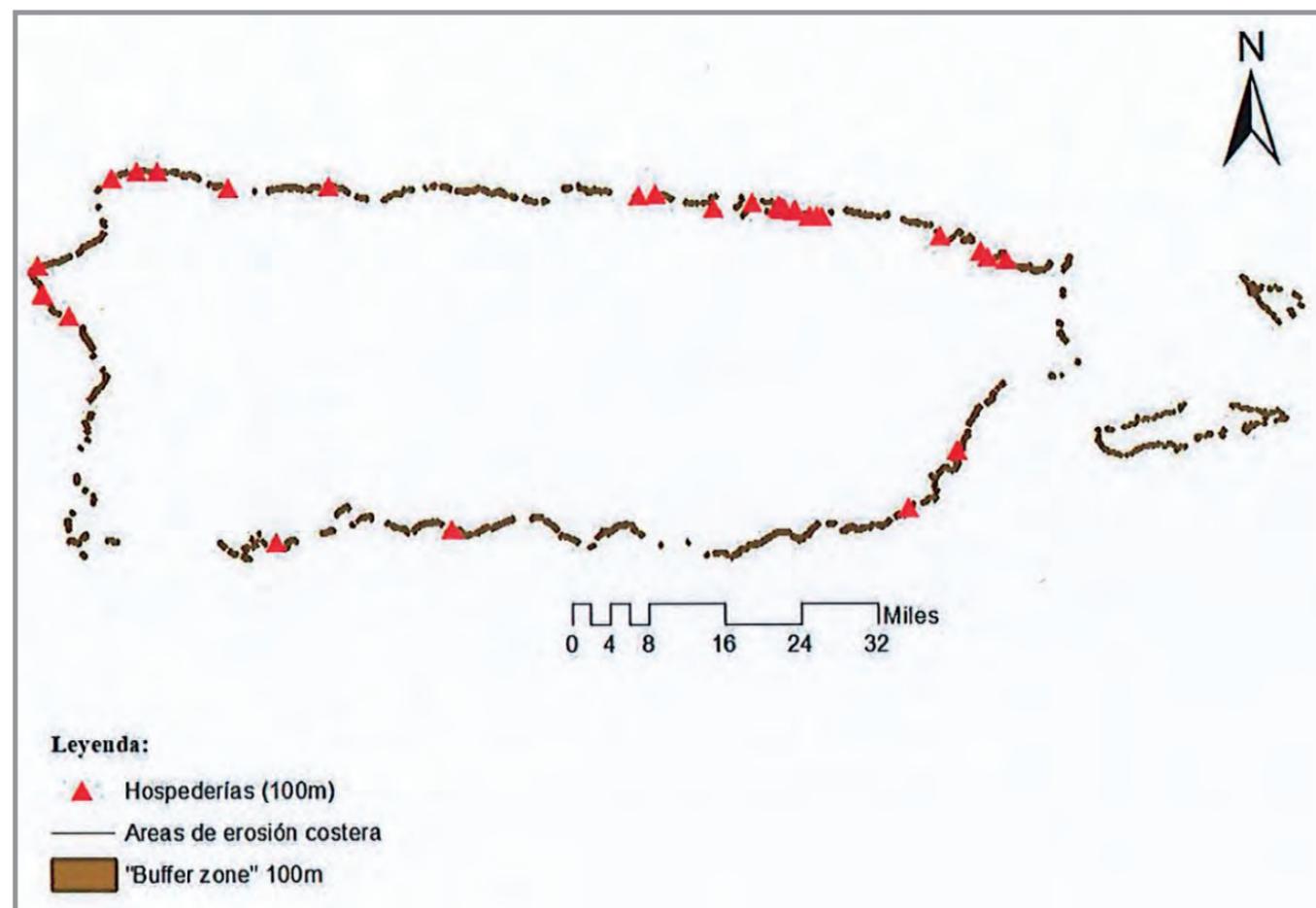


Figura 11. Hospederías endosadas en áreas de erosión costera.

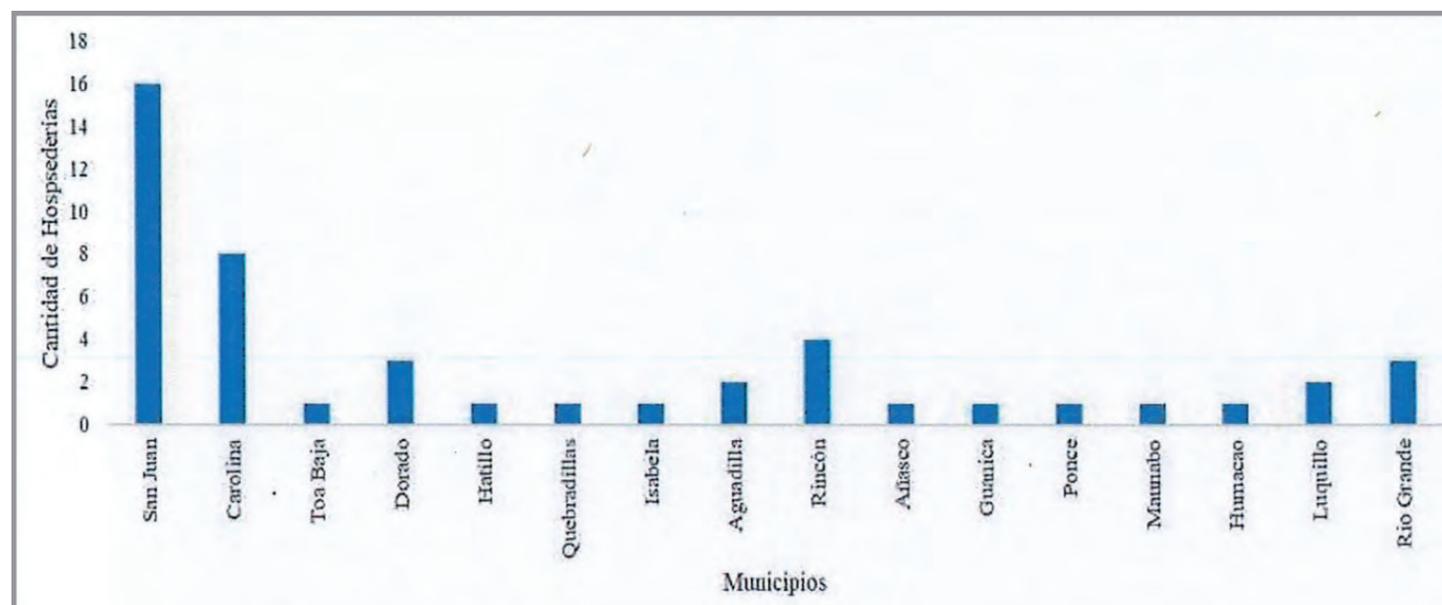


Figura 12. Municipios con hospederías endosadas en áreas de erosión costera.

La distribución de las 47 hospederías en áreas de erosión costera según las categorías definidas en el Reglamento de Hospederías de Puerto Rico de la CTPR fue: 29 Hoteles, 8 Casa de Huéspedes, 4 Resorts, 1 hostel, 1 Villa Turística, 1 Posada y 1 Alojamiento Suplementario de Corto Plazo. La categoría hotel resultó ser la que mayor cantidad de unidades tiene en áreas de erosión costera.

La figura 12 expone que la mayor cantidad de hospederías endosadas en áreas de erosión costera se ubican en el área metropolitana, particularmente, en los municipios de San Juan, Carolina y Dorado. Sin embargo, se destacan aquellas localizadas en el área oeste, principalmente en el municipio de Rincón.

Además de la erosión costera, se evaluó la migración de costas, que representa el movimiento de la línea de agua tierra adentro y expone el aumento en exposición a la infraestructura presente. La capa de información, provista por la dra. Maritza Barreta, de CoRePI-PR, está basada en datos que están más allá de los 4 metros de incertidumbre debido a las imágenes utilizadas. Para esta capa de información creada, se elaboró una zona de amortiguamiento (*buffer zone*) de 100 metros para identificar las hospederías en su cercanía. Tal y como muestra la figura 13, se identificaron once (11) hospederías endosadas con aumento en exposición ante eventos extremos.

La distribución de las 11 hospederías con aumento en exposición ante eventos extremos según las categorías definidas en el Reglamento de Hospederías de Puerto Rico de la CTPR fue: 6 hoteles, 3 casas de huéspedes, 1 parador y 1 villa turística. Por tanto, nuevamente, expone que son los hoteles los que se ubican en zonas con aumento en exposición ante eventos extremos.

En términos de localización, se observó mayor cantidad de hospederías con aumento en exposición a eventos extremos en los municipios de Rincón, San Juan y Salinas (figura 14).

5. Vulnerabilidad y susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones

En 2022, con el impacto del huracán Fiona, se demostró la necesidad de evaluar la susceptibilidad a deslizamientos ante eventos extremos de precipitación. El análisis de susceptibilidad a deslizamientos presentado a continuación se basó en la capa de información generada en el año 2020 por el *U. S. Geological Survey*, “*PR Landslide Susceptibility*”. La figura 15 presenta la distribución general de la susceptibilidad a deslizamientos. Al evaluar la susceptibilidad a deslizamientos, se identificó una sola hospedería endosada ubicada en área de alto riesgo. En su mayoría las hospederías endosadas se encuentran en áreas de bajo riesgo a deslizamientos.

En términos de áreas inundables se utilizó la capa de información de FEMA (FIRM) y se encontró que 47 hospederías endosadas se encuentran en áreas de riesgo a inundación, lo que representa 30%. Resulta importante resaltar que la mayoría de estas hospederías se encuentran localizadas en la zona metropolitana y el noreste de la isla (figura 16).

6. Vulnerabilidad turística por sargazo

A medida que aumenta la temperatura de los océanos tiende a haber más eventos de sargazo. La deposición de sargazo en las playas afecta significativamente al turismo, tras reducir el disfrute de las playas por su deposición y los olores que se desprenden. En Puerto Rico comúnmente la llegada de sargazo ocurre durante los meses de verano, aunque cada año se va a adelantando un poco más. Precisamente en el año corriente, a inicio del mes de marzo, se ha comenzado a observar la primera llegada y deposición. En gran parte estos eventos de deposición significativa tienden a ocurrir en el área sur y el este de la isla, donde afectan hospederías endosadas, empresas de excursiones endosadas, marinas y balnearios, entre otros atractivos turísticos.

Para este análisis se utilizó la capa de información provista por el dr. William Hernández de *Sargassum Hot Spot*. Esta capa fue generada por el uso de imágenes Sentinel del año 2021 (figura 17).

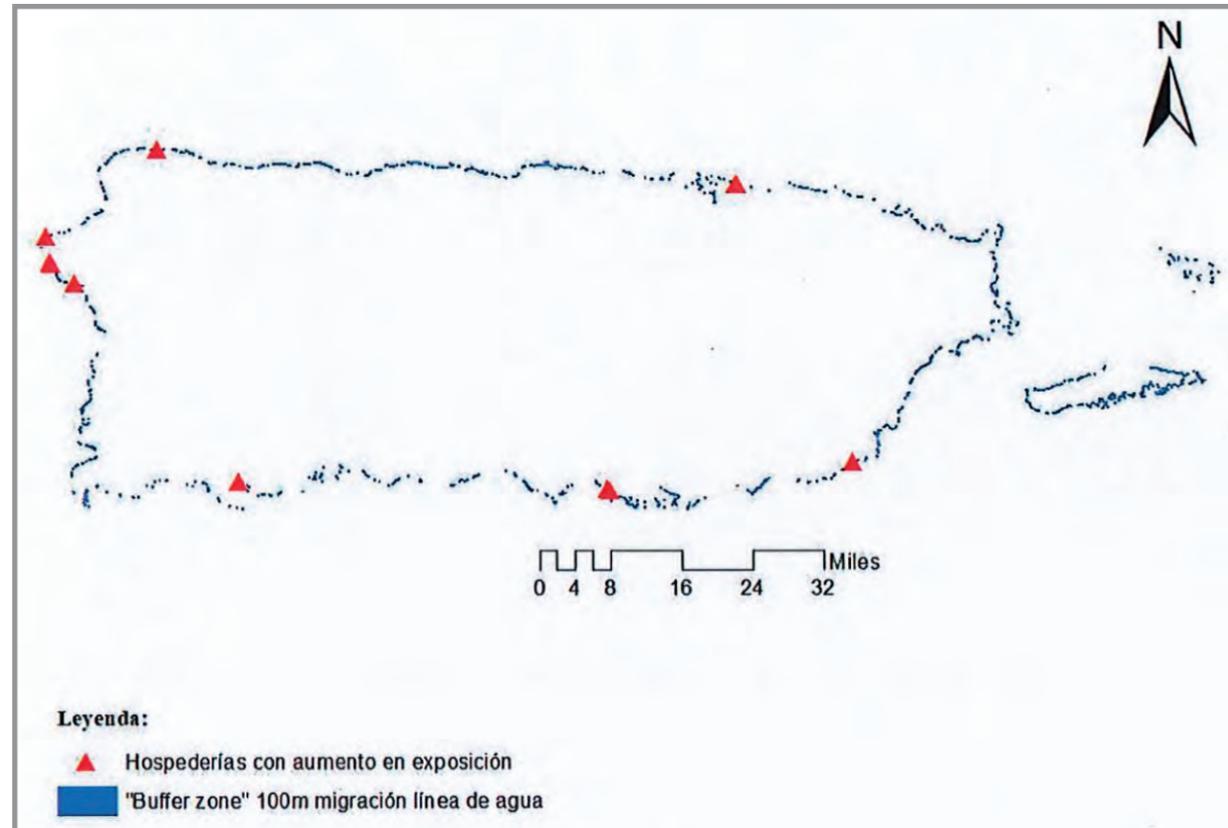


Figura 13. Hospederías endosadas con aumento en exposición a eventos extremos.

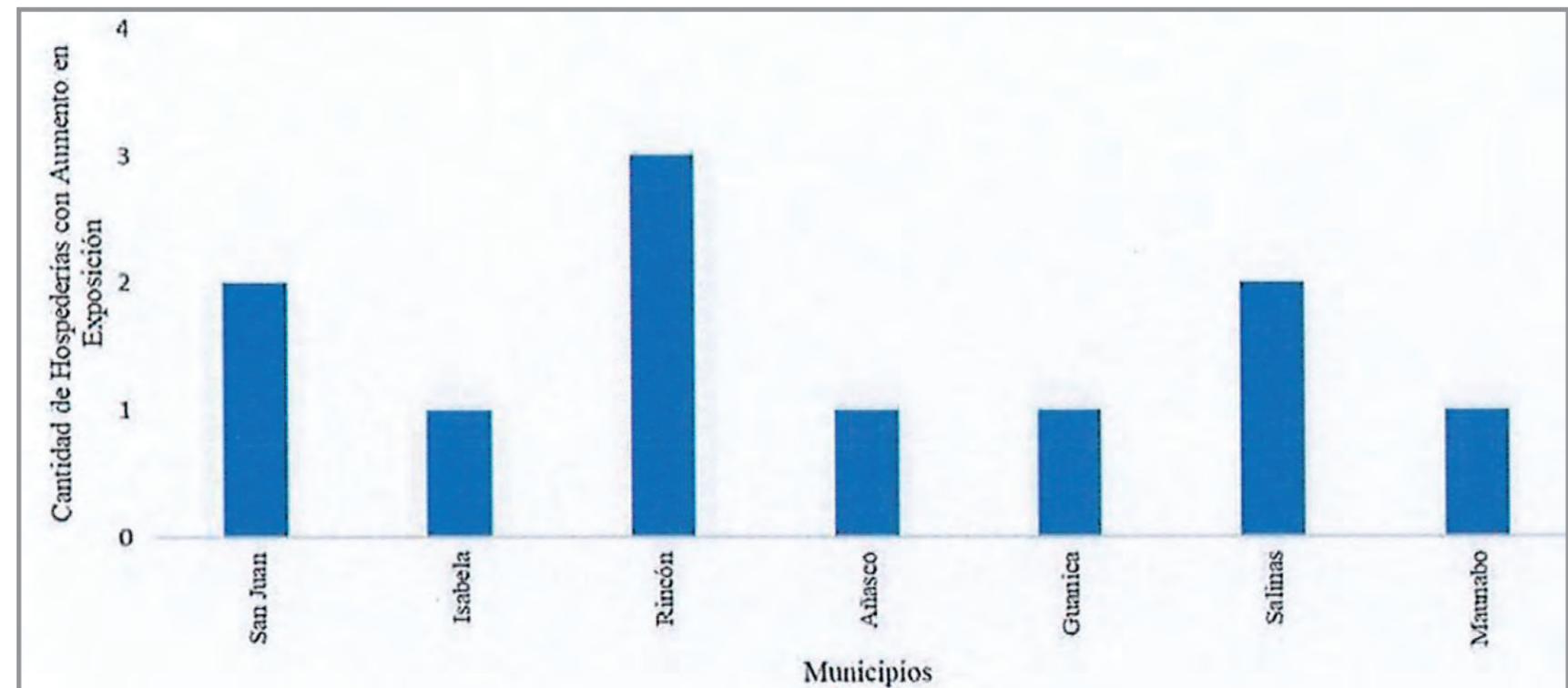


Figura 14. Municipios con hospederías con aumento en exposición ante eventos extremos.

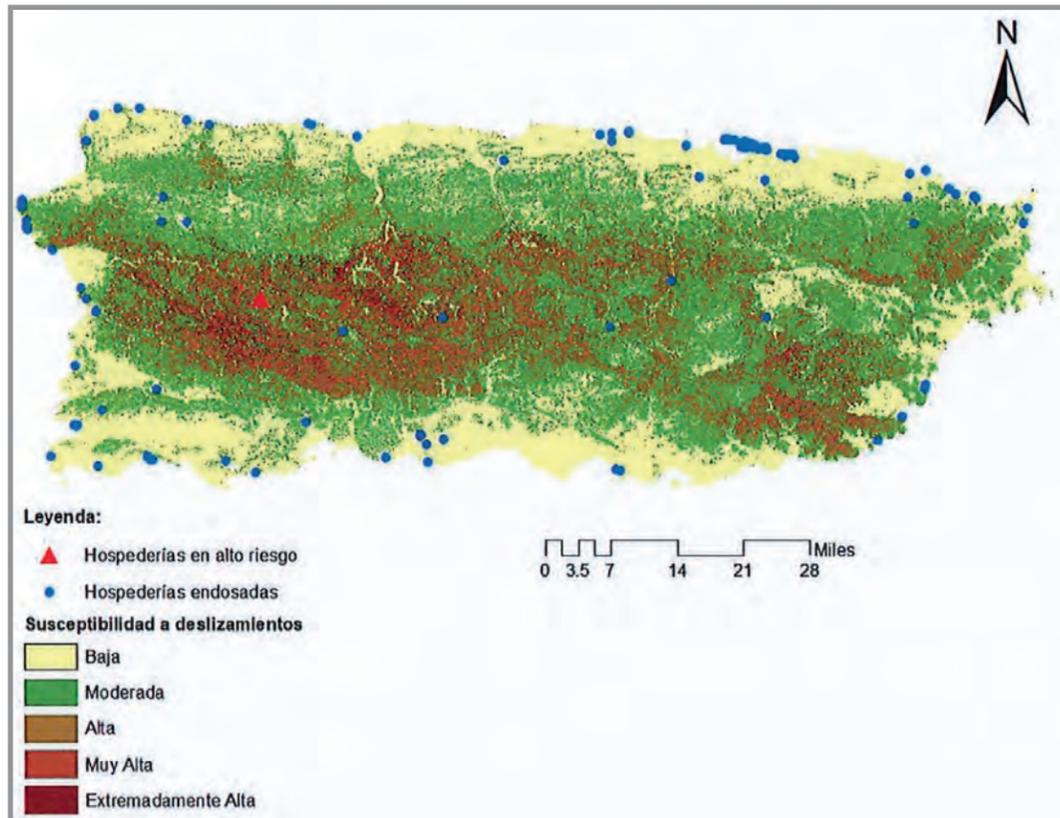


Figura 15. Susceptibilidad a deslizamientos y hospederías endosadas.

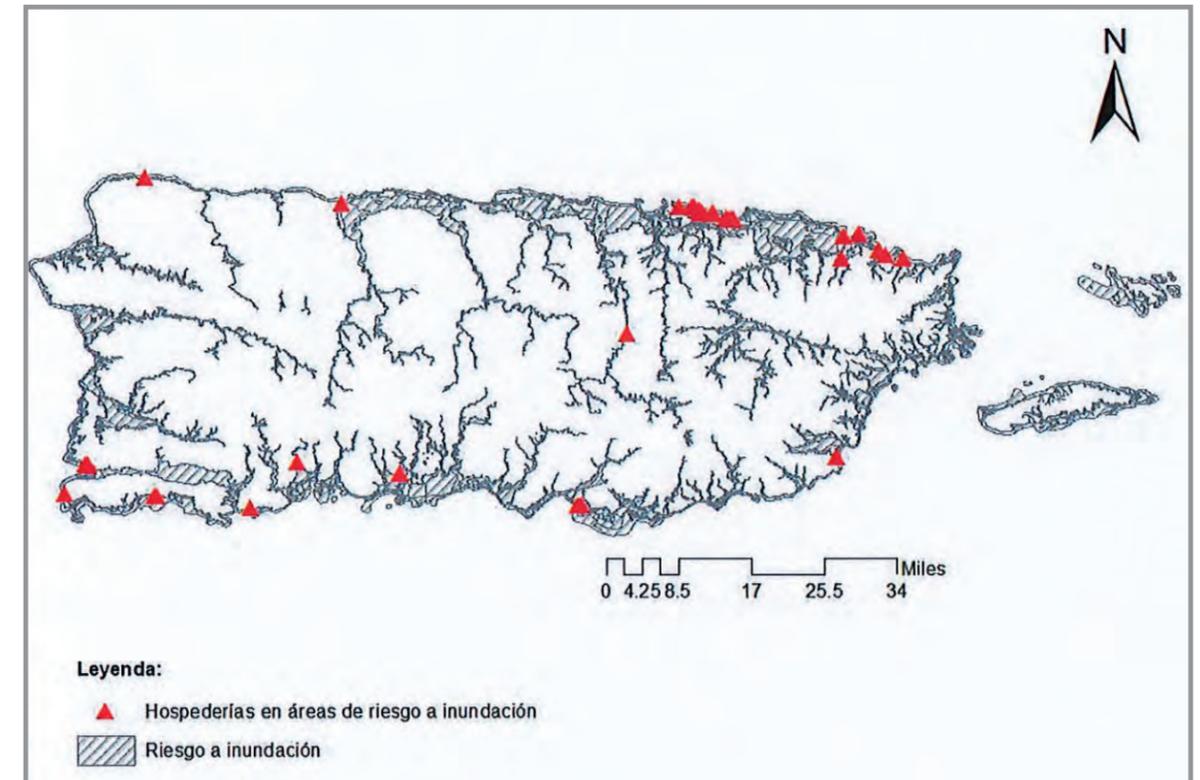


Figura 16. Hospederías endosadas en áreas inundables.

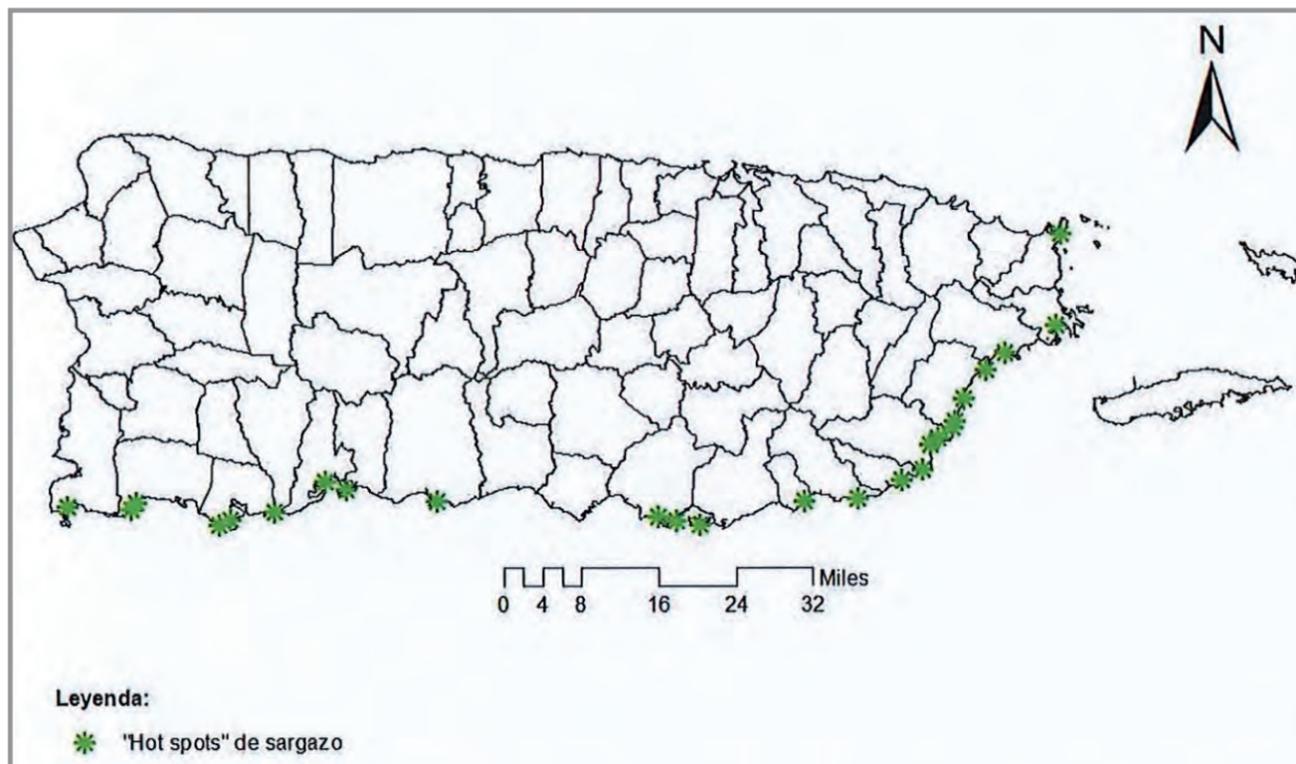


Figura 17. Distribución espacial de sargazo en Puerto Rico.

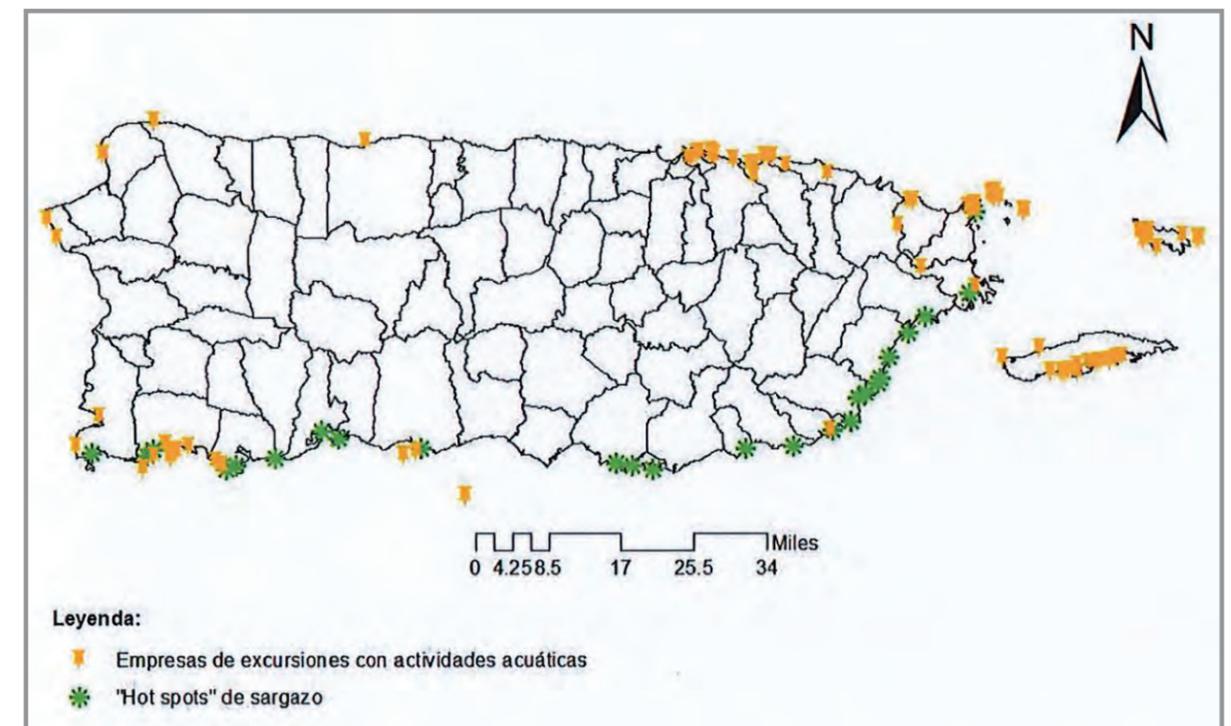


Figura 18. Áreas de mayor frecuencia de deposición de sargazo y empresas de excursiones endosadas asociadas a actividades acuáticas.

En este reporte se consideraron las hospederías, empresas de excursiones endosadas, así como balnearios y marinas que se ven afectadas por los eventos descritos. La figura 18 presenta las áreas de mayor frecuencia de deposición de sargazo y empresas de excursiones con servicios de actividades acuáticas. Del total de 157 empresas de excursiones endosadas, 39 se encuentran en áreas de mayor tendencia de deposición de sargazo.

Es importante resaltar, que, aunque el estudio de identificación de áreas de tendencias a mayor deposición de sargazo identifica, principalmente, las áreas del sur y este de la Isla, se ha observado también en áreas del noreste. Por consiguiente, además de las 39 empresas de excursiones previamente identificadas, se añaden 6 ubicadas en la zona norte, particularmente en el área metro. Se destaca la necesidad de estudio de tendencias históricas para identificar y realizar proyecciones de áreas *hot spots*.

Desde la perspectiva del segmento de alojamiento, del total de 154 hospederías endosadas, 129 se encuentran localizadas cerca de la costa (figura 19). Y dentro de esas 129 hay 23 hospederías localizadas en áreas con mayor tendencia a deposición de sargazo. La distribución de las 23 hospederías en áreas de tendencia a deposición de sargazo según su categoría fue la siguiente: 12 hoteles, 7 casas de huéspedes, 2 resorts, 1 *glamping* y 1 parador.

La figura 20 presenta la ubicación de marinas turísticas y balnearios en relación con áreas de tendencia a deposición de sargazo. De los 32 balnearios identificados, 16 se encuentran en áreas de mayor tendencia a deposición de sargazo. Por otra parte, de las 18 marinas identificadas, 13 se encuentran en áreas de mayor tendencia a deposición de sargazo.

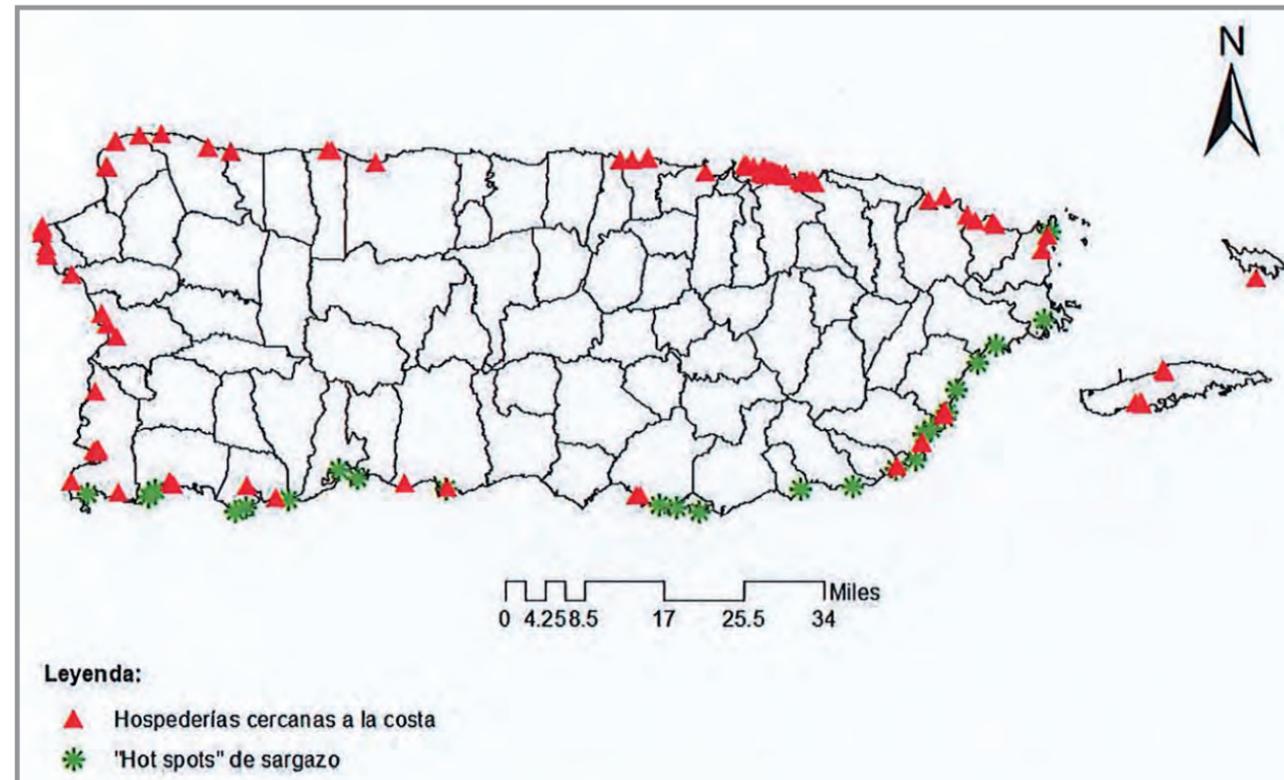


Figura 19. Áreas de mayor frecuencia de deposición de sargazo y hospederías endosadas en la costa.

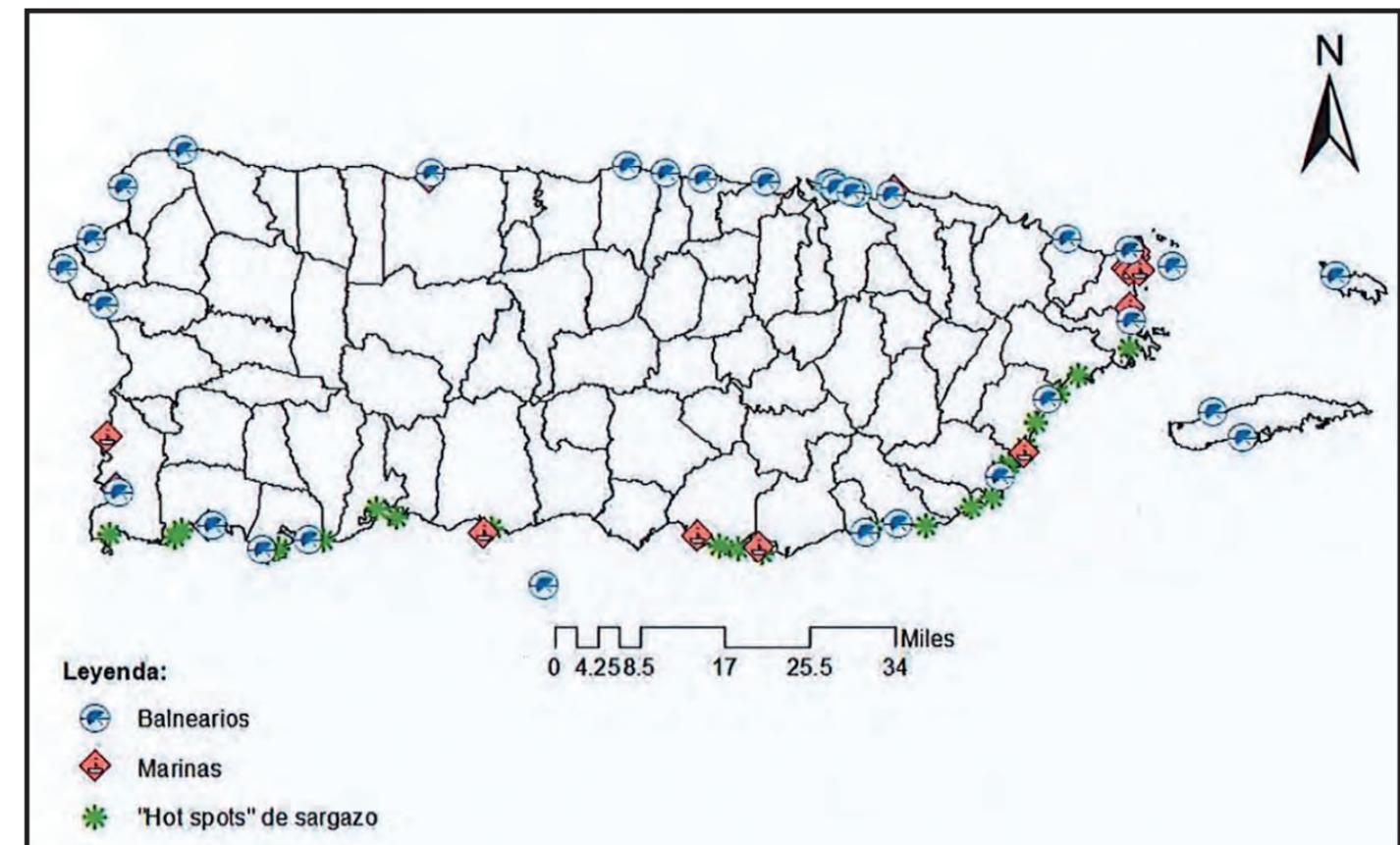


Figura 20. Áreas de mayor frecuencia de deposición de sargazo, balnearios y marinas.

7. Vulnerabilidad turística por vectores

El cambio climático tiene como potencial efecto el aumento en la propagación de vectores de enfermedades, tal y como los que se transmiten por mosquitos, como dengue, chikungunya y zyka, entre otros. Un caso de estudio respecto de impacto en el turismo de Puerto Rico que puede tener la propagación de vectores de enfermedades fue el brote de zyka de 2016. El anuncio del brote por parte del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) representó para Puerto Rico, como destino turístico, una pérdida de \$44.5 millones de dólares. El impacto mayor se observó en el renglón de eventos y convenciones, bajo el cual se registraron las cancelaciones de 35 grupos, lo que se tradujo en la pérdida de 42,000 noches de hotel en un periodo de 3 meses.

8. Vulnerabilidad turística por olas de calor

El aumento en la temperatura debido al cambio climático potencia la duración, frecuencia e intensidad de las olas de calor. Esto repercute en un aumento en la posibilidad de *heat stroke*, particularmente en actividades al aire libre. La industria del turismo debe prepararse ante estos eventos en los segmentos de guías turísticos y empresas de excursiones, así como desarrollar campañas de turismo interno para concienciar sobre dicho riesgo presentando medidas de cómo evitarlo. Actualmente, la CTPR tiene 157 empresas de excursiones endosadas y 480 de guías turísticos registrados que ofrecen experiencias al aire libre.

9. Vulnerabilidad turística por sequías y racionamiento de agua

Uno de los efectos del cambio climático es el constituido por eventos extremos, como las sequías experimentadas en Puerto Rico de 2014 a 2016. Para el análisis de vulnerabilidad, se evaluaron las hospederías endosadas en términos de abastecimiento de agua. No obstante, no se logró obtener información de 70 hospederías en-

dosadas, por lo que los resultados presentados representan la información provista por 84 de ellas.

De 154 hospederías endosadas, 80 se suplen de agua potable provista por (AAA) y cuatro a través de pozos. Estas cuatro hospederías endosadas que se suplen de pozo para agua potable se encuentran ubicadas en el área sur de la isla.

Aun cuando falta información por obtener, podemos concluir que más de la mitad de las hospederías endosadas se suplen del sistema de AAA para agua potable, por lo que resulta imperativo conocer y monitorear el estatus de los embalses en términos de su vida útil. Por ejemplo, en gran parte las hospederías endosadas se encuentran en el área metro y se abastecen del embalse Carraízo, el cual tiene una fecha de estimación de sedimentación completa para el año 2062. Y aun cuando se reconoce que el dragado de este embalse se encuentra en vías de gestión, de mantenerse una tasa de sedimentación alta, su capacidad como abasto de agua potable no será sostenible.

La situación expuesta establece la necesidad de aumentar los esfuerzos hacia equipo de ahorro de agua, así como en el uso de cisternas para capturar agua de lluvia. A su vez, debe fomentarse la reforestación de las zonas activas de los ríos con la finalidad de reducir la tasa de sedimentación. La tabla 4 y la figura 21 presentan la cantidad de hospederías endosadas por cuenca hidrográfica y la distribución espacial de éstas, respectivamente. La mayor cantidad de hospederías endosadas se encuentra en la cuenca del Estuario de la Bahía de San Juan.

Cuencas hidrográficas	Cantidad de hospederías endosadas
Río Grande de Loiza	1
Río Herrera - Las Cabezas de San Juan- Costa	10
Río Antón Ruiz - Río Fajardo	1
Río Maunabo - Río Humacao	5
Río Coamo - Río Seco	2
Río Matilde - Río Descalabrado	6
Río Yauco - Río Tallaboa	2
Quebrada Boquerón - Río Loco	12
Río Guanajibo	2
Río Yágüez	3
Río Grande de Añasco	8
Río Culebrinas	9
Quebrada Los Cedros - Río Camuy	8
Río Grande de Arecibo	3
Río Grande de Manatí	1
Río Cibuco	5
Río de la Plata	3
Río de Bayamón - Río Hondo	1
Estuario de la Bahía de San Juan	66
Vieques	6
Culebra	1
Total	155

Tabla 4. Cantidad de hospederías endosadas según cuenca hidrográfica

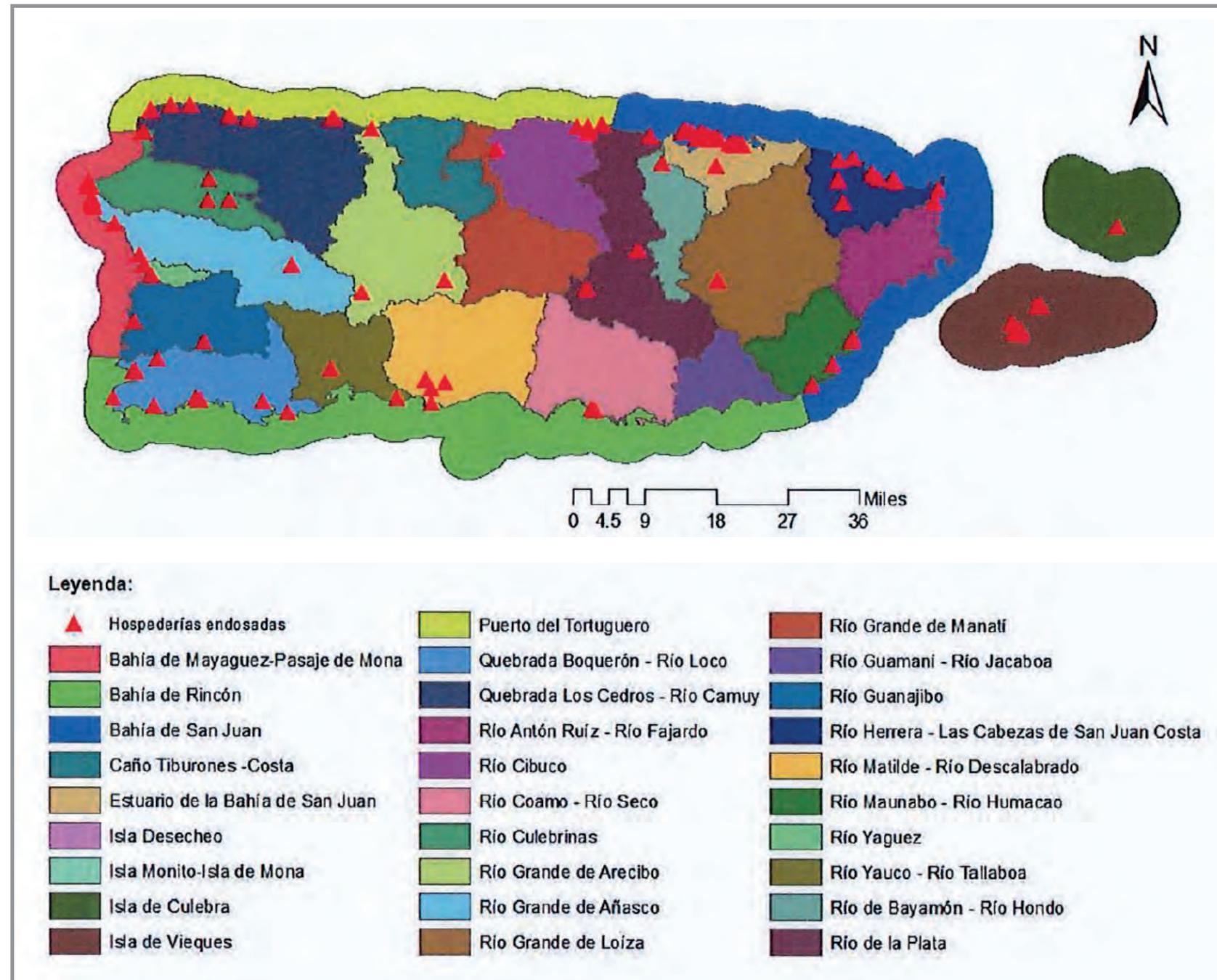


Figura 21. Distribución espacial de hospederías endosadas y cuencas hidrográficas

CRÉDITOS

Redacción e información técnica

ÁNGEL DAVID RODRÍGUEZ VÉLEZ
ÁNGEL J. FELICIANO REYES
ARIEL E. LUGO
ÁUREA E. RODRÍGUEZ SANTIAGO
CARLOS E. SOUTTO COLÓN
DAVID SOTOMAYOR RAMÍREZ
FERNANDO ABRUÑA CHARNECO
FRANCISCO AGUILAR
IVÁN BAIGÉS VALENTÍN
JOSÉ J. HERNÁNDEZ AYALA
KEYLA SOTO HIDALGO
LEONELA PATRICIA TORRADO GONZÁLEZ
NYLCA J. MUÑOZ SOSA
OMAR GUTIÉRREZ DEL ARROYO
SANDRA I. VILLERRAEL HERNÁNDEZ
WILMER O. RIVERA DE JESÚS

Edición

LEONELA PATRICIA TORRADO GONZÁLEZ - Planificadora
SANDRA I. VILLERRAEL HERNÁNDEZ - Redactora / Editora

Apoyo de esfuerzos de participación pública

EDUARDO HERNÁNDEZ CALO
IRALDA M. ABARCA ALOMÍA
JAIME F. VILLETÁ GARCÍA
LEONELA PATRICIA TORRADO GONZÁLEZ
SANDRA I. VILLERRAEL HERNÁNDEZ

Revisión, diseño e impresión

EDITORIAL PLAZA MAYOR

Revisión por miembros del CEACC

ADA MONZÓN
ANAÍS RODRÍGUEZ
CARL-AXEL P. SODERBERG
LUIS A. FERRAO
MANUEL CIDRE
MARITZA BARRETO ORTA
PABLO MÉNDEZ LÁZARO
RAFAEL MÉNDEZ TEJEDA
ROY TORBERT

Colaboradores y apoyo técnico

ABEXUS
ALEXANDRA PÉREZ ORTIZ - DRNA
AMARILYS ROSARIO ORTIZ - DRNA
ANTONIO RÍOS DÍAZ - DRNA
APPLIED ECONOMICS CLINIC
BRAD WEINER - UPR
CRISTINA CABRERA - DRNA
FRANCISCO BERRÍOS PORTELA - La Fortaleza
GABRIELA MÁRQUEZ
IRALDA M. ABARCA ALOMÍA - DRNA
JAIME J. GREEN MORALES - DDEC
JAVIER E. PÉREZ LAFONT - UPR Utuado
JAVIER ROSARIO PÉREZ - Asesor legal
NILDA LUHRING GONZÁLEZ - CTPR
NILDAMARIE DÍAZ - CTPR
RICARDO LÓPEZ ORTIZ - DRNA
SAMIRIS SULEIMÁN
VANESSA I. MARRERO SANTIAGO - DRNA
YASMÍN GARCÍA MARTÍNEZ - DDEC

Fotos

CEACC

Agradecimientos

El CEACC agradece el apoyo de las siguientes personas y entidades en los procesos relacionados con las vistas públicas en torno al borrador de P-MARCC:

Oficina de Informática del DRNA

ELID R. ORTEGA OROZCO
JOSÉ R. MELÉNDEZ DE JESÚS
JOSÉ R. MALDONADO SANTANA
CARLOS TRABAL CARLO
ISRAEL LÓPEZ DE VICTORIA CORTÉS
WILLIAM MERCADO ROSADO

Oficina de Imprenta del DRNA

ZORAIDA E. SILVA RODRÍGUEZ

Secretaría Auxiliar de Educación y Relaciones con la Comunidad del DRNA

INGRID M. FLORES VALLEJO

Defensoría de Personas con Impedimentos - Oficina de Enlace con la Comunidad Sorda del Gobierno de Puerto Rico

LCDO. JUAN J. TROCHE VILLENEUVE
CELIMAR RIVERA COSME

Escuela de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Puerto Rico, recintos de Ponce y Mayagüez.

ISRAEL SANTIAGO LUGO

Oficina de Sistemas de Información de la UPR, Recinto de Carolina

JUAN CRUZ REYES

Decanato de Administración de la UPR, Recinto de Humacao

CARLOTA BONAFONT COLÓN

Autorizado por la Oficina del Contralor Electoral OCE-SA-2024-06151