

Informe de Inventarios 2019 y 2021 de Gases de Efecto Invernadero para Puerto Rico

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico



Applied Economics Clinic
Economic and Policy Analysis of Energy, Environment and Equity



DEPARTAMENTO DE
RECURSOS NATURALES
Y AMBIENTALES
DRNA



Julio 2023

Equipo del Proyecto Inventario de Puerto Rico

Applied Economics Clinic (AEC)

Elizabeth A. Stanton, PhD
Directora y Economista Sénior

Joshua R. Castigliero
Investigador

Chirag T. Lala
Investigador

Sachin Peddada
Investigador Asistente

Subcontratistas

Kari Hewitt
Hewitt Sustainability, LLC

Jay Bonner
Investigador

Eliandro Tavares
Investigador Asistente

Sumera Patel
Investigador Asistente

Alicia Zhang
Asistente de Investigación

Ramón Bueno
Consultor Independiente

Myisha Majumder
Asistente de Investigación

David Jiang
Asistente de Investigación

Jordan Burt
Asistente de Investigación

Panel de Expertos

Félix Aponte Ortiz
Universidad de Puerto Rico

Juan Declat-Barreto
Unión de Científicos Conscientes

Ryan Deosaran
GHG Management Institute

Ernesto Díaz
Tetra Tech, Inc.

Ivonne del C. Díaz Rodríguez
Universidad de Puerto Rico

William Gould
USDA Climate Hubs

Nancy Harris
World Resources Institute

Juan Rosario
AMANESER 2025

Sarah Simon
Apple Creek Associates

John Venezia
ICF, Climate Planning

Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático (CEACC) de Puerto Rico

Anaïs Rodríguez Vega (Chair)

Maritza Barreto-Orta, PhD

Pablo Méndez-Lázaro, PhD

Rafael Méndez Tejeda, PhD

Ada Monzón

Carl-Axel Soderberg

Manuel Cidre (ex officio)

Luis Ferrao Delgado, PhD (ex officio)

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico

Amarilys Rosario Ortiz

Cristina Cabrera Barros

Iralda Abarca Alomia

Alexandra Perez Ortiz

Vanessa Marrero Santiago

Programa Climate Corps - Environmental Defense Fund (EDF)

Francisco Aguilar Cisneros
Universidad de California, Berkeley

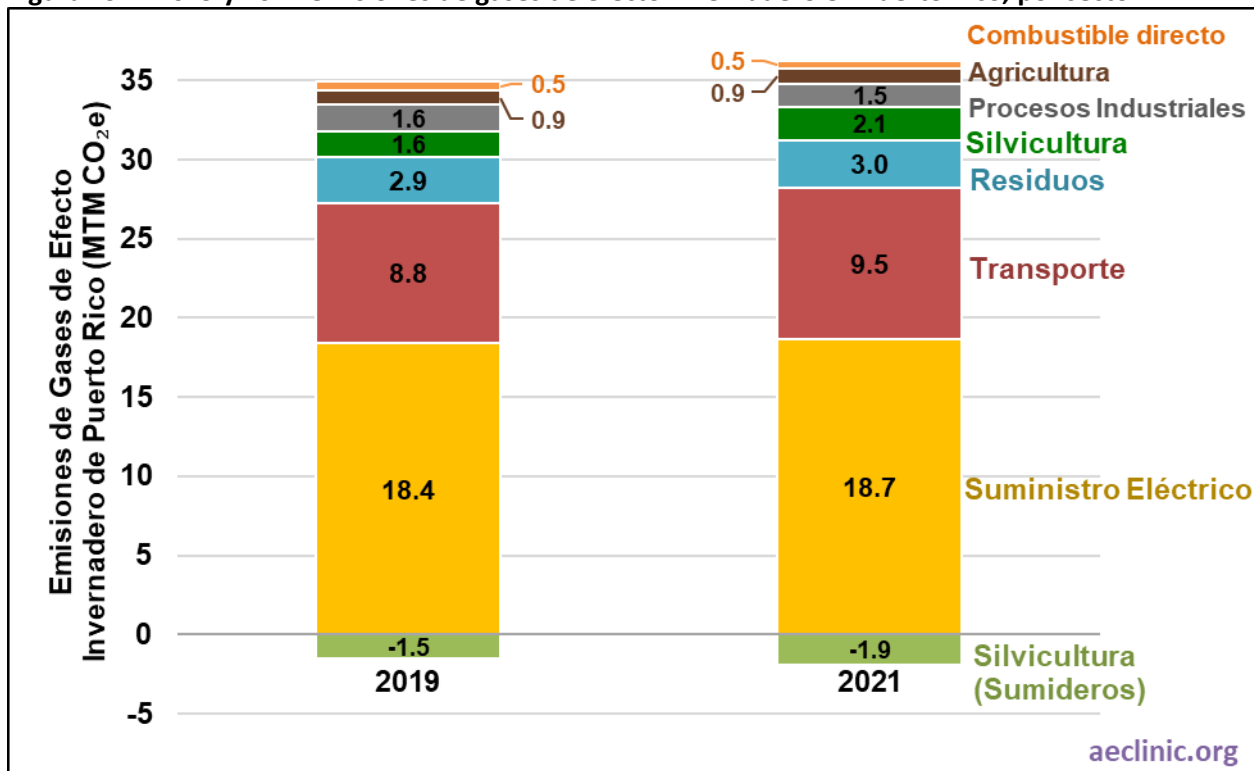
Resumen Ejecutivo

La Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico de 2019 ordena al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) compilar y publicar anualmente un inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo y fuente y requiere que para 2025 las emisiones de gases de efecto invernadero en toda la isla no superen los 26.7 millones de toneladas métricas (MTM) de equivalentes de dióxido de carbono (CO₂e) o el 50 por ciento de los niveles de 2005.

Resultados del inventario 2019/2021

Las emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico sumaron a 33.4 MTM CO₂e en 2019 y a 34.3 MTM de CO₂e en 2021 utilizando los potenciales de calentamiento global (GWP) del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y descontando el secuestro de emisiones de la Silvicultura y Otros Usos de Tierra (véase la Figura ES-1). Los niveles de emisión alcanzados en 2021 representan una reducción del 36 por ciento respecto a los niveles de 2005. Con 14 puntos porcentuales y 4 años por delante, Puerto Rico debe encontrar otros 7.7 MTM de CO₂e para eliminar.

Figura ES-1. 2019 y 2021 emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por sector



Nota: La categoría "Silvicultura y Otros Usos de Tierra" incluye emisiones positivas (aumentadas) por faltas de secuestro de carbono e incendios igual como negativas (reducidas) por ganancias de secuestro de carbono (i.e., sumideros de emisiones).

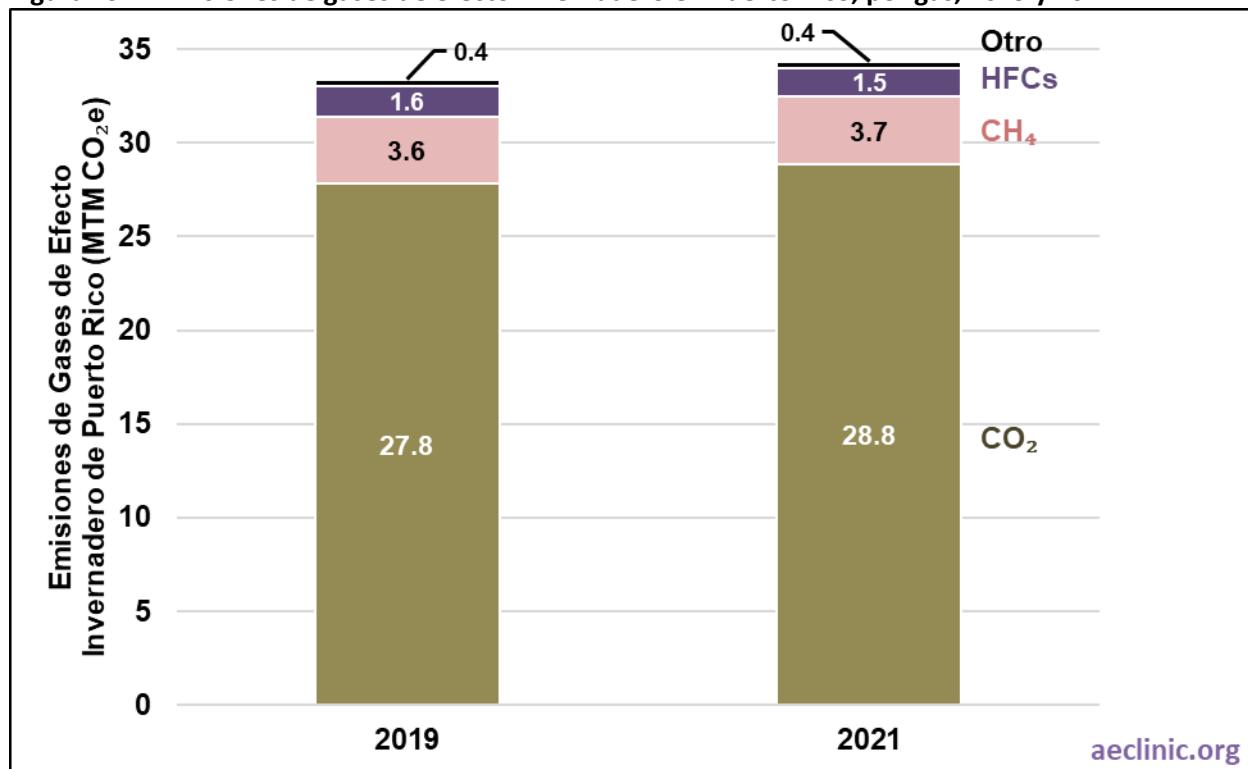
El último inventario de Puerto Rico realizado en 2014 utilizó GWP ya desfasados para presentar las emisiones históricas de 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, y las emisiones proyectadas hasta 2035. El Inventario de 2014 informa de unas emisiones del sector energético ligeramente inferiores a las de 2021 y de unas emisiones del transporte ligeramente superiores a las de 2021. Las emisiones de Gestión de Residuos en este Inventario 2019/2021 duplican las presentadas en el Inventario 2014, muy probablemente debido a la diferencia en las

fuentes de datos y no a un aumento sustancial de las emisiones del sector del Gestión de Residuos.

Las experiencias recientes de Puerto Rico de impactos económicos y ecológicos extremos han incluido daños por eventos climáticos severos, incluidos los huracanes Irma y María en 2017, y desastres naturales, incluidos los terremotos de magnitud moderada a fuerte de los últimos días de 2019 y principios de 2020 que tuvieron impactos generalizados en la infraestructura del suroeste de la isla. La pandemia de COVID-19 dificultó la capacidad de Puerto Rico para recuperar su economía e infraestructuras clave, al igual que el descenso de los niveles de población. Estas circunstancias afectan a los sectores de la energía y el transporte, la productividad industrial, las tierras de cultivo y los ecosistemas naturales de Puerto Rico y, como consecuencia, a sus emisiones de gases de efecto invernadero, tanto en el pasado reciente como en las próximas décadas.

El dióxido de carbono (CO₂) representa el 83 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de Puerto Rico en 2019 y el 84 por ciento en 2021 (véase las Figura ES-2 y ES-3 abajo). Las emisiones de metano (CH₄) de los sectores de Suministro Eléctrico, Combustible Directo, Transporte, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra y Gestión de Residuos añaden aproximadamente otro 11 por ciento de las emisiones; el sector de Gestión de Residuos produce la mayor parte de las emisiones de CH₄ seguido de la Agricultura. Las emisiones de CO₂ procedentes del Suministro Eléctrico y del Transporte son la mayor fuente de emisiones y tienen el mayor potencial para lograr la reducción de emisiones.

Figura ES-2. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por gas, 2019 y 2021



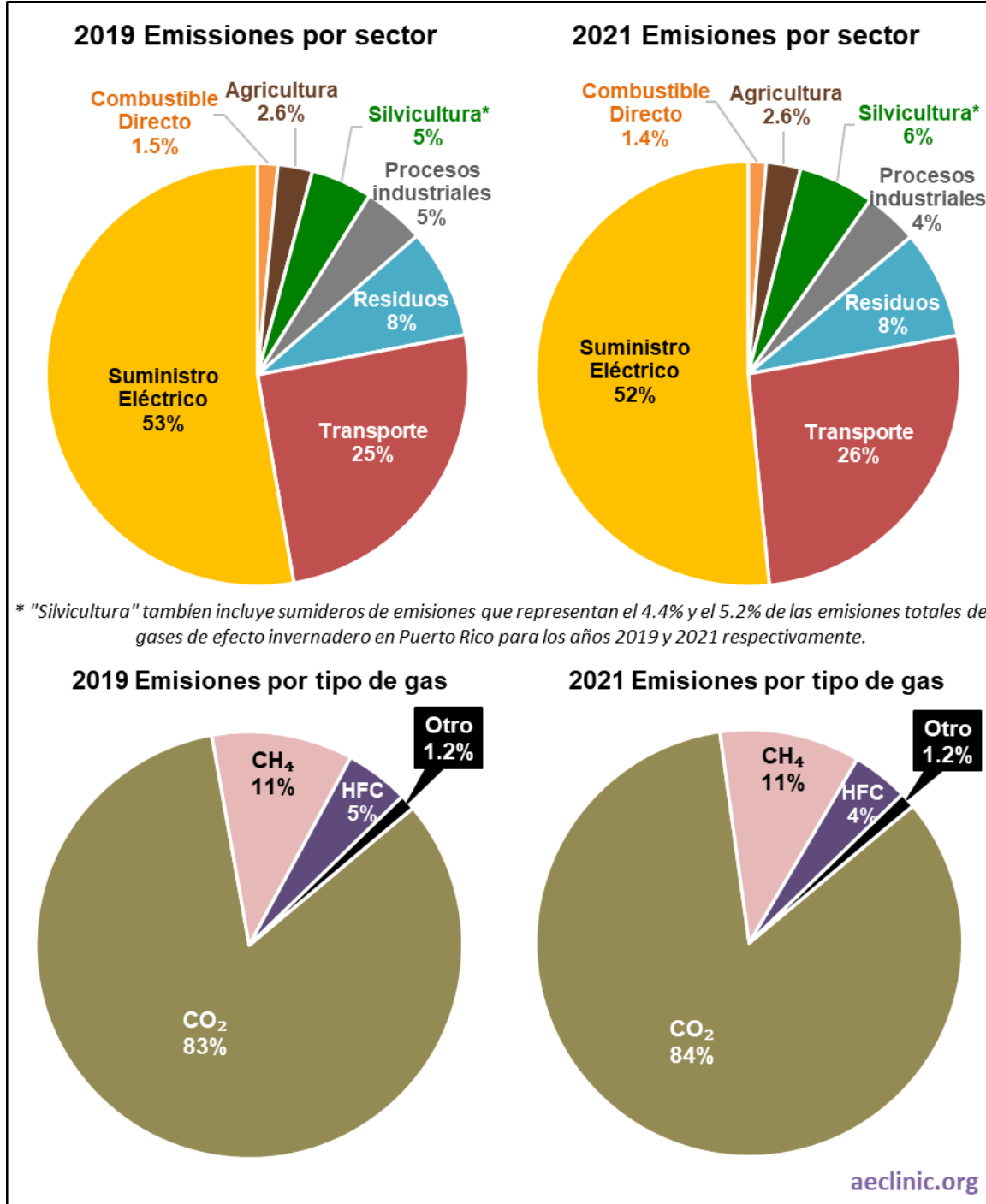
Nota: "Otro" incluye emisiones de gases de efecto invernadero como N₂O, SF₆, NF₃, y PFCs.

Las emisiones del sector de Suministro Eléctrico representan el 53 por ciento de las emisiones totales en 2019 y el 52 por ciento en 2021 (véase la Figura ES-3 abajo). Las emisiones del Transporte representan un 25 por ciento y un 26 por ciento adicionales de las emisiones totales, respectivamente. La contribución de los demás sectores a las emisiones es pequeña en comparación, lo que indica que las mayores oportunidades de reducción



de emisiones se encuentran en los sectores de la energía y el transporte.

Figura ES-3. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector y por gas, 2019 y 2021



* "Silvicultura" también incluye sumideros de emisiones que representan el 4.4% y el 5.2% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico para los años 2019 y 2021 respectivamente.

Nota: Totales no se agregan al 100 por ciento por el redondeo.

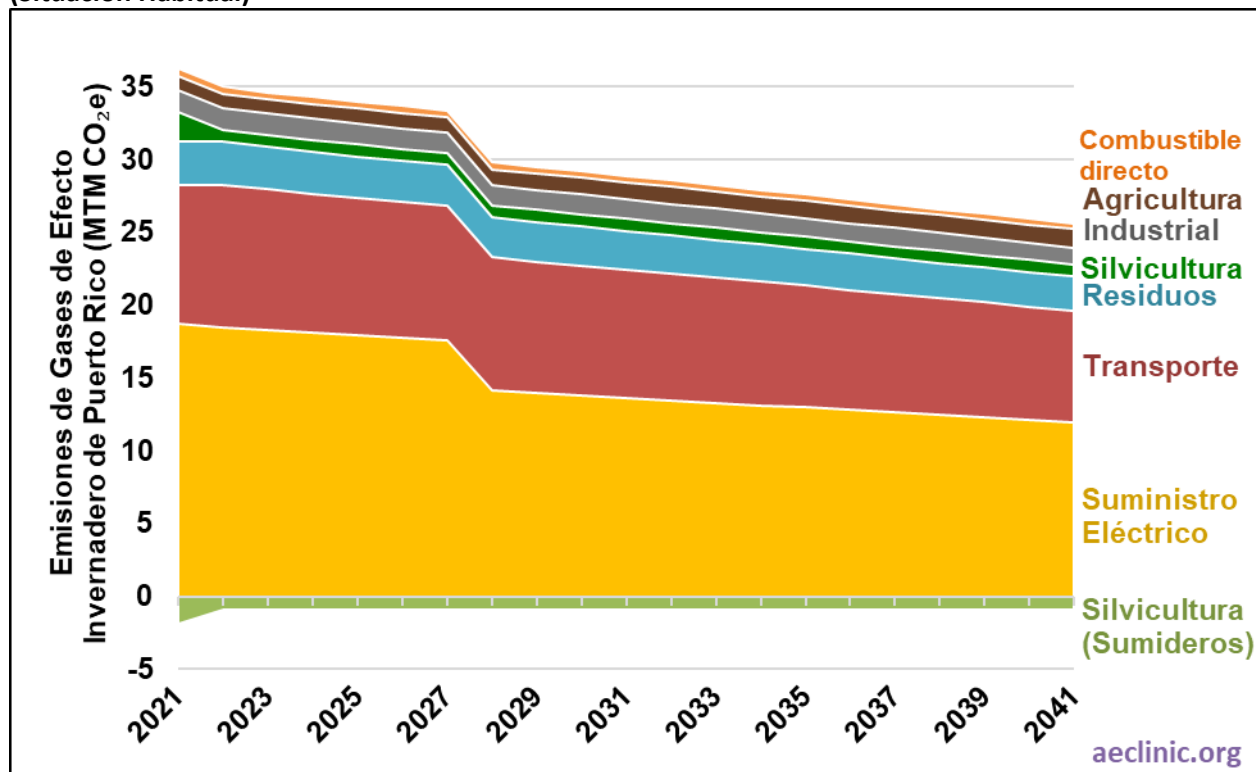
Mientras que en el territorio continental de Estados Unidos y en la mayoría de los países de clima templado una parte mucho mayor de las emisiones corresponde al Combustible Directo para la calefacción doméstica y las necesidades comerciales e industriales, el Combustible Directo en Puerto Rico representa sólo el 1.5 por

ciento de las emisiones totales, lo que coincide aproximadamente con los resultados de otros lugares tropicales. El agua caliente y las necesidades limitadas de calefacción de los edificios se cubren en gran medida con equipos eléctricos. Sin embargo, la combustión de combustible para generadores de reserva es una fuente importante y creciente de emisiones en la isla. Las emisiones de la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra alcanzaron un pico mucho más alto que los niveles típicos en 2018, lo que refleja una destrucción de árboles en el huracán María de 2017 como cambio en la cubierta arbórea, y por lo tanto las emisiones, en los valores de emisiones netas de Puerto Rico en 2018. Este aumento de las emisiones se ha reducido cada año desde 2018 y las proyecciones del inventario se basan en una expectativa de crecimiento lento de la cubierta arbórea total a lo largo del tiempo.

Proyecciones de emisiones

Las proyecciones de las tendencias futuras de las emisiones—basadas en los cambios previstos en la población, el crecimiento económico y otras previsiones clave—prevén un descenso de las emisiones en el periodo comprendido entre 2022 y 2041, debido principalmente a la emigración y al cierre de la central eléctrica de carbón de Applied Energy Services (AES) y su supuesta sustitución por generación eléctrica renovable. En un escenario futuro sin cambios (“Situación Habitual,” basado en las leyes, políticas y expectativas socioeconómicas existentes sin cambios ni rupturas significativos), las emisiones caen de 34.3 MTM de CO₂e en 2021 a 24.7 MTM de CO₂e en 2041, una reducción del 28 por ciento en 20 años (véase la Figura ES-4).

Figura ES-4. Proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector, 2021-2041 (Situación Habitual)



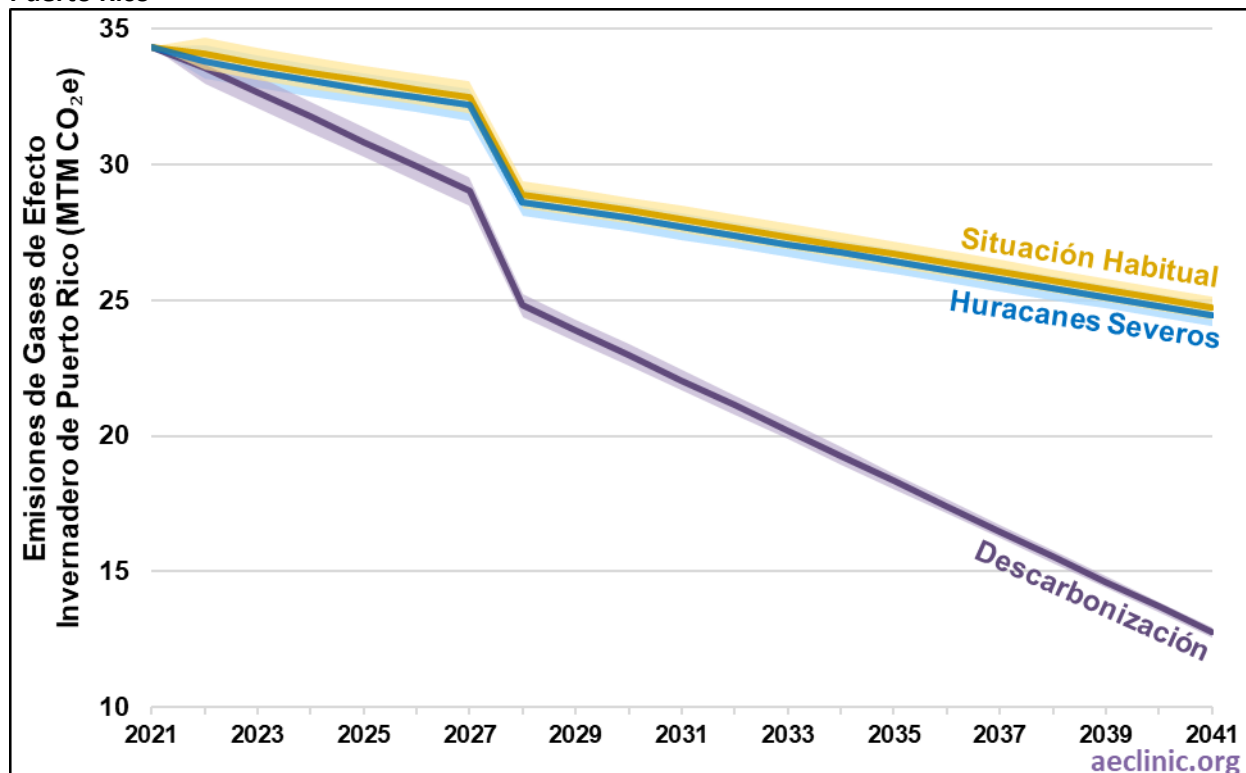
Nota: La categoría “Silvicultura y Otros Usos de Tierra” incluye emisiones positivas (aumentadas) por faltas de secuestro de carbono e incendios igual como negativas (reducidas) por ganancias de secuestro de carbono (i.e., sumideros de emisiones).

Sobre la base de esta proyección sin cambios, los niveles de emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico alcanzarán los niveles del mandato (50 por ciento de los niveles de 2005, o 26.7 MTM de CO₂e, en 2025)

en 2035, 10 años más tarde que el objetivo requerido de 2025.

Otros dos escenarios de cambios futuros en las emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico también muestran una reducción de las emisiones a lo largo del tiempo, pero a un ritmo más rápido que si todo sigue igual. En un escenario de Huracanes Severos, los trastornos económicos provocan un menor uso de combustible y la pérdida de cubierta arbórea provoca una menor captura de carbono. En conjunto, las emisiones en 2041 se reducen a 24.5 MTM de CO₂e, en lugar de los 24.7 MTM de CO₂e previstos en el escenario de Situación Habitual (véase la Figura ES-5). Un escenario de Descarbonización da lugar a una reducción mucho más rápida de las emisiones de Puerto Rico. Las emisiones en el escenario de Descarbonización alcanzan los 12.8 MTM de CO₂e en 2041, situándose por debajo del requisito de 26.7 MTM de CO₂e (50 por ciento de las emisiones de 2005) en 2028. Modelado adicional de sensibilidad exploró el impacto de un crecimiento económico más lento o rápido sobre las emisiones de Puerto Rico en los 3 escenarios, pero con un efecto mínimo. Las diferencias debidas a un crecimiento económico más lento nunca superan una reducción de las emisiones del 2 por ciento durante el periodo de 2022 a 2041. Del mismo modo, las diferencias debidas a un crecimiento económico más rápido nunca superan un aumento de las emisiones del 2 por ciento durante el mismo periodo.

Figura ES-5. Escenarios y sensibilidades para proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico



Nota: Las líneas sólidas ilustran el escenario de referencia para cada escenario, mientras las áreas sombreadas representan las sensibilidades de crecimiento económico alto y bajo.

Recomendaciones

Basándose en el análisis presentado en este informe, Applied Economics Clinic ha identificado varias recomendaciones clave para facilitar el trabajo de Puerto Rico hacia el logro de sus ambiciosos y necesarios

objetivos de descarbonización establecidos en la Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico de 2019, incluyendo: (1) una mejor recopilación de datos, (2) un mayor informe de progreso climático, (3) una nueva priorización en la reconstrucción de su sector eléctrico y (4) un nuevo enfoque en la planificación del transporte. Estas recomendaciones se describen a detalle en la Conclusión de este informe.

1. Recogida de datos

La elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero precisos y oportunos en Puerto Rico se ve muy dificultada por las limitaciones de sus procesos de recopilación y verificación de datos. La calidad de los datos subyacentes de varios sectores presentados en este inventario es deficiente, pero podría mejorarse en gran medida en futuros inventarios de Puerto Rico si se toman medidas concretas de inmediato para mejorar la recopilación de datos, incluyendo: (a) la obligación de presentar informes anuales, (b) la recopilación de nuevos datos, (c) la mejora de la verificación de los datos, (d) una mayor credibilidad de las previsiones, y (e) abordar la incertidumbre de los datos y las previsiones.

2. Atraso en los objetivos de reducción de emisiones para 2025

La ley climática de Puerto Rico de 2019 obliga a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 50 por ciento para 2025, pero sólo se ha logrado una reducción del 36 por ciento por ciento para 2021. Las reducciones de emisiones restantes requerirían una planificación cuidadosa y una aplicación acelerada, incluso si el objetivo fuera lograrlas para 2030 o más tarde. Puerto Rico necesita un plan climático detallado que establezca medidas específicas, programas, calendarios, costos y otros impactos necesarios para alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones para 2025. Un plan climático multisectorial—diseñado con las aportaciones públicas y la autorización de los cargos electos—debería publicarse cada cinco años, con informes de progreso publicados anualmente para garantizar la responsabilidad pública.

3. Repriorización del sector de Suministro Eléctrico

La legislación puertorriqueña también exige la eliminación de los combustibles fósiles en el sector energético para 2030 y la consecución del 100 por ciento de energía renovable para 2050. En 2022, sólo el 3 por ciento de la generación eléctrica de Puerto Rico era renovable, y el plan integrado de recursos (PIR) de 2019 de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE) preveía la adición de nuevas centrales eléctricas de gas natural hasta 2028, con 1.2 GW de nuevo gas previstos entre 2021 y 2028. El PIR de la AEE no informa sobre las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético, sino que informa sobre las tasas de emisión promedio por unidad de electricidad producida, y ofrece planes que no se acercan a la eliminación de los combustibles fósiles en su mezcla de generación. Se necesita un documento de planificación integral—alineado con la ley climática de Puerto Rico de 2019—para lograr las reducciones de emisiones necesarias en el sector de Suministro Eléctrico y para hacer posible la descarbonización a través de la electrificación en los sectores de Transporte y Combustible Directo.

4. Nueva planificación del transporte

El plan de transporte a largo plazo de Puerto Rico para 2018 no es coherente con sus objetivos de reducción de emisiones para toda la economía. Los vehículos eléctricos se mencionan como punto de debate en las conclusiones del plan, pero no forman parte del ejercicio de modelado detallado presentado en el informe. La reducción de emisiones en toda la isla requerirá cambios en el sector del Transporte pero, hasta ahora, no se ha desarrollado ningún plan para llevar a cabo esa transformación, ni siquiera a pequeña escala o a escala



exploratoria. Esta importante laguna en el progreso de reducción de emisiones de Puerto Rico podría cerrarse mediante el desarrollo de un plan climático detallado junto con un nuevo plan de transporte a largo plazo que incluya la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como uno de sus objetivos principales.



Índice

Resumen Ejecutivo.....	i
Índice.....	viii
Tabla de Figuras.....	x
Tabla de Tablas.....	xi
Lista de Acrónimos.....	xi
I. Introducción.....	1
II. Panorama de los sectores de Puerto Rico.....	2
III. Emisiones de gases de efecto invernadero in Puerto Rico, 2019 y 2021.....	20
IV. Proyecciones: Escenarios y sensibilidades.....	29
V. Metodología de inventario.....	33
VI. Conclusión.....	68
Apéndice A: Panel de Expertos.....	A-1
Apéndice B: Tablas de datos para la isla entera y sectores específicos.....	B-1



Acerca de Applied Economics Clinic

Con sede en Arlington (Massachusetts), Applied Economics Clinic (AEC) es un grupo de consultoría sin ánimo de lucro que ofrece servicios especializados en los ámbitos de la energía, el medio ambiente, la protección de los consumidores y la equidad a cargo de profesionales experimentados, al tiempo que imparte formación práctica a la próxima generación de expertos técnicos.

La condición de organización sin ánimo de lucro de AEC nos permite prestar servicios a menor costo que la mayoría de las consultorías y, cuando recibimos subvenciones de fundaciones, AEC también ofrece servicios pro-bono. Los clientes de AEC son principalmente organizaciones de interés público—sin ánimo de lucro, agencias gubernamentales y asociaciones de empresas ecológicas—que trabajan en temas relacionados con las áreas de especialización de AEC. Los productos de nuestro trabajo incluyen testimonios de expertos, análisis, modelados, informes políticos e informes sobre temas como la previsión de energía y emisiones, la evaluación económica de planes de infraestructuras propuestos y la investigación sobre recursos de sistemas energéticos flexibles y de vanguardia.

AEC trabaja de forma proactiva para apoyar y promover la diversidad en nuestras áreas de trabajo, proporcionando experiencias de aprendizaje aplicadas en el puesto de trabajo a estudiantes de posgrado—y ocasionalmente a estudiantes universitarios altamente cualificados—en campos relacionados como la economía, la ingeniería medioambiental y las ciencias políticas. En los últimos cuatro años, el AEC ha acogido a asistentes de investigación de Boston University, Brandeis University, Clark University, Tufts University, University of Denver, University of Massachusetts-Amherst, University of Massachusetts-Boston, University of Southern Maine, y University of Tennessee. AEC está comprometida con un lugar de trabajo justo que sea diverso, pague un salario digno y responda a las necesidades de su personal a tiempo completo y parcial.

Fundada en 2017 por la directora y economista sénior Elizabeth A. Stanton, PhD, los talentosos investigadores y analistas de AEC ofrecen una experiencia única de consultoría con vocación de servicio. La Dra. Stanton cuenta con más de dos décadas de experiencia profesional como economista política y medioambiental al frente de numerosos estudios sobre regulación medioambiental, alternativas a las infraestructuras de combustibles fósiles y análisis de emisiones locales y ascendentes. El personal profesional de AEC incluye expertos en modelado de sistemas eléctricos, multisectoriales y económicos, análisis climático y de emisiones, tecnologías verdes y traducción de información técnica para un público general. El personal de AEC está comprometido a abordar el cambio climático y la injusticia medioambiental en todas sus formas mediante investigaciones y análisis diligentes, transparentes y comprensibles.

Tabla de Figuras

Figura ES-1. 2019 y 2021 emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por sector	i
Figura ES-2. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por gas, 2019 y 2021	ii
Figura ES-3. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector y por gas, 2019 y 2021.....	iii
Figura ES-4. Proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector, 2021-2041 (Situación Habitual).....	iv
Figura ES-5. Escenarios y sensibilidades para proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico	v
Figura 1. Suministro eléctrico por tipo de recurso (gigavatios-hora, GWh) en Puerto Rico.....	3
Figura 2. Tamaño de la fuerza laboral de procesos industriales en Puerto Rico por subsector, 2017-2021.....	6
Figura 3. Producto interno bruto (PIB) de Puerto Rico, nominal	7
Figura 4. Porción del PIB total debido al sector industrial en Puerto Rico	7
Figura 5. Producción de cemento en Puerto Rico (en toneladas cortas), 2009-2022	8
Figura 6. Millas viajadas por vehículo per cápita en Puerto Rico y los Estados Unidos, 2010-2021	10
Figura 7. Porción del PIB total debido al sector de agricultura, silvicultura, y pesca en Puerto Rico.....	11
Figura 8. Población de ganados en Puerto Rico por tipo de animal, 2010-2020	13
Figura 9. Cobertura Terrestre en Puerto Rico en 2020	14
Figura 10. Capacidad total de y desperdicios quedados en vertederos en Puerto Rico, 2010-2021	17
Figura 11. Tratamiento de aguas residuales en Puerto Rico, 2012-2022	19
Figura 12. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por sector, 2019 y 2021	20
Figura 13. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por gas, 2019 y 2021	21
Figura 14. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por sector y por gas, 2019 y 2021.....	22
Figura 15. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Suministro Eléctrico en Puerto Rico, 2019 y 2021.....	23
Figura 16. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Combustible Directo en Puerto Rico, 2019 y 2021.....	24
Figura 17. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Procesos Industriales en Puerto Rico, 2019 y 2021.....	25
Figura 18. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Transporte en Puerto Rico, 2019 y 2021 ...	26
Figura 19. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Agricultura en Puerto Rico, 2019 y 2021 ...	26
Figura 20. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Silvicultura y Otros Usos de Tierra en Puerto Rico, 2019 y 2021	27
Figura 21. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Gestión de Residuos en Puerto Rico, 2019 y 2021.....	28
Figura 22. Proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector, 2021-2041 (Situación Habitual).....	29
Figura 23. Proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas, 2021-2041 (Situación Habitual).....	30
Figura 24. Escenarios y sensibilidades para proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero para Puerto Rico	31
Figura 25. Esquema del Inventario 2019/2021 de AEC.....	47

Tabla de Tablas

Tabla 1. Descripción de sectores y subsectores en el Inventario 2019/2021	34
Tabla 2. Gases de efecto invernadero y sus GWPs	36
Tabla 3. Factores de emisión para la combustión estacionaria en unidades originales	40
Tabla 4. Factores de emisión para la combustión móvil en unidades originales.....	41
Tabla 5. Factores de emisión para otros sectores en unidades originales	42
Tabla 6. Criterios de control de calidad	48
Tabla 7. Ejemplo de formulario para comentarios de evaluadores.....	49

Lista de Acrónimos

AAA: Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico

ADS: Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico

AEE: Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico

AEC: Applied Economics Clinic

AEC-EMIT: Applied Economics Clinic’s Emissions Measurement Inventory Tool

AES: Applied Energy Services

AR6: Sexto Informe de Evaluación de IPCC

ATM: Autoridad de Transporte Marítimo de Puerto Rico

BDE: Banco de Desarrollo Económico de Puerto Rico

CEACC: Comité de Expertos y Asesores sobre el Cambio Climático

CEC: calentamiento y energía combinada

CH₄: metano

CO₂: dióxido de carbono

CO_{2e}: equivalentes de dióxido de carbono

DACO: Departamento de Asuntos del Consumidor de Puerto Rico

DBO: demanda biológica orgánica

DDEC: Departamento de Desarrollo Económico y Comercio de Puerto Rico

DH: Departamento de Hacienda de Puerto Rico

DRNA: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico

DTOP: Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico

EDGAR: Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global Emissions (“Database for Global Atmospheric Research”)

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (“U.N. Food and Agriculture Organization”)

GC/CC: garantía de calidad/control de calidad

GHGRP: Programa de Información sobre Gases de Efecto Invernadero de la U.S. EPA (“U.S. EPA Greenhouse Gas Reporting Program”)



GPC: Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (“Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories”)

GWP: potenciales de calentamiento global (“global warming potentials”)

HFCs: hidrofluorocarbonos

IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

JSAF: Junta de Supervisión y Administración Financiera para Puerto Rico

MMBtu: millones de unidades térmicas británicas (“Million British thermal units”)

MTM: millones de toneladas métricas

MWh: megavatios-hora (“megawatt-hours”)

N₂O: óxido nitroso

NASS: Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas (“U.S. Department of Agriculture’s National Agricultural Statistics Service”)

NPDES: Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (“U.S. EPA’s National Pollutant Discharge Elimination System”)

PFCs: perfluorocarbonos

PIB: Producto Interno Bruto

PIR: plan integrado de recursos

PNB: Producto Nacional Bruto

PR100: *Estudio sobre la resistencia de la red de Puerto Rico y la transición a un 100 por ciento de energía renovable (2022)*

PR-CCC: Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico

PROMESA: Ley de Supervisión, Gestión y Estabilidad Económica de Puerto Rico

SAO: sustancias que agotan el ozono

scf: pies cúbicos estándar

SF₆: hexafluoruro de azufre

SUSB: Estadísticas de Empresas de los EE.UU. (“U.S. Census Bureau’s Statistics of U.S. Businesses”)

U.S. BTS: Oficina de Estadísticas de Transporte de los EE.UU. (“U.S. Bureau of Transportation Statistics”)

USDA: Departamento de Agricultura de los EE.UU. (“U.S. Department of Agriculture”)

U.S. DOE: Departamento de Energía de los EE.UU. (“U.S. Department of Energy”)

U.S. EIA: Administración de Información Energética de los EE.UU. (“U.S. Energy Information Administration”)

U.S. EPA: Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (“U.S. Environmental Protection Agency”)

U.S. FEMA: Agencia Federal para la Gestión de Emergencias de los EE.UU. (“U.S. Federal Emergency Management Agency”)

U.S. HUD: Departamento de Alojamiento y Desarrollo Urbano de los EE.UU. (“U.S. Department of Housing and Urban Development”)

I. Introducción

En 2019, la legislatura de Puerto Rico aprobó la *Ley de Mitigación, Adaptación, y Resiliencia al Cambio Climático* (Ley No. 33-2019) para enfrentar los impactos del cambio climático en el bienestar social y económico de la isla, además que la salud pública, los recursos naturales, y el medio ambiente. La Ley No. 33-2019 tiene el objetivo de reducir, regular, y monitorizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro de los sectores relevantes que emiten en Puerto Rico, además de establecer objetivos climáticos para Puerto Rico a plazo corto y largo hacia una reducción de emisiones de 50 por ciento (comparado con el nivel de 2005) para 2025 y la eliminación del uso de combustibles fósiles en el sector de Suministro Eléctrico para 2050.

Como parte de la Ley 33-2019, el gobierno puertorriqueño estableció el Comité de Expertos y Asesores sobre el Cambio Climático (CEACC) para establecer estratégicamente el sendero correcto para Puerto Rico en implementar sus políticas relacionadas con el clima. Un deber primario del CEACC es supervisar y entregar un Plan de Adaptación, Mitigación, y Resiliencia al Cambio Climático para Puerto Rico. La Ley 33-2019 también requiere que el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) de Puerto Rico recopilen y entreguen inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero anualmente.

Este informe de Applied Economics Clinic (AEC), preparado en nombre del DRNA, presenta los resultados para los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero 2019 y 2021 para Puerto Rico, juntos con las proyecciones de emisiones a 20 años bajo múltiples escenarios y sensibilidades. AEC estableció una metodología para realizar inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero para Puerto Rico, la cual se examinó extensivamente para garantía de calidad y control de calidad por el DRNA y un Panel Experto (establecido para este proyecto y compuesto de expertos en medición de gases de efecto invernadero y temas de clima y energía en Puerto Rico).

El informe empieza en la **Sección II** que define y provee un resumen de los sectores que emiten gases de efecto invernadero en Puerto Rico. La **Sección III** presenta los resultados para los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero 2019/2021 para Puerto Rico. La **Sección IV** discute las emisiones proyectadas de gases de efecto invernadero para Puerto Rico, incluyendo resultados para cada sector y sensibilidad. La **Sección V** documenta la metodología utilizada para realizar los cálculos de emisiones en el informe igual como los procedimientos de garantía de calidad y control de calidad que se emplearon. La **Sección VI** concluye el informe con puntos claves resumiendo cuatro áreas críticas para esfuerzos nuevos que apoyarán los objetivos climáticos de Puerto Rico. El **Apéndice A** incluye biografías para cada miembro del Panel de Expertos. El **Apéndice B** contiene tablas detalladas para los resultados para la isla entera y cada sector de 2019 y 2021, igual como emisiones proyectadas de 2022 hasta 2041 bajo tres escenarios y múltiples sensibilidades.

II. Panorama de los sectores de Puerto Rico

En Puerto Rico, siete sectores contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero de la isla: (1) Suministro Eléctrico, (2) Combustible Directo, (3) Procesos Industriales y Uso de Productos, (4) Transporte, (5) Agricultura, (6) Silvicultura y Otros Usos de Tierra, y (7) Gestión de Residuos. Esta sección provee un resumen de las actividades que emiten gases de efecto invernadero en Puerto Rico, organizadas según estos sectores. Datos de actividad (cantidades de combustible consumido, productos manufacturados, cultivos y ganadería cultivados, y tierras cambiadas) y factores de emisiones (toneladas métricas de gas de efecto invernadero por cada unidad de actividad) constituyen el alcance primario para calcular emisiones en el 2019/2021 Inventario de Puerto Rico.

Suministro Eléctrico

El sector de Suministro Eléctrico de Puerto Rico abarca el uso de combustibles fósiles y/o energías renovables para generar electricidad destinada a clientes residenciales, comerciales, institucionales e industriales. Los hogares y empresas puertorriqueños utilizan la electricidad para la iluminación, la electrónica, la refrigeración de sus hogares y oficinas, y el funcionamiento de electrodomésticos y maquinaria.

Las necesidades eléctricas de Puerto Rico son atendidas por la AEE, que es una empresa de energía eléctrica propiedad del Estado Libre Asociado de Puerto Rico en virtud de la Ley de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico de 1941.¹ Hasta junio de 2021, la AEE era responsable de la generación eléctrica y daba servicio a más de 1.5 millones de clientes en todo Puerto Rico; desde entonces, la corporación privada LUMA se hizo cargo de las operaciones de transmisión y distribución de la AEE y de las relaciones de servicio al cliente.² A partir de julio de 2023, la corporación privada Genera PR se hará cargo de las operaciones y el mantenimiento de la generación eléctrica en Puerto Rico.³ Aunque sus operaciones han sido subcontratadas a entidades privadas, la AEE conserva la propiedad de todos los activos—y toda la deuda asociada—y es la única entidad legalmente autorizada para llevar a cabo servicios de suministro, transmisión y distribución de energía en Puerto Rico.

Casi toda la electricidad de Puerto Rico procede de combustibles fósiles, como el gas natural, el petróleo y el carbón. En el 2022, aproximadamente el 97 por ciento de la electricidad de la isla se generó en centrales eléctricas alimentadas con combustibles fósiles (véase la Figura 1 abajo).⁴ La AEE es propietaria de 27 unidades de generación eléctrica a través de 7 plantas de energía, incluyendo: seis unidades de generación a base de aceite residual como Aguirre Steam y Palo Seco Steam, once unidades de generación a base de aceite combustible destilado como Aguirre CCGT y San Juan CCGT, una planta de generación a base de gas natural (Costa Sur Steam 5&6), y nueve unidades hidroeléctricas.⁵ La AEE también compra electricidad producida por

¹ Puerto Rico Ley No. 83. 1941. *Puerto Rico Electric Power Authority Act*. Disponible en: <https://bvirtualogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/2-ingles/83-1941.pdf>

² U.S. EIA. 2023. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>.

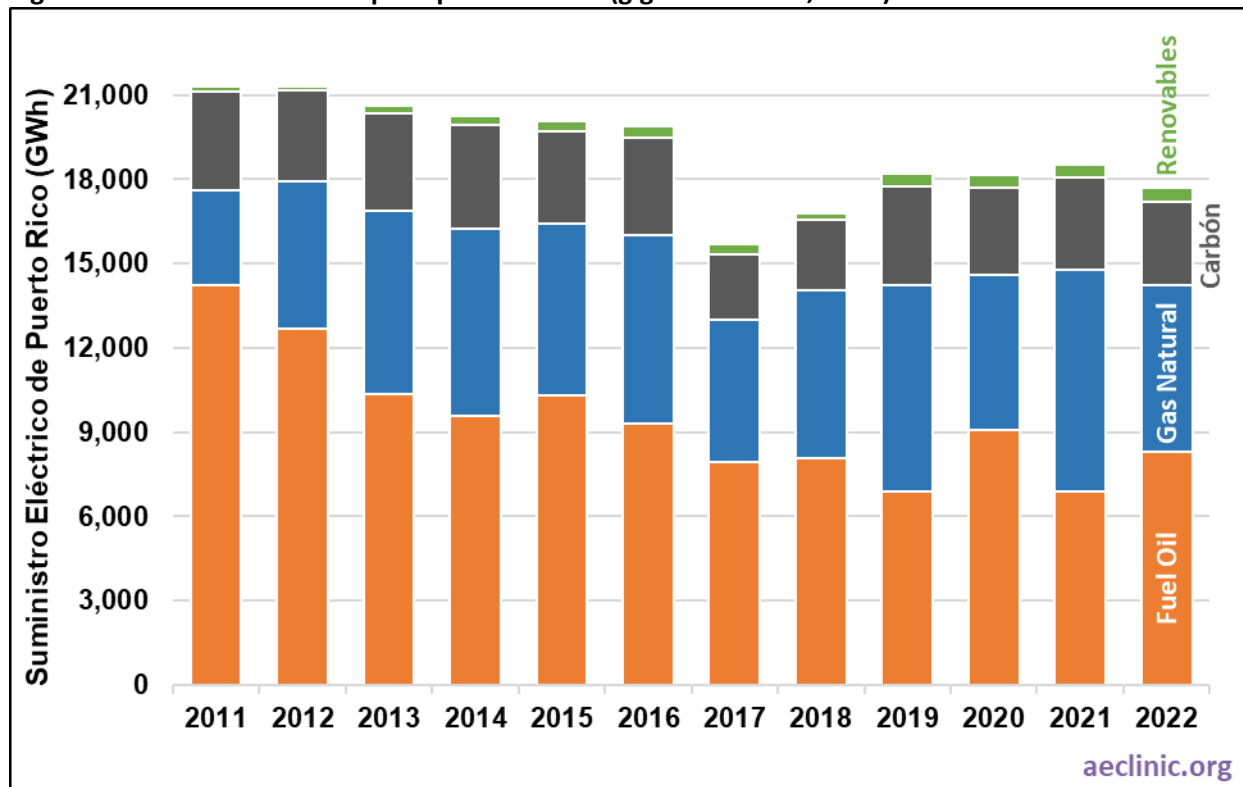
³ Acevedo, N. January 25, 2023. "Puerto Rico officially privatizes power generation amid protest, doubts." *NBC News*. Disponible en: <https://www.nbcnews.com/news/latino/puerto-rico-officially-privatizes-power-generation-genera-pr-rcna67284>

⁴ U.S. EIA. 2023. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>.

⁵ Siemens Industry. 2019. *Puerto Rico Integrated Resource Plan 2018-2019*. Prepared for Puerto Rico Electric Power Authority. Disponible en: <https://aeep.com/es-pr/QuienesSomos/Ley57/Plan%20Integrado%20de%20Recursos/IRP2019%20-%20Ex%201.00%20-%20Main%20Report%20%20REV2%2006072019.pdf>

carbón, gas de vertedero y gas natural, así como energía renovable de origen hidroeléctrico, eólico y solar fotovoltaico.⁶ Aunque Puerto Rico depende actualmente de la electricidad basada en combustibles fósiles, la legislatura de Puerto Rico ha aprobado políticas para aumentar los activos de energía renovable y reducir las emisiones de carbono en la isla. La Ley de Política Pública Energética de Puerto Rico de 2019 ordena que la AEE obtenga el 40 por ciento de su suministro eléctrico de recursos renovables para 2025, el 60 por ciento para 2040 y el 100 por ciento para 2050. En 2022, aproximadamente el 3 por ciento de la generación eléctrica de Puerto Rico procedía de fuentes renovables. A falta de tres años para la fecha límite de 2025, parece poco probable que se alcance el objetivo del 40 por ciento en la fecha prevista.

Figura 1. Suministro eléctrico por tipo de recurso (gigavatios-hora, GWh) en Puerto Rico



Fuente de Datos: AEE. Enero 2023. Generación y consumo de energía eléctrica. Disponible en: https://estadisticas.pr/en/inventario-de-estadisticas/produccion_consumo_energia_elec

La red eléctrica de Puerto Rico está sujeta a daños por los desastres naturales que con frecuencia afectan a la isla. Por ejemplo, en 2017 los huracanes Irma y María causaron daños sostenidos a la infraestructura eléctrica de Puerto Rico que dejaron a toda la isla sin electricidad en lo que fue—en ese momento—el apagón más largo experimentado por la isla; se necesitaron más de dos meses para que aproximadamente un millón de clientes puertorriqueños recuperaran su electricidad, y algunos residentes tuvieron que estar sin electricidad durante once meses.⁷ Esta catástrofe provocó el mayor y más largo apagón, en términos de horas-cliente de servicio

⁶ Siemens Industry. 2019.

⁷ Castro-Sitiriche, M.J. 2019. *Call to Action: Puerto Rico Energy Policy Brief*. Native Power Research Group. Disponible en: <https://app.box.com/v/CHoLES>.

eléctrico perdido, de la historia de Estados Unidos, y el segundo mayor del mundo.⁸ En enero de 2020, un terremoto de magnitud 6.4 volvió a dañar las infraestructuras de Puerto Rico—especialmente en las regiones suroccidentales de la isla principal—y provocó cortes de electricidad durante varios días.⁹ Más recientemente, en septiembre de 2022, toda la isla de Puerto Rico se quedó sin electricidad durante varios días tras el paso del huracán Fiona, dejando a muchos residentes desamparados sin acceso a servicios públicos ni atención médica.¹⁰

En Puerto Rico, los subsectores emisores de gases de efecto invernadero del Suministro Eléctrico son el carbón (antracita y bituminoso), el petróleo (fuel-oil destilado y fuel-oil residual), el gas natural, el gas de vertedero y la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones de gases de efecto invernadero de la AEE provienen de sus propios activos de generación que utilizan fuelóleos y gas natural, así como de la electricidad comprada a la planta de gas natural de EcoEléctrica en Peñuelas, la planta de carbón de AES en Guayama y las unidades de gas de vertedero de Landfill Gas Technologies en Fajardo y Toa Baja.

Combustible Directo

El sector de Combustible Directo de Puerto Rico abarca la combustión directa de combustibles en casas, empresas, instalaciones industriales y otros edificios para usos finales como cocinar, calentar espacios y agua y calentar procesos industriales, entre otros. En Puerto Rico, la combustión directa de combustibles incluye combustibles como gases licuados de petróleo (como el propano), fuelóleos y queroseno por parte de usuarios finales residenciales, comerciales, institucionales e industriales, pero excluye el combustible utilizado para la generación de energía eléctrica y el transporte.

Debido a su clima tropical, sólo uno de cada diez casas de Puerto Rico dispone de sistemas de calefacción, alimentados principalmente por electricidad o energía solar térmica (92 por ciento).¹¹ El uso residencial representa el 55 por ciento de la combustión de propano en Puerto Rico.¹² Cerca de medio millón de casas puertorriqueñas utilizan gas propano como combustible principal para cocinar.¹³ El propano también se utiliza ampliamente en el sector industrial de Puerto Rico para suministrar energía a los procesos de fabricación, calefacción y refrigeración, y como fuente de generación de reserva para casas y empresas.

⁸ Baggu, M. n.d. *Puerto Rico Grid and Recovery Post Hurricane Maria* [Powerpoint Slides]. Institute of Electrical and Electronic Engineers. Disponible en: <https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/82860.pdf>

⁹ National Aeronautics and Space Administration. January 15, 2020. "NASA Disasters Program Responds to the 2020 Puerto Rico Earthquakes." *National Aeronautics and Space Administration*. Disponible en: <https://appliedsciences.nasa.gov/our-impact/news/nasa-disasters-program-responds-2020-puerto-rico-earthquakes>.

¹⁰ Sullivan, B. October 2, 2022. "More than 100,000 clients in Puerto Rico are still without power 2 weeks after Fiona." *NPR*. Disponible en: <https://www.npr.org/2022/10/02/1126462352/puerto-rico-hurricane-fiona-luma-energy-power-outages>

¹¹ U.S. Census Bureau. 2021. "B25040: House Heating Fuel." *American Community Survey 5-Year Estimates*. Disponible en: <https://data.census.gov/table?q=B25040:+HOUSE+HEATING+FUEL&g=040XX00US72&tid=ACSDT5Y2021.B25040>

¹² Craig, G. 2019. "Building Puerto Rican Resiliency with LPG-Fueled Engines". *Power Mag*. Disponible en: <https://www.powermag.com/building-puerto-rican-resiliency-with-lpg-fueled-engines/>

¹³ Ibid.

Los generadores de reserva son una fuente de energía fiable muy utilizada en Puerto Rico, especialmente durante los apagones.¹⁴ El huracán María provocó un apagón histórico¹⁵ que obligó a muchos residentes y a la mayoría de los proveedores comerciales y de servicios a depender de generadores para sus necesidades de energía.¹⁶ La destrucción por el huracán María del sistema de transmisión y distribución de energía de Puerto Rico aceleró la demanda de generadores de reserva; después del huracán María en 2017 se vendieron en la isla hasta 250 a 300 generadores de respaldo por día.¹⁷ La quiebra de la AEE a principios de 2017 frenó la capacidad de recuperación de la isla tras el huracán María y, años después, los apagones son habituales y los residentes se enfrentan a la incertidumbre sobre su servicio eléctrico.¹⁸ El carácter tropical de la isla y la falta de infraestructuras energéticas fiables llevan a residentes y empresas a dar prioridad al acceso a generadores de reserva.¹⁹ Más dependencia de generadores de reserva basados en combustibles fósiles de forma regular tiene implicaciones significativas para las emisiones de gases de efecto invernadero y la capacidad de Puerto Rico para cumplir sus objetivos de descarbonización.

Procesos Industriales

El sector de Procesos Industriales y Uso de Productos de Puerto Rico contabiliza las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de la fabricación de diversos materiales a partir de procesos distintos al uso o la generación de energía. Según el Inventario más reciente de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de los EE.UU.,²⁰ las emisiones de los procesos industriales proceden de sectores que incluyen la fabricación de metales, cemento y cal, productos petroquímicos, sustitutos de las sustancias que agotan el ozono (SAO) para refrigeración y enfriamiento, vidrio, semiconductores, amoníaco, ácido nítrico y adípico, y urea.²¹ En Puerto Rico, estas emisiones de procesos industriales se limitan a (1) la producción de cemento; (2)

¹⁴ (1) Institute for Energy Research. 2023. "Biden Sends Natural Gas Generators to Puerto Rico for Resiliency." *Institute for Energy Research*. Disponible en: <https://www.instituteforenergyresearch.org/fossil-fuels/gas-and-oil/biden-sends-natural-gas-generators-to-puerto-rico-for-resiliency/>; (2) Direct Relief. 2020. "Families in Puerto Rico Find a New Source of Power." *Direct Relief*. Disponible en: <https://www.directrelief.org/2020/08/families-in-puerto-rico-find-a-new-source-of-power/>

¹⁵ Zhan, M. 2022. "Puerto Rico's Power Grid is struggling 5 years after Hurricane Maria. Here's Why." *ABC News*. Disponible en: <https://abcnews.go.com/Technology/puerto-ricos-power-grid-struggling-years-hurricane-maria/story?id=90151141>

¹⁶ Dickson, C. 2017. "Powerless Puerto Ricans huddle around their generators." *Yahoo News*. Disponible en: https://news.yahoo.com/powerless-puerto-ricans-huddle-around-generators-215900088.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuYmluZy5jb20v&guce_referrer_sig=AQAAAGQA2pVRXmjuF1xQsRb_pwd7fgMNB3UwGyrXhPZm2ahamFA6TI_gvr7XaGz2LWzRveJ8H3Z8adO3Po5VY3dEGXrbm91kRbdBbADFXTa74RZOleDj5S1Ex9_6ngcxL_PkIaOEsV23xbXDu1SQHINGlkr1Q1gKq4zuRtoJNQZVPLlh0

¹⁷ Fausset, R., F. Robles, D. Acosta. 2017. "Minus Electrical Grid, Puerto Rico Becomes Generator Island". *New York Times*. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2017/10/07/us/puerto-rico-power-generators.html>

¹⁸ Zhan, M. 2022. "Puerto Rico's Power Grid is struggling 5 years after Hurricane Maria. Here's Why." *ABC News*. Disponible en: <https://abcnews.go.com/Technology/puerto-ricos-power-grid-struggling-years-hurricane-maria/story?id=90151141>

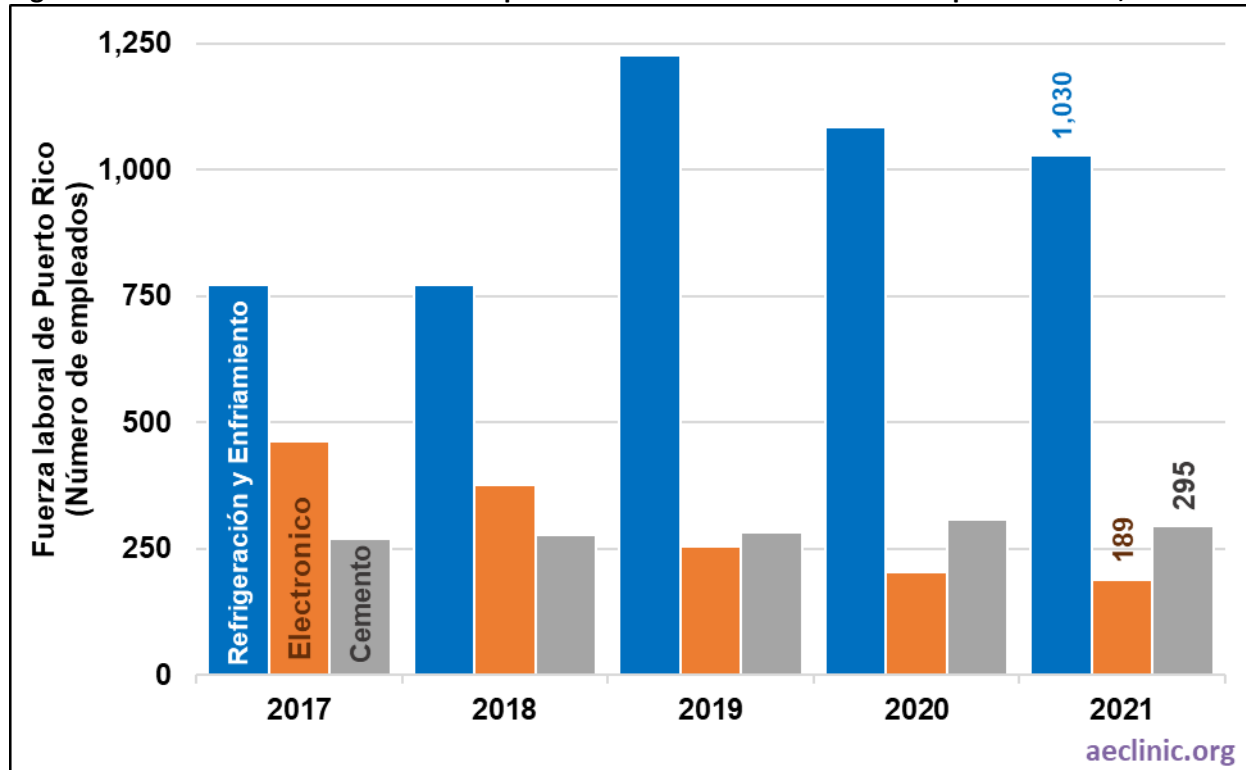
¹⁹ Gay, H.A., Santiago, R., Gil, B., Remedios, C., Montes, P.J., López-Araujo, J., Chévere, C.M., Imbert, W.S., White, J., Arthur, D.W. Horton, J.K., 2019. "Lessons learned from Hurricane Maria in Puerto Rico: practical measures to mitigate the impact of a catastrophic natural disaster on radiation oncology patients." *Practical Radiation Oncology*, 9(5), pp.305-321. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prro.2019.03.007> p. 319

²⁰ U.S EPA. 2023. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions Sinks: 1990-2021*. U.S EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-04/US-GHG-Inventory-2023-Main-Text.pdf>.

²¹ U.S. EPA. 2023. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 – 2021 – Industrial Processes and Product Use*. U.S EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-02/US-GHG-Inventory-2023-Chapter-4-Industrial-Processes-and-Product-Use.pdf>

la fabricación de semiconductores; y (3) la producción y el consumo de sustitutos de las SAO (perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y halones) (véase la Figura 2 para conocer el tamaño de la fuerza laboral de cada una de estas industrias en Puerto Rico). Las industrias de producción de cal y vidrio dejaron de operar en Puerto Rico en 1994 y 2008, respectivamente.²²

Figura 2. Tamaño de la fuerza laboral de procesos industriales en Puerto Rico por subsector, 2017-2021



Fuente: U.S. Census Bureau. 2017-2021. *County Business Patterns* [Tabla IDs: CB2100CBP, CB2000CBP, CB1900CBP, CB1800CBP, CB1700CBP]. Disponible en: <https://data.census.gov/>

Durante la segunda mitad del siglo XX, el programa federal estadounidense “Operación Bootstrap” (“Operación Manos a la Obra”) industrializó rápidamente la economía puertorriqueña. De 1960 a 2000, el producto interno bruto (PIB) de Puerto Rico pasó de \$1,700 millones a \$61,700 millones, una tasa promedio de crecimiento anual del 9 por ciento.²³ Desde entonces, sin embargo, el crecimiento económico de Puerto Rico se ha ralentizado: El crecimiento medio del PIB entre 2012 y 2021 fue inferior al 0.5 por ciento anual (véase la Figura 3 abajo).²⁴ La participación de la industria en el PIB global de Puerto Rico ha seguido una tendencia similar, pasando del 28 por ciento en 1960 al 48 por ciento en 2001, con muy poco crecimiento a partir de entonces.²⁵ A partir de 2021, la participación de la industria en el PIB de Puerto Rico permaneció estancada en el 51 por ciento (véase la

²² Center for Climate Strategies, Inc, 2014, p.64

²³ The World Bank. 2021. *GDP (current US\$) – Puerto Rico*. The World Bank. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=PR>

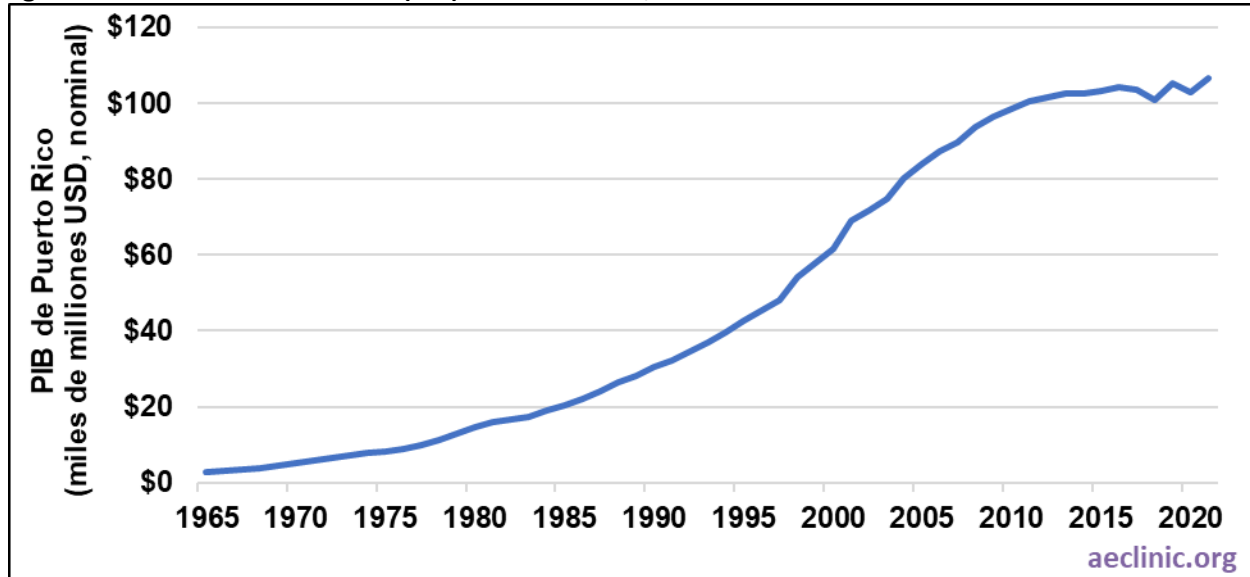
²⁴ The World Bank, 2021.

²⁵ The World Bank. 2021. *Industry (including construction), value added (% of GDP) – Puerto Rico*. The World Bank. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicador/NV.IND.TOTL.ZS?locations=PR>



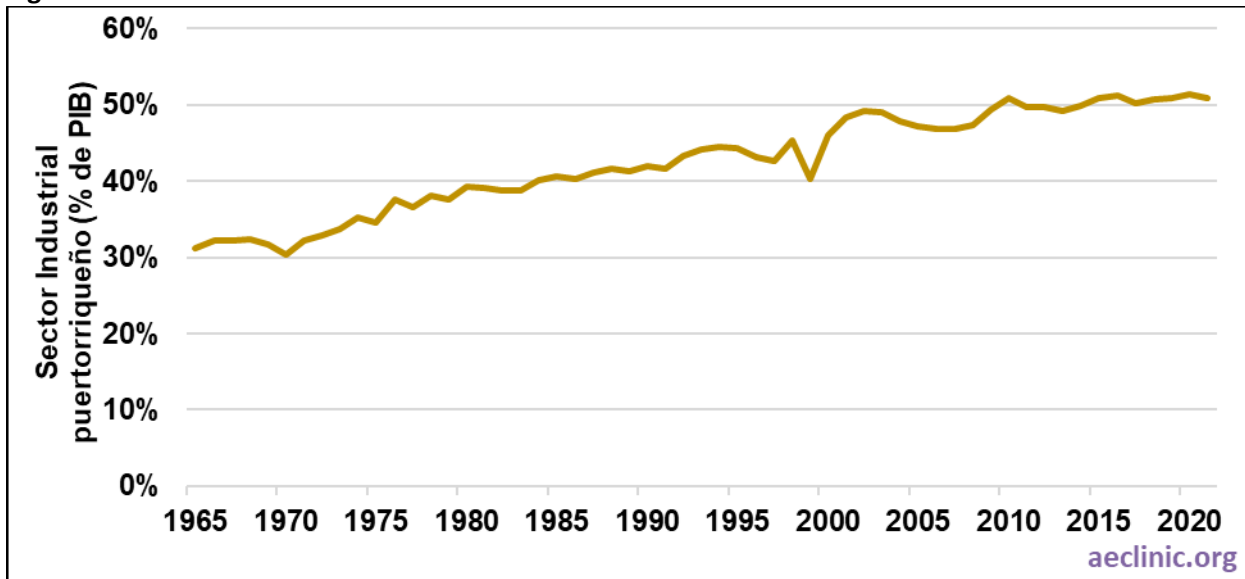
Figura 4 abajo).²⁶

Figura 3. Producto interno bruto (PIB) de Puerto Rico, nominal



Fuente: World Bank. 2021. GDP (current US\$) – Puerto Rico. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=PR>

Figura 4. Porción del PIB total debido al sector industrial en Puerto Rico



Fuente: The World Bank. 2021. Industry (including construction), value added (% of GDP) – Puerto Rico. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicador/NV.IND.TOTL.ZS?locations=PR>

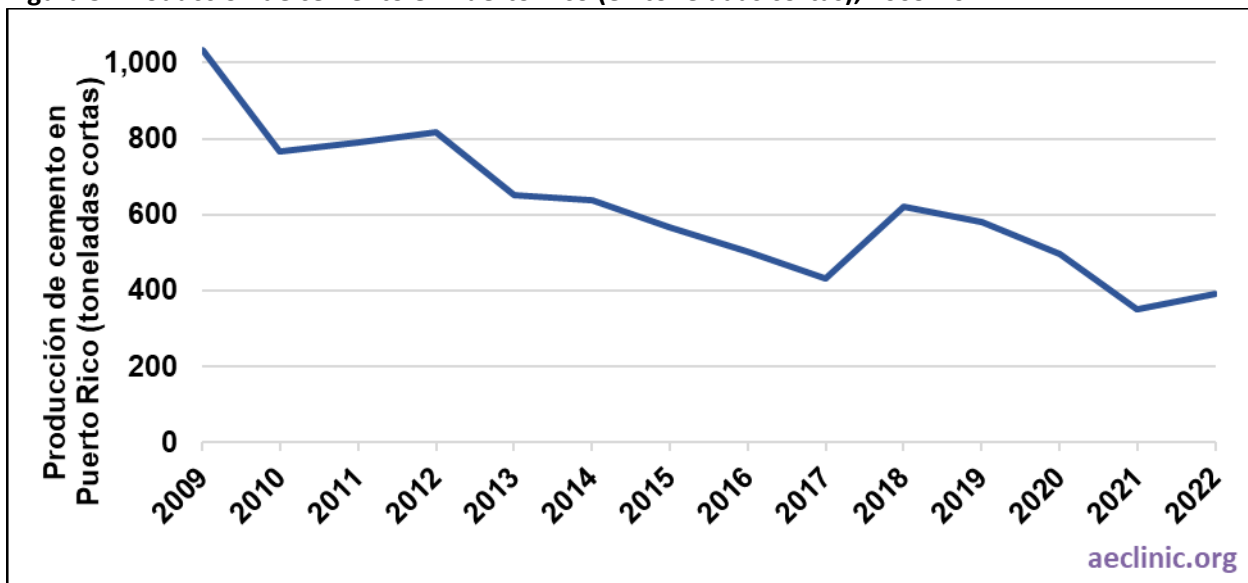
Los sectores industriales responsables de las emisiones derivadas del uso de procesos y productos desempeñan un papel importante en la economía puertorriqueña. La vulnerabilidad climática de Puerto Rico ha creado una necesidad frecuente de construir y reconstruir edificios a raíz de fenómenos climáticos adversos como

²⁶ The World Bank, 2021.



huracanes.²⁷ La industria del cemento es esencial para construir y reconstruir infraestructuras. En 2006, Puerto Rico utilizó 1.9 millones de toneladas de cemento al año, o 500 kg per cápita; en todo el mundo, el uso medio anual de cemento per cápita es de 300 kg per cápita.²⁸ La producción de cemento fue uno de los principales contribuyentes al sector industrial, pero ha ido disminuyendo en la última década debido a la desaceleración de demanda por parte de contratistas y promotores de la construcción.²⁹ Sin embargo, como lo demuestra el repunte en la producción de cemento en 2018 y 2022 después de los huracanes Irma, María y Fiona, se puede esperar que la escalada de eventos relacionados con el cambio climático provoque un aumento de la producción de cemento en Puerto Rico para reconstruir las estructuras destruidas por los desastres naturales (véase la Figura 5).

Figura 5. Producción de cemento en Puerto Rico (en toneladas cortas), 2009-2022



Fuente: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico. January 2023. Producción y ventas de cemento. Disponible en: https://estadisticas.pr/en/estadisticas-mas-recientes?type=produccion_y_ventas_de_cemento

Se prevé que la aprobación en 2022 de la Ley CHIPS+ y Science impulse la actividad manufacturera en Puerto Rico.³⁰ En 2021, solo había cuatro instalaciones de fabricación de semiconductores en Puerto Rico, empleando a un total de 189 obreros.³¹ Con el crecimiento de fabricación anticipado por la ley, emisiones de la fabricación

²⁷ Larnerd, N.J., Ballard, S., and Kurtzer, J. December 7, 2022. "Humanitarian Response and Climate Resilience in Puerto Rico." *Center for Strategic and International Studies*. Disponible en: <https://www.csis.org/analysis/humanitarian-response-and-climate-resilience-puerto-rico>.

²⁸ (1) Martín, C. October 12, 2017. "How Hurricane Maria exposed Puerto Rico's "colonial boom and bust." *Urban Institute*. Disponible en: <https://www.urban.org/urban-wire/how-hurricane-maria-exposed-puerto-ricos-colonial-boom-and-bust>; (2) Monteiro, P.J.M., Miller, S.A., Horvath, A. 2017. Towards sustainable concrete. *Nature Materials*, 16, 698-699. <https://doi.org/10.1038/nmat4930>

²⁹ Economist Intelligence. May 13, 2016. "Planning Board estimates a deeper recession in 2016/17." *Economist Intelligence*. Disponible en: https://country.eiu.com/article.aspx?articleid=364212220&Country=Puerto%20Rico&topic=Economy&subto_9

³⁰ Rival Times. July 29, 2022. "Industriales and InvestPR anticipate that the CHIPS+ Act will benefit the economy of Puerto Rico." *Rival Times*. Disponible en: <https://rivaltimes.com/industriales-and-investpr-anticipate-that-the-chips-act-will-benefit-the-economy-of-puerto-rico/>

³¹ U.S. Census Bureau. 2021. *County Business Patterns [Table ID: CB2100CBP]*. Disponible en: <https://data.census.gov/table?q=puerto+rico&n=3344&tid=CBP2021.CB2100CBP>

de semiconductores se necesitará monitorizar.

La rápida introducción de sustitutos de las SAO en Puerto Rico en la década de 1990 generó un aumento relativamente grande de las emisiones de este sector para Puerto Rico.³² En el pasado, las SAO se utilizaban ampliamente en la fabricación de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.³³ Sin embargo, la Ley de Aire Limpio de 1963 y el Protocolo de Montreal de 1989 exigían la eliminación progresiva de las SAO debido a su alto potencial de agotamiento de la capa de ozono. En 2000, el 54 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Procesos Industriales y Uso de Productos en Puerto Rico procedían del uso de sustitutos de las SAO, porcentaje que aumentó hasta cerca del 80 por ciento en 2010.³⁴ En la actualidad, la producción y el consumo de sustitutos de las SAO son responsables del 99.5 por ciento de las emisiones del sector de Procesos Industriales y Uso de Productos de Puerto Rico. Los sustitutos de las SAO se utilizan con fines de refrigeración y enfriamiento, por lo que en un clima tropical como el de Puerto Rico es esencial para encontrar alternativas de refrigerantes con menos emisiones.

Transporte

El sector del transporte de Puerto Rico genera emisiones procedentes del transporte por carretera, fuera de carretera, marítimo y aéreo, apoyado por un sistema de carreteras/autopistas, ferrocarriles, puertos, muelles y aeropuertos. El transporte por carretera se refiere al uso de diversos vehículos de motor (coches, camiones, autobuses, motocicletas) propulsados por gasolina o gasóleo; el transporte fuera de carretera incluye tractores, montacargas, grúas, retroexcavadoras, excavadoras y carritos de golf.

Puerto Rico es uno de los países del mundo con mayor número de coches por kilómetro cuadrado y per cápita, en parte debido a la ausencia de amplios servicios de transporte público.³⁵ En el área metropolitana de San Juan existe un transporte limitado en autobús una línea de tren ligero (Tren Urbano) que conecta tres municipios (San Juan, Guaynabo y Bayamón) y *públicos* (minibuses públicos y automóviles de pasajeros) que conectan los pueblos a lo largo de la isla. La mayoría de los puertorriqueños, sin embargo, dependen de vehículos personales para ir a casa, a la escuela y de compras. En 2022, Puerto Rico tenía 4,300 vehículos por milla cuadrada y 2.13 millones de vehículos en total (o 666 vehículos por cada 1,000 habitantes).³⁶ (En comparación, en Estados Unidos continental hay unos 800 vehículos por cada 1,000 habitantes.³⁷) En 2021, los puertorriqueños recorrieron menos de la mitad de distancia (4,188 millas recorridas en vehículo per cápita en promedio) que sus homólogos de la parte continental de Estados Unidos (9,500 millas recorridas en vehículo per cápita) (véase la Figura 6 abajo).³⁸

³² Center for Climate Strategies, Inc. 2014. p.64 and 67.

³³ U.S. EPA. November 21, 2022. "Managing Refrigerant Emissions." U.S. EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/ozone-layer-protection/managing-refrigerant-emissions#:~:text=Many%20refrigerants%20that%20are%20commonly,%2C%20chlorobromomethane%2C%20and%20methyl%20chloroform>.

³⁴ Center for Climate Strategies, Inc. 2014. p.64

³⁵ Kantrow-Vázquez, M, May 16, 2023. "'Above average' public transit spending fuels private vehicle use." *New is My Business*. Disponible en: <https://newsismybusiness.com/govts-above-average-public-transit-spending-still-fuels-private-vehicle-use/>

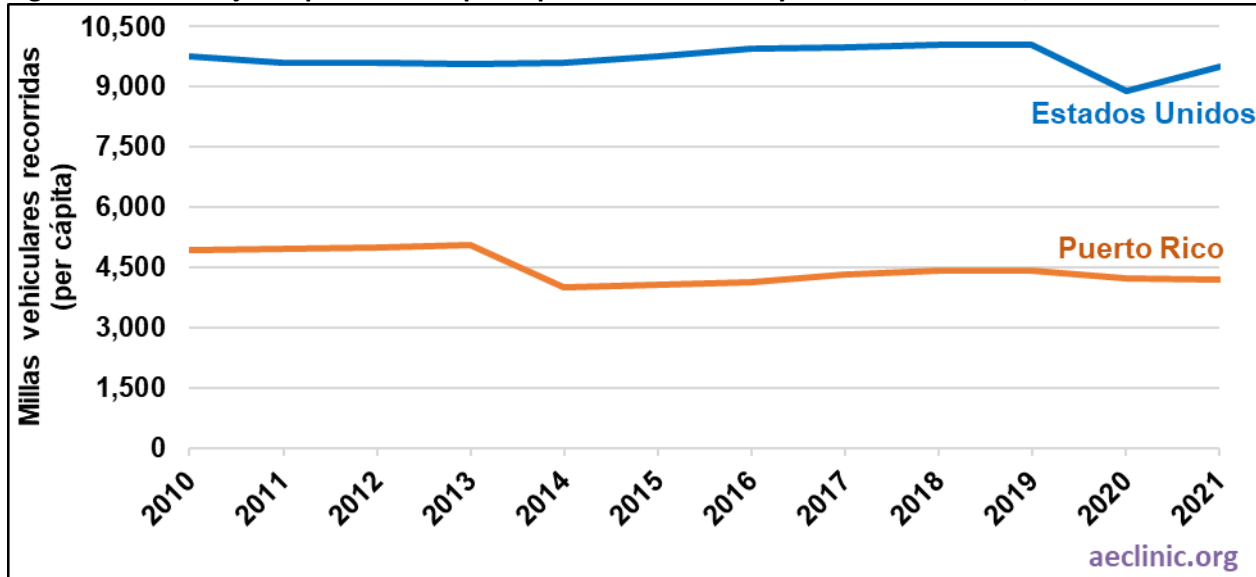
³⁶ GlobalFleet. 2023. "Puerto Rico." GlobalFleet. Disponible en: <https://www.globalfleet.com/en/wikifleet/puerto-rico>

³⁷ GlobalFleet. 2023. "Puerto Rico." GlobalFleet. Disponible en: <https://www.globalfleet.com/en/wikifleet/united-states-america>

³⁸ U.S. DOT. 2010-2021. "Highway Statistics Series". U.S. DOT. Disponible en: <https://www.fhwa.dot.gov/policyinformation/statistics/2010/vm2.cfm>



Figura 6. Millas viajadas por vehículo per cápita en Puerto Rico y los Estados Unidos, 2010-2021



Puerto Rico importa aproximadamente el 85 por ciento de sus alimentos y todo su combustible (excepto biomasa).³⁹ El transporte de mercancías está muy centralizado en el Puerto de San Juan; el 79 por ciento de todos los envíos se realizan allí. Todo el transporte de mercancías dentro de Puerto Rico se realiza por camión; el sistema ferroviario de larga distancia de la isla se cerró en la década de 1950.⁴⁰ El transporte aéreo es esencial para la industria turística de Puerto Rico: En el año 2021, el Aeropuerto Internacional Luis Muñoz Marín de San Juan—el aeropuerto más grande de Puerto Rico—recibió un total de 46,894 vuelos, incluyendo 40,604 vuelos desde orígenes dentro de los Estados Unidos y 6,290 vuelos internacionales, conteniendo un total de más que 4.7 millones de pasajeros (1.44 veces el tamaño de la población puertorriqueña en 2021).⁴¹

Puerto Rico depende en gran medida de los combustibles fósiles para sus necesidades de transporte, incluida la gasolina de motor, el gasóleo y el combustible para aviones. Según la U.S. EIA, la isla consume unos 76,000 barriles diarios de productos petrolíferos importados, y más de la mitad de esos barriles (38,000) son de gasolina de motor. Consume 8,000 barriles diarios de gasóleo y 9,000 barriles diarios de combustible para aviones.⁴²

La dependencia de los combustibles fósiles transportados en camiones hizo imposible satisfacer las necesidades energéticas tras las tormentas tropicales María en 2017 y Fiona en 2022.⁴³ Los huracanes arrasaron carreteras

³⁹ Ecola, L. Davenport, A.C., Kuhn, K., Rothenberg, A.D., Cooper, E., Barret, M., Atkin, T.F., Kendall, J. 2020. *Rebuilding Surface, Maritime, and Air Transportation in Puerto Rico After Hurricanes Irma and Maria*. Prepared for Homeland Security Operational Analysis Center. Disponible en: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2607.html

⁴⁰ Ecola, L. Davenport, A.C., Kuhn, K., Rothenberg, A.D., Cooper, E., Barret, M., Atkin, T.F., Kendall, J. 2020.

⁴¹ (1) Inteligencia Económica. 2016. *Tourism: A Driver for Economic Growth*. Prepared for Puerto Rico Hotel & Tourism Association. Disponible en:

[https://www.finance.senate.gov/imo/media/doc/Puerto%20Rico%20Hotel%20%20Tourism%20Association%20\(Submission%20\).pdf](https://www.finance.senate.gov/imo/media/doc/Puerto%20Rico%20Hotel%20%20Tourism%20Association%20(Submission%20).pdf); (2) United States Department of Transportation (U.S. DOT). N.d. *Flights: All Carriers – San Juan, PR: Luis Munoz Marin International (Destination Airport)*. Bureau of Transportation Statistics. Disponible en: <https://www.transtats.bts.gov/DataElements.aspx?Data=1>

⁴² U.S. EIA. N.d. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>

⁴³ Ecola, L. Davenport, A.C., Kuhn, K., Rothenberg, A.D., Cooper, E., Barret, M., Atkin, T.F., Kendall, J. 2020.



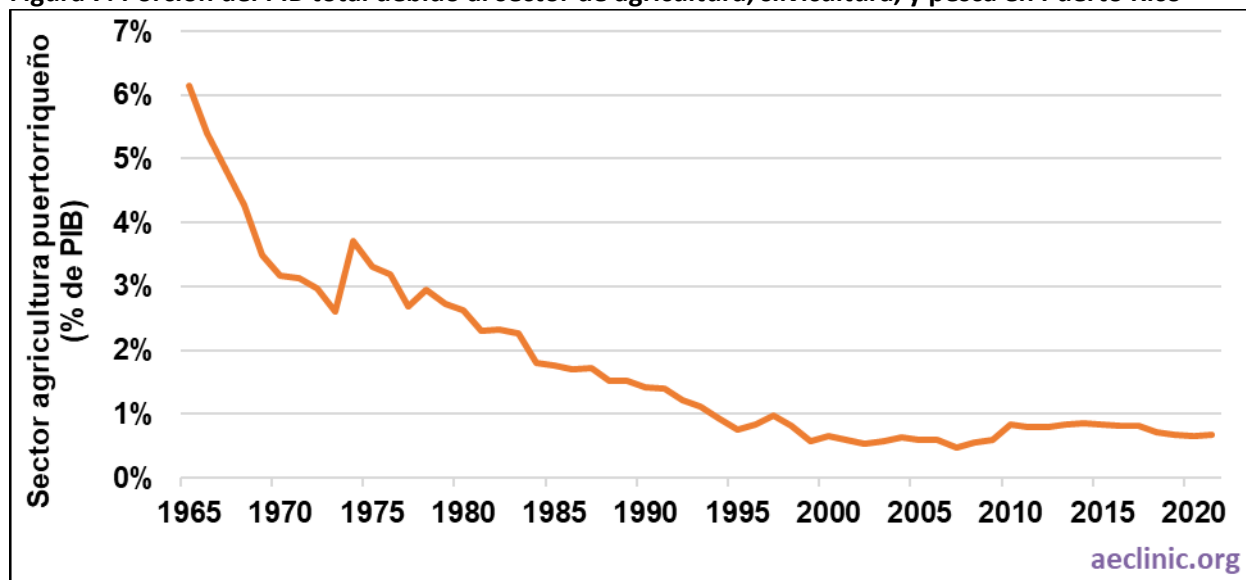
y destruyeron señales de tráfico, lo que supuso \$647 millones de dólares en costos de reparación de carreteras y puentes, sin incluir el costo de la retirada de escombros.⁴⁴ En total, los daños causados por el huracán supusieron \$1,800 millones de dólares en costos de reparación y otros \$1,100 millones en mejoras de resistencia recomendadas.⁴⁵

Aprobada en 2022, la Ley Bipartidista de Infraestructuras de los EE.UU. asigna más de \$1,100 millones de dólares en los próximos cinco años para invertir en las carreteras y puentes de Puerto Rico. La Ley también realiza la mayor inversión en transporte público en la historia de Estados Unidos, ofreciendo más de \$470 millones de dólares a Puerto Rico en el transcurso de cinco años para mejorar su transporte público.⁴⁶

Agricultura

El sector de Agricultura de Puerto Rico genera emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería (vacuno, porcino, aves de corral, etc.) y la producción de cultivos (cultivos leñosos perennes, café, cereales, etc.) con cuatro subcategorías de emisiones clave: suelo de tierras de cultivo, carbono de tierras de cultivo, fermentación entérica procedente de la gestión del ganado y gestión del estiércol procedente del ganado.⁴⁷ En 2021, la agricultura, la silvicultura y la pesca juntas representaban sólo el 0.7 por ciento del PIB de la isla (véase la Figura 7), y sólo el 15 por ciento de las necesidades alimentarias totales de la isla se producían internamente.⁴⁸

Figura 7. Porción del PIB total debido al sector de agricultura, silvicultura, y pesca en Puerto Rico



Fuente: The World Bank. 2021. *Agriculture, forestry, y fishing, value added (% of GDP) – Puerto Rico*. Disponible en: <https://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.TOTL.ZS?locations=PR>

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Ecola, L. Davenport, A.C., Kuhn, K., Rothenberg, A.D., Cooper, E., Barret, M., Atkin, T.F., Kendall, J. 2020.

⁴⁶ United States White House. 2022. *Building a Better America*. Disponible en: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Puerto-Rico-BIL-State-Fact-Sheet-Nov-22.pdf>

⁴⁷ Center for Climate Strategies, 2014.

⁴⁸ Kenner, B., Russell, D., Valdes, C., Sowell, A., Pham, X., Terán, A., Kaufman, J. 2023. *Puerto Rico's Agricultural Economy in the Aftermath of Hurricanes Irma and Maria: A Brief Overview*. United States Department of Agriculture. Disponible en: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/106261/ap-114.pdf?v=9256.7>

En la década de 1930, solo la agricultura aportaba más del 40 por ciento del PIB de Puerto Rico. La disminución del número de fincas en las últimas tres décadas (de 19,951 en 1998 a 8,230 en 2018) redujo en gran medida la importancia del sector agrícola en la economía puertorriqueña.⁴⁹ Los daños causados por los huracanes Irma y María en 2017 contribuyeron al descenso del número de explotaciones, con agricultores que abandonaron el sector tras los daños en cultivos e infraestructuras.⁵⁰ Mientras el número de fincas y la extensión de las tierras de labranza han disminuido, el tamaño de las fincas ha aumentado debido sobre todo a una fuerte reducción en las fincas de menos de 10 cuerdas (una cuerda es algo menos de un acre).⁵¹

La región de Utuado, en el centro-oeste de Puerto Rico, alberga el mayor número de explotaciones (19 por ciento), seguida de Lares (16 por ciento) y Caguas (14 por ciento), que suman casi la mitad de todas las explotaciones puertorriqueñas.⁵² Los agricultores de Puerto Rico producen diversos productos básicos para la venta, como ganado vacuno, porcino y avicultura (véase la Figura 8 abajo), productos ganaderos como leche, otros productos lácteos y huevos, así como café, plátanos, guandules, arroz, y otros cultivos.⁵³ En 2018, las ventas agrícolas sumaron a \$485 millones de dólares, incluyendo \$172 millones solo por la venta de leche;⁵⁴ más de la mitad de toda la producción agrícola se produjo en las regiones de Arecibo (\$139.1 millones de dólares) y Ponce (\$120 millones de dólares).⁵⁵

De los agricultores encuestados en el Censo de Agricultura de 2018, la mitad informó que su ocupación principal era la agricultura. Al mismo tiempo, el 60 por ciento de los agricultores informaron que menos del 25 por ciento de los ingresos provenían de la agricultura y más de tres cuartos informaron un ingreso familiar neto inferior a \$40,000 dólares.⁵⁶ Los ingresos netos de los hogares de agricultores varían entre las ocho regiones de la isla: el 87 por ciento de las fincas de Utuado declaran ingresos inferiores a \$40,000 dólares, frente al 68 por ciento de Mayagüez.⁵⁷

⁴⁹ United States Department of Agriculture. 2020. *Puerto Rico Agriculture Results from the 2018 Census of Agriculture*. Disponible en: https://www.nass.usda.gov/Publications/Highlights/2020/census_puertorico.pdf

⁵⁰ Kenner, B., Russell, D., Valdes, C., Sowell, A., Pham, X., Terán, A., Kaufman, J. 2023.

⁵¹ United States Department of Agriculture, 2020. *Puerto Rico Agriculture Results from the 2018 Census of Agriculture*. Disponible en: https://www.nass.usda.gov/Publications/Highlights/2020/census_puertorico.pdf

⁵² United States Department of Agriculture. 2020. *Puerto Rico (2018) Island and Regional Data Volume 1- Geographic Area Series- Part 52*. Disponible en: https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2017/Full_Report/Outlying_Areas/Puerto_Rico/prv1.pdf

⁵³ Ibid.

⁵⁴ United States Department of Agriculture. 2020. "Puerto Rico Agriculture Results from the 2018 Census of Agriculture. Disponible en: https://www.nass.usda.gov/Publications/Highlights/2020/census_puertorico.pdf

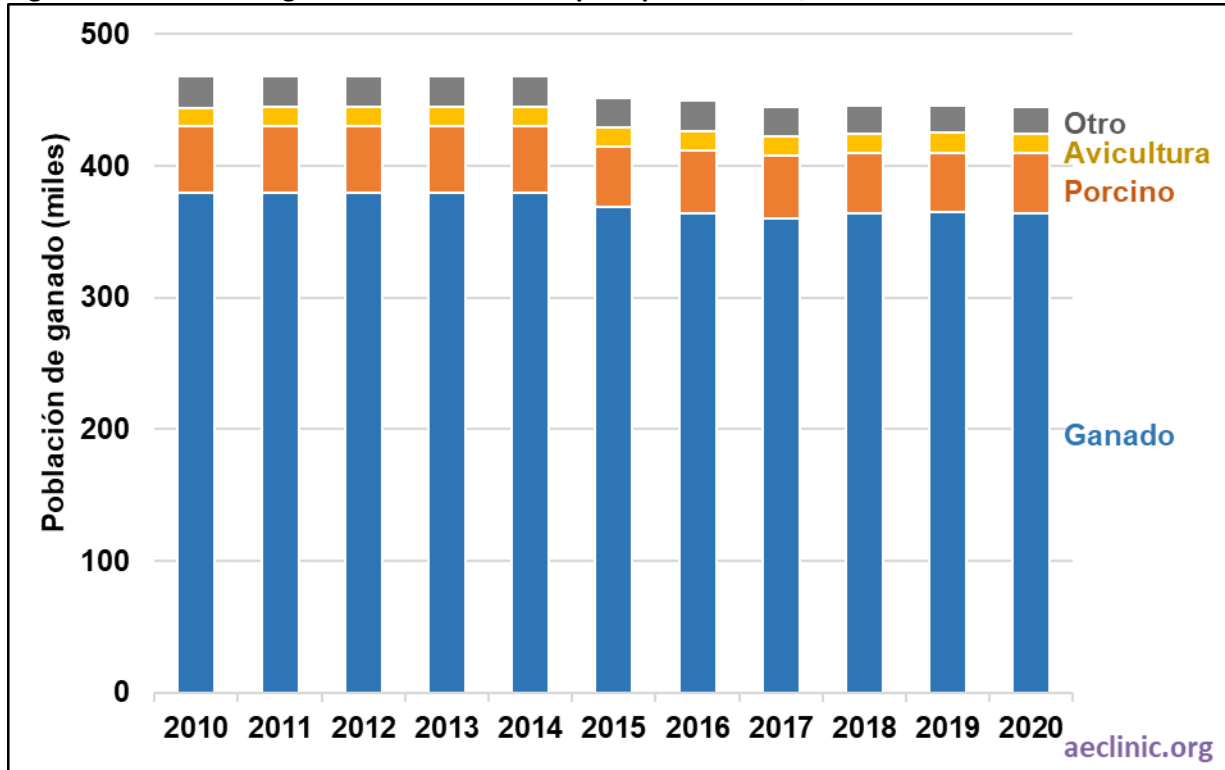
⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ United States Department of Agriculture. 2020. *Puerto Rico (2018) Island and Regional Data Volume 1- Geographic Area Series- Part 52*. Disponible en: https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2017/Full_Report/Outlying_Areas/Puerto_Rico/prv1.pdf

⁵⁷ Ibid.



Figura 8. Población de ganados en Puerto Rico por tipo de animal, 2010-2020



Nota: "Otro" incluye cabras, ovejas, caballos, mulas, conejos, y abejas. Fuente: U.N. FAO. 2011-2020. "Crops y livestock products". Live Animals. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Silvicultura y Otros Usos de Tierra

El sector de la Silvicultura y Otros Usos de Tierra de Puerto Rico produce tanto emisiones de gases de efecto invernadero como el secuestro de emisiones tomadas de la atmósfera. Las emisiones de este sector pueden incluir el cambio en el CO₂ neto de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras que incluyen suelo descubierto, roca y todas las áreas de tierra que no entran en ninguna de las otras categorías de uso de la tierra; el flujo neto de CO₂ es la suma de la absorción de CO₂ por fotosíntesis y las emisiones de CO₂ por respiración de la vegetación, descomposición de materia orgánica, incendios forestales o cambios en el uso de la tierra como la deforestación. Los incendios son una función ecológica natural y crítica para el mantenimiento de unos bosques sanos y resistentes, ya que facilitan la germinación de las semillas, la reposición de los nutrientes del suelo y la estimulación del crecimiento de los árboles. Sin embargo, los incendios forestales liberan emisiones de gases de efecto invernadero (como CO₂, CH₄ y óxido nitroso (N₂O)) que contribuyen al cambio climático.⁵⁸

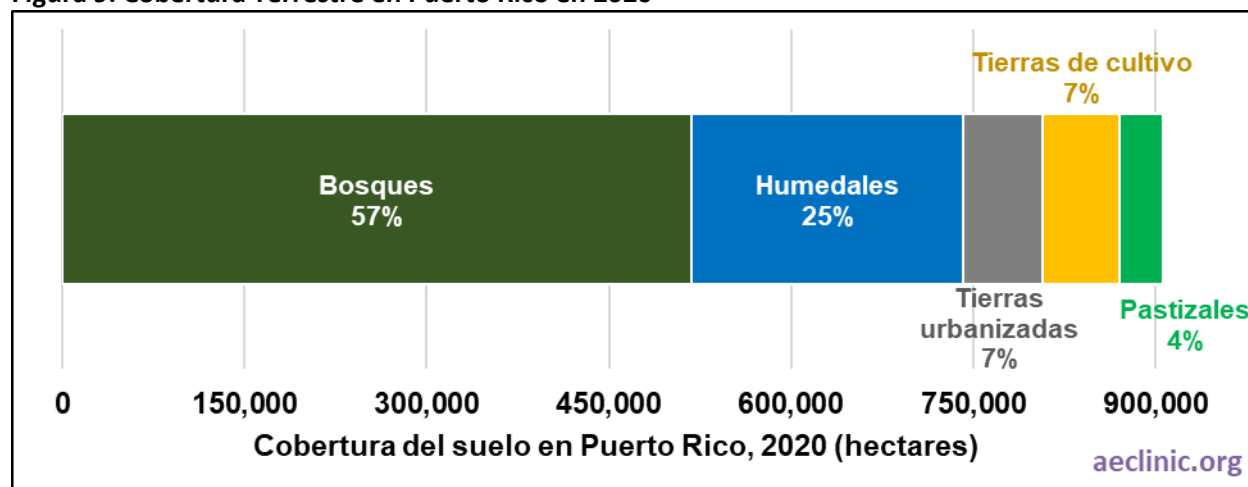
Hasta el inicio de la colonización en 1493, la isla que ahora se llama Puerto Rico estaba casi totalmente cubierta de bosques. Como colonia española, la economía de Puerto Rico se basó inicialmente en la extracción de madera y oro, pero al transferirse el control de la isla a Estados Unidos, sus tierras y su economía se

⁵⁸ U.S EPA. N.d. *Climate Change Indicators: Wildfires*. Disponible en: https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-04/documents/wildfires_td.pdf

transformaron en grandes plantaciones de caña de azúcar y café bajo sombra.⁵⁹ El aumento de la población y la expansión de la agricultura provocaron la deforestación.⁶⁰ En 1940, los manglares se habían reducido en un 45 por ciento debido a la urbanización y a los efectos negativos de la actividad humana.⁶¹ El auge de la industrialización tras la II Guerra Mundial precipitó la migración de la población de Puerto Rico a los centros urbanos y el abandono de las tierras agrícolas. El resultado fue una regeneración de los bosques secundarios en toda la isla.⁶²

Hoy, la cubierta vegetal de Puerto Rico está dominada por los bosques (57 por ciento), seguidos de los humedales (25 por ciento), con una pequeña proporción de tierras urbanizadas (7 por ciento), tierras de cultivo (7 por ciento) y pastizales (4 por ciento) (véase la Figura 9).⁶³

Figura 9. Cobertura Terrestre en Puerto Rico en 2020



Fuente: U.N. FAO. 2023. *Land Cover*. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/LC>

Hogar de varios tipos de bosques como ser bosque seco, bosque lluvioso, y rodales de manglares, Puerto Rico cuenta con las cuatro especies de mangle autóctonas del Caribe: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle negro (*Avicennia germinans*) y el mangle botón (*Conocarpus erectus*).⁶⁴ Los manglares estabilizan las costas, evitan la erosión, filtran el agua y retienen carbono comparable al de los bosques tropicales,⁶⁵ entre otros beneficios. En la actualidad, los bosques de Puerto Rico almacenan

⁵⁹ Commonwealth of Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. 2015. *Puerto Rico Forest Action Plan*. Disponible en: <https://www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2015/11/Puerto-Rico-Forest-State-Action-Plan.compressed.pdf>

⁶⁰ (1) Commonwealth of Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. 2015.; (2) Mather, A.S. and Needle, C.L. 1998. "The Forest Transition: A Theoretical Basis." *Area*, 30, 117-124. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4762.1998.tb00055.x>

⁶¹ Martinuzzi, S., W. Gould, A. Lugo, E. Medina. 2009. "Conversion and recovery of Puerto Rico mangroves: 200 years of change." *Forest Ecology and Management*, 257:75-84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.08.037>

⁶² Grau, H. R., M. Aide, Zimmerman, J.K., Thomlinson, J.R., Helmer, E., and Zou, X. 2003. "The ecological consequences of socioeconomic and land-use changes in postagriculture Puerto Rico." *BioScience*, 53(12):1159- 1168. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[1159:TECOSA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[1159:TECOSA]2.0.CO;2)

⁶³ U.N. FAO. 2023. *Land Cover*. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/LC>

⁶⁴ Huertas, L. March 17, 2022. "In Puerto Rico, a marathon effort builds to restore mangroves and dunes." *Mongabay*. Disponible en: [https://news.mongabay.com/2022/03/in-puerto-rico-a-marathon-effort-builds-to-restore-mangroves-and-dunes/#:~:text=Puerto%20Rico%20is%20home%20to,button%20mangrove%20\(Conocarpus%20erectus\).](https://news.mongabay.com/2022/03/in-puerto-rico-a-marathon-effort-builds-to-restore-mangroves-and-dunes/#:~:text=Puerto%20Rico%20is%20home%20to,button%20mangrove%20(Conocarpus%20erectus).)

⁶⁵ Alongi, D. 2012. Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Management*, 3(3), 313-322. <https://doi.org/10.4155/cmt.12.20>

aproximadamente 7.6 millones de toneladas de carbono en su biomasa arbórea viva aérea y subterránea.⁶⁶

Alrededor de seis séptimas partes de los bosques de Puerto Rico son de propiedad privada, mientras que los restantes son administrados públicamente por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico (11 por ciento) o el Gobierno Federal de los EE.UU. (3 por ciento).⁶⁷ Hay 1,3 mil millones de pies cúbicos de madera comercializable en los bosques de Puerto Rico, de los cuales el 86 por ciento se encuentra en tierras privadas no reservadas (es decir, la tala de árboles no está restringida por ley o estatuto).⁶⁸ Entre 2001 y 2021, Puerto Rico perdió 75.5 mil hectáreas (casi el 14 por ciento) de su cubierta arbórea debido a la deforestación provocada por la expansión de la agricultura y la urbanización, y a los incendios forestales.⁶⁹ Puerto Rico experimentó una pérdida sustancial de árboles en 2017 debido a los impactos del huracán María; entre el 40 y el 60 por ciento de los árboles altos que formaban el dosel del bosque perdieron grandes ramas, se partieron por la mitad o fueron arrancados de raíz.⁷⁰ Los incendios también contribuyen sustancialmente a la pérdida de bosques y a las emisiones de gases de efecto invernadero. En Puerto Rico, la temporada alta de incendios suele comenzar a principios de enero y durar unas 18 semanas.⁷¹ Entre 2001 y 2021, Puerto Rico perdió 3.5 mil hectáreas de cubierta arbórea a causa de los incendios,⁷² que liberan N₂O y CH₄, junto con CO₂.

Gestión de Residuos

El sector de Gestión de Residuos de Puerto Rico produce emisiones de gases de efecto invernadero a partir del tratamiento de residuos sólidos y aguas residuales producidos por entidades residenciales, comerciales, institucionales e industriales. La gestión de residuos sólidos incluye la recogida, el transporte y el tratamiento de residuos sólidos como plásticos, papel, metal, residuos de alimentos y otros artículos diversos que se han tirado a la basura. Los residuos sólidos se someten a diversas vías de tratamiento, como la reutilización, el reciclado, el compostaje, la eliminación en vertedero y la incineración); cada vía tiene una intensidad de emisiones diferente para CO₂ y CH₄ en función del tipo de residuo que se trata y de cómo se trata.

La gestión de las aguas residuales consiste en el tratamiento físico, biológico, químico o por lodos de las aguas residuales y otros productos derivados de actividades como bañarse, lavar platos, descargar inodoros y manufactura. Los métodos de tratamiento físico incluyen procesos como el cribado, la sedimentación y el desnatado para eliminar sólidos. El tratamiento biológico del agua utiliza microorganismos para metabolizar la materia orgánica de las aguas residuales. El tratamiento químico del agua utiliza productos químicos para matar las bacterias presentes en el agua, y pueden añadirse productos químicos para purificar las aguas residuales posteriormente. Por último, en el tratamiento de lodos las aguas residuales se espesan (reduciendo el volumen de lodos), se digieren (reduciendo la masa total de sólidos y destruyendo los patógenos) y se deshidratan (secando los lodos). Los lodos secos se añaden a los vertederos, se aplican a las tierras de cultivo como

⁶⁶ U.S. Department of Agriculture. Revised 2023. EVALIDator 2.0.6. Disponible en: <https://apps.fs.usda.gov/fiadb-api/evalidator>

⁶⁷ Brandeis, T., Turner, J.A. 2009. *Puerto Rico's Forests*. Prepared for the United States Department of Agriculture and Forest Service. Disponible en: <https://foresthistor.org/wp-content/uploads/2017/01/Puerto-Ricos-Forests-2009.pdf>

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ Global Forest Watch. 2022. *Puerto Rico*. Disponible en: <https://www.globalforestwatch.org/>

⁷⁰ Kekesi, A. September 17, 2019. "NASA Surveys Hurricane Damage to Puerto Rico's Forests." *U.S. National Aeronautics and Space Administration*. Disponible en:

<https://svs.gsfc.nasa.gov/4735#:~:text=Almost%2060%25%20of%20the%20canopy,on%20average%2C%20after%20Hurricane%20Mar%20ia>.

⁷¹ Global Forest Watch. 2022. *Puerto Rico*. Disponible en: <https://www.globalforestwatch.org/>

⁷² Global Forest Watch. 2022. *Puerto Rico*. Disponible en: <https://www.globalforestwatch.org/>

fertilizante o se combinan con otros materiales y se comercializan como abono “biosólido” para su uso en agricultura y jardinería. El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales genera emisiones directas de gases de efecto invernadero, como CO₂, CH₄ y N₂O, procedentes de los procesos biológicos.

El informe *2019 Report Card for Puerto Rico's Infrastructure* de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles informa que los residentes puertorriqueños generan un promedio de 5.6 libras de residuos por persona por día, en comparación con 4.4 libras por día para el residente continental promedio de los Estados Unidos.⁷³ El sistema de reciclaje de Puerto Rico desvía entre el 9 por ciento y el 14 por ciento de los residuos sólidos; la Ley de Reducción de Residuos Sólidos y Reciclaje de Puerto Rico de 1992 había pedido un aumento de las tasas de reciclaje hasta el 35 por ciento.⁷⁴ En comparación, Estados Unidos continental desvía actualmente el 32 por ciento de sus residuos sólidos a instalaciones de reciclado y compostaje.⁷⁵ Los análisis de la JSAF y la U.S. EPA indican que Puerto Rico podría quedarse sin espacio para vertederos en un plazo de 2 a 4 años.⁷⁶

Puerto Rico carece de un sistema centralizado de gestión de residuos. En su lugar, los municipios poseen la mayoría de los vertederos y prestan servicios de recogida a sus propios residentes. En el siglo vigésimo, los municipios puertorriqueños gestionaron 61 vertederos diferentes sin revestimiento para los residuos sólidos de sus residentes; en 1994, se cerraron 32 de estos vertederos.⁷⁷ La Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles otorgó a Puerto Rico una calificación de "D-" por su desempeño en el manejo de desechos sólidos y señaló que las actividades posteriores al cierre para que las instalaciones vuelvan a cumplir con las normas no se han llevado a cabo en los rellenos sanitarios cerrados en la década de 1990.⁷⁸ En 2019, de los 29 vertederos actualmente activos en Puerto Rico, solo 11 cumplían con la Ley de Eliminación de Residuos Sólidos de 1965 y la Ley de Conservación y Recuperación de Recursos (RCRA) de 1976.⁷⁹ Estas normas regulan la eliminación de formas sólidas y peligrosas para proteger la salud humana y el medio ambiente, conservar la energía y los recursos naturales y reducir la cantidad de residuos generados.

Tras el paso del huracán María, los vertederos de Puerto Rico recibieron más escombros y restos equivalentes a 2.5 años de residuos sólidos.⁸⁰ La rápida acumulación de residuos en Puerto Rico está provocando que sus vertederos se llenen rápidamente, creando una crisis de residuos en la isla que dura ya décadas y estimulando la demanda de nuevas instalaciones de tratamiento de residuos.⁸¹ Los costos económicos para los municipios de Puerto Rico, junto con el elevado costo del cierre de los vertederos que no cumplen la normativa, ascienden

⁷³ American Society for Civil Engineers (ASCE). 2021. *2019 Report Card for Puerto Rico's Infrastructure*. Disponible en: <https://infrastructurereportcard.org/wp-content/uploads/2021/07/2019-Puerto-Rico-Report-Card-Final.pdf>. p.50

⁷⁴ Ibid.

⁷⁵ U.S. EPA. December 3, 2022. “National Overview: Facts and Figures on Materials, Wastes, and Recycling.” U.S. EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/facts-and-figures-about-materials-waste-and-recycling/national-overview-facts-and-figures-materials#:~:text=These%20Facts%20and%20Figures%20are,25%20million%20tons%20were%20composted.>

⁷⁶ FEMA and U.S. EPA. 2020. *Municipalities Mitigating for Future Disasters TODAY* [PowerPoint slides]. FEMA and EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-09/gfx-solid-waste-management-in-puerto-rico.pdf>

⁷⁷ McAdams, C.L. 1996. “Recycling in Puerto Rico.” *U.S. Department of Energy Office of Scientific and Technical Information (OSTI)*. Disponible en: <https://www.osti.gov/biblio/234110>

⁷⁸ ASCE 2021. p.50

⁷⁹ Ibid.

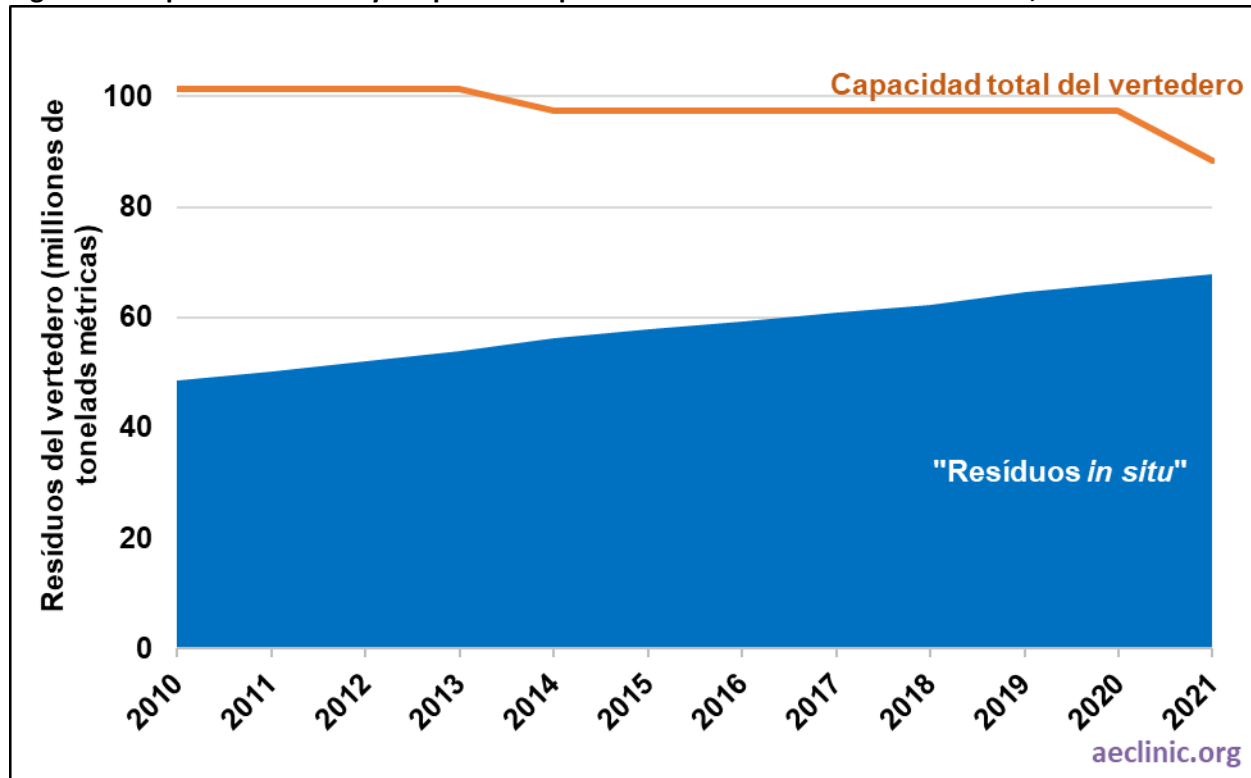
⁸⁰ ASCE 2021. p.51

⁸¹ Cruz Mejías, C. February 16, 2021. “Trash Crisis leaves Puerto Rico Near ‘the Brink.’” *Global Press Journal*. Disponible en: <https://globalpressjournal.com/americas/puerto-rico/trash-crisis-leaves-puerto-rico-brink/>

a más de \$100 millones de dólares para cerrar los vertederos existentes en Puerto Rico.⁸² Estos costos incluyen la arcilla y la tierra de cobertura para tapar y cubrir el vertedero cerrado, el tratamiento y la eliminación de los lixiviados extraídos del vertedero durante el periodo posterior al cierre y la vigilancia medioambiental del vertedero tras su cierre.⁸³ Según el informe de 2019 de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles, costaría al menos otros \$11.5 millones de dólares abrir una nueva instalación de residuos sólidos municipales que cumpla con las normas federales.⁸⁴

La Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico (ADS) realiza un seguimiento de la capacidad total de todos los vertederos activos, así como de los datos anuales sobre la cantidad total de residuos sólidos urbanos aceptados y almacenados en el lugar en cada vertedero (véase la Figura 10 abajo). Los vertederos se están llenando. En 2010, aproximadamente el 48 por ciento de los vertederos activos estaban llenos; en 2021, el porcentaje de vertederos llenos había aumentado al 78 por ciento.⁸⁵ El tratamiento de residuos sólidos en vertederos genera emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). Las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los residuos sólidos se calculan en función de la cantidad total de residuos acumulados en un vertedero; sin embargo, las emisiones de CO₂ procedentes de la gestión de residuos sólidos se consideran biogénicas y, por tanto, se excluyen de los cálculos del inventario de emisiones.

Figura 10. Capacidad total de y desperdicios quedados en vertederos en Puerto Rico, 2010-2021



Fuente: Comunicaciones directas con V.I. Marrero, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico.

⁸² ASCE 2021. p.52

⁸³ Duffy, D.P. September 1, 2005. "Landfill Economics Part 3: Closing Up Shop." *MSW Management*. Disponible en: <https://www.mswmanagement.com/landfills/article/13003375/landfill-economics-part-3-closing-up-shop>

⁸⁴ ASCE 2021. p.52

⁸⁵ Comunicaciones directas con M. V. Rodríguez, Directora del Área de Control de Contaminación Terrestre de Puerto Rico.



En toda la isla, el 44 por ciento del material que acaba en los vertederos de Puerto Rico es compostaje, del cual el 22 por ciento es material vegetal como árboles, recortes de hierba y arbustos.⁸⁶ Sin embargo, en la isla sólo funcionan dos instalaciones de compostaje de propiedad pública.⁸⁷ Para llenar este vacío, organizaciones sin ánimo de lucro como Isla Nena Compost están trabajando para establecer instalaciones de compostaje y hacer que estos servicios sean más accesibles a residentes e instalaciones comerciales. El compostaje genera emisiones de CO₂ (también consideradas biogénicas) y CH₄.

El tratamiento de aguas residuales es gestionado en gran medida por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (AAA), que posee y opera 51 plantas de tratamiento de aguas residuales en la isla, proporcionando servicio de eliminación de aguas residuales a aproximadamente el 59 por ciento de los residentes de la isla a partir de 2019.⁸⁸ Las aguas residuales de los 1.2 millones de residentes restantes se eliminan a través de sistemas sépticos o cursos de agua abiertos. En total, las plantas de tratamiento de aguas residuales de Puerto Rico procesan unos 220 millones de galones de aguas residuales al día, de los cuales 116 millones son tratados y reutilizados para el riego agrícola y la recarga de acuíferos.⁸⁹ En 2022, casi 80 mil millones de galones de aguas residuales se procesaron en Puerto Rico mediante métodos de tratamiento séptico, aeróbico, anaeróbico o de reactor (véase la Figura 11 abajo). La AAA estima que durante el período de seis años de 2022 a 2027, necesitará \$551 millones para actualizar su infraestructura envejeciente para seguir cumpliendo con los requisitos federales.⁹⁰

⁸⁶ Dalmau, C.A.P. and Torres, M.E.O. October 21, 2022. "Disaster debris is pushing Puerto Rico's landfills to the brink." *Grist*. Disponible en: <https://grist.org/extreme-weather/disaster-debris-is-pushing-puerto-ricos-landfills-to-the-brink/>

⁸⁷ FEMA and U.S. EPA. 2020.

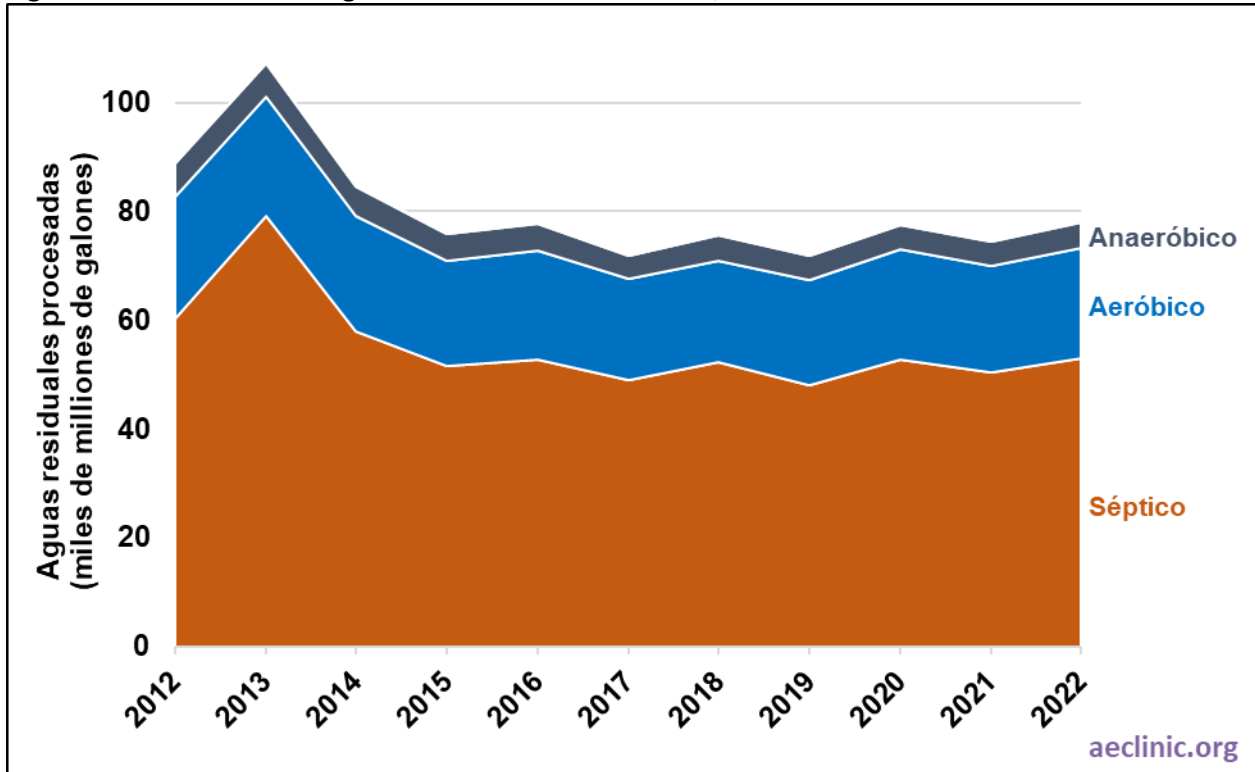
⁸⁸ ASCE 2021. p.56

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ ASCE 2021. p.57



Figura 11. Tratamiento de aguas residuales en Puerto Rico, 2012-2022

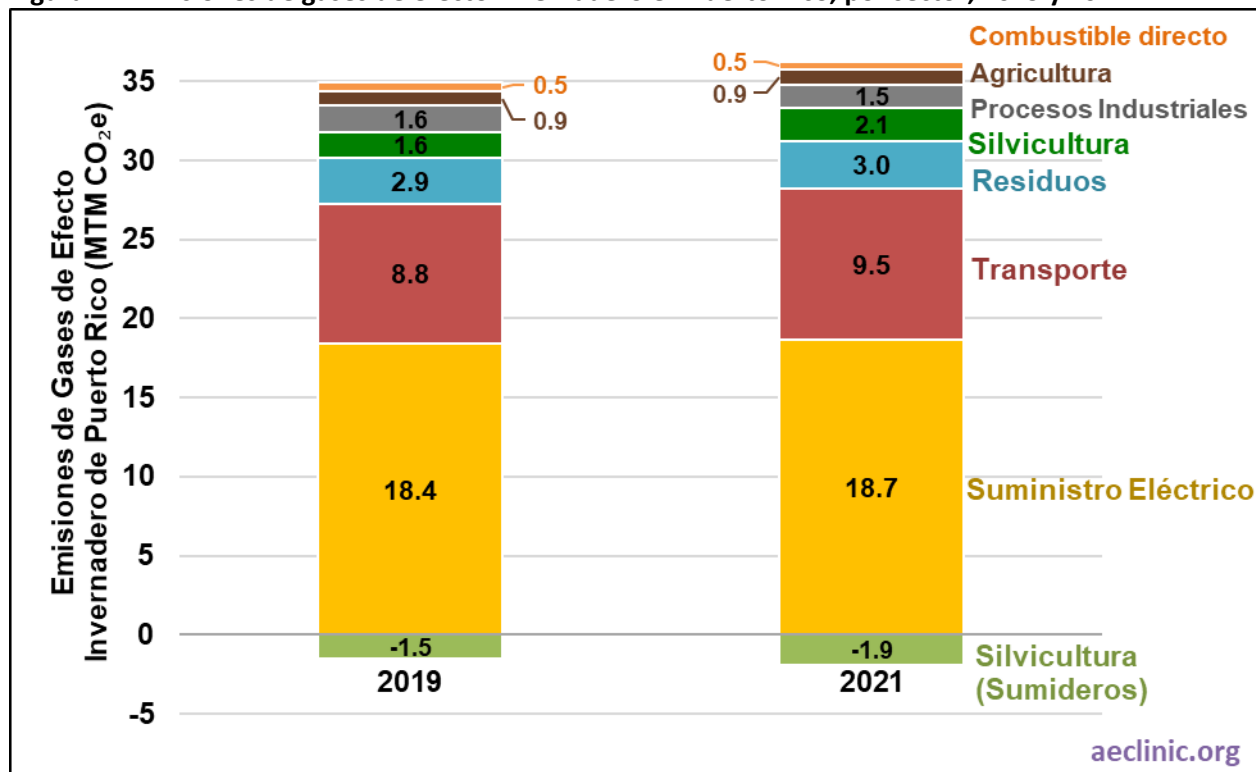


Fuente: Comunicación directa con H. Pérez, Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico.

III. Emisiones de gases de efecto invernadero in Puerto Rico, 2019 y 2021

Las emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico sumaron a 33.4 MTM de CO₂e en 2019 y a 34.3 MTM de CO₂e en 2021 (véase la Figura 12). Estas estimaciones se basan en los potenciales de calentamiento global del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) (utilizados para convertir el metano y otros gases de efecto invernadero distintos del CO₂ en equivalentes de CO₂) y son netos del secuestro de emisiones de la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. La *Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático* de Puerto Rico de 2019 mide las reducciones de emisiones obligatorias frente a un nivel de emisiones estimado para 2005 de 53.3 MTM de CO₂e (calculado en el Inventario de 2014 utilizando los GWP del Cuarto Informe de Evaluación de IPCC (AR4), que tenderían a subestimar las emisiones totales de gases de efecto invernadero) y exige una reducción del 50 por ciento en relación con las emisiones de 2005 para 2025.

Figura 12. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por sector, 2019 y 2021



Nota: La categoría "Silvicultura y Otros Usos de Tierra" incluye emisiones positivas (aumentadas) por faltas de secuestro de carbono e incendios igual como negativas (reducidas) por ganancias de secuestro de carbono (i.e., sumideros de emisiones).

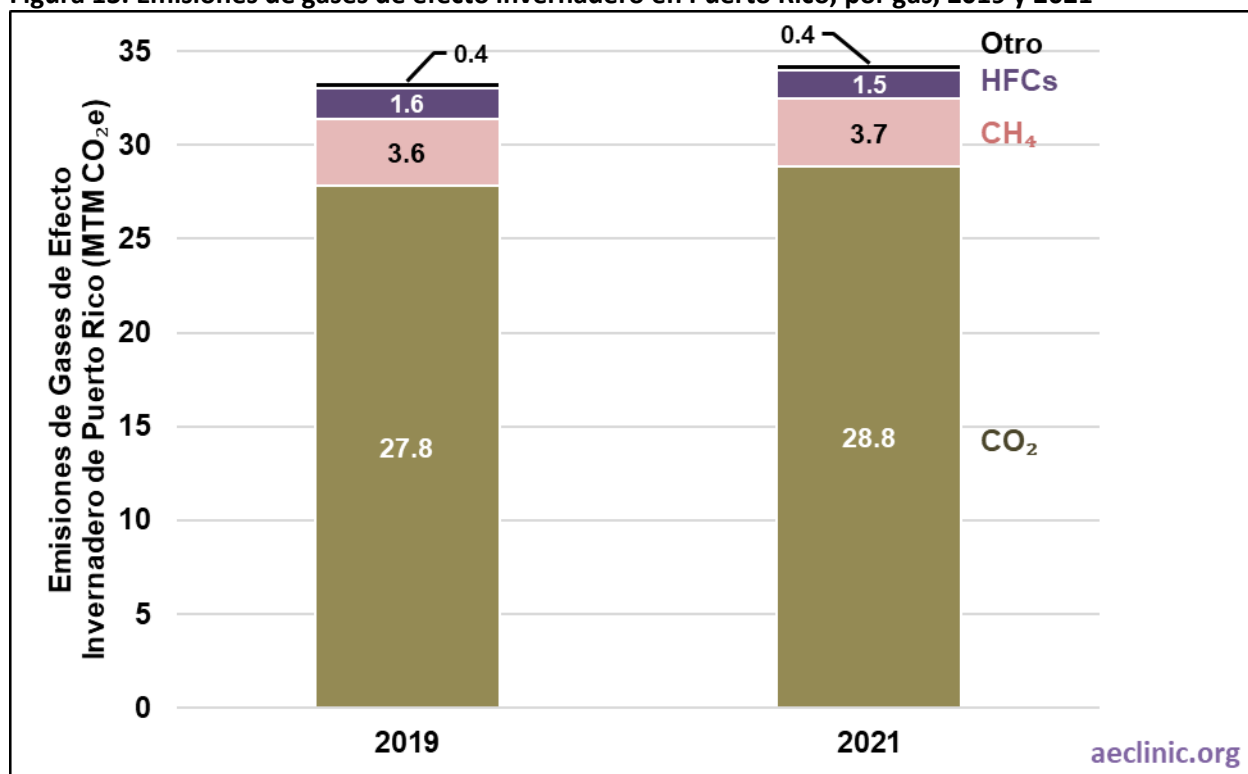
Por consiguiente, las emisiones totales de gases de efecto invernadero en toda la isla no deberán superar los 26.7 MTM de CO₂e en 2025. Los niveles de emisión alcanzados en 2021 (34.3 MTM CO₂e) representan una reducción del 36 por ciento respecto a los niveles de 2005. Con 14 puntos porcentuales y 4 años por delante, Puerto Rico debe encontrar otras 7.7 MTM de CO₂e para eliminar. El último inventario de Puerto Rico—realizado en 2014 con las emisiones históricas de 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010, y las emisiones proyectadas hasta 2035—informa de unas emisiones del sector eléctrico ligeramente inferiores a las de 2021 y de unas

emisiones del transporte ligeramente superiores a las de 2021. Las emisiones de Gestión de Residuos en este Inventario 2019/2021 son el doble de las presentadas en el Inventario 2014, muy probablemente debido a la diferencia en las fuentes de datos más que a cualquier aumento en las emisiones del sector del Gestión de Residuos.

Al comparar los inventarios anteriores y el actual, cabe señalar que el Inventario de 2014 usó diferentes GWP para gases aparte del CO₂ y asignó algunas emisiones de la producción de electricidad a un "sector industrial," mientras que el inventario actual presenta un sector de "emisiones de procesos industriales" compuesto exclusivamente por emisiones de fabricación no relacionadas con la combustión de combustibles. La asignación de emisiones procedentes de la producción de energía a los clientes eléctricos residenciales, comerciales e industriales de Puerto Rico no puede discernirse a partir de los datos disponibles.

Medido en términos equivalentes de dióxido de carbono AR6, el CO₂ representa el 83 por ciento de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de Puerto Rico en 2019 y el 84 por ciento en 2021 (véase la Figura 13). Las emisiones de CH₄ de los sectores de Suministro Eléctrico, Combustible Directo, Transporte, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Tierra y Gestión de Residuos añaden aproximadamente otro 11 por ciento de las emisiones; el sector de Gestión de Residuos produce la mayor parte de las emisiones de CH₄, seguido de la Agricultura. Las emisiones de CO₂ procedentes de la generación de electricidad y el transporte son la mayor fuente de emisiones y tienen el mayor potencial para lograr la reducción de emisiones.

Figura 13. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por gas, 2019 y 2021



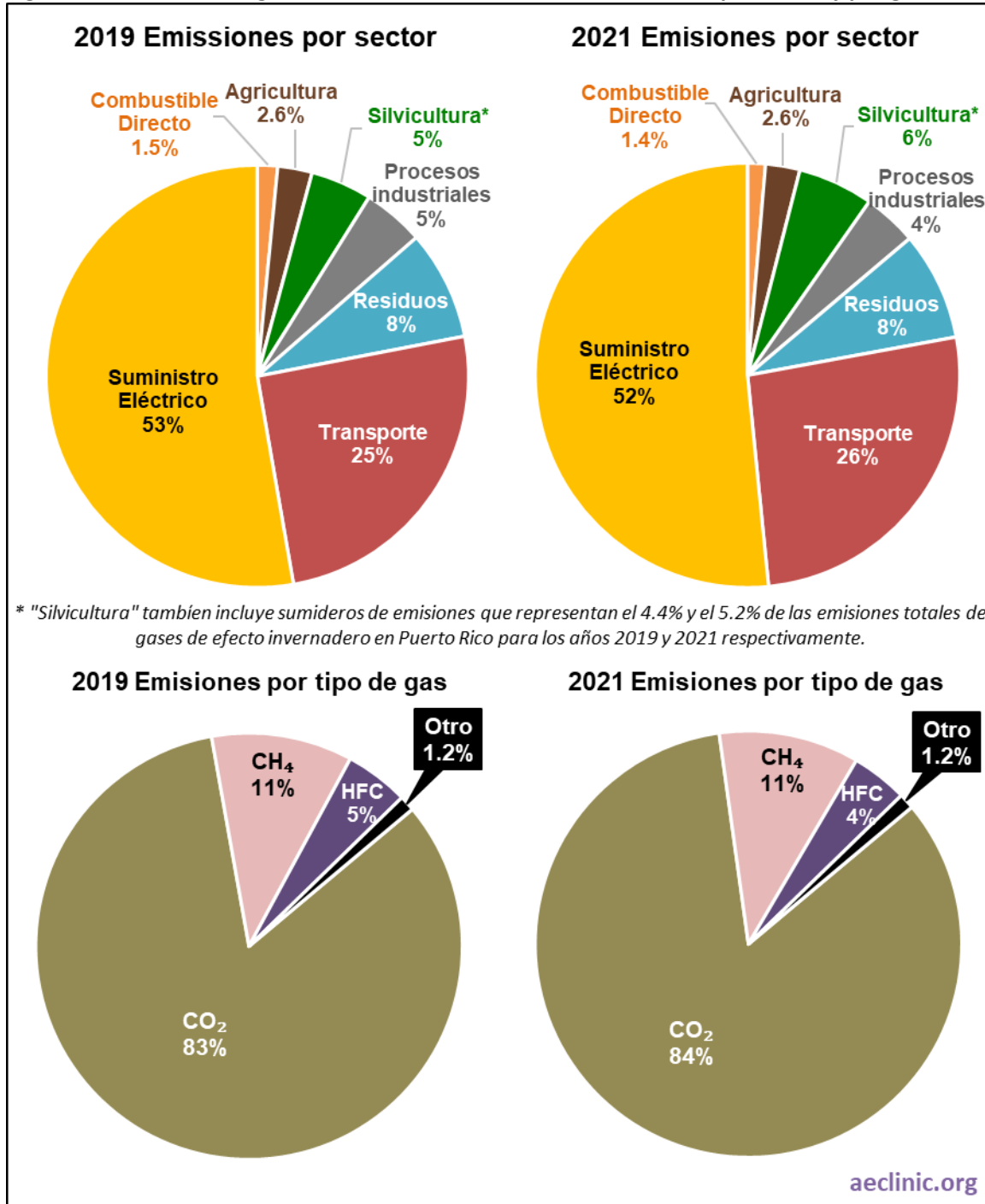
Nota: "Otros" incluye emisiones de gases de efecto invernadero como N₂O, SF₆, NF₃ y PFCs.

Las emisiones del sector de Suministro Eléctrico representan el 53 por ciento de las emisiones totales en 2019 y el 52 por ciento en 2021 (véase la Figura 14 abajo). Las emisiones del transporte representan un 25 por ciento y un 26 por ciento adicionales de las emisiones totales, respectivamente. La contribución de los demás sectores



a las emisiones es pequeña en comparación, lo que indica que las mayores oportunidades de reducción de emisiones se encuentran en los sectores del Suministro Eléctrico y del Transporte.

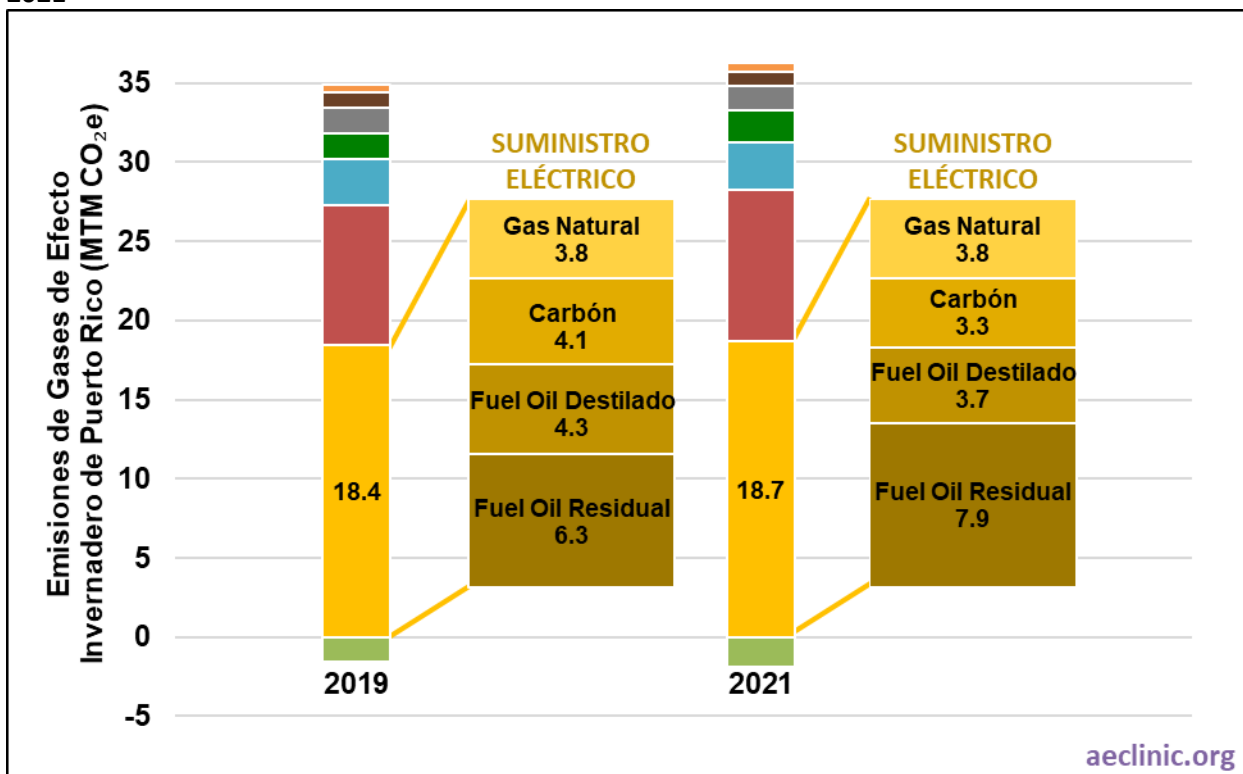
Figura 14. Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico, por sector y por gas, 2019 y 2021



Mientras que en los Estados Unidos continentales y en la mayoría de los países de clima templado una parte mucho mayor de las emisiones corresponde al uso directo de combustible para la calefacción doméstica y las necesidades comerciales e industriales, el uso directo de combustible en Puerto Rico representa sólo el 1.5 por

ciento de las emisiones totales, lo que coincide aproximadamente con los resultados de otros lugares tropicales. El agua caliente y las necesidades limitadas de calefacción de los edificios se cubren en gran medida con equipos eléctricos. Sin embargo, la combustión de combustible para generadores de reserva es una fuente importante y creciente de emisiones en la isla. Las emisiones de la silvicultura y otros usos de la tierra alcanzaron un pico mucho más alto que los niveles típicos en 2018, lo que refleja una destrucción de árboles en el huracán María de 2017 como cambio en la cubierta arbórea, y por lo tanto las emisiones, en los valores de emisiones netas de Puerto Rico en 2018. Este aumento de las emisiones de silvicultura y otros usos de tierra se ha reducido cada año desde 2018 y las proyecciones del inventario (presentadas en la Sección VI a continuación) se basan en una expectativa de crecimiento lento de la cubierta arbórea total a lo largo del tiempo.

Figura 15. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Suministro Eléctrico en Puerto Rico, 2019 y 2021



Nota: El sector de Suministro Eléctrico también incluye emisiones de gases de efecto invernadero de gas de vertedero (del cual emisiones de CO₂ se consideran biogénicas y no se cuentan en el Inventario de emisiones) y de transmisión y distribución de electricidad.

Suministro Eléctrico

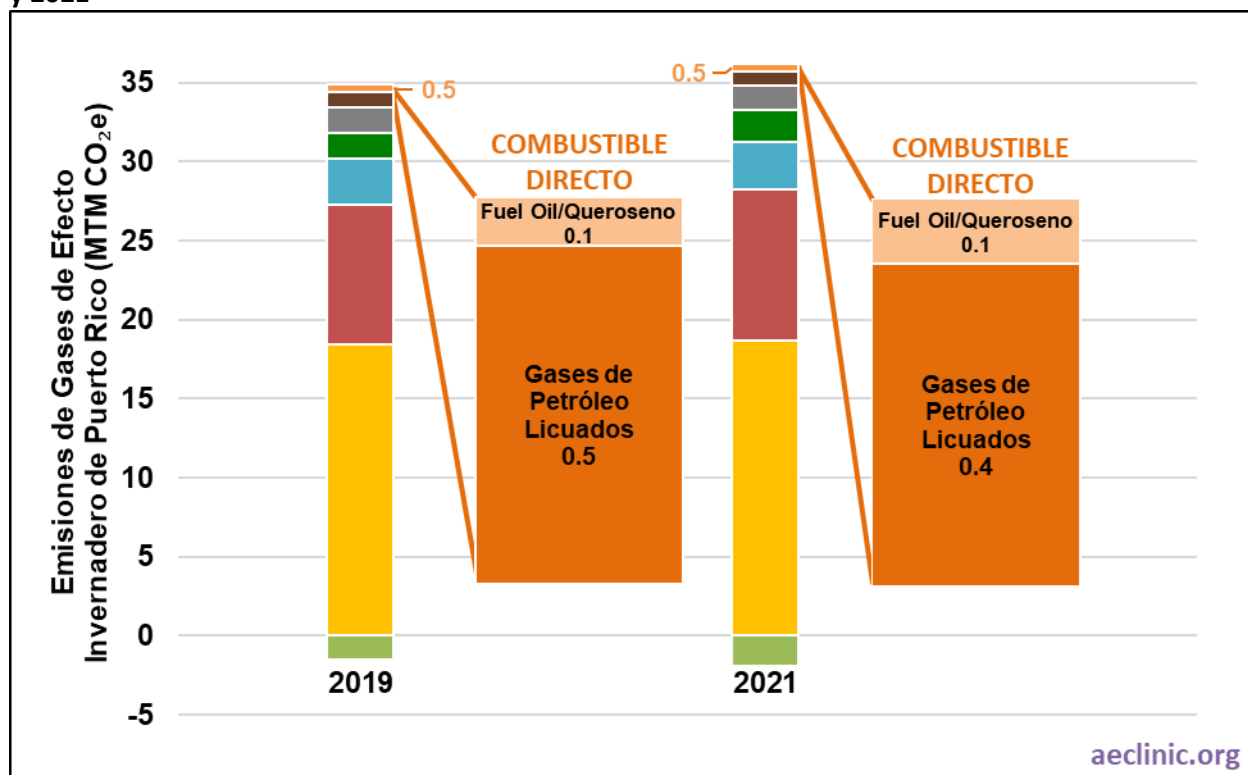
Al suministrar electricidad a las casas y empresas de Puerto Rico, el sector de Suministro Eléctrico genera más de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero de toda la economía: 18.4 MTM CO₂e en 2019 y 18.7 MTM CO₂e en 2021 (véase la Figura 15 arriba). La generación renovable tiene cero emisiones de carbono y no contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero. El 80 por ciento de las emisiones totales del sector de Suministro Eléctrico de Puerto Rico en 2021 proceden de la combustión de carbón, fuel oil destilado (a veces

también llamado diésel)⁹¹ y fuel oil residual; el 20 por ciento restante procede de la combustión de gas natural.

Combustible Directo

Las emisiones del sector de Combustible Directo—utilizado para generación de respaldo, cocinar y algunos procesos industriales (que no funcionan con electricidad)—contribuyeron con 0.5 MTM CO₂e al total de emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico tanto en 2019 como en 2021 (véase la Figura 16 a continuación). La mayoría de estas emisiones de Combustible Directo provino de la combustión de propano y otros gases de petróleo líquido relacionados; el resto provino de la combustión de queroseno.

Figura 16. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Combustible Directo en Puerto Rico, 2019 y 2021



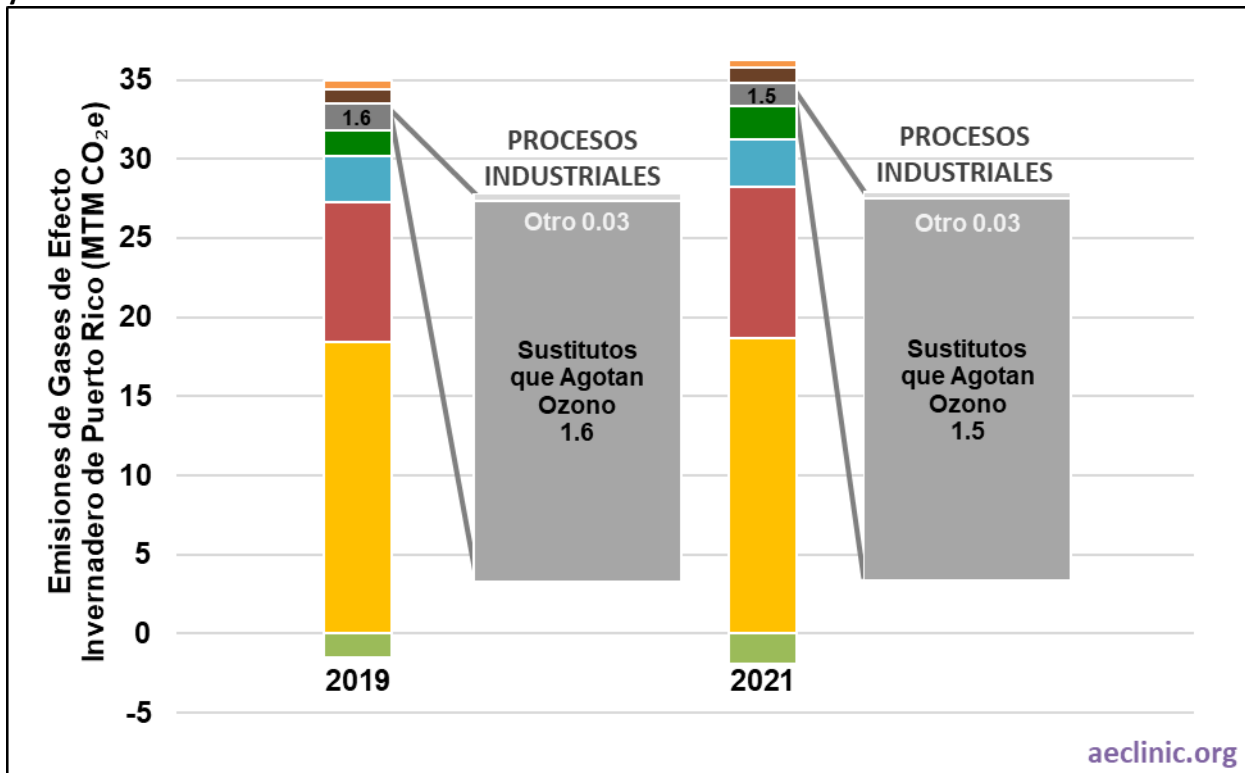
Procesos Industriales

Las emisiones del sector de Procesos Industriales y Uso de Productos proceden de los procesos de fabricación y no de la combustión de combustibles de energía en entornos industriales. Las emisiones de procesos industriales de Puerto Rico se generan a partir de la producción de sustitutos de SAO (1.6 MTM CO₂e en 2019 y 1.5 MTM CO₂e en 2021), y la fabricación de cemento y semiconductores contribuye con pequeñas cuotas de emisiones (véase la Figura 17 abajo).

⁹¹ “Fuel oil destilado” es el término usado para describir fuelóleos destilados del petróleo crudo, de los cuales el diésel es un tipo. En este informe, todos los fuelóleos destilados usados en la combustión estacionaria (i.e., en los sectores de Suministro Eléctrico y de Combustible Directo) se refieren como “fuel oil destilado”; diésel usado para combustión móvil en el sector de Transporte se refiere como “diésel.”



Figura 17. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Procesos Industriales en Puerto Rico, 2019 y 2021



Nota: La categoría "Otro" incluye emisiones de gases de efecto invernadero de las industrias de cemento y semiconductores.

Transporte

El sector del transporte de Puerto Rico, responsable de una cuarta parte de todas las emisiones, es el segundo mayor contribuyente a las emisiones de toda la economía. Las actividades de transporte generaron 8.8 MTM de CO₂e en 2019 y 9.5 MTM de CO₂e en 2021 (véase la Figura 18 abajo). La mayoría de las emisiones del transporte son el resultado del uso de gasolina y diésel en carretera y fuera de ella (89 por ciento en 2019 y 83 por ciento en 2021). Una parte menor de las emisiones procede de la combustión de combustible en barcos y aviones; estas emisiones no incluyen los "combustibles búnker" internacionales, es decir, el combustible utilizado para viajar a otro país.



Figura 18. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Transporte en Puerto Rico, 2019 y 2021

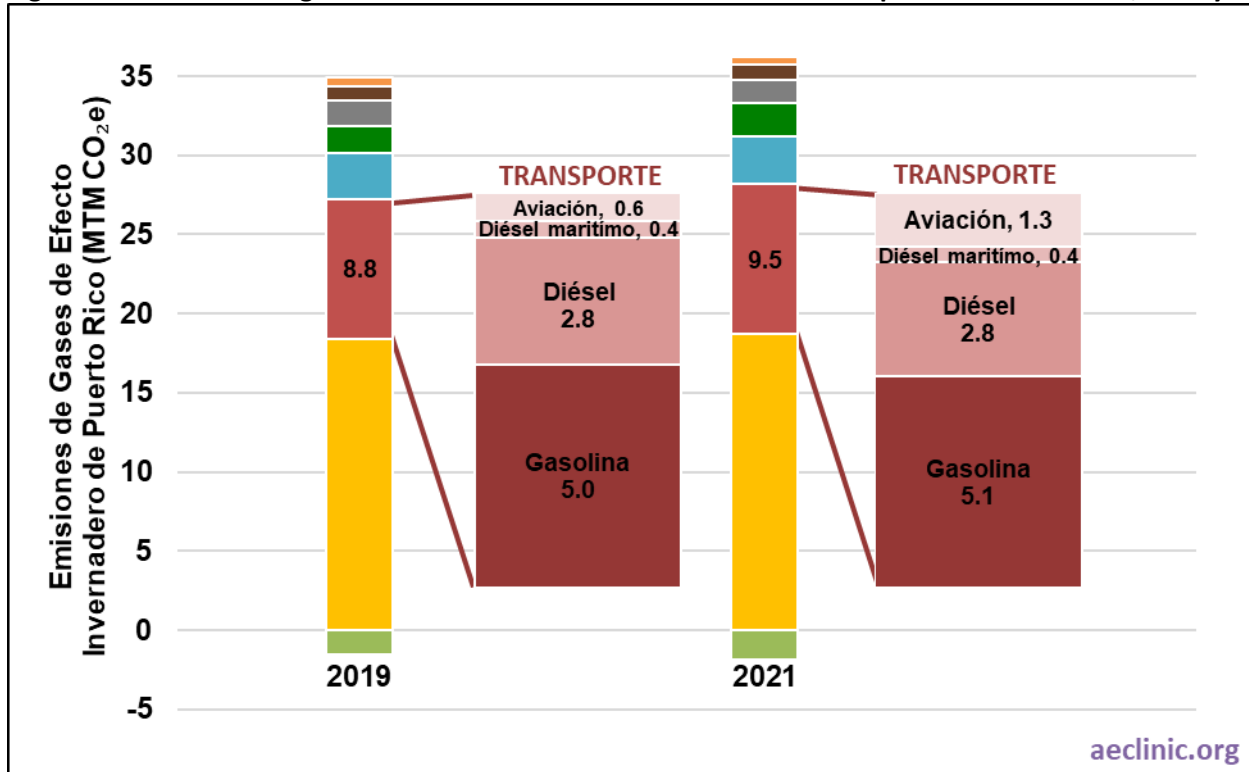
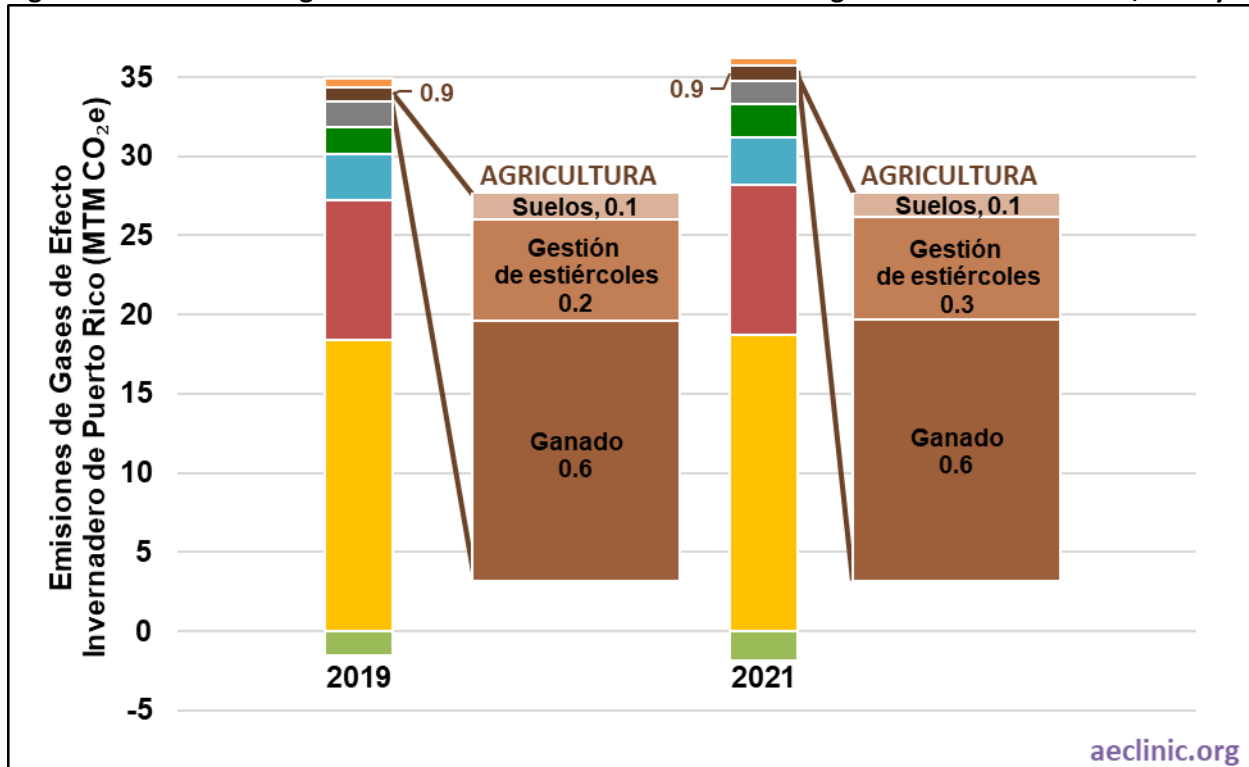


Figura 19. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Agricultura en Puerto Rico, 2019 y 2021



Nota: La categoría de Ganado incluye emisiones de gases de efecto invernadero de fermentación entérica. El sector de Agricultura también incluye emisiones de tierras de cultivo como residuos de cultivos, quemadura, y cultivo de arroz.

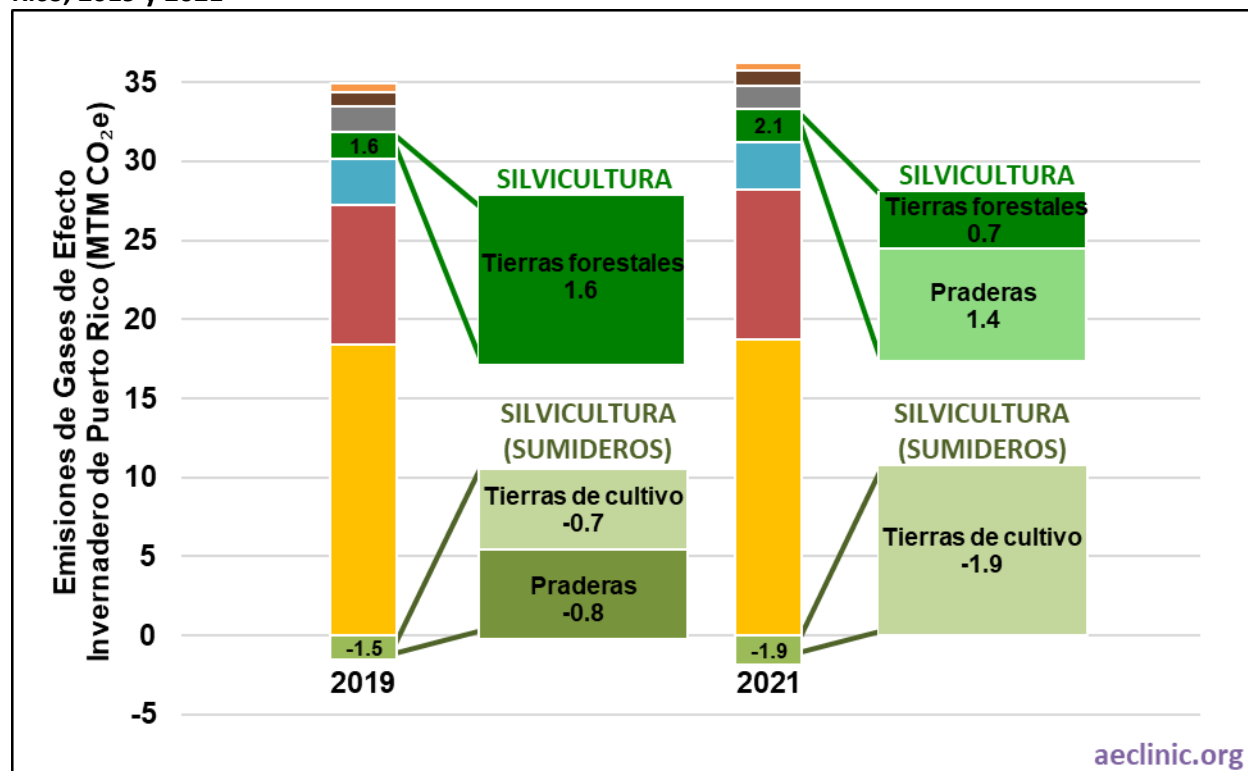
Agricultura

La Agricultura de Puerto Rico añadió solo 0.9 MTM de CO₂e a las emisiones totales de toda la economía tanto en 2019 como en 2021 (véase la Figura 19 arriba). Dos tercios de estas emisiones (en términos equivalentes de carbono) son emisiones de CH₄ procedentes del ganado; suelos orgánicos drenados, y la gestión del estiércol y los suelos, también contribuyen con pequeñas proporciones de emisiones.

Silvicultura y Otros Usos de Tierra

La Silvicultura y Otros Usos de Tierra en Puerto Rico contribuye tanto a las emisiones de gases de efecto invernadero—por las reducciones en la biomasa arbórea y el cambio en el uso de la tierra (de bosques a pastizales)—como al secuestro de gases de efecto invernadero por la absorción de CO₂ atmosférico por parte de los bosques y otros ecosistemas. Las emisiones netas de la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra fueron 0.1 MTM CO₂e en 2019 y 0.2 MTM CO₂e en 2021 (véase la Figura 20); las emisiones de carbono fueron 1.6 MTM CO₂e en 2019 y 2.1 MTM CO₂e en 2021, y los secuestros de carbono fueron 1.5 MTM CO₂e en 2019 y 1.9 MTM en 2021.

Figura 20. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Silvicultura y Otros Usos de Tierra en Puerto Rico, 2019 y 2021



Nota: La categoría "Silvicultura y Otros Usos de Tierra" incluye emisiones positivas (aumentadas) por faltas de secuestro de carbono e incendios igual como negativas (reducidas) por ganancias de secuestro de carbono (i.e., sumideros de emisiones).

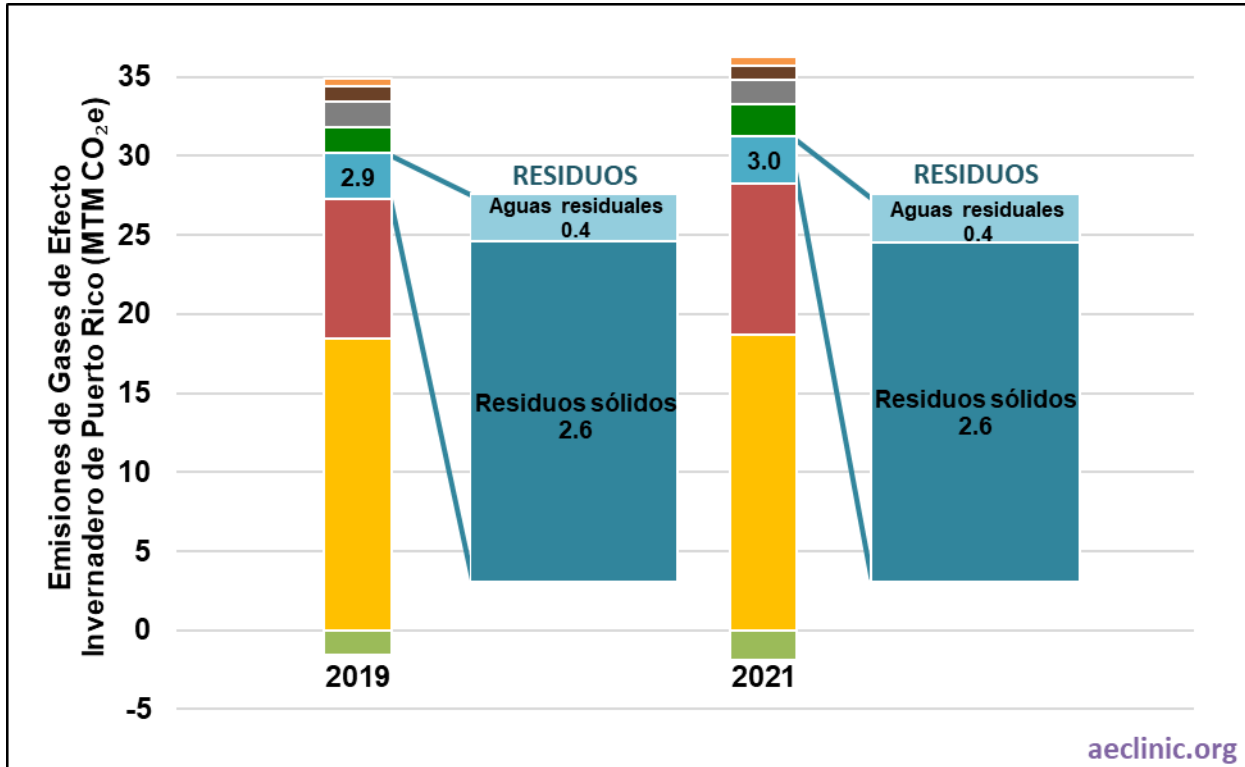
Gestión de Residuos

El sector de Gestión de Residuos de Puerto Rico incluye las emisiones de residuos sólidos y aguas residuales, con un total de 2.9 MTM CO₂e en 2019 y 3.0 MTM CO₂e en 2021 (véase la Figura 21 abajo). Los residuos sólidos municipales y la eliminación más informal de residuos sólidos representan el 88 por ciento de las emisiones



totales del sector de Gestión de Residuos en ambos años. No se dispone de datos sobre residuos sólidos industriales y aguas residuales industriales, por lo que estas emisiones se omiten en este inventario.

Figura 21. Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de Gestión de Residuos en Puerto Rico, 2019 y 2021



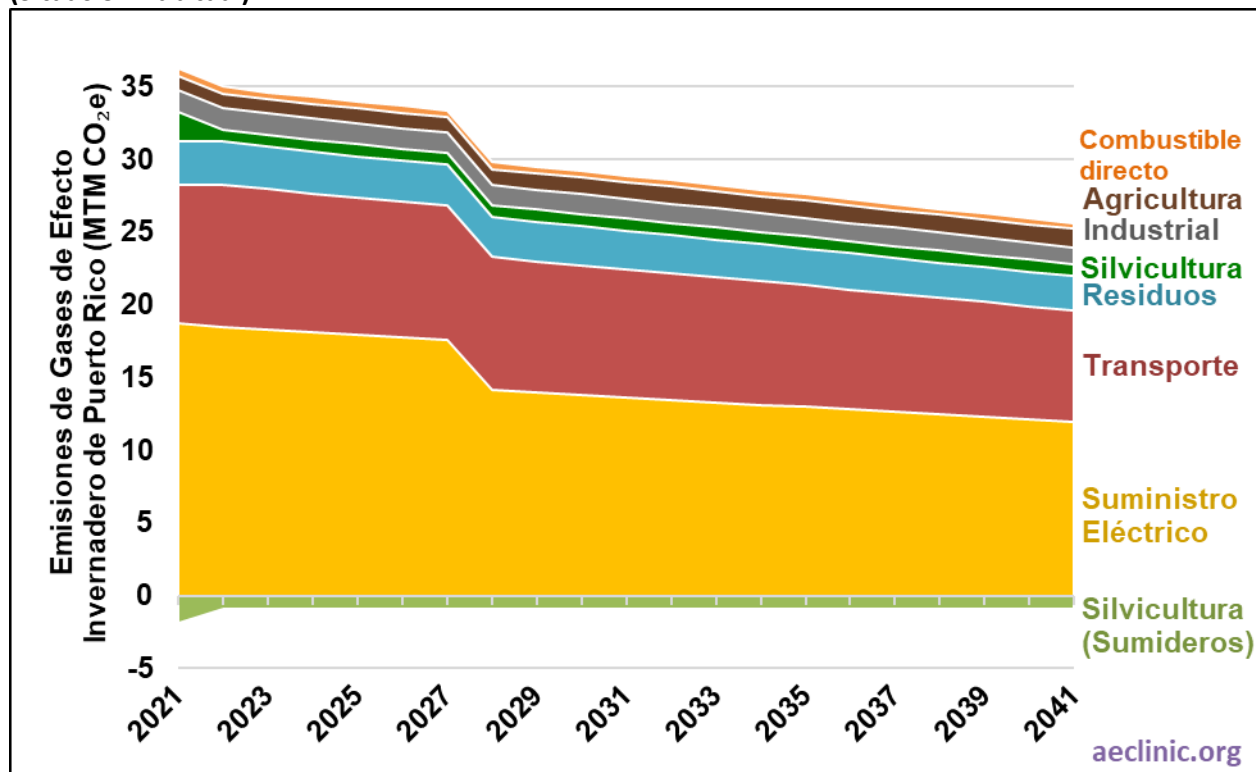
Nota: La categoría "Residuos sólidos" incluye las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de vertederos y actividades de compostaje, mientras que la categoría "Aguas residuales" está formada por las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los siguientes procesos de tratamiento de aguas residuales: séptico, aeróbico, anaeróbico y reactor.

IV. Proyecciones: Escenarios y sensibilidades

Las proyecciones de las tendencias futuras de las emisiones—basadas en los cambios previstos en la población, el crecimiento económico y otras previsiones clave—prevén un descenso de las emisiones en el periodo comprendido entre 2022 y 2041, debido principalmente a la emigración y al cierre de la central eléctrica de carbón de AES y su supuesta sustitución por generación eléctrica renovable. En el escenario de Situación Habitual (o muy probable dadas las leyes, políticas y expectativas socioeconómicas existentes), las emisiones caen de 34.3 MTM de CO₂e en 2021 a 24.7 MTM de CO₂e en 2041, una reducción del 28 por ciento en 20 años (véase la Figura 22).

Según la proyección de la Situación Habitual, las emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico alcanzarán los niveles obligatorios (50 por ciento de los niveles de 2005, o 26.7 MTM de CO₂e, en 2025) en 2035, 10 años más tarde de lo requerido.

Figura 22. Proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector, 2021-2041 (Situación Habitual)



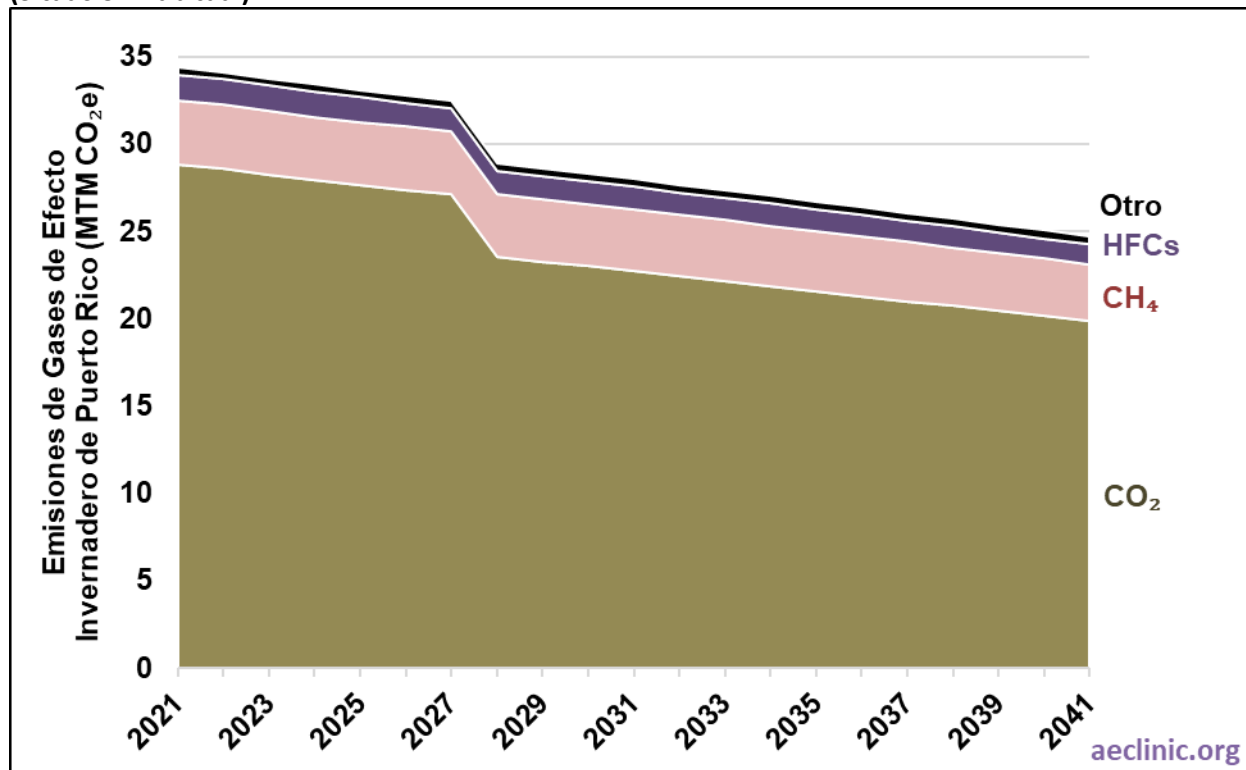
Nota: La categoría "Silvicultura y Otros Usos de Tierra" incluye emisiones positivas (aumentadas) por faltas de secuestro de carbono e incendios igual como negativas (reducidas) por ganancias de secuestro de carbono (i.e., sumideros de emisiones).

El escenario de Situación Habitual supone que el uso de combustible y las emisiones en los sectores de Suministro Eléctrico, Combustible Directo, Transporte y Gestión de Residuos disminuirán en proporción a la disminución de la población de Puerto Rico, a una tasa promedio anual de disminución del 1.3 por ciento desde 2022 hasta 2041. Además, las emisiones del sector de Suministro Eléctrico asumen que las operaciones de la planta de carbón de AES permanecerán constantes hasta el año 2027 y luego cesarán con el retiro de la planta en 2028. Las emisiones del sector de Procesos Industriales crecen un 2 por ciento anual en el escenario de Situación Habitual, en consonancia con las proyecciones de crecimiento económico en Puerto Rico durante este

mismo periodo. En cumplimiento de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, se elimina progresivamente el consumo de emisiones de HFCs, alcanzando el 85 por ciento de los niveles actuales en 2035.⁹²

Las emisiones agriculturas crecen durante las dos próximas décadas, según las previsiones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Suponemos un aumento de la cubierta arbórea a lo largo del tiempo, al mismo ritmo de crecimiento que se produjo en el periodo pre-María 2011-2017, aproximadamente un 0.7 por ciento anual; el secuestro de emisiones forestales aumenta junto con el crecimiento de la cubierta arbórea. (Los supuestos y datos detallados utilizados en la construcción de estas proyecciones se presentan más adelante en la Sección VII: Metodología del inventario). En general, las emisiones de CO₂ de Puerto Rico descienden, las de CH₄ se mantienen más o menos igual y las de HFC descienden con el tiempo (véase la Figura 23).

Figura 23. Proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas, 2021-2041 (Situación Habitual)



Nota: "Otro" incluye emisiones de gases de efecto invernadero como N₂O, SF₆, NF₃ y PFCs.

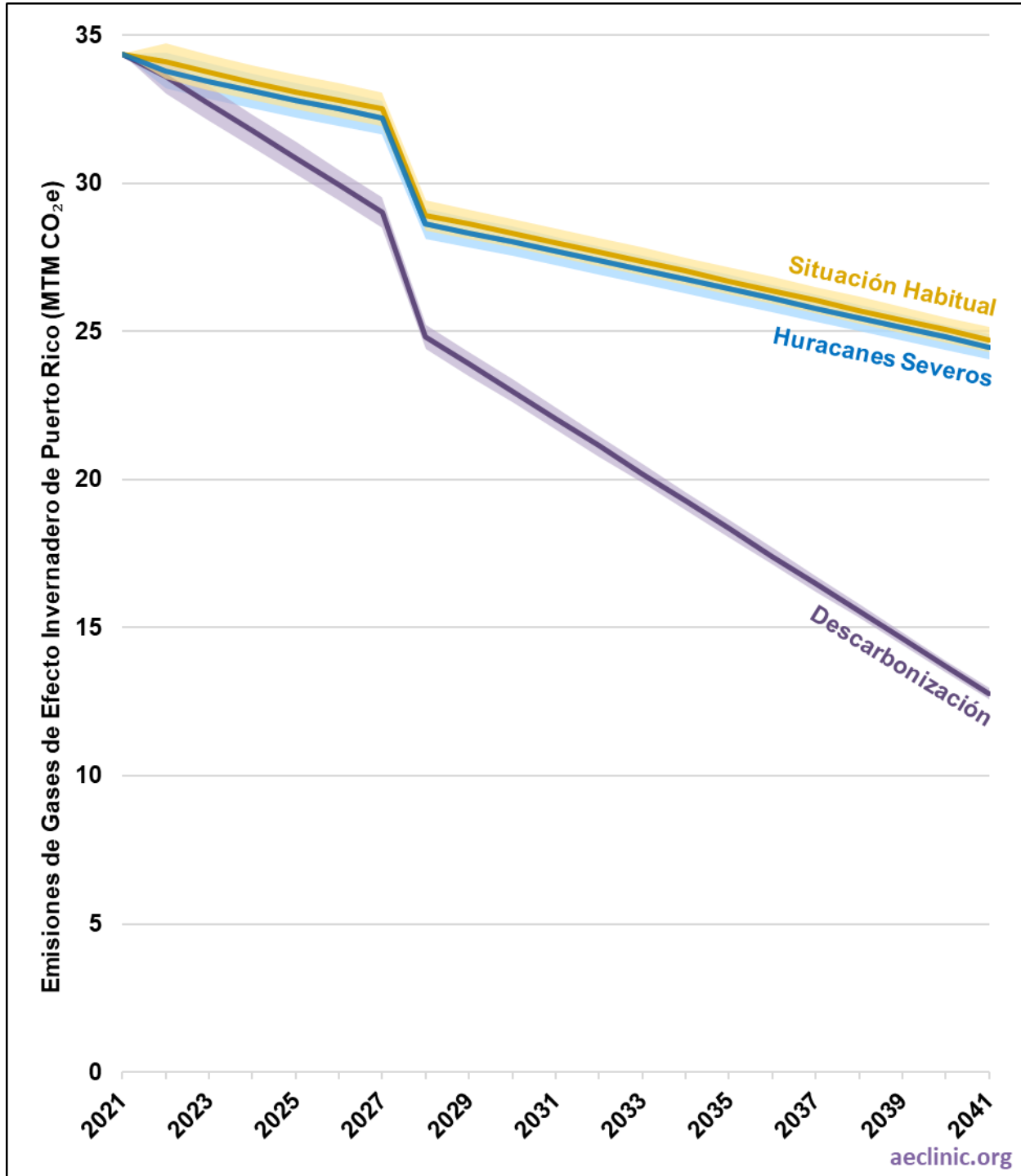
Otros dos escenarios de cambios futuros en las emisiones de gases de efecto invernadero de Puerto Rico también muestran una reducción de las emisiones a lo largo del tiempo, pero a un ritmo más rápido que en la Situación Habitual. Un escenario de huracanes severos proyecta graves impactos económicos y ambientales de los huracanes Categoría 5 en promedio una vez cada tres años (estos impactos se suavizan con el tiempo de tal manera que una quinta parte del impacto total se produce en cada año). Los trastornos económicos provocan un menor uso de combustible y la pérdida de cubierta arbórea provoca una menor captura de carbono. En

⁹² United Nations. 2016. *Amendment to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. Disponible en: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-2-f&chapter=27&clang=en



conjunto, las emisiones en 2041 se reducen a 24.5 MTM de CO₂e, en lugar de los 24.7 MTM de CO₂e previstos en el escenario de Situación Habitual (véase la Figura 24).

Figura 24. Escenarios y sensibilidades para proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero para Puerto Rico



Nota: Las líneas sólidas ilustran el escenario de referencia para cada escenario, mientras las áreas sombreadas representan las sensibilidades de crecimiento económico alto y bajo.



Un escenario de descarbonización da lugar a una reducción mucho más rápida de las emisiones de Puerto Rico. Las emisiones de los sectores de Suministro Eléctrico, Combustible Directo y Transporte se reducen a cero para 2050. La cobertura arbórea y el secuestro forestal crecen al doble del ritmo del escenario de Situación Habitual. Las emisiones de los Procesos Industriales, la Agricultura y la Gestión de Residuos cambian al mismo ritmo que en el escenario de Situación Habitual. Las emisiones en el escenario de descarbonización alcanzan los 12.8 MTM de CO₂e en 2041, quedando por debajo del requisito de 26.7 MTM de CO₂e (50 por ciento de las emisiones de 2005) en 2028, sólo tres años más tarde de lo requerido.

Otros modelos de sensibilidad exploraron el impacto de un crecimiento económico más lento o más rápido sobre las emisiones de Puerto Rico en los 3 escenarios, pero con un efecto mínimo. Las diferencias debidas a un crecimiento económico más lento nunca superan una reducción de las emisiones del 2 por ciento en el periodo de 2022 a 2041. Del mismo modo, las diferencias debidas a un crecimiento económico más rápido nunca superan un aumento de las emisiones del 2 por ciento durante el mismo periodo.



V. Metodología de inventario

Utilizando la Herramienta de Inventario de Medición de Emisiones de AEC (AEC-EMIT), el Inventario de Puerto Rico 2019/2021 calcula las emisiones netas de gases de efecto invernadero liberadas en Puerto Rico en los años 2019 y 2021 y proporciona una proyección a 20 años de las emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 2022. Este es el primer inventario publicado en nombre del gobierno de Puerto Rico desde el Informe de Referencia de Gases de Efecto Invernadero de Puerto Rico de 2014 (Inventario de 2014).⁹³ El Inventario 2019/2021 se ha diseñado tomando como referencia el Inventario de 2014, las Directrices de 2006 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero,⁹⁴ y el perfeccionamiento de 2019 de las Directrices de 2006 del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.⁹⁵ El Inventario 2019/2021 identifica los sectores y subsectores específicos (véase la Tabla 1 abajo) más relevantes para la economía de Puerto Rico, realiza cálculos y proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero para cada sector y ofrece un resumen de esos resultados por sector y gas de efecto invernadero.



AEC's Emissions Measurement Inventory Tool

AEC-EMIT es una herramienta basada en una hoja de cálculo que proporciona a los usuarios una interfaz para elaborar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (y proyecciones de emisiones a 20 años) para una región geográfica específica. Los usuarios pueden personalizar la herramienta seleccionando gases de efecto invernadero, sectores, subsectores, escenarios, sensibilidades y otra información específica de su inventario. Los usuarios también disponen de un cuadro de mandos para alternar entre determinados supuestos y parámetros (por ejemplo, potenciales de calentamiento global, escenarios y sensibilidades, etc.). Las pestañas de resumen agregan los resultados de todos los sectores y pueden utilizarse para proporcionar resultados desglosados específicos de cada subsector.

⁹³ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>.

⁹⁴ IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

⁹⁵ IPCC. 2019. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>.



Tabla 1. Descripción de sectores y subsectores en el Inventario 2019/2021

Sector	Subsectores	Gases de efecto invernadero	Descripción de las emisiones
Suministro eléctrico ²	Generación a partir de carbón, gas y petróleo	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SF ₆	Combustión de combustibles fósiles para la generación de electricidad.
Uso directo de combustible	Uso residencial, comercial, industrial e institucional de combustibles	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Combustión de combustibles fósiles para usos aparte de la generación.
Procesos industriales y uso de producto	Producción de cemento, fabricación de productos electrónicos, uso de sustitutos a los gases que agotan la capa de ozono	CO ₂ , N ₂ O, HFCs, PFCs, SF ₆	Emisiones procedentes de procesos de fabricación excluye las emisiones procedentes de la combustión de combustibles industriales.
Transporte	Gasolina para uso en carretera, gasóleo para uso en carretera y fuera de carretera, consumo de combustible de turbasina de aviación	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Combustión de combustibles fósiles para consumo móvil.
Agricultura	Gestión del suelo en tierras de cultivo, carbono en tierras de cultivo, gestión del ganado mediante fermentación entérica, gestión del ganado mediante gestión del estiércol	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Emisiones procedentes del uso de tierras de cultivo, cambios en los suelos de cultivo y gestión del ganado.
Silvicultura y otros usos del suelo	Carbono por encima del suelo en árboles vivos, carbono por debajo del suelo en árboles vivos, incendios forestales, emisiones de secuestro del suelo	CO ₂	Emisiones procedentes del cambio en las reservas de carbono de biomasa en bosques y otras tierras no agrícolas.
Gestión de residuos	Gestión de residuos sólidos y aguas residuales	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O	Emisiones de los sistemas de gestión de residuos sólidos y líquidos.



Las emisiones de gases de efecto invernadero se calculan para cada sector y subsector. Los gases de efecto invernadero considerados en los cálculos de emisiones son los siguientes: CO₂, CH₄, óxido nitroso (N₂O), HFCs, PFCs, y hexafluoruro de azufre (SF₆).⁹⁶

- CO₂ se emite a través de la combustión de combustibles fósiles, residuos sólidos, materiales biogénicos y a través de diversos procesos industriales o químicos;
- CH₄ se emite durante la producción, combustión y transporte de combustibles fósiles. Así como por las prácticas ganaderas, agrícolas y de gestión de residuos.
- N₂O se emite durante las actividades agrícolas, el uso de la tierra y la gestión de residuos, así como durante la combustión de combustibles fósiles.
- Gases fluorados (SF₆, HFCs, PFCs) son emitidos por aplicaciones y procesos domésticos, comerciales e industriales y también se utilizan como sustitutos de los refrigerantes fabricados con sustancias que agotan la capa de ozono.

Los gases de efecto invernadero absorben cantidades variables de calor en la atmósfera.⁹⁷ Los potenciales de calentamiento global (GWPs) permiten que se comparen los impactos radiativos de los distintos gases de efecto invernadero y sumarlos en una unidad común: CO₂e.

Los valores de GWP difieren en función de:

- (1) el periodo de tiempo en el que se examinan los gases de efecto invernadero (por ejemplo, 20 años o 100 años), y
- (2) Los Informes de Evaluación del IPCC en los que se publican (véase la Tabla 2 abajo; téngase en cuenta que las orientaciones del IPCC sobre los valores de PCA han cambiado con el tiempo).⁹⁸

El Inventario de Puerto Rico 2019/2021 evalúa las emisiones de Puerto Rico utilizando los GWPs del AR6, a sugerencia del Panel de Expertos. Mientras que el la U.S. EPA recomienda el uso de los GWPs del AR4, la comunidad internacional general tiende a usar las pautas de GWP más recientes para conducir inventarios de gases de efecto invernadero. La herramienta AEC-EMIT permite que el usuario escoja y cambie entre valores del AR6, AR5, y AR4 para facilitar la comparación con otras jurisdicciones que todavía no han adoptado los valores de GWP más recientes del AR6 de IPCC.

Utilizando las orientaciones del AR6, el GWP del N₂O a 100 años, por ejemplo, es de 273, lo que significa que una tonelada métrica de N₂O absorbe 273 veces más calor (es decir, impacto en el calentamiento global) que la misma cantidad de CO₂ a lo largo de 100 años: esto significa que 1 tonelada métrica de N₂O equivale a 273 toneladas métricas de CO₂e.

⁹⁶ U.S. EPA. "Overview of Greenhouse Gases." *Overview of Greenhouse Gases*. Disponible en: <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#f-gases>.

⁹⁷ EPA. "Understanding Global Warming Potentials." *Understanding Global Warming Potentials*. Disponible en: <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>.

⁹⁸ Ibid.

Tabla 2. Gases de efecto invernadero y sus GWPs

Gases de efecto invernadero	6to informe de evaluación (AR6)	
	GWP a 100 años	GWP a 20 años
CO ₂	1	1
CH ₄	27.9	81.2
N ₂ O	273	273
SF ₆	25,200	18,300
NF ₃	17,400	13,400
HFCs*	14,600	12,400
PFCs*	12,400	8,940

* Los potenciales de calentamiento global para HFCs y PFCs se refieren a sus valores máximos.

Fuente: Smith, C., Z.R.J. Nicholls, K. Armour, W. Collins, P. Forster, M. Meinshausen, M.D. Palmer, y M. Watanabe. August 2021. AR6 WGI Report, Chapter 7. Disponible

en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter_07_Supplementary_Material.pdf. Tabla 7.SM.7. p. 27

El Inventario 2019/2021 sigue el enfoque recomendado por el IPCC para elaborar un inventario de gases de efecto invernadero.⁹⁹

- 1. Recopilar datos de bases de datos públicas y privadas:** Para recopilar y organizar los datos de los conjuntos de datos públicos para el Inventario 2019/2021, los mismos datos y fuentes de datos utilizados en el Inventario 2014¹⁰⁰ se enumeraron y recopilaron si 1) los datos estaban disponibles públicamente; 2) los datos se proporcionaron para 2018 o años posteriores; y 3) los datos eran específicos de Puerto Rico. También se recopilaron datos adicionales de acuerdo con los mismos criterios enumerados anteriormente. Los datos para los mismos siete sectores del Inventario del 2014, más nombres y definiciones actualizadas, se recolectaron para Suministro Eléctrico, Combustible Directo, Procesos Industriales y Uso de Productos, Transporte, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Tierra, y Gestión de Residuos.
- 2. Recopilación de datos de los formularios de notificación de emisiones:** Se enviaron solicitudes de datos a un total de once agencias gubernamentales, la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez y la AEE para obtener datos en varios de los sectores económicos de Puerto Rico; se establecieron contactos adicionales con nueve expertos agrícolas de Puerto Rico y tres representantes de organizaciones de fabricantes que podían proporcionar datos sobre industrias que se espera que produzcan emisiones de procesos industriales. De las agencias y funcionarios contactados, se recibieron respuestas de cuatro agencias gubernamentales y la AEE, seis expertos agrícolas y dos representantes de la Asociación de Manufactureros de Puerto Rico. Sólo las cuatro agencias y la AEE proporcionaron datos.
- 3. Construir metodologías para los cálculos y proyecciones de emisiones sectoriales:** Las metodologías para cada sector han sido revisadas por el Panel de Expertos reunido para revisar los métodos y

⁹⁹ IPCC. 2006. *IPCC Guidelines, Volume 1, Chapter 1.6 "Introduction to the 2006 Guidelines."* IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf. p. 1.9 – 1.10.

¹⁰⁰ Center for Climate Strategies, Inc., 2014.; Cuando posible, múltiples fuentes de datos se compararon.

conclusiones de los Inventarios 2019/2021 (véase el Apéndice A para las biografías de cada miembro del Panel de Expertos).

4. **Someter los cálculos de las emisiones a un control de calidad (GC/CC) en dos ocasiones distintas para confirmar la validez de los resultados.** Los métodos de GC/CC de AEC se describen detalladamente en la más abajo e incluyen múltiples rondas de revisión tanto interna como externa de la metodología y los resultados del Inventario 2019/2021.

Los miembros del Panel de Expertos independiente evaluaron la metodología y las fuentes de datos propuestas. Se han revisado los datos disponibles de conjuntos de datos públicos y privados y se han cotejado con los datos de múltiples fuentes. Los cálculos completados se sometieron a dos comprobaciones internas de GC/CC antes de que se presenten las emisiones y proyecciones definitivas del Inventario 2019/2021.

Resumen metodológico

El Inventario 2019/2021 sigue en su organización general al Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Puerto Rico de 2014. El Inventario de 2014 (publicado en septiembre de 2014) presentó las emisiones de gases de efecto invernadero de la Isla de 1990 a 2013 junto con las proyecciones de emisiones de 2014 a 2035.¹⁰¹ Para cada sector del Inventario 2019/2021, AEC basó su metodología detallada de cálculo de emisiones en (1) los datos disponibles, y (2) las pautas del IPCC.¹⁰² En su caso, el Inventario 2019/2021 se inspira en las mejores prácticas de otros inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero y en la bibliografía disponible sobre contabilidad de emisiones.¹⁰³

Procedimientos del IPCC para un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero:

1. Determinar las categorías clave que concentran los esfuerzos y los recursos en los sectores que más contribuyen al inventario o a su incertidumbre. Pueden basarse en el inventario anterior.
2. Identificar los métodos de estimación para cada categoría que son propios de los requisitos específicos de cada país.
3. Recoger datos y mantener procedimientos de verificación, documentación y comprobación (procedimientos de GC/CC). Recopilar simultáneamente datos sobre incertidumbres y perfeccionar los métodos a medida que se recopilan los datos.
4. Garantizar la coherencia de las series temporales.
5. Realizar análisis de incertidumbre y análisis de categorías clave.
6. Realizar procedimientos de GC/CC.

Fuente: IPCC. 2006. *IPCC Guidelines, Volume 1, Chapter 1.6 "Introduction to the 2006 Guidelines"* IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf, p. 1.9 – 1.10.

¹⁰¹ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>. p. 1.

¹⁰² IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

¹⁰³ (1) Wartmann, S., Sheldon, D., Watterson, J. 2021. *Projections of Greenhouse Gas Emissions and Removals: An Introductory Guide for Practitioners*. GIZ. Preparado para el Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Disponible en: <https://unfccc.int/documents/358238>. (2) ICF. 2023. *User's Guide for States Using the Greenhouse Gas Projection Tool*. Prepared for

Cálculo de emisiones y sistema de niveles del IPCC

Las directrices del IPCC recomiendan que las emisiones de gases de efecto invernadero se calculen multiplicando dos componentes: **los datos de actividad** y **los factores de emisión**.

Los datos de actividad miden el alcance de las actividades generadoras de emisiones. Estos datos pueden obtenerse de diversas fuentes: directamente de empresas u otras instituciones, recogidos en bases de datos de acceso público o estimados a partir de otros tipos de datos disponibles. Por ejemplo, los datos de actividad sobre el uso de gas natural para generar electricidad serían el número de pies cúbicos estándar (scf) de gas natural quemado.¹⁰⁴

Los factores de emisión son mediciones de las emisiones liberadas a partir de una cantidad determinada de datos de actividad. Los factores de emisión están disponibles en diversas fuentes, como la U.S. EPA. Por ejemplo, el factor de emisión de CO₂ para la combustión de gas natural en una central eléctrica es 0.05444 kg de CO₂ por scf.¹⁰⁵

Para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero, los datos de actividad se multiplican por el factor de emisión correspondiente.¹⁰⁶ Por ejemplo, la combustión de 100 scf de gas natural da lugar a emisiones de 5.444 kg de CO₂.

El IPCC clasifica los métodos de cálculo de emisiones en tres niveles en función de su grado de complejidad. El nivel 1 representa el método más básico; el nivel 2 es el método intermedio; y el nivel 3 es el método más complejo.¹⁰⁷ Los niveles 2 y 3 se consideran más precisos.¹⁰⁸ Normalmente, los métodos de nivel 1 se basan en los datos de actividad menos desagregados (datos más desagregados que se dividen en subactividades más específicas y pueden clasificarse en función de la geografía, el tipo de actividad, el proceso de producción o algún otro criterio) y en factores de emisión que no son específicos de cada país. Los métodos de nivel 2 suelen utilizar factores de emisión específicos de cada país, y los métodos de nivel 3 utilizan datos de actividad más desagregados. En algunos casos, cuando ninguno de los métodos designados por el IPCC es posible para un sector o subsector específico, AEC desarrolló una metodología alternativa siguiendo las directrices del IPCC en la mayor medida posible. Los niveles y divergencias del IPCC utilizados en el Inventario 2019/2021 se describen más adelante para cada sector.

Es importante notar que la calidad de los datos impacta la exactitud de todas las estimaciones de los inventarios de emisiones. En el caso de Puerto Rico, varios asuntos serios con la calidad de datos puedan tener un efecto significativo en estos resultados. Los asuntos de calidad de los datos se discuten en las secciones específicas de

the State Energy and Environment Program, U.S. EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/statelocalenergy/download-state-inventory-and-projection-tool?token=1IMB9dPZeyhYruS4fTOcJ9qPVUNbewZFtpFWcSlvaQI>. (3) IPCC. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Task Force on National Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>.

¹⁰⁴ U.S. EPA Center for Corporate Climate Leadership. 2022. *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/ghg_emission_factors_hub.pdf. p. 1.

¹⁰⁵ U.S. EPA Center for Corporate Climate Leadership, 2022, p. 1.

¹⁰⁶ IPCC. 2006. *IPCC Guidelines, Volume 1, Chapter 1.6 "Introduction to the 2006 Guidelines."* IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf, p. 1.6.

¹⁰⁷ IPCC, 2006, p. 1.6.

¹⁰⁸ IPCC, 2006, p. 1.6.

cada Sector de esta metodología y en la la Conclusión de este informe.

Factores de emisión

Los factores de emisión (o intensidades de emisión) son proporciones estimadas de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por unidad de datos de actividad; multiplicando el factor de emisión por la cantidad de datos de actividad correspondientes se obtiene una estimación de las emisiones liberadas. El uso de datos de actividad y factores de emisión es el enfoque principal para el cálculo de emisiones en el Inventario de Puerto Rico 2019/2021. La calidad de los factores de emisiones determina la complejidad de los cálculos de las emisiones, tal como se las designa en el sistema del IPCC. (Los factores de emisión más complejos hacen más probable que un cálculo de emisiones reciba una calificación más alta—Tier 2 o 3—en lugar de una calificación más baja—Tier 1). La calidad de los datos de los factores de emisión depende del grado en que los factores son específicos de una geografía concreta, de una tecnología específica o de la forma en que se utiliza la tecnología.

La U.S. EPA y el IPCC publican factores de emisión para diferentes gases de efecto invernadero y actividades consideradas aceptables para su uso en inventarios de emisiones estatales y nacionales. En el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Puerto Rico 2019/2021, las estimaciones de la U.S. EPA y el IPCC se complementaron—cuando fue necesario—con los datos publicados en las directrices para inventarios de emisiones seguidas en Columbia Británica, Canadá, las estimaciones de la industria de factores de emisión para actividades específicas y con el Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria (GPC) publicado por el World Resource Institute.

Factores de emisión de la combustión estacionaria

Los datos de actividad para los sectores de Suministro Eléctrico y Combustible Directo son la cantidad de combustible quemado en estas actividades (generación de energía, cocina, generación de respaldo o uso industrial de la energía). Para cada combustible, los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O se obtuvieron del conjunto de datos de la U.S. EPA sobre factores de emisión para inventarios de gases de efecto invernadero, publicado en abril de 2023 (véase la Tabla 3 abajo).

Tabla 3. Factores de emisión para la combustión estacionaria en unidades originales

	Factores de CO ₂	Factores de CH ₄	Factores de N ₂ O
Carbón	kg por tonelada corta	g por tonelada corta	g por tonelada corta
Carbón Antracito	2,602	276	40
Carbón Bituminoso	2,325	274	40
Combustibles Gaseosas	kg per scf	g per scf	g per scf
Gas Natural	0.05444	0.0010	0.0001
Gas de Vertedero*	0.02525	0.0016	0.0003
Productos de Petróleo	kg per gallon	g per gallon	g per gallon
Fuel Oil Destilado	10.21	0.41	0.08
Fuel Oil Residual	11.27	0.45	0.09
Queroseno	10.15	0.41	0.08
Gases de Petróleo Licuados	5.68	0.28	0.06

*Nota: *Emisiones de CO₂ resultando del uso de gas de vertedero se consideran biogénicas, significando que se excluyen de cálculos de Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.*
Fuente: U.S. EPA. April 2023. Factores de emisión for Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>. Tabla 1.

Factores de emisión de la combustión móvil

Los datos de actividad para el sector del transporte son el consumo de combustibles como la gasolina de motor, el gasóleo de motor, el gasóleo marítimo y el combustible para aviones. Los factores de emisión de los distintos combustibles para el transporte se obtuvieron del conjunto de datos de la U.S. EPA sobre factores de emisión para inventarios de gases de efecto invernadero (véase la Tabla 4 abajo). Para cubrir las lagunas de datos para el factor de emisión de CH₄ y N₂O de los desplazamientos por carretera), los factores de emisión se obtuvieron de las mejores prácticas de inventario de gases de efecto invernadero establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente y Estrategia de Cambio Climático de Columbia Británica en abril de 2021.

Tabla 4. Factores de emisión para la combustión móvil en unidades originales

	Factores de CO ₂	Factores de CH ₄	Factores de N ₂ O
Transporte en carretera	kg por galón	kg por galón	kg por galón
Diésel	10.21	0.00041	0.00008
Gasolina	8.78	0.00038	0.00008
Transporte fuera de carretera	kg por galón	g por galón	g por galón
Diésel Marítimo	10.21	6.41	0.17
Combustible de Avión	9.75	0.00	0.30

Fuentes: (1) U.S. EPA. April 2023. *Factores de emisión for Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>. Tabla 2, 5. (2) British Columbia Ministry of Environment y Climate Change Strategy. April 2021. *2020 B.C. Best Practices Methodology for Quantifying Emisiones de gases de efecto invernadero*. Disponible en: <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/cng/methodology/2020-pso-methodology.pdf>. Tabla 8.

Otros factores de emisión: Silvicultura y Otros Usos de Tierra, Gestión de Residuos y Transmisión Eléctrica

Los factores de emisión de otros sectores se obtuvieron de diversas fuentes públicas y privadas (véase la Tabla 5 abajo). Los datos de actividad de la silvicultura incluían los cambios en la biomasa, la combustión de biomasa y los cambios en la superficie del suelo. Los factores de emisión para la combustión de biomasa y el cambio en la superficie del suelo se tomaron de la U.S. EPA y del IPCC. En el sector de Gestión de Residuos, los factores de emisión relacionados con el compost se obtuvieron del Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria del World Resources Institute (derivado a su vez de las directrices del IPCC). Los factores de emisión de las aguas residuales se obtuvieron de las Directrices del IPCC de 2006. Por último, dos subsectores adicionales requerían factores de emisión: Las emisiones de CO₂ procedentes de la producción de cemento se calcularon utilizando los factores de emisión de la U.S. EPA, y las emisiones de SF₆ procedentes de la transmisión y distribución de electricidad se calcularon utilizando los factores de emisión proporcionados por la U.S. EPA a través de su Programa de Información sobre Gases de Efecto Invernadero.

Tabla 5. Factores de emisión para otros sectores en unidades originales

Sector	Subsector	Factores de Emisión
Suministro Eléctrico	Emisiones de transmisión y distribución	0.52 kg SF ₆ por milla de transmisión
Procesos Industriales	Cemento	0.776 TM CO ₂ por TM de cemento producido
Silvicultura y Otros Usos de Tierra	Mortalidad de árboles por incendios	1,640 kg CO ₂ por tonelada corta de biomasa
		126 g CH ₄ por tonelada corta de biomasa
		63 g N ₂ O por tonelada corta de biomasa
	Cambios de tierra forestal	238.3 TM CO ₂ por hectárea
Cambios de praderas	250.3 TM CO ₂ por hectárea	
Cambios de tierra de cultivo	219.3 TM CO ₂ por hectárea	
Gestión de Residuos	Aguas residuales (sépticas)	0.124 g CH ₄ por galón de aguas residuales
		0.0014 g N ₂ O por galón de aguas residuales
	Aguas residuales (aeróbicas)	0.022 g CH ₄ por galón de aguas residuales
		0.0002 g N ₂ O por galón de aguas residuales
Aguas residuales (anaeróbicas)	0.059 g CH ₄ por galón de aguas residuales	
	0.0005 g N ₂ O por galón de aguas residuales	
Aguas residuales (reactor)	0.055 g CH ₄ por galón de aguas residuales	
	0.0001 g N ₂ O por galón de aguas residuales	

Fuentes: (1) U.S. EPA. April 2023. Factores de emisión for Greenhouse Gas Inventories. Disponible en: <https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>. Tabla 1. (2) IPCC. 2006. IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 4: "General Methodologies Applicable to Multiple Land Use Categories." IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf. p. 2.11. (3) IPCC. 2006. IPCC Guidelines, Volume 4, Chapter 4: "Agriculture, Forestry y Other Land Use." IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf. p. 4.12. (4) IPCC. 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 2. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf, Equation 2.27, Tablas 2.3, 2.5, y 2.6. Equation 11.2, Tabla 11.1 (5) World Resources Institute. 2014. Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories. Disponible en: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/GHGP_GPC_0.pdf. Tabla 8.3. (6) IPCC. 2006. IPCC Guidelines, Volume 5, Chapter 6.10: "Wastewater Treatment y Discharge" IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf. Equations 6.2 y 6.7, Tablas 6.2 y 6.3. (7) U.S. EPA. 2019. U.S. Cement Industry Carbon Intensities. EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-10/cement-carbon-intensities-fact-sheet.pdf>. p.1. (8) U.S. EPA. 2023. Inventory of U.S. Emisiones de gases de efecto invernadero y Sinks: 1990-2021. Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-04/US-GHG-Inventory-2023-Main-Text.pdf>. p.4-153. (9) British Columbia Ministry of Environment y Climate Change Strategy. April 2021. 2020 B.C. Best Practices Methodology for Quantifying Emisiones de gases de efecto invernadero [Tabla 8]. Disponible en: <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/cng/methodology/2020-psi-methodology.pdf>. p.21. (10) U.S. EPA. 2023. Inventory of U.S. Emisiones de gases de efecto invernadero y Sinks: 1990-2021. Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-04/US-GHG-Inventory-2023-Main-Text.pdf>. p.4-153.

Inventario 2019/2021

Los sectores y subsectores representan categorías clave para los métodos y análisis de un inventario de emisiones y sus proyecciones, es decir, sus estimaciones tienen una influencia significativa en las emisiones de un país o región en lo que respecta al nivel absoluto, la tendencia o la incertidumbre de dichas emisiones.¹⁰⁹ También facilitan la organización de las metodologías de cálculo, la recogida de datos, los cálculos de emisiones y las proyecciones.¹¹⁰

Para cada sector, AEC llevó a cabo los siguientes pasos para estimar las emisiones y, a continuación, sumó todos los sectores para estimar las emisiones totales de Puerto Rico:

1. Determinar los sectores y subsectores de emisiones de acuerdo con las directrices del IPCC sobre la selección de categorías y subcategorías clave.
2. Recopilar datos de actividad y factores de emisión para cada sector y subsector.
3. Determinar la mayor complejidad posible (o "nivel" del IPCC) de los cálculos a partir de los datos disponibles.
4. Introduzca los datos de actividad y los factores de emisión en la herramienta AEC-EMIT.
5. Ajustar los supuestos y parámetros para el cálculo de las emisiones en la herramienta AEC-EMIT.
6. Modificar los cálculos y las fuentes de datos según sea necesario para tener en cuenta las catástrofes naturales u otras anomalías de los datos.
7. Multiplicar los datos de actividad por los respectivos factores de emisión de gases de efecto invernadero.
8. Consolidar los cálculos de emisiones finales por sector y total en CO₂e.

Proyecciones y análisis de sensibilidad

AEC-EMIT proyecta varios escenarios y sensibilidades para Puerto Rico por sectores para los años 2022 a 2041:

- **Un escenario "Situación Habitual"**, (o base de referencia), proyecta las emisiones a lo largo de los años elegidos asumiendo los resultados económicos más probables según la normativa y los estatutos actuales; a continuación se presentan las hipótesis de previsión específicas para cada sector. Este escenario de Situación Habitual asume que no hay impactos de tormentas severas.
- Los escenarios alternativos difieren de la Situación Habitual en función de los datos utilizados o de las hipótesis sobre el futuro. El Inventario 2019/2021 ofrece dos escenarios además del escenario de Situación Habitual:
 - **Huracanes Severos:** Un escenario en el que Puerto Rico experimenta un huracán severo (se supone que con daños consistentes con un huracán de categoría 5, como el huracán María) con una frecuencia elevada (tres veces por década). Obsérvese que el huracán Fiona de 2022 ocurrió tan recientemente que no se dispone de datos sobre sus impactos de emisión.

¹⁰⁹ IPCC. 2006. *Chapter 4: Methodological Choice and Identification of Key Categories*. IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_4_Ch4_MethodChoice.pdf. p. 4.5.

¹¹⁰ Ibid, p. 4.5.

- **Descarbonización:** Un escenario de política climática estricta en el que Puerto Rico acelera drásticamente los esfuerzos de descarbonización mediante la electrificación del consumo final de energía, especialmente en los sectores de uso directo de combustibles y transporte, y mediante la retirada de toda la generación de electricidad que emite gases de efecto invernadero.
- **Los análisis de sensibilidad** examinan los cambios en las proyecciones de emisiones que se derivan de variaciones en los supuestos subyacentes o en los parámetros clave de la proyección—datos de previsión de referencia, supuestos específicos o parámetros de cálculo—para garantizar que las proyecciones no presentan grandes diferencias basadas en pequeños cambios en los métodos de cálculo. El Inventario 2019/2021 lleva a cabo un análisis de sensibilidad en cada uno de sus tres escenarios (Situación Habitual, Huracanes Severos, y Descarbonización) suponiendo variaciones en la actividad económica de Puerto Rico, tanto altas como bajas.

El método de AEC para proyectar emisiones es el siguiente: (1) proyectar cambios en los datos de actividades subyacentes para cada subsector; (2) pronosticar emisiones utilizando el supuesto de que los factores de emisión se mantienen constantes con el tiempo. Para proyectar cambios en datos de actividad, asociamos cada punto de dato con un pronóstico existente para el cual tenemos datos para el periodo relevante (PIB, población, cambios de uso de tierra, etc.). Suponemos que los datos de actividad siguen el mismo ritmo de cambio como el del pronóstico existente asociado.

La AEC examinó las previsiones y otras evaluaciones del Plan de Acción sobre el Clima del U.S. HUD,¹¹¹ Guía Rápida al Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico,¹¹² Plan de Transporte Multimodal a Largo Plazo de Puerto Rico 2045,¹¹³ datos de la Oficina del Censo de los EE.UU.,¹¹⁴ Fondo Monetario Internacional,¹¹⁵ Datos económicos de la Reserva Federal,¹¹⁶ y Global Forest Watch,¹¹⁷ Centro Estatal de Datos PR,¹¹⁸ Causas y Consecuencias del Descenso de la Población de Puerto Rico,¹¹⁹ Oficina de Análisis Económico de los EE.UU.,¹²⁰

¹¹¹ United States Housing and Urban Development. 2021. *Climate Action Plan*. Disponible en:

<https://www.hud.gov/sites/dfiles/Main/documents/HUD-Climate-Action-Plan.pdf>

¹¹² Junta de Planificación de Puerto Rico. 2016. *Guía Rápida al Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico*. Disponible en:

<https://gis.jp.pr.gov/PUT2015/Gu%C3%ADa%20Plan%20de%20Uso%20de%20Terrenos%202016.pdf>

¹¹³ Steer. 2018. *2045 Puerto Rico Long Range Multimodal Transportation Plan*. Steer. Preparado para la Puerto Rico Highways and Transportation Authority (PRHTA). Disponible en: http://lrtp.steergroup.com.co/wp-content/uploads/2018/12/PR-Island-wide_FINAL.pdf.

¹¹⁴ United States Census Bureau. 2023. International Database Tool. Disponible en: https://www.census.gov/data-tools/demo/idb/#/country?YR_ANIM=2020&COUNTRY_YEAR=2023&COUNTRY_YR_ANIM=2023

¹¹⁵ International Monetary Fund. 2022. *World Economic Outlook Database*. Disponible en:

<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October>.

¹¹⁶ Federal Reserve Economic Data. 2022. *Gross National Income for Puerto Rico*. Disponible en:

<https://fred.stlouisfed.org/series/NYGNPMKTPCDPRI>

¹¹⁷ Global Forest Watch. 2022. *Puerto Rico*. Disponible en: <https://www.globalforestwatch.org/>

¹¹⁸ State Data Center, Puerto Rico. 2022. Disponible en: <https://censo.estadisticas.pr/>.

¹¹⁹ Abel, J.R. and Deitz, R. 2014. "The Causes and Consequences of Puerto Rico's Declining Population." *Current Issues in Economics and Finance*, 20 (4). Disponible en: https://www.newyorkfed.org/research/current_issues/ci20-4.html

¹²⁰ Bureau of Economic Analysis. 2022. *Gross Domestic Product for Puerto Rico, 2020*. Disponible en:

<https://www.bea.gov/data/gdp/gdp-puerto-rico>.

Censo Económico de Puerto Rico,¹²¹ y la Ley de Política Pública Energética de Puerto Rico de 2019 (Ley 17).¹²²

Los datos de las previsiones se limitan a la población, el empleo, el PIB, el PIB per cápita y el producto nacional bruto (PNB) específicos de Puerto Rico, así como a los precios de los combustibles en todo Estados Unidos; muchas de esas previsiones han sido estimadas por instituciones no puertorriqueñas y a menudo se extienden sólo hasta 2027. Dado mejor acceso a previsiones adicionales de datos demográficos y económicos, los futuros inventarios de Puerto Rico podrían beneficiarse de escenarios de emisiones o sensibilidades relacionadas con límites de emisiones, un impuesto sobre el carbono o mercados de emisiones, objetivos de energías renovables, microrredes, vehículos eléctricos, eficiencia energética, impactos de cortes de electricidad, sequías graves, incendios forestales, cambios en el uso del suelo, protección del patrimonio natural de Puerto Rico, envejecimiento de la población, emigración o patrones de crecimiento urbano y rural.

Las proyecciones de emisiones más confiables vienen de proyecciones de alta calidad de datos de actividad y de datos socioeconómicos relacionados. Típicamente, proyecciones socioeconómicas para estados y localidades se desarrollan por agencias locales, instituciones de investigación, y académicos, con conocimiento profundo sobre los impulsores clave, impactos, e interconexiones sociales y económicos. No pudimos identificar ninguna tal fuente local de pronósticos socioeconómicos para Puerto Rico y su lugar nos basamos en proyecciones inferiores creadas por agencias y organizaciones de los EE.UU. y/o internacionales.

Para crear escenarios, se utilizan datos de previsión para ajustar los datos de actividad en los que se basan las emisiones. Este método de proyección se utiliza en los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero de varios estados de los EE.UU., y por la Herramienta Estatal de Inventario y Proyección de la U.S. EPA.¹²³ Para cada sector, la AEC utilizó los siguientes pasos para estimar las proyecciones:

1. Determinar los datos necesarios para realizar proyecciones de Situación Habitual, de escenarios alternativos y de sensibilidad.
2. Recopilar los datos de previsión necesarios.
3. Introduzca los datos de la previsión en la herramienta AEC-EMIT.
4. Crear el escenario de Situación Habitual y otros escenarios alternativos y sensibilidades utilizando los datos de previsión como base para proyectar los datos de actividad a 20 años vista.
5. Ajustar los supuestos, parámetros, escenarios y sensibilidades en la herramienta AEC-EMIT.
6. Multiplicar los datos de actividad previstos por sus respectivos factores de emisión.

¹²¹ United States Census Bureau. 2017. *Economic Census of Puerto Rico*. Disponible en:

<https://www.census.gov/data/tables/2017/econ/economic-census/puerto-rico.html>.

¹²² Puerto Rico Act 17. 2019. *An Act Establishing the Puerto Rico Energy Public Policy Act*. Disponible en:

<https://bvirtualogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/2-ingles/17-2019.pdf>.

¹²³ (1) Wartmann, S., Sheldon, D., Watterson, J. 2021. Projections of Greenhouse Gas Emissions and Removals: An Introductory Guide for Practitioners. GIZ. Preparado para el Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. Disponible en: <https://unfccc.int/documents/358238>. (2) ICF. 2023. *User's Guide for States Using the Greenhouse Gas Projection Tool*. Preparado para el State Energy and Environment Program, U.S. EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/statelocalenergy/download-state-inventory-and-projection-tool?token=1IMB9dPZeyhYruS4fTOcJ9qPVUNbewZFtpFWcSlvaQI>. (3) Taylor, T. 2021. *Colorado 2021 Greenhouse Gas Inventory Update With Historical Emissions from 2005 to 2019 and Projections to 2050*. Colorado Air Pollution Control Division. Disponible en: <http://hermes.cde.state.co.us/drupal/islandora/object/co:36031/datastream/OBJ/view>

7. Consolidar las proyecciones finales por sector y total en CO₂e.

El Inventario 2019/2021 tiene en cuenta el efecto de las catástrofes naturales en las previsiones de emisiones de tres maneras:

1. Prevemos disponer de todos los datos necesarios para el cálculo de las emisiones en 2019 y 2021, pero en caso de que falten datos, el Inventario 2019/2021 tiene en cuenta los impactos de las tormentas graves utilizando datos históricos e información sobre impactos de huracanes relevantes para extrapolar o interpolar los datos de 2019 y 2021.
2. Las proyecciones de la actividad en Situación Habitual tienen en cuenta los impactos más comunes de tormentas de Categoría 1-3 en la economía de Puerto Rico a través de los datos de actividad previstos.
3. Las proyecciones futuras tomando en cuenta la posibilidad de que se produzcan huracanes severos de Categoría 5 se representan en un escenario alternativo (Huracanes Severos).

Procedimientos de garantía y control de calidad

En la elaboración del Inventario 2019/2021 se aplicaron procedimientos internos y externos de GC/CC basados en las pautas del IPCC.¹²⁴ La metodología de GC/CC utilizada se presenta a continuación en forma de: (1) un diagrama de flujo que muestra los pasos del proceso de GC/CC en la Figura 25 abajo; (2) una lista de criterios de control de calidad en la Tabla 6 abajo; y (3) un formulario de muestra para la aportación del revisor en la Tabla 7 abajo. La GC/CC externa corrió a cargo del Panel Experto. Las entradas de datos se verificaron internamente y se cotejaron con múltiples fuentes. Los cálculos de emisiones se revisaron internamente dos veces antes de pasarlos al DRNA y al Panel de Expertos para una revisión final.

¹²⁴ IPCC. 2006. *Chapter 6: Quality Assurance/Quality Control and Verification*. IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_6_Ch6_QA_QC.pdf.



Figura 25. Esquema del Inventario 2019/2021 de AEC

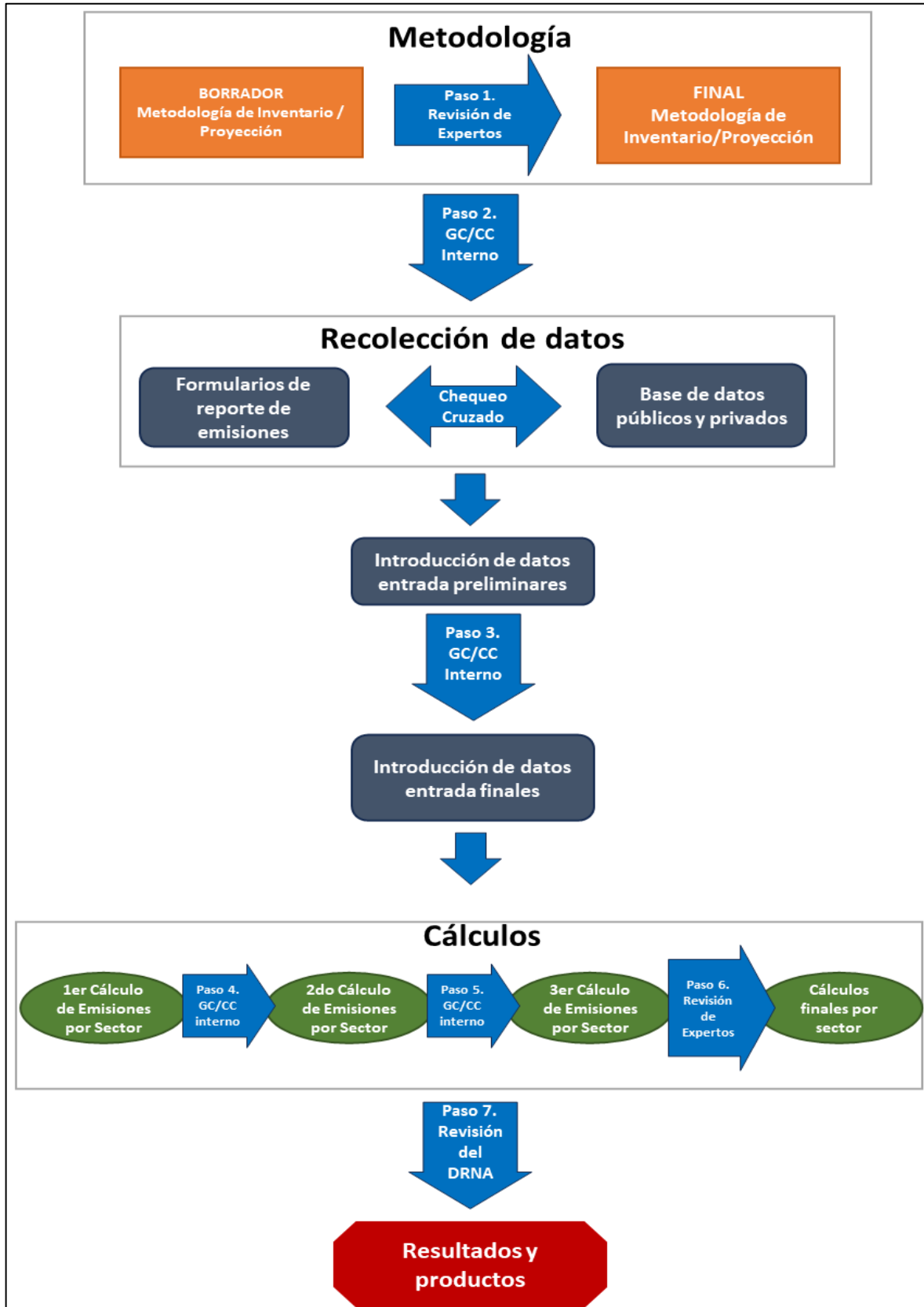




Tabla 6. Criterios de control de calidad

Etapa	Criterios de GC/CC	Procedimientos
Introducción de datos	La introducción de datos de la fuente original es precisa y se obtuvo correctamente	Confirmar que se usaron referencias correctas y confiables
		Confirmar que las referencias sean precisas y rastreables hasta la fuente
		Chequeo cruzado de los datos para detectar errores de transcripción
		Comprobar las mediciones de los datos de actividad (es decir, asegurarse de que las conversiones de datos u otras manipulaciones necesarias se realizan correctamente, o si los datos de emisiones directas se han registrado correctamente).
Cálculo de emisiones	El proceso de cálculo está claramente documentado	Confirmar que los cálculos son verificables, consistentes y replicables
	Las emisiones se calculan con precisión	Calcular una muestra representativa de los cálculos de emisión manualmente para juzgar la precisión
		Verificar que se utilicen los factores de emisión y potencial de calentamiento global (GWP) correctos
		Consultar con un panel de expertos para revisar la integridad de los métodos y premisas utilizados
	Se utilizan factores de conversión apropiados	Revisar que las unidades estén marcadas correctamente en las hojas de cálculo
	Los archivos de la base de datos tienen integridad	Comprobar que los factores de conversión son fiables y correctos
Comprobar que todos los pasos de procesamiento estén contabilizados y que la ruta de los datos esté representada en la base de datos		
Confirmar que los campos de dato estén correctamente etiquetados y que las relaciones de datos estén correctamente representadas		
Informes (documentación externa)	Las fuentes de datos son consistentes y comparables con fuentes externas	Confirmar la consistencia en los parámetros utilizados para los cálculos de emisiones
		Verificar que los datos de emisiones estén agregados correctamente
		Comparar los resultados con las emisiones reportadas por otros países, sitios o plantas según corresponda
	La documentación es detallada y transparente	Verificar que haya documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y delinear el proceso de GC/CC
		Consultar con un panel de expertos para revisar la integridad de los métodos y premisas utilizados
		Verificar que los datos del inventario estén archivados y almacenados correctamente



Tabla 7. Ejemplo de formulario para comentarios de evaluadores

Puerto Rico Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2019/2021			
Nombre del evaluador:			
Fecha:			
Artículo de control de calidad	Sí	No	Comentarios
Introducción de datos			
1. Se utilizaron referencias de fuentes correctas y confiables			
2. Las referencias de las fuentes se citan con precisión			
3. Los datos han sido verificados en busca de errores de transcripción.			
4. Las conversiones de datos u otras manipulaciones necesarias se realizan correctamente, o los datos de emisiones directas se han recopilado correctamente.			
Cálculo de emisiones			
5. Los cálculos son verificables, consistentes y replicables			
6. Se utilizan los factores correctos de emisión y potencial de calentamiento global (GWP).			
7. Crear una muestra representativa de los cálculos de emisiones y recalcular las emisiones manualmente; verificar si los resultados son equivalentes			
8. Se ha consultado con un panel de expertos para revisar la integridad de los métodos y supuestos utilizados			
9. Las unidades están correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo.			
10. Los factores de conversión son fiables y correctos.			
Informes (documentación externa)			
11. Todos los pasos del proceso están contabilizados y la ruta de los datos está representada en la base de datos.			
12. Los campos de datos están debidamente etiquetados y las relaciones de datos están correctamente representadas			

Panel de Expertos

El equipo de AEC reunió a un Panel de Expertos para que ofrecieran su aportación y sus vastos conocimientos locales sobre la metodología empleada y los resultados del Inventario y las proyecciones. El Panel de Expertos ofreció una amplia revisión y comentarios sobre el modelo y la metodología desarrollados, el uso de los datos y los supuestos considerados para el Inventario y sus proyecciones futuras, y sobre las estimaciones preliminares de emisiones. El Panel de Expertos ofrece una mejora de la calidad del producto final del Inventario aportando a su proceso de desarrollo observaciones relativas a las fortalezas, debilidades y oportunidades de los métodos de estimación de emisiones propuestos y ofreciendo sus mejores sugerencias para posibles mejoras sector por sector.

El Panel está formado por expertos de diversas procedencias y experiencias relacionadas a las emisiones de gases de efecto invernadero, incluidos académicos, científicos, funcionarios de agencias y organizaciones de servicios, y líderes sin ánimo de lucro. La composición del Panel Experto también tiene en cuenta distintos sectores de fuentes de emisiones: Suministro Eléctrico, Combustible Directo, Procesos Industriales, Transporte, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Tierra, y Gestión de Residuos. Los panelistas proceden tanto de Puerto Rico como de otros lugares de Estados Unidos y el Caribe.

Tras contactar por teléfono y correo electrónico con 44 expertos (más de un tercio de los cuales eran puertorriqueños), se seleccionó a los siguientes candidatos para formar parte del grupo de expertos:

- Félix Aponte Ortiz, *Universidad de Puerto Rico*
- Juan Declat-Barreto, *Unión de Científicos Conscientes (UCS)*
- Ryan Deosaran, *Greenhouse Gas Management Institute (GHGMI)*
- Ernesto Díaz, *Tetra Tech, Inc.*
- Ivonne del C. Díaz Rodríguez, *Universidad de Puerto Rico*
- William Gould, *USDA Caribbean Climate Hub*
- Nancy Harris, *World Resources Institute (WRI)*
- Juan Rosario, *AMANESER 2025*
- Sarah Simon, *Apple Creek Associates*
- John Venezia, *ICF Climate Planning*

Metodologías específicas para cada sector

Sector 1: Suministro Eléctrico

El sector de Suministro Eléctrico de Puerto Rico genera electricidad y la suministra a hogares, empresas y otras instalaciones a través de infraestructuras de transmisión y distribución. La quema de combustibles fósiles como el gas natural o el petróleo para generar electricidad crea emisiones de gases de efecto invernadero como CO₂, CH₄ y N₂O. Además, se emite SF₆ como resultado de las actividades de transmisión y distribución de electricidad.¹²⁵ A partir de 2023, no habrá instalaciones de incineración de residuos para generar electricidad en Puerto Rico.

El Inventario 2019/2021 utiliza la metodología del "enfoque de referencia" del IPCC para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión de todos los combustibles.¹²⁶ Las estimaciones de consumo de combustible en unidades originales se recopilan, se multiplican por su respectivo contenido de emisiones y se asignan entre los sectores del Suministro Eléctrico, del Combustible Directo, y del Transporte en función del origen de los datos, la finalidad o la aplicación del consumo de combustible.¹²⁷

Datos de actividad: Los Datos de actividad de Suministro Eléctrico son la cantidad de combustibles fósiles quemados para generar electricidad para toda la economía puertorriqueña. AEC revisó y cotejó datos de la AEE, la Administración de Información Energética de los EE.UU. (U.S. EIA), el Departamento de Reglamentos y LUMA, la U.S. EPA y la Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global (EDGAR).

Al igual que para el Inventario de 2014, la AEE proporcionó datos sobre el uso de combustible para todas las

¹²⁵ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>. p. 38; 46.

¹²⁶ IPCC. 2006. *Chapter 6: Reference Approach*. IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_6_Ch6_Reference_Approach.pdf.

¹²⁷ IPCC, 2006, p. 6.5.

unidades de generación eléctrica propiedad de la AEE, que incluyen recursos alimentados por gas natural, fuel oil residual y fuel oil destilado.¹²⁸ Debido a inconsistencias en los datos que probablemente resultan de una clasificación errónea de los combustibles entre residual (No. 6) y destilado (No. 2), los datos de la U.S. EIA sobre el consumo de combustible residual y el consumo de combustible destilado se agregaron en una categoría de "combustible total", de la cual se restaron las cantidades de consumo de combustible residual y combustible destilado reportadas por la AEE. La AEE también compra electricidad de recursos de carbón, gas natural y gas de vertedero. El consumo total de combustible de carbón se recopiló de los datos de la U.S. EIA sobre combustibles importados a Puerto Rico.¹²⁹ La AEE proveyó generación eléctrica (en megavatios-hora (MWh)) de unidades generadoras de gas natural (propiedad de EcoEléctrica) y gas de vertedero. AEC utilizó tasas de calor (en millones de unidades térmicas británicas (MMBtu) por MWh) calculadas a partir de los datos reportados en el Formulario 923 de la U.S. EIA para estimar la cantidad de combustible asociada con las compras de electricidad de la AEE. La tasa de calor utilizada para la generación de gas natural de EcoEléctrica se basó en los datos reportados por EcoEléctrica a la U.S. EIA, mientras que la tasa de calor para el gas de vertedero se basó en un promedio a nivel de los Estados Unidos para motores de combustión interna alimentados con gas de vertedero.

Factores de emisión: El Inventario 2019/2021 utiliza los factores de emisión de la U.S. EPA para la combustión de combustibles estacionarios.¹³⁰

Nivel del IPCC: El uso de datos de actividad basados en combustibles y factores de emisión específicos de cada país es una clasificación de Nivel 2 según las directrices del IPCC. (Las emisiones del sector eléctrico de nivel 3 requerirían cálculos planta por planta.)¹³¹

Proyección de los datos de actividad previstos:

- **Situación Habitual:** Se asume un descenso de la generación eléctrica proporcional al descenso de la población puertorriqueña según las previsiones de la Oficina del Censo de los EE.UU. (estas mismas previsiones se utilizan en el Plan de Transporte Multimodal a Largo Plazo de Puerto Rico para 2045).¹³² Las proporciones relativas de combustibles utilizados se mantiene constante; el valor de uso de combustible del año base es el mayor de los datos de 2019 y 2021 para cada combustible. Los sectores residencial y comercial representan el 87 por ciento de todo el consumo eléctrico de Puerto Rico);¹³³ el cambio en la población es un buen indicador, utilizado habitualmente, del cambio en el consumo eléctrico residencial y comercial. Está previsto que la única central eléctrica de carbón de Puerto Rico, AES, se retire en el año 2027. Estas proyecciones asumen un nivel constante de generación de AES hasta 2028 y cero generación a partir de entonces.

¹²⁸ Comunicaciones directas con F. Pérez Velázquez en la Oficina del Subdirector de Operaciones de la AEE.

¹²⁹ U.S. EIA. 2023. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>

¹³⁰ U.S. EPA Center for Corporate Climate Leadership. 2022. *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/ghg_emission_factors_hub.pdf.

¹³¹ IPCC. 2006. *IPCC Guidelines, Volume 1, Chapter 1.6 "Introduction to the 2006 Guidelines."* IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf, p. 1.6.

¹³² United States Census Bureau. 2023. International Database Tool. Disponible en: https://www.census.gov/data-tools/demo/idb/#/country?YR_ANIM=2020&COUNTRY_YEAR=2023&COUNTRY_YR_ANIM=2023

¹³³ Siemens Industry. 2019. *Puerto Rico Integrated Resource Plan 2018-2019*. Prepared for Puerto Rico Electric Power Authority. Disponible en: <https://aepr.com/es-pr/QuienesSomos/Ley57/Plan%20Integrado%20de%20Recursos/IRP2019%20-%20Ex%201.00%20-%20Main%20Report%20REV2%2006072019.pdf>, p.3-1



- Descarbonización: reducción constante del uso de combustibles fósiles para la proyección de energía con una tendencia lineal hasta alcanzar cero toneladas de emisiones de CO₂e en 2050; AES se retira en 2027.
- Huracanes Severos: partiendo de la previsión de mantenimiento de la Situación Habitual como base de referencia, se asume una pérdida en la generación de electricidad durante un año de huracanes del 10 por ciento de la isla sin electricidad durante el 10 por ciento del año (o, lo que es lo mismo, el 50 por ciento de la isla sin electricidad durante el 2 por ciento del año); se supone que las tormentas azotan cada tres años en promedio y el impacto anual medio se aplica a todos los años futuros; AES se retira en 2027.
- Crecimiento Económico Alto: partiendo de la previsión de mantenimiento de la Situación Habitual como base de referencia, un aumento del 2 por ciento en la producción de electricidad a partir de gas natural cada año. Las emisiones del Suministro Eléctrico en el caso de la sensibilidad de crecimiento económico alto se proyectan a crecer a la misma tasa de crecimiento anual promedio del PIB de Puerto Rico, tal como se aproxima a partir de las tendencias recientes en el crecimiento del PIB de Puerto Rico, según el Fondo Monetario Internacional y tendencias recientes en el crecimiento del PIB de Puerto Rico según la Reserva Federal de los EE.UU.
- Crecimiento Económico Bajo: partiendo de la previsión de mantenimiento de la Situación Habitual como base de referencia, un descenso del 2 por ciento en toda la producción de energía en todos los años. La suposición de una reducción anual de 2 por ciento en el caso de la sensibilidad de crecimiento económico bajo se diseñó para ir paralelo al crecimiento pronosticado en el caso de la sensibilidad de crecimiento económico alto. Como el escenario de Situación Habitual ya incluye la suposición de un descenso substantivo de población durante las siguientes dos décadas, y los impactos de ese descenso en los datos de actividad y las emisiones, las situaciones de crecimiento económico alto y bajo se diseñaron puramente como una sensibilidad, examinado los efectos en emisiones de una gama de predicciones de crecimiento diferentes.

Cautelas y suposiciones:

Combinación de calor y electricidad: El sector energético incluye el combustible consumido en Puerto Rico para la producción de electricidad en instalaciones de cogeneración. Las instalaciones de calentamiento y energía combinada (CEC) producen tanto electricidad como producción térmica utilizada para calefacción en climas más fríos o para usos industriales. En los Inventarios 2019/2021 todas las emisiones de las unidades de CEC se asignan en su totalidad al sector energético.

Exclusión de las emisiones anteriores: Al igual que el Inventario de 2014, el Inventario de 2019/2021 no incluye las emisiones previas procedentes de la extracción, refinado y transporte del combustible utilizado para generar electricidad. Las emisiones se limitan a las actividades que tienen lugar dentro de Puerto Rico.

Emisiones de óxido nitroso (N₂O): Aunque las emisiones de N₂O procedentes de la combustión de combustibles fósiles pueden variar en función del equipo utilizado (por ejemplo, combustión interna frente a calderas para fuelóleo), partimos de un factor de emisión estándar para cada tipo de combustible fósil basado

en el hub de factores de emisión de la U.S. EPA.¹³⁴

- **Emisiones de las instalaciones de cogeneración:** El subsector del gas natural engloba las emisiones procedentes de las instalaciones de cogeneración.

Sector 2: Combustible Directo

El sector de Combustible Directo (residencial, comercial, institucional e industrial) engloba todas las emisiones de Puerto Rico derivadas del uso de combustibles, con la excepción de los sectores de la energía y el transporte.¹³⁵ (Téngase en cuenta que Puerto Rico no exporta combustibles y que los combustibles búnker se tratan más adelante en la sección del sector Transporte). Por ejemplo, el fuel oil destilado, los gases licuados del petróleo o el queroseno son utilizados por los hogares para la generación de reserva, el calentamiento del agua y la cocina, y por las empresas para el funcionamiento de la maquinaria y el calentamiento de procesos.¹³⁶

Datos de actividad: Los Datos de actividad del Combustible Directo son la cantidad de combustibles fósiles quemados para actividades distintas de la generación eléctrica o el transporte. El Inventario de 2014 utilizó datos de ingresos por impuestos sobre el combustible para imputar el consumo de combustible. Los datos de la U.S. EIA, la AEE, el Departamento de Asuntos del Consumidor (DACO) de Puerto Rico, el Departamento de Hacienda (DH) y la Autoridad de Transporte Marítimo (ATM) sobre el uso de combustible en Puerto Rico no concuerdan; de hecho, ninguna de estas fuentes concuerda con otra.

Dada esa limitación, los datos de actividad del Combustible Directo se basan en los siguientes supuestos: El fuel oil total según la U.S. EIA, menos el fuel-oil utilizado por la AEE, equivale a una pequeña cantidad de fuel oil destilado (diésel) que se supone se utiliza en el sector del Combustible Directo. La U.S. EIA no reporta importaciones adicionales de diésel, pero DACO y DH reportan el diésel utilizado para el transporte. Suponemos, por tanto, que todo el gasóleo de transporte no está registrado por la U.S. EIA.

El DACO informa sobre el gasóleo de automoción y la gasolina como un valor combinado; la U.S. EIA informa sobre las importaciones de gasolina. Suponemos que la diferencia entre ambos es el gasóleo de automoción. (Es aproximadamente la mitad del volumen de consumo de gasolina).

El DH informa de los ingresos por compras de combustible junto con los tipos impositivos; a partir de ahí estimamos el volumen de combustible comprado. Esta cantidad no tiene en cuenta el combustible exento de impuestos. Según los datos de DH, los ingresos por combustible de aviación y diésel marino combinados cayeron de 4 millones de dólares en 2019 a 2 millones en 2020 y a 0.5 millones en 2021, mientras que el tipo impositivo se mantuvo igual. Según la U.S. EIA, las importaciones de combustible de aviación se duplicaron durante este mismo período, alcanzando una cantidad mayor que el combustible de aviación más diésel marino de DH en 2020. Suponemos que el gasóleo marítimo estimado para 2019 (como combustible de aviación de DH más gasóleo menos el combustible de aviación de la U.S. EIA) se mantuvo constante hasta 2021.

Los datos sobre el uso directo de combustible en Puerto Rico proceden de las bases de datos de la U.S. EIA.

¹³⁴ U.S. EPA. April 2023. Emissions Factors for Greenhouse Gas Inventories. Disponible en:

<https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-emission-factors-hub>.

¹³⁵ Emisiones contadas en este sector incluirían la combustión de combustibles fósiles para procesos industriales, pero no a otras fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero de los sectores industriales.

¹³⁶ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>. p. 54.

sobre importación y consumo de gas natural, fuelóleo, queroseno y gases licuados del petróleo en Puerto Rico.¹³⁷ Los datos de actividad de consumo directo de combustible se calculan restando el consumo de energía y el consumo de combustible del sector del transporte del consumo total de combustible.

Los datos de la U.S. EIA presentaban valores inconsistentes para el consumo de fuelóleos residuales y destilados en 2021, que se construyeron a partir de un modelo y no de datos directos. Debido a las inconsistencias en los datos que probablemente resultaron de la clasificación errónea de los combustóleos entre residual (No. 6) y destilado (No. 2), los datos de la U.S. EIA sobre el consumo de combustóleo residual y el consumo de combustóleo destilado se agregaron en una categoría de "combustóleo total", de la cual se restaron las cantidades de consumo de combustóleo residual y combustóleo destilado reportadas por la AEE. Se asumió que la cantidad restante de combustóleo era combustóleo destilado, la totalidad del cual se utilizó en el sector de Combustible Directo. Nada del consumo de combustóleo destilado estimado por la U.S. EIA se atribuyó al sector de transporte, ya que la cantidad de consumo restante después de restar el consumo para el sector de Suministro Eléctrico era demasiado pequeña para incluir todo el diésel relacionado con el transporte. El gasóleo destinado al transporte se ha calculado a partir de los datos del DACO.¹³⁸

Además, el consumo de queroseno figura erróneamente como valor cero en los datos de la U.S. EIA para el año 2020. Para abordar estas lagunas en los datos de consumo directo de combustible, AEC imputó valores para el consumo de queroseno y el consumo directo de fuelóleo destilado basándose en los valores de consumo de 2019 para cada combustible.

Factores de emisión: El Inventario 2019/2021 utiliza los factores de emisión de la U.S. EPA para la combustión de combustibles estacionarios.¹³⁹

Nivel del IPCC: El uso de datos de actividad basados en combustibles y factores de emisión específicos de cada país es una clasificación de nivel 2 según las directrices del IPCC. (Las emisiones del sector eléctrico de nivel 3 requerirían cálculos tecnología por tecnología.)¹⁴⁰

Proyección de los datos de actividad previstos:

- Situación Habitual: asume una disminución en el uso directo de combustible en proporción a la disminución de la población puertorriqueña; el valor de uso de combustible del año base es el mayor de los datos de 2019 y 2021 para cada combustible
- Descarbonización: reducción constante del uso directo de combustibles con una tendencia lineal hasta alcanzar cero toneladas de emisiones de CO₂e en 2050.
- Huracanes Severos: partiendo de la previsión de mantenimiento de la tendencia actual, se asume una pérdida del 5 por ciento en las importaciones de combustible durante un año de huracanes; se supone que las tormentas azotan cada cinco años por término medio y el impacto medio anual se aplica a

¹³⁷ U.S. EIA. 2023. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>

¹³⁸ Puerto Rico DCA. 2022. *Consumption of gasoline*. Disponible en: <https://www.daco.pr.gov/wp-content/uploads/2018/11/Consumo-de-Gasolina-1986-a-actual-13.xlsx>

¹³⁹ U.S. EPA Center for Corporate Climate Leadership. 2022. *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/ghg_emission_factors_hub.pdf.

¹⁴⁰ IPCC. 2006. *IPCC Guidelines, Volume 2, Chapter 2 ["Stationary Combustion"]*. IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf, p. 2.24.

todos los años futuros.

- Crecimiento Económico Alto: partiendo de la previsión de mantenimiento de la tendencia actual, un aumento del 2 por ciento en el uso directo de combustible cada año.
- Crecimiento Económico Bajo: partiendo de la previsión de mantenimiento de la tendencia actual como base de referencia, una disminución del 2 por ciento en el uso directo de combustible en cada año.

Cautelas y suposiciones

Separación de los usos de los combustibles entre subsectores de Combustible Directo: Los datos de combustión de la U.S. EIA no están desglosados entre los subsectores residencial, comercial, institucional e industrial. No se han encontrado otras fuentes de datos que proporcionen este desglose.

Sector 3: Procesos Industriales y Uso de Productos

Los Procesos Industriales y Uso de Productos abarcan un puñado de procesos de fabricación en Puerto Rico: producción de cemento, fabricación de semiconductores y producción y uso de sustitutos de SAO en equipos de refrigeración y enfriamiento. AEC revisó y cotejó los datos del Banco de Desarrollo Económico de Puerto Rico (BDE), la U.S. EPA, las Estadísticas de Empresas de los EE.UU. (SUSB) y los Patrones de Negocios de los Condados de la Oficina del Censo de los EE.UU., el Instituto de Estadísticas de Puerto Rico, el módulo de Procesos Industriales de la Herramienta de Inventario Estatal de la U.S. EPA y el contacto directo con los fabricantes puertorriqueños. Este sector captura todas las emisiones de gases de efecto invernadero de estos procesos que no sean las producidas por la combustión de combustibles fósiles; las emisiones de la combustión de combustibles para fines industriales se capturan en el sector del Combustible Directo.

Los sectores de Procesos Industriales se seleccionaron para su inclusión en el inventario 2019/2021 de la siguiente manera: En primer lugar, se compiló una lista de todos los sectores de Procesos Industriales analizados en el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Puerto Rico de 2014.¹⁴¹ De esta lista, se eliminó un elemento (producción de vidrio) porque el único fabricante de vidrio de Puerto Rico interrumpió sus operaciones en Puerto Rico en 2008. Se examinaron posibles industrias adicionales sobre la base de los sectores de Procesos Industriales enumerados en el Inventario de Emisiones y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero 2022 de la U.S. EPA no se identificaron industrias adicionales aplicables a Puerto Rico.

Datos de actividad: En Puerto Rico se recopilan muy pocos datos sobre Procesos Industriales. Los datos de actividad de los procesos industriales para la producción de cemento se obtuvieron del BDE en sacos (cada uno de 94 libras) por mes.¹⁴² Los datos de actividad para la fabricación de semiconductores y de sustitutos de SAO de Puerto Rico no estaban fácilmente disponibles. Por falta de estos datos, se usaron los datos de emisiones reportados en el inventario de emisiones de la U.S. EPA para los Estados Unidos entero y se proporcionaron a Puerto Rico según el tamaño de la fuerza laboral respectiva en cada industria. Más específicamente, AEC asignó a Puerto Rico de los datos de emisiones de 2019 y 2021 de todo Estados Unidos (que incluye a Puerto Rico) reportados en el *Inventario 2022 de Emisiones y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero de Estados*

¹⁴¹ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>. Table C-1.

¹⁴² Banco de Desarrollo Económico para Puerto Rico (BDE). 2023. *Producción y ventas de cemento*. Disponible en: https://estadisticas.pr/en/inventario-de-estadisticas/produccion_y_ventas_de_cemento



Unidos¹⁴³ de la U.S. EPA, utilizando la proporción de la fuerza laboral puertorriqueña con respecto a la fuerza laboral total de Estados Unidos en cada una de estas industrias en base a los datos de la SUSB.¹⁴⁴ Si bien los datos de la fuerza laboral para 2019 estaban disponibles, los datos de la fuerza laboral para 2021 no lo estaban, por lo que en su lugar se utilizaron los datos de 2020. (A modo de comparación, el Inventario de 2014, utiliza una metodología similar para la estimación de las emisiones de cemento, no incluye las emisiones de la industria de semiconductores y basa sus emisiones de SAO en las estimaciones de emisiones de Estados Unidos escaladas por población en lugar de por empleo).

Factores de emisión: Los factores de emisión medios para la producción de cemento fueron calculados por la U.S. EPA en un análisis de 2019 de la producción anual de cemento de las instalaciones de producción de cemento (en toneladas métricas) y las emisiones anuales de CO₂ (en toneladas métricas), basándose en la información comunicada por las instalaciones al Programa de Información sobre Gases de Efecto Invernadero (GHGRP) de la U.S. EPA.¹⁴⁵

Nivel del IPCC: Como se disponía de datos sobre semiconductores y emisiones de SAO, estos datos se utilizaron directamente en lugar de los datos de actividad y la metodología estratificada del IPCC. Los datos de actividad facilitados a AEC y los factores de emisión para la producción de cemento se referían a los valores del cemento en sí y no a la producción de clinker y, por tanto, no utilizan la metodología estratificada del IPCC.

Proyección de los datos de actividad previstos:

- Situación Habitual: se supone un aumento de la producción industrial proporcional al crecimiento previsto del PIB y PNB (suponemos una tasa de crecimiento anual del 2 por ciento basada vagamente en una previsión de crecimiento del PIB para 2024 del Fondo Monetario Internacional y en el crecimiento reciente del PNB en el pasado según los Datos Económicos de la Reserva Federal);¹⁴⁶ el valor del uso de combustible del año base es el mayor de los datos de 2019 y 2021 para cada combustible.
- Situación Habitual sólo para los HFC: La Enmienda de Kigali reduce de forma significativa la producción y el consumo futuros de HFCs para reducir las emisiones de potentes gases de efecto invernadero HFC con un elevado GWP.¹⁴⁷ Se supone que los HFC se reducen linealmente desde los niveles medios de 2011-2014 en 2022 hasta el 45 por ciento de esos niveles en 2024 y el 85 por ciento de esos niveles en 2035, permaneciendo constantes a partir de entonces. Las emisiones de todos los otros procesos industriales crecen un 2 por ciento anualmente.
- Descarbonización: sin cambios respecto a la situación de referencia.

¹⁴³ U.S. EPA. 2022. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2020*. Disponible en:

<https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2020>

¹⁴⁴ U.S. Census Bureau. 2022. *County Business Patterns* [Table IDs: CB2000CBP and CB1900CBP]. Disponible en:

<https://www.census.gov/data/tables/2019/econ/susb/2019-susb-annual.html>

¹⁴⁵ U.S. EPA. 2019. "U.S. Cement Industry Carbon Intensities." Disponible en: <https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-10/cement-carbon-intensities-fact-sheet.pdf>

¹⁴⁶ (1) International Monetary Fund. October 2022. *World Economic Outlook Database*. Disponible en:

<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2022/October>; (2) Federal Reserve Economic Data. December 27, 2022.

Gross National Income for Puerto Rico for Puerto Rico. Disponible en: <https://fred.stlouisfed.org/series/NYGNNPMKTPCDPRI>

¹⁴⁷ United Nations. (2016). *Amendment to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. Disponible en: https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=IND&mtdsg_no=XXVII-2-f&chapter=27&clang=en



- Huracanes Severos: sin cambios respecto a la base de referencia.
- Crecimiento Económico Alto: partiendo de la previsión de mantenimiento de la tendencia actual, un aumento del 2 por ciento en actividad industrial cada año.
- Crecimiento Económico Bajo: partiendo de la previsión de mantenimiento de la tendencia actual como base de referencia, una disminución del 2 por ciento en el actividad industrial en cada año.

Cautelas y suposiciones:

Es probable que haya imprecisión en las estimaciones de emisiones para el sector de Procesos Industriales y Usos de Productos, particularmente para los subsectores de sustitutos de SAO y semiconductores, que carecen de datos de actividad accesibles y específicos de Puerto Rico, por lo que se basaron en el prorrateo de las estimaciones de emisiones de todo Estados Unidos a Puerto Rico sobre la base del tamaño de la fuerza laboral. Las fuentes de datos ideales incluirían datos proporcionados por los proveedores sobre la cantidad de cada sustancia química sustitutiva de las SAO vendida por cada proveedor en Puerto Rico y datos específicos de las instalaciones sobre la producción de semiconductores.

Las industrias excluidas del análisis también fueron excluidas del análisis del Inventario de 2014 debido a la probable insignificancia de sus emisiones en Puerto Rico. Estas industrias incluyen la fabricación de metales, la fabricación de productos químicos y las aplicaciones de urea, entre otras.

Sector 4: Transporte

El sector del Transporte libera emisiones procedentes de la combustión de combustible para automóviles personales y comerciales, viajes aéreos y viajes marítimos dentro y fuera de Puerto Rico.

Datos de actividad: Los datos de actividad del sector del transporte son la cantidad de combustibles fósiles quemados para actividades de transporte. La AEC revisó y cotejó los datos de la U.S. EIA, el DH y DACO de Puerto Rico, y el Departamento de Transporte de los EE.UU. (Nótese que el Inventario de 2014 incluyó el uso de datos para las emisiones del transporte que ya no están disponibles).

Los datos de uso de combustible para gasolina de motor y combustible de aviación se obtuvieron de los conjuntos de datos de la U.S. EIA sobre el consumo de combustible en Puerto Rico.¹⁴⁸ El consumo de combustible diésel en carretera en el sector del transporte es igual al consumo de combustible de vehículos de motor en toda la economía de Puerto Rico menos su consumo de gasolina de motor específicamente. (Se trata de una metodología de estimación de emisiones basada en el combustible; no se utilizaron estimaciones relativas a los kilómetros recorridos por los vehículos). El consumo de gasóleo marítimo se imputó a partir de los datos estimados de consumo de gasóleo en carretera y de ingresos por impuestos sobre el combustible recopilados por el DH.

El Inventario de Emisiones y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero de EE.UU. para 2020 señala que los datos de la U.S. EIA que utiliza para calcular el consumo total de combustible para aviones incluyen el combustible búnker utilizado para viajes internacionales y, de acuerdo con las directrices del IPCC de 2006, el Inventario de los EE.UU. resta la cantidad estimada de uso internacional de combustible búnker de su

¹⁴⁸ U.S. EIA. 2023. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>

estimación de consumo total de combustible para aviones.¹⁴⁹ El Inventario de Estados Unidos basa su cálculo de los combustibles búnker en datos no publicados obtenidos del Departamento de Defensa y el Departamento de Comercio, estimaciones creadas en una herramienta utilizada por la Administración Federal de Aviación y suposiciones relativas al combustible quemado mientras los buques están en puerto. El Inventario de 2014 incluyó el combustible de todos los viajes aéreos y marítimos salientes, incluidos los combustibles búnker.

La Oficina de Estadísticas de Transporte de los EE.UU. (U.S. BTS) solo pone a disposición datos limitados para Puerto Rico. En 2019 y 2021, la U.S. BTS informa de que el 90 y el 95 por ciento, respectivamente, de las millas recorridas por los pasajeros que salen de Puerto Rico fueron nacionales.¹⁵⁰ A falta de otros datos, AEC deduce el 10 por ciento y el 5 por ciento de todas las emisiones de combustible de aviación para dar cuenta de los combustibles de búnker internacionales. Los datos de la U.S. BTS sobre el Puerto de San Juan (extraídos de los datos de la Autoridad Portuaria de Puerto Rico) registran un tonelaje total de carga como 47 por ciento nacional en 2019 y 49 por ciento nacional en 2020, el último año para el que hay datos disponibles.¹⁵¹ A falta de otros datos, AEC deduce el 53 por ciento y el 51 por ciento de todas las emisiones de diésel marítimo para contabilizar el búnker internacional.

Factores de emisión: El Inventario 2019/2021 utiliza los factores de emisión de la U.S. EPA para la combustión móvil.¹⁵²

Nivel IPCC: El uso de datos de actividad basados en el combustible para las emisiones del transporte es una clasificación de nivel 1 para el transporte por carretera según las directrices del IPCC. (Las emisiones del sector del transporte de nivel 2 requieren datos sobre el consumo específico de determinadas tecnologías: clasificaciones múltiples de automóviles, aviones, barcos, etc.)¹⁵³ La metodología para calcular las emisiones del transporte marítimo no se ajusta a una metodología de niveles del IPCC. Los cálculos de las emisiones de la aviación son de nivel 1. (Las emisiones de la aviación de nivel 2 requerirían el desglose de los datos de vuelo en fases de aterrizaje y despegue y de crucero).¹⁵⁴ Se necesitaría una nueva recopilación de datos para mejorar los cálculos de emisiones del Transporte. Los cálculos de emisiones del nivel 2 de IPCC para el Transporte requieren datos del consumo de combustibles específicos a cada tipo de tecnología: automóviles, motocicletas, escúteres, camionetas, camiones, aviones, barcos, etc.). Para emisiones de la aviación, el nivel 2 requiere el desglose de los datos de vuelo entre las fases de aterrizaje-despegue y de velocidad constante.

¹⁴⁹ U.S. EPA. 2022. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks, Annex 2: Methodology and Data for Estimating CO₂ Emissions from Fossil Fuel Combustion. Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2021-04/documents/us-ghg-inventory-2021-annex-2-emissions-fossil-fuel-combustion.pdf>. p. A-63

¹⁵⁰ United States Department of Transportation (U.S. DOT). N.d. Revenue Passenger-miles (the number of passengers and the distance flown in thousands (000)). Bureau of Transportation Statistics. Disponible en: https://www.transtats.bts.gov/Data_Elements.aspx?Data=1

¹⁵¹ U.S. DOT BTS. N.d. "Port Profiles 2023." Disponible en:

<https://explore.dot.gov/views/PortProfiles2023/HomeDashboard?%3Aembed=y&%3AisGuestRedirectFromVizportal=y>

¹⁵² U.S. EPA Center for Corporate Climate Leadership. 2022. *Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories*. Disponible en: https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-04/ghg_emission_factors_hub.pdf.

¹⁵³ IPCC. 2006. *Chapter 3: Mobile Consumption*. IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf.

¹⁵⁴ Ibid, p. 3.59.

Proyección de los datos de actividad previstos:

- **Situación Habitual:** asume una disminución en el uso de combustible de transporte en proporción a la disminución de la población de Puerto Rico; el valor de uso de combustible del año base es el mayor de los datos de 2019 y 2021 para cada combustible.
- **Descarbonización:** reducción constante del uso de combustibles para el transporte con una tendencia lineal hasta alcanzar cero toneladas de emisiones de CO₂e en 2050.
- **Huracanes Severos:** partiendo de la previsión de mantenimiento de la tendencia actual, se asume una pérdida del 5 por ciento en las importaciones de combustible durante un año de huracanes; se supone que las tormentas azotan cada cinco años por término medio y el impacto medio anual se aplica a todos los años futuros.
- **Crecimiento Económico Alto:** partiendo de la previsión de mantenimiento de la Situación Habitual como base de referencia, un aumento del 2 por ciento en el uso de combustible para el transporte en cada año.
- **Crecimiento Económico Bajo:** partiendo de la previsión de mantenimiento de la Situación Habitual como base de referencia, una disminución del 2 por ciento en el uso de combustibles para el transporte en cada año.

Cautelas y suposiciones:

Cuantificación del uso de gasolina fuera de carretera: El Inventario 2019/2021 no estima el uso de gasolina fuera de carretera, en su lugar asume que todo el uso de combustible de gasolina es para propósitos en carretera. El Inventario de 2014 tampoco estima las emisiones derivadas del uso de gasolina fuera de carretera.

Cuantificación del uso de gasóleo en carretera: Si bien los datos de la U.S. EIA sobre el consumo de combustible en Puerto Rico incluyen el fuelóleo destilado, la cantidad total de fuelóleo (destilado más residual) reportada en los datos de la U.S. EIA es aproximadamente igual al fuelóleo total consumido por el sector de Suministro Eléctrico de Puerto Rico (véase más arriba) según lo reportado por la AEE, más un pequeño margen que se supone es fuelóleo destilado utilizado en generadores residenciales y comerciales. Debido a que las estimaciones de la U.S. EIA sobre el consumo de combustóleo destilado se consideraron demasiado bajas para incluir el uso de diésel relacionado con el transporte (basado en las emisiones estimadas relacionadas con el diésel reportadas en el Inventario de 2014), no se asumió que ningún combustóleo destilado capturado en el conjunto de datos de la U.S. EIA sobre el consumo de combustible en Puerto Rico se utilizara para el transporte. En su lugar, el consumo de combustible diésel para el sector del transporte se estimó obteniendo primero los datos sobre el total de combustible de motor consumido en Puerto Rico cada año del DACO, y luego restando de esa cantidad el consumo estimado de gasolina de motor en Puerto Rico, según los datos de la U.S. EIA sobre el consumo de combustible en Puerto Rico.¹⁵⁵

¹⁵⁵ (1) Puerto Rico DCA. 2022. *Consumption of gasoline*. Disponible en: <https://www.daco.pr.gov/wp-content/uploads/2018/11/Consumo-de-Gasolina-1986-a-actual-13.xlsx>; (2) U.S. EIA. 2023. "Puerto Rico Territory Energy Profile." Disponible en: <https://www.eia.gov/state/print.php?sid=RQ>

Sector 5: Agricultura

El sector Agricultura de Puerto Rico incluye tanto la ganadería como la producción de cultivos. Las emisiones de este sector incluyen:¹⁵⁶

- Emisiones procedentes de los residuos de cultivos y de la quema de cultivos;
- Emisiones procedentes del cultivo del arroz;
- Emisiones del suelo debidas a desechos animales, aplicación de fertilizantes o fijación de nitrógeno;
- Emisiones debidas a cambios en el contenido de carbono del suelo; y
- Emisiones de la gestión ganadera debidas a la fermentación entérica y a la gestión del estiércol.

Datos de actividad: Los únicos datos de actividad de 2019 y 2021 disponibles con respecto a la agricultura de Puerto Rico son los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) para 2019-2021 y 2020 sobre la cantidad de ganado, la cantidad de residuos de cultivos, la cantidad de residuos de cultivos quemados, el área y la cantidad de producción de cultivos y arroz, la superficie total de suelos orgánicos drenados, la cantidad de ganado, la cantidad de estiércol de ganado, la cantidad de fertilizante utilizado por tipo de nutriente, las huellas de las actividades agrícolas, la cantidad de fertilizante utilizado por tipo de nutriente, la cantidad de estiércol de ganado y las emisiones totales desglosadas por actividades individuales.¹⁵⁷ Los datos de la FAO son proyecciones a futuro del último censo agrícola de Puerto Rico, realizado por última vez por el Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas (NASS) del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) en 2017 y programado para realizarse cada cinco años.

Dado que los datos de la FAO ofrecen estimaciones de emisiones de cada gas de efecto invernadero generado por cada actividad agrícola individual, estas estimaciones de emisiones (en toneladas métricas) se utilizaron directamente en el Inventario 2019/2021. Además, como aún no se dispone de las estimaciones de 2021, se utilizan en su lugar las de 2020.

Factores de emisión: El Inventario 2019/2021 utiliza las estimaciones de emisiones de la FAO y no requiere el uso de factores de emisión para el sector Agricultura.¹⁵⁸

Nivel del IPCC: Las estimaciones de emisiones de la FAO se calculan utilizando la metodología de nivel 1 del IPCC.¹⁵⁹ Estas estimaciones se clasifican como nivel 1 porque los datos de la FAO no son fuente específica sobre Puerto Rico. Para lograr cálculos de emisiones del nivel 2 del IPCC, Puerto Rico debe actualizar su censo de agricultura, haciendo disponibles sus resultados dentro de los seis a nueve meses siguientes del momento de realización.

¹⁵⁶ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>. p. 75.

¹⁵⁷ United Nations Food and Agriculture Organization (U.N. FAO). 2023. FAOSTAT. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/>

¹⁵⁸ U.N. FAO. 2023. *Emissions totals*. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/GT>

¹⁵⁹ U.N. FAO. October 2022. *FAOSTAT Domain Emissions Totals: Methodological note*. Disponible en: https://fenixservices.fao.org/faostat/static/documents/GT/GT_e.pdf

Proyección de los datos de actividad previstos:

- Situación Habitual: La FAO publica las emisiones previstas en 2030 y 2050; nuestras proyecciones para los años intermedios (es decir, 2022-2029 y 2031-2041) se calcularon a partir de una interpolación lineal de los datos disponibles en la FAO para 2021, 2030 y 2050.
- Descarbonización: No hay cambios en la actividad y las emisiones del sector Agricultura de Puerto Rico en el escenario de descarbonización.
- Huracanes Severos: No hay cambios en la actividad y las emisiones del sector Agricultura de Puerto Rico en el escenario de huracanes severos.
- Crecimiento Económico Alto: No hay cambios en la actividad y las emisiones del sector Agricultura.
- Crecimiento Económico Bajo: No hay cambios en la actividad y las emisiones del sector Agricultura de Puerto Rico.

Cautelas y suposiciones:

Disponibilidad de fuentes de datos: Los datos de la FAO se basan en proyecciones a futuro de los datos de 2017 y, por lo tanto, no se basan en datos de 2019 y 2021. La AEC buscó sin éxito datos agrícolas anuales más precisos y recientes para 2019 a 2021 en el Departamento de Agricultura de Puerto Rico, la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez y el USDA. AEC también realizó una revisión detallada del Censo de Agricultura de Puerto Rico de 2012 y 2017. Fuentes estadounidenses como la herramienta AgStar de la U.S. EPA no incluyen datos sobre el sector Agricultura de Puerto Rico.

Sector 6: Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

El sector de la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra incluye los bosques, la vegetación y la cubierta terrestre de Puerto Rico que no están relacionados en modo alguno con los cultivos agrícolas, y resulta en emisiones a la atmósfera por la pérdida o descomposición de la vegetación y absorbe gases de efecto invernadero a través de procesos fotosintéticos y el secuestro de carbono del suelo.¹⁶⁰ Por tanto, las emisiones calculadas para este sector son emisiones netas (la suma de las emisiones liberadas y las emisiones absorbidas). Las actividades que producen emisiones en este sector incluyen:

- Cambios en el carbono de los árboles por encima y por debajo del suelo;
- Mortalidad de árboles por incendios forestales; y
- Cambios en el área de bosques, praderas y tierras de cultivo.

Datos de actividad: AEC revisó y cotejó datos de Global Forest Watch, USDA, EVALIDator del Servicio Forestal de EE.UU., National Land Cover Database, Collect Earth, Departamento de Ciencias Geográficas de la Universidad de Maryland, módulo de Land Use, Land Use Change, and Forestry de la Herramienta de Inventario Estatal de la U.S. EPA, U.N. FAO y Banco Mundial.

Los datos de actividad para la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra incluyen datos sobre reservas anuales de carbono arbóreo de EVALIDator, pérdida anual de cubierta arbórea debida a incendios de Global Forest Watch y cambio anual en el área de bosques, praderas, y tierras de cultivo de la U.N. FAO. Los datos de actividad

¹⁶⁰ Ibid, p. 81.

también proceden de la herramienta EVALIDator del Servicio Forestal de EE.UU. (2017 y 2018), e incluyen: masa de carbono por encima del suelo en árboles vivos, masa de carbono por debajo del suelo en árboles vivos y densidad promedio de árboles en tierras forestales.

Factores de emisión: Los datos de emisiones procedentes de la variación interanual del carbono por encima del suelo y del carbono por debajo del suelo no requieren un factor de emisión y se convierten en CO₂ utilizando la relación másica entre CO₂ y C (44/12). Las emisiones procedentes de la pérdida de árboles debido a incendios se calculan utilizando los factores de combustión estacionaria de la EPA para la madera y los datos anuales sobre la densidad promedio de árboles de la herramienta EVALIDator. Las emisiones derivadas de los cambios de superficie de bosques, pastizales y tierras de cultivo se calculan utilizando los factores de emisión del IPCC.¹⁶¹

Cálculo de las emisiones: Las emisiones de la silvicultura y de otros usos de tierra se calculan sumando:

- el cambio en el carbono por encima y por debajo del suelo en árboles vivos (neto de pérdidas de biomasa debidas a incendios) entre un año concreto y su respectivo año anterior (convertido a CO₂);
- el producto de las pérdidas de cubierta arbórea debidas a incendios, la densidad arbórea promedio de los terrenos forestales y el factor de combustión estacionaria de la EPA para la madera; y
- la suma de los cambios en la superficie de bosques, praderas y tierras de cultivo, multiplicada cada una de ellas por su respectivo contenido en carbono orgánico del suelo y convertida a CO₂ mediante la relación másica entre CO₂ y C.

La metodología de cálculo anterior representa un enfoque de "cambio de existencias", según el cual la diferencia en las estimaciones de existencias de carbono en dos puntos en el tiempo se utiliza para calcular las emisiones de una reserva forestal de carbono.¹⁶²

Nivel IPCC: El uso de datos forestales y de uso de la tierra específicos de cada país, pero con factores de emisión por defecto, da lugar a cálculos de Nivel 1 para los cálculos del Inventario 2019/2021 (el Nivel 2 requeriría tanto datos específicos a nivel de país como factores de emisión).¹⁶³

Proyección de los datos de actividad previstos:

- Los cambios en la biomasa por encima y por debajo del suelo, las pérdidas de cubierta arbórea debidas a incendios y los cambios en la superficie forestal aumentan en función de la tasa media de crecimiento de la cubierta forestal entre 2011 y 2017 en los datos de la FAO de las Naciones Unidas.
- Situación Habitual: La superficie forestal de Puerto Rico creció un promedio de 3,621 hectáreas al año en todos los años desde 2011 hasta 2017, luego cayó 11,304 hectáreas un solo año (2017 a 2018) debido a los daños del huracán María. En 2019, 2020 y 2021, las tierras forestales cayeron otras 12,562

¹⁶¹ IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 2. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf.

¹⁶² McRoberts, R., E. Næsset, T. Gobakken. 2018. "Comparing the stock-change and gain-loss approaches for estimating forest carbon emissions for the aboveground biomass pool." *Canadian Journal of Forest Research*. Disponible en: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/57361>.

¹⁶³ Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., y Tanabe, T. 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use*. IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf. P. 4.12.



hectáreas. En 2022, sin embargo, los datos preliminares sugieren un crecimiento en las tierras forestales de Puerto Rico. Siguiendo esta tendencia más optimista, las proyecciones de crecimiento de tierras forestales de Situación Habitual imitan las tendencias de crecimiento anual observadas en el período de 2011 a 2017, creciendo 3,621 hectáreas cada año. También se supone que los cambios en los pastizales y las tierras de cultivo siguen sus respectivos cambios medios de 2011 a 2017 en los datos de la FAO de las Naciones Unidas (-2,923 hectáreas al año y -430 hectáreas al año, respectivamente). Los cambios en la biomasa por encima y por debajo del suelo, las pérdidas de cubierta arbórea debidas a incendios y la superficie de suelo aumentan al ritmo medio de crecimiento de la cubierta forestal de 2011 a 2021 (excluido 2017) en los datos de Global Forest Watch.

- **Descarbonización:** Se supone que la cobertura forestal total de Puerto Rico crece al doble del ritmo habitual (es decir, 7,243 hectáreas al año). La tasa de crecimiento resultante de la cobertura forestal total se aplica a todos los datos de actividad, lo que se traduce en un aumento de la biomasa por encima y por debajo del suelo, de la pérdida de cubierta arbórea debida a incendios y de la superficie de pastizales. No se prevén cambios en el crecimiento de la superficie de tierras de cultivo.
- **Huracanes Severos:** El Inventario 2019/2021 asume que un huracán o huracanes severos—comparables en sus impactos sobre la cobertura forestal a los huracanes María e Irma en 2017— azotan Puerto Rico cada tres años a partir de 2022. Se supone que los huracanes reducirán la cobertura forestal total al mismo ritmo—en tres años—que los huracanes María e Irma causaron en un año (2.1 por ciento en tres años, o 0.42 por ciento por año). La disminución resultante de la cobertura forestal total se aplica a todos los datos de actividad forestal, lo que resulta en una menor magnitud de la biomasa por encima y por debajo del suelo y la pérdida de cubierta arbórea debido a los incendios, así como un aumento (en lugar de una disminución) de la superficie total de praderas. Mientras es probable que huracanes severos impacten el área total de tierras de cultivo y causen que algunas haciendas dejen de existir, no es claro si esa tierra permanezca como tierra de cultivo pero barbecho, o si se cambie a pradera o a tierra forestal, o si se transforme en desarrollo urbano. Por esta ambigüedad, no se prevén cambios en el crecimiento de la superficie de tierras de cultivo.
- **Crecimiento Económico Alto:** sin cambios respecto a la situación de partida.
- **Crecimiento Económico Bajo:** sin cambios respecto a la situación de partida.

Advertencias y supuestos:

Fuentes de datos: Una fuente de datos de actividad que contabilice de forma exhaustiva las emisiones de otros tipos de uso de la tierra -tanto en sí mismos como en relación con la superficie forestal—en Puerto Rico o los impactos de las emisiones derivados de los cambios en otros tipos de uso de la tierra (así como la extensión de “tierras gestionadas”—es decir, tierras en las que las intervenciones y prácticas humanas afectan a la ecología de los tipos de tierra¹⁶⁴) no existe. El objetivo es lograr—en el sector Silvicultura y Otros Usos de la Tierra, así como en el sector Agricultura—una cobertura lo más completa posible de las emisiones y/o absorciones del uso de tierra, cambios al uso de tierra, y silvicultura. Los datos examinados incluyen la base

¹⁶⁴ IPCC. *Glossary*. Disponible en: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/06/19R_V0_02_Glossary_advance.pdf. p. G.11.

de datos National Land Cover Database del Servicio Forestal de los EE.UU.¹⁶⁵ y Collect Earth.¹⁶⁶

Sustitución de los datos de reservas de carbono forestal en 2014 y 2019: los datos del EVALIDator tienen valores poco fiables¹⁶⁷ para 2014 y 2019 y no hay datos para 2021 debido al pequeño tamaño de las muestras de las parcelas. Por ello, AEC imputa estos valores utilizando los datos disponibles para otros años (véase más abajo para más detalles). La herramienta EVALIDator no contiene y/o no permite el acceso a datos específicos de Puerto Rico sobre carbono por encima y por debajo del suelo en árboles muertos en pie, carbono en tocones, raíces gruesas, restos leñosos gruesos, hojarasca o suelo orgánico. Para los años con datos erróneos debido a tamaños de muestra pequeños (como 2014 y 2019), AEC imputó la biomasa aérea y subterránea en árboles vivos y la densidad arbórea promedio en estos años utilizando los valores promedios de la variable en cuestión para los valores de reservas de carbono y densidad de 2014 (tomando un promedio de los valores de 2011 a 2013) y proyectando hacia adelante los valores de 2018 basándose en los cambios interanuales en la cobertura forestal notificados por los datos de Global Forest Watch.

Cálculo de las reservas de carbono para 2020 y 2021 y datos sobre la densidad promedio de los árboles: A falta de datos actuales sobre la biomasa y la superficie forestal por encima y por debajo del suelo en 2021, el Inventario 2019/2021 imputa los datos de 2021 arrastrando las tasas de crecimiento correspondientes en los datos de la cubierta arbórea total de Global Forest Watch.

Contabilización de futuros huracanes: Las proyecciones de la Situación Habitual y las imputaciones de datos de actividad de AEC no tienen en cuenta las tasas de cambio en las reservas de carbono, las densidades de cobertura forestal o la superficie total en el año inmediatamente posterior a una gran tormenta severa (por ejemplo, la tasa de cambio entre 2017 y 2018 tras los huracanes María e Irma). (En cambio, los impactos de las tormentas severas se representan en la proyección del escenario de Tormentas Severas). Los huracanes María e Irma son visibles en los datos de actividad disponibles. Por ejemplo, hay una gran caída en la cobertura total de árboles entre el inicio de 2017 y el inicio de 2018 en los datos de la FAO de las Naciones Unidas. En los datos de reservas de carbono, hay una caída visible -aunque más modesta en relación con los cambios en las reservas de carbono antes del huracán- de 2017 a 2018.

Incendios forestales: Para evitar la doble contabilización de las emisiones atribuidas a los incendios forestales y a los cambios en el carbono sobre el suelo, el cambio en el carbono sobre el suelo excluye las pérdidas asociadas a los incendios forestales, que se determinan multiplicando el cambio anual por 1 menos la relación entre la pérdida de cubierta arbórea por incendios y la pérdida total de cubierta arbórea (ambos datos proceden de Global Forest Watch).

Bosques urbanos: No existe un conjunto de datos que contenga información sobre la cobertura forestal urbana en Puerto Rico. El Inventario de 2014 se basó en los datos de cobertura de árboles urbanos de 2001 en Gainesville, Florida y en Atlanta, Georgia para estimar la cobertura de árboles en Puerto Rico.¹⁶⁸ Estos datos

¹⁶⁵ USGS. 2018. *National Land Cover Database*. Disponible en: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/national-land-cover-database>.

¹⁶⁶ Collect Earth. "Collect Earth: Augmented Visual Interpretation for Land Monitoring." Disponible en: <https://openforis.org/tools/collect-earth/>.

¹⁶⁷ El tamaño de la muestra (número de terrenos) en 2014 y 2019 son menos que en otros años y resultan en valores atípicos, relativo a otros años.

¹⁶⁸ Nowak, D.J., et al. July 2013. "Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States." *Environmental Pollution* 178, pg. 229-236. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749113001383>



no sólo son de un área geográfica diferente, sino que también tienen más de 20 años. Mientras se buscaron fuentes alternativas, solamente una fuente con relevancia mínima se encontró: Un estudio en 2011 sobre la cobertura de manglares urbanos en la cuenca de la Bahía de San Juan estimó que 11.8 por ciento del área de la cuenca se cubría con manglares.¹⁶⁹ Sin embargo, estos datos no están completos para la ciudad entera de San Juan y, por eso, no se utilizaron. A falta de datos de actividad más precisos, emisiones y los sumideros de los bosques urbanos se omiten de los cálculos presentados para el sector de Silvicultura y Otros Usos de Tierra.

Sector 7: Gestión de Residuos

El sector de Gestión de Residuos incluye tanto la gestión de residuos sólidos (por ejemplo, vertederos y compostaje) como el tratamiento de aguas residuales (por ejemplo, instalaciones de tratamiento, sistemas sépticos, letrinas y uso de gasóleo para gestionar los lodos).¹⁷⁰ La gestión de residuos sólidos libera CH₄ por la quema de gas capturado en vertederos abiertos y cerrados y libera emisiones de CH₄ y N₂O por el compostaje de residuos vegetales y lodos;¹⁷¹ en 2001, el 83 por ciento de los lodos de Puerto Rico fueron a parar a vertederos.¹⁷² Los métodos de gestión de las aguas residuales liberan emisiones de CH₄ y N₂O durante el proceso de tratamiento biológico de las aguas residuales, así como de N₂O durante los procesos de nitrificación y desnitrificación.¹⁷³

Datos de actividad: AEC revisó y cotejó los datos de la ADS y la AAA, el Sistema Nacional de Eliminación de Descargas Contaminantes (NPDES) de la U.S. EPA, la Herramienta de Carga de Contaminación del Agua, el Programa de Divulgación de Metano en Vertederos (LMOP) y los resultados del modelo LandGEM para cada vertedero. El modelo LandGEM tiene en cuenta las emisiones de CH₄ de los vertederos abiertos y cerrados.

La ADS y la AAA de Puerto Rico proporcionaron datos sobre la cantidad de desechos sólidos, emisiones, cantidad reciclada, cantidad compostada y cantidad depositada en vertederos. Los estados de los vertederos activos se actualizan a partir de 2022, y los datos sobre el total de residuos aceptados por año, así como el total de emisiones de gases de efecto invernadero de los vertederos cada año fueron proporcionados por la ADS.¹⁷⁴ Sólo se facilitaron datos sobre el compost para el año 2022, por lo que este mismo valor se aplicó a los años 2019 y 2021 a falta de datos de actividad para estos años.¹⁷⁵

Los datos sobre la cantidad de aguas residuales (datos mensuales de 2009 a 2023) procesadas por cada instalación de tratamiento de aguas residuales en Puerto Rico, así como el tipo de tratamiento realizado en

¹⁶⁹ Brandeis, T.J., et al. 2014. *San Juan Bay Estuary watershed urban forest inventory*. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station. Disponible en: <https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/45759>

¹⁷⁰ Estado Libre Asociado de Puerto Rico. 2014. *Puerto Rico Greenhouse Gases Baseline Report*. Disponible en: <https://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Puerto-Rico-GHG-2014.pdf>. p. 86.

¹⁷¹ Ibid, p. 86.

¹⁷² De Jesus, M.E. June 2001. *Sludge Management in Puerto Rico: Present y Future*. Massachusetts Institute of Technology. Disponible en: <http://web.mit.edu/watsan/Docs/Student%20Theses/Puerto%20Rico/DeJesus2001.pdf>

¹⁷³ Campos, J. D. Valenzuela-Heredia, D., Pedrouso, A., Val del Río, A., Belmonte, M., y Mosquera-Corral, A. 2016. "Emisiones de gases de efecto invernadero from Wastewater Treatment Plants: Minimization, Treatment, y Prevention. *Journal of Chemistry*. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2016/3796352/>.

¹⁷⁴ Title V Landfill Emission Reports para los siguientes 12 vertederos en Puerto Rico: Arecibo, Carolina, Fajardo, Guaynabo, Humacao, Juncos, Mayagüez, Ponce, Salinas, San Juan, Toa Alta, y Toa Baja. Fuente: Comunicaciones directas con V.I. Marrero, DRNA

¹⁷⁵ Comunicaciones directas con M. V. Rodriguez, Directora del Área de Control de Contaminación Terrestre de Puerto Rico

cada instalación, fueron proporcionados por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados.¹⁷⁶ Para calcular los factores de emisión, los datos específicos de cada instalación sobre el límite diario de demanda biológica orgánica (DBO) y el contenido en nitrógeno de las aguas residuales se obtuvieron de la página web del NPDES, que publica los permisos de explotación con los datos pertinentes de cada instalación.¹⁷⁷ En el caso de que faltaran datos (dos instalaciones carecían de límites de nitrógeno), se asumieron valores basados en instalaciones con contenidos de DBO comparables. Aproximadamente, el 45 por ciento de los hogares de Puerto Rico carecen de servicio municipal de alcantarillado y, en su lugar, utilizan sistemas sépticos o métodos más informales de eliminación de aguas residuales.¹⁷⁸ Para tener en cuenta las emisiones de estas aguas residuales no contabilizadas, AEC aumentó las emisiones de los sistemas municipales de aguas residuales en 1,8 para aproximarse a las emisiones totales de aguas residuales.

Factores de emisión: El Inventario 2019/2021 utiliza los factores de emisión de compost y aguas residuales de las directrices del IPCC.¹⁷⁹

Nivel IPCC: Dado que se facilitaron a nuestro equipo datos sobre emisiones de vertederos, estos datos se utilizaron directamente en lugar de utilizar datos de actividad y la metodología de niveles del IPCC. Para los residuos compostados, se utilizó la metodología de nivel 1. Para las aguas residuales, el IPCC solo proporciona un único método para calcular las emisiones de aguas residuales, una versión modificada del cual se utilizó para el cálculo de las emisiones de aguas residuales en el Inventario 2019/2021.

Proyección de los datos de actividad previstos:

- Situación Habitual: se supone una disminución de la producción de residuos en proporción a la disminución de la población puertorriqueña; el año base de residuos es el mayor de los datos de 2019 y 2021 para cada combustible.
- Descarbonización: sin cambios respecto a la línea de base.
- Huracanes Severos: sin cambios respecto a la base de referencia.
- Crecimiento Económico Alto: sin cambios respecto a la situación de partida.
- Crecimiento Económico Bajo: sin cambios respecto a la situación de partida.

Cautelas y suposiciones:

Residuos industriales: Los residuos industriales sólidos no se contabilizan en el Inventario 2019/2021 debido a la falta de datos: Aunque las directrices del IPCC incluyen estimaciones por defecto de la DBO de aguas residuales para diferentes subsectores industriales, no se dispone de los datos de producción subyacentes necesarios para calcular las cantidades de aguas residuales. Se asumió que todas las aguas residuales industriales estaban incluidas en la cantidad total de agua procesada en las plantas de tratamiento de aguas

¹⁷⁶ Comunicaciones directas con H. Pérez de la AAA de Puerto Rico.

¹⁷⁷ (1) U.S. EPA. April 13, 2023. "Puerto Rico NPDES Permits." Disponible en: <https://www.epa.gov/npdes-permits/puerto-rico-npdes-permits>; (2) Comunicaciones directas con H. Perez de la AAA de Puerto Rico; (3) IPCC. 2006. IPCC Guidelines, Volume 5, Chapter 6.10 "Wastewater Treatment and Discharge" IPCC. Disponible en: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf. Tabla 6.2, Tabla 6.3, Ecuación 6.7.

¹⁷⁸ Comunicaciones internas con el Panel de Expertos.

¹⁷⁹ World Resources Institute. 2014. *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories*. Disponible en: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards/GHGP_GPC_0.pdf. pg. 95, 101-103



residuales de Puerto Rico.

Residuos procedentes de la generación de energía y de la incineración: Los residuos procedentes de procesos de generación de energía e incineración no se incluyen en el Inventario por falta de datos.

Quema de gas de vertedero: Se asumió que las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la quema de gas de vertedero ya se habían contabilizado y eliminado de los datos de emisiones recibidos de la ADS.

VI. Conclusión

A medida que Puerto Rico avanza hacia la descarbonización, deben abordarse varios obstáculos y retos para facilitar mejor los cambios en las actividades productoras de emisiones de gases de efecto invernadero en sus islas. Puerto Rico ha aprobado leyes firmes que exigen una reducción rápida y sustancial del dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero y ha puesto en marcha procesos de planificación dirigidos nada menos que a la transformación de sus sectores más emisores, la producción de energía y el transporte, pero no logra alcanzar los objetivos de descarbonización establecidos en la ley climática de Puerto Rico de 2019. Alcanzar sus ambiciosos y necesarios objetivos requerirá nuevos esfuerzos en unas pocas áreas críticas: mejor recopilación de datos, aumento de los informes de progreso climático, repriorización en la reconstrucción de su sector eléctrico y un nuevo enfoque en la planificación del transporte.

1. *Recolección de datos*

La elaboración de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero precisos y oportunos en Puerto Rico se ve muy dificultada por las limitaciones de sus procesos de recopilación y verificación de datos. La calidad de los datos subyacentes de varios sectores presentados en este inventario es deficiente, pero podría mejorarse considerablemente en futuros inventarios de Puerto Rico si se toman medidas concretas de inmediato para mejorar la recopilación de datos.

Informes anuales obligatorios: Debería exigirse a los organismos pertinentes que presentaran antes del 31 de marzo de cada año una lista específica de datos sobre emisiones y actividades correspondientes al año anterior. Estos datos deberían publicarse en línea en la página web pública del Inventario de Estadísticas de Puerto Rico. La presentación de datos anuales obligatorios debería incluir:

- AEE: Consumo de combustible y compras de energía.
- ATM: Compras de combustible marítimo.
- Departamento de Transporte y Obras Públicas (DTOP): Consumo de gasolina y gasóleo en carretera.
- DH: Ingresos fiscales de ventas de combustible de aviación y marítimo.
- BDE: Producción y ventas de cemento en Puerto Rico.
- DRNA Área de Control de Contaminación Terrestre: Emisiones de vertederos Título V y cantidades de desechos.
- AAA: Cantidades de tratamiento de aguas residuales.

Nueva recolección de datos: En la actualidad, no se recogen datos de actividad para algunas industrias productoras de Procesos Industriales y para la Agricultura, la Silvicultura y Otros Usos de Tierra, así como para la Gestión de Residuos. Deberían instituirse nuevos procesos de recopilación de datos para la recogida anual de estos datos y su comunicación en el sitio web del Inventario de Estadísticas. Estos datos deberían estar listos y disponibles cada primavera para el inventario anual de gases de efecto invernadero del año anterior que exige la ley. La nueva recogida de datos debería incluir:

- Consumo de combustible para uso directo y transporte datos anuales de empresas importadoras y distribuidoras.



- Datos anuales de producción y venta de semiconductores procedentes de instalaciones industriales.
- Producción y consumo de sustitutos de SAO datos anuales de instalaciones industriales.
- Resultados del censo agrícola realizado anualmente por el Departamento de Agricultura de Puerto Rico y el USDA.
- Silvicultura y otros usos de tierra y cambios en el uso del suelo datos anuales del Departamento de Agricultura de Puerto Rico y del USDA.
- Estudio de categorización de residuos realizado al menos una vez cada cinco años (el último estudio se realizó en 2003) por la ADS.

Verificación de datos mejorada: Los actuales procesos de recopilación de datos de Puerto Rico para el transporte y los combustibles directos son defectuosos, lo cual da lugar a profundas diferencias en las cantidades estimadas de consumo de combustible publicadas por la U.S. EIA y (por separado) varias agencias puertorriqueñas. Una auditoría interna en toda la isla de la recopilación y el procesamiento de datos de consumo de combustible es esencial para permitir una estimación fiable de las emisiones. Tal auditoría compararía y resolvería diferencias entre fuentes de datos. Los datos de Agricultura y Silvicultura y Otros Usos de Tierra carecen de fuentes actualizadas: Estos datos deben recopilarse con mayor frecuencia.

Mayor credibilidad de las previsiones: La credibilidad de las proyecciones de emisiones depende totalmente de la calidad de las previsiones socioeconómicas (población, empleo, crecimiento económico, otras métricas de bienestar) disponibles y de su grado de especificidad con respecto al inventario en cuestión. Para mejorar las proyecciones de emisiones, Puerto Rico necesita previsiones socioeconómicas creíbles elaboradas y aprobadas por expertos locales.

Afrontar la incertidumbre de los datos y las previsiones: Cada inventario de emisiones presenta las mejores estimaciones basadas en los datos disponibles. Las emisiones históricas, así como las previsiones de emisiones, están sujetas a incertidumbres sustanciales. En el caso del inventario 2019/2021 de Puerto Rico, la mayor fuente de incertidumbre radica en la mala calidad de los datos subyacentes para los sectores de Combustible Directo y Transporte. (Los efectos de la mala calidad de los datos en los sectores de Procesos Industriales, Agricultura, Silvicultura y Otros Usos d Tierra, y Gestión Residuos se ven mitigados por la escala relativa de las emisiones de estos sectores). La incertidumbre derivada de la calidad de los datos es difícil de representar cuantitativamente; los errores relevantes probablemente son de precisión más que de exactitud. La mejor solución para reducir estas incertidumbres es mejorar la recogida y verificación de datos.

2. Atraso en los objetivos de reducción de emisiones para 2025

La ley climática de Puerto Rico de 2019 obliga a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 50 por ciento para 2025, pero sólo se ha logrado una reducción del 36 por ciento para 2021. Las reducciones de emisiones restantes requerirían una planificación cuidadosa y una aplicación acelerada, incluso si el objetivo fuera lograrlas para 2030 o más tarde.

Planificación climática con medidas detalladas de reducción de emisiones: Puerto Rico necesita un plan climático detallado que establezca medidas específicas, programas, calendarios, costos y otros impactos necesarios para alcanzar sus objetivos de reducción de emisiones para 2025. Cada cinco años debería publicarse un plan climático multisectorial—diseñado con aportaciones públicas y la autorización de los cargos electos—



con informes de progreso publicados anualmente.

Información pública sobre los avances en la reducción de emisiones: La responsabilidad pública en la descarbonización requiere objetivos claros y mensurables, junto con informes anuales sobre los progresos realizados en la consecución de dichos objetivos.

3. Repriorización del sector eléctrico

La legislación puertorriqueña también exige la eliminación de los combustibles fósiles en el sector energético para 2030 y la consecución del 100 por ciento de energía renovable para 2050. En 2022, sólo el 3 por ciento de la generación eléctrica de Puerto Rico era renovable, y el Plan Integrado de Recursos (PIR) de 2019 de la AEE preveía la adición de nuevas centrales eléctricas de gas natural hasta 2028, con 1.2 GW de nuevo gas previstos entre 2021 y 2028. El PIR de la AEE no informa sobre las emisiones de gases de efecto invernadero del sector eléctrico, sino que informa sobre las tasas de emisión promedio por unidad de electricidad producida y ofrece planes que no se acercan a la eliminación de los combustibles fósiles en su mezcla de generación.

Un PIR de la AEE nuevo y con nuevas prioridades: Se necesita un documento de planificación integral—alineado con la ley climática de Puerto Rico de 2019—para lograr las reducciones de emisiones necesarias en el sector de Suministro Eléctrico y hacer posible la descarbonización a través de la electrificación en los sectores del Transporte y Combustible Directo.

4. Nueva planificación del transporte

El plan de transporte a largo plazo de Puerto Rico para 2018 no es coherente con sus objetivos de reducción de emisiones para toda la economía. Los vehículos eléctricos se mencionan como punto de debate en las conclusiones del plan, pero no forman parte del ejercicio de modelado detallado presentado en el informe. La reducción de emisiones en toda la isla requerirá cambios en el sector del transporte pero, hasta ahora, no se ha desarrollado ningún plan para implementar esa transformación, ni siquiera a pequeña escala o a escala exploratoria.

Planificación del transporte para reducir las emisiones: Esta importante laguna en el progreso de reducción de emisiones de Puerto Rico podría cerrarse mediante el desarrollo de un plan climático detallado junto con un nuevo plan de transporte a largo plazo que incluya la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como uno de sus objetivos principales.

Apéndice A: Panel de Expertos

Félix Aponte Ortiz

Universidad de Puerto Rico

Félix Aponte Ortiz es profesor jubilado de la Universidad de Puerto Rico, Escuela Graduada de Planificación. Es Planificador y Químico Profesional Licenciado en Puerto Rico donde, por más de tres décadas, ha trabajado en el tema del calentamiento global y consecuentes cambios en el clima, tanto académica como profesionalmente. En su carrera ha trabajado en varias agencias y Corporaciones del Gobierno de Puerto Rico en funciones académicas, ejecutivas y científicas. Entre estas, ha sido Miembro de la Junta de Directores de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) por seis años. El Sr. Aponte Ortiz también participó en el desarrollo del primer Inventario de Gases de Invernadero de Puerto Rico en 1976.

Juan Declat-Barreto

Unión de Científicos Conscientes (UCS)

Juan Declat-Barreto es científico social y ambiental especializado en investigar y solucionar desigualdades socioambientales. Fue especialista en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el Departamento de Calidad Ambiental de Arizona, donde desarrolló inventarios de emisiones atmosféricas en cumplimiento de las protecciones de calidad del aire, así como un inventario de emisiones atmosféricas para la frontera entre EUA y México. Recientemente publicó un artículo revisado por pares donde evaluó el aumento potencial de HAPs (Hazardous Air Pollutants - contaminantes atmosféricos peligrosos) a raíz de la derogación de la política pública que los regulaba. Al presente, es científico social en vulnerabilidad climática para la Unión de Científicos Conscientes.

Ryan Deosaran

Greenhouse Gas Management Institute (GHGMI)

Ryan Deosaran es Director de Programas en el Instituto de Gestión de Gases de Efecto Invernadero (GHGMI) con el Centro de Medición, Reportaje, y Verificación Cooperativo Caribeño (MRV Hub). Apoya el desarrollo de herramientas y documentos de dirección para Inventarios de gases de efecto invernadero y Sistemas MRV, asiste en iniciativas de creación de capacidad regional como mentor/instructor enseñando las Pautas del IPCC de 2006. También apoya al Director del Proyecto del MRV Hub en la ejecución de sus actividades técnicas y funciones directivas y se dedica y apasiona por trabajar para mejorar la capacidad técnica de expertos regionales en los temas de Inventarios de gases de efecto invernadero y de Finanzas, Transferencia de Tecnología, y Crecimiento de Capacidad (FTC).

Ivonne del C. Díaz-Rodríguez

Universidad de Puerto Rico

La Dra. Ivonne del C. Díaz-Rodríguez posee un doctorado en economía ambiental y de recursos naturales, y una maestría en economía, de Ohio State University. Es catedrática en el Departamento de Economía del Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico, donde dicta cursos de microeconomía, economía ambiental y



de recursos naturales, y economía ecológica. Ha dictado cursos especiales sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la economía azul y sobre los conflictos ambientales en Puerto Rico. Es coautora del Índice de Bienestar Económico Sostenible para Puerto Rico (IBES); y ha escrito ensayos sobre la economía ecológica, las economías para el bienestar, y los impactos del cambio climático catastrófico.

Ernesto Díaz

Tetra Tech, Inc.

Ernesto Díaz es un Director Regional en Tetra Tech, Inc., así como el Coordinador del Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico. Previamente, el Sr. Díaz sirvió 25 años como Director de la Oficina de Gestión Costanera y Cambio Climático y como Secretario Adjunto y Administrador del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA). Posee títulos en Oceanografía y Ciencias Marinas de Shoreline College, WA, y de la Universidad de Puerto Rico, así como una maestría en el Manejo de la Ingeniería Ambiental de la Universidad Politécnica de Puerto Rico y estudios de posgrado en la Energía y Medio Ambiente en la Universidad de Florida. El Sr. Díaz también fue coautor y líder de Capítulo del Cuarto Informe de Evaluación Climática Nacional, coautor y editor del primer Informe del Estado del Clima de Puerto Rico (2013), de la *Ruta hacia la Resiliencia: Guía de Estrategias para la Adaptación a los Cambios Climáticos* de Puerto Rico (2014), y del último informe del Estado del Clima de Puerto Rico publicado en 2022.

William Gould

USDA Climate Hubs: Forest Service

William A. Gould es Líder Nacional de los Centros Climáticos del USDA (Departamento de Agricultura de los EE.UU.) y Ecologista Investigador del Servicio Forestal del USDA. Trabaja en el Instituto Internacional de Dasonomía Tropical del Servicio Forestal del USDA en San Juan, Puerto Rico. Los Centros Climáticos del USDA son una colaboración única entre las agencias del departamento. El Servicio de Investigación Agrícola y el Servicio Forestal dirigen y albergan/patrocinan diez Centros Regionales sobre el Clima, con contribuciones de muchas agencias. Desarrollan y brindan ciencia, herramientas y divulgación comunitaria para reducir los riesgos del cambio climático y mejorar la sostenibilidad de la silvicultura y la agricultura.

Nancy Harris

World Resources Institute (WRI)

Nancy Harris es Directora de Investigaciones de Global Forest Watch (GFW) y del Land & Carbon Lab (LCL) en el World Resources Institute en Washington, D.C. GFW y LCL proveen datos e información mejorados sobre los terrenos del mundo al combinar las tecnologías de avanzada con colaboraciones sobre el terreno. La Sra. Harris trabaja en identificar prioridades de investigaciones temáticas y geográficas y dirige la adquisición y generación de nuevos datos y contenido analítico. También apoya esfuerzos de desarrollo de capacidades a nivel de país y colabora con socios para producir y comunicar investigaciones relevantes para las políticas que avanzan aún más la comprensión global de los impulsores críticos y dinámicas del cambio de la cubierta terrestre y las dinámicas del carbono asociadas.



Juan Rosario

AMANESER 2025

Juan Rosario trabaja para la Alianza para la Gestión Sostenible de Recursos (AMANESER 2025), una red de organizaciones de base cuyo propósito es promover la sostenibilidad en Puerto Rico. Posee un Bachillerato en ciencias (B.Sc.) del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico y maestría en ciencias (M.Sc.) con una especialidad en Salud Ambiental de la Escuela de Salud Pública del Recinto de Ciencias Médicas. Como parte de sus tareas profesionales, ha trabajado con múltiples plataformas con información y datos sobre inventarios de diferentes sustancias. Entre éstos se encuentran análisis de datos sobre la generación de electricidad así como estudios de composición de residuos sólidos. Colaboró en redactar la Ley de Reducción y Reciclaje y presentó una Tesis sobre los residuos sólidos en Puerto Rico. Fue representante electo de los consumidores en la Junta de Gobierno de la Autoridad de Energía Eléctrica (AEE).

Sarah Simon

Apple Creek Associates

Sarah J. Simon, P.E. trabajó en la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (U.S. EPA) en Boston por 10 años en los programas de permisos y aire. Evaluó pedidos de emergencia para relajaciones de reglas de azufre durante la crisis de petróleo de 1978 y recopiló un informe del uso de combustibles y emisiones para todas las estaciones de generación eléctrica en Nueva Inglaterra. La Sra. Simon pasó a ser Subdirectora del programa de Calidad del Aire del Massachusetts DEP, y manejó inventarios de emisiones, bases de datos, modelados de dispersión, y el monitoreo del aire. En su trabajo consultor subsecuente, desarrolló solicitudes de permisos, administró planes de gases de efecto invernadero, y subcontrató con el Landfill Methane Outreach Program de la U.S. EPA. Recientemente, la Sra. Simon trabajó como Gerente de Cumplimiento Ambiental en una compañía que opera estaciones de generación de gas proveniente de vertederos en 10 estados incluyendo California. Ella estaba a cargo de reportar estas instalaciones a las comisiones de utilidades estatales, asistir a los operadores con el cumplimiento, y reportar energía, emisiones, y créditos de energía renovable.

John Venezia

ICF, Climate Planning

John Venezia tiene 25 años de experiencia en temas del cambio climático, especializándose en el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero, el diseño de pautas de mediciones, reportaje y verificación de gases de efecto invernadero, y el análisis de los costos y los potenciales de reducción de estrategias de mitigación. Es un líder sénior en la división de la Planificación Climática de ICF, trabajando con clientes para apoyar sus esfuerzos por descarbonizar y adoptar prácticas más sostenibles. Como parte de la Lista de Expertos del UNCCC, el Sr. Venezia es un experto internacionalmente reconocido en emisiones de gases de efecto invernadero del sector de energía e inventarios de gases de efecto invernadero nacionales. Ha desarrollado y revisado inventarios de gases de efecto invernadero a los niveles nacionales, estatales, locales, y corporativos.

Apéndice B: Tablas de datos para la isla entera y sectores específicos

Resultados de la isla entera

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-1. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual: Referencia)

Escenario - Situación Habitual [□]		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	31,834,291	32,964,025	32,379,154	31,759,973	31,199,289	27,339,389	26,750,287	26,137,683	25,517,011	24,888,455	24,255,621	23,625,281	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	28,257,022	27,652,109	27,099,327	23,274,026	22,714,667	22,153,140	21,584,392	21,008,586	20,428,938	19,851,481	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,631,779	3,609,173	3,592,639	3,564,753	3,530,256	3,478,310	3,425,523	3,371,914	3,317,857	3,264,056	
	N ₂ O	332,619	345,175	357,187	367,650	378,317	373,623	380,380	383,239	386,076	388,890	391,694	394,512	
	SF ₆	41,611	41,673	41,058	40,596	40,216	39,843	39,474	39,109	38,749	38,396	38,054	37,733	
	NF ₃	5,382	5,446	5,666	5,895	6,133	6,381	6,639	6,907	7,186	7,477	7,779	8,093	
	HFC-23	3,752	3,737	3,657	3,577	3,497	3,417	3,336	3,256	3,176	3,096	3,016	2,936	
	HFC-32	72,610	84,598	82,785	80,972	79,160	77,347	75,534	73,721	71,908	70,096	68,283	66,470	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	603,310	590,098	576,887	563,676	550,465	537,254	524,043	510,832	497,620	484,409	
	HFC-134a	608,475	466,127	456,138	446,150	436,161	426,173	416,185	406,196	396,208	386,219	376,231	366,242	
	HFC-143a	338,247	287,284	281,128	274,971	268,815	262,659	256,503	250,347	244,191	238,035	231,879	225,723	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,008	6,855	6,701	6,548	6,394	6,241	6,087	5,934	5,780	5,627	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,749	8,062	8,388	8,727	9,079	9,446	9,828	10,225	10,638	11,067	
	C ₃ F ₈	877	780	812	845	879	914	951	990	1,030	1,071	1,114	1,160	
C ₄ F ₈	549	514	535	557	579	602	627	652	678	706	734	764		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-2. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO₂e)	31,834,291	32,964,025	32,949,735	32,318,614	31,747,038	27,810,276	27,210,028	26,586,113	25,953,985	25,313,832	24,669,324	24,027,355	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	28,822,458	28,205,692	27,642,099	23,740,536	23,170,112	22,597,354	22,017,231	21,429,909	20,838,666	20,249,660	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,632,727	3,610,104	3,593,553	3,565,437	3,530,924	3,478,962	3,426,158	3,372,532	3,318,458	3,264,639	
	N ₂ O	332,619	345,175	358,720	369,157	379,800	374,776	381,509	384,344	387,156	389,946	392,726	395,519	
	SF ₆	41,611	41,673	41,879	41,408	41,021	40,640	40,264	39,891	39,524	39,164	38,816	38,488	
	NF ₃	5,382	5,446	5,780	6,013	6,256	6,509	6,772	7,045	7,330	7,626	7,934	8,255	
	HFC-23	3,752	3,737	3,730	3,648	3,567	3,485	3,403	3,322	3,240	3,158	3,076	2,995	
	HFC-32	72,610	84,598	84,441	82,592	80,743	78,894	77,045	75,196	73,346	71,497	69,648	67,799	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	615,376	601,900	588,425	574,950	561,474	547,999	534,524	521,048	507,573	494,097	
	HFC-134a	608,475	466,127	465,261	455,073	444,885	434,697	424,508	414,320	404,132	393,944	383,756	373,567	
	HFC-143a	338,247	287,284	286,750	280,471	274,192	267,913	261,633	255,354	249,075	242,796	236,517	230,237	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,148	6,992	6,835	6,679	6,522	6,366	6,209	6,052	5,896	5,739	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,904	8,223	8,555	8,901	9,261	9,635	10,024	10,429	10,850	11,289	
	C ₃ F ₈	877	780	828	862	896	933	970	1,009	1,050	1,093	1,137	1,183	
C ₄ F ₈	549	514	546	568	591	615	639	665	692	720	749	779		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-3. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	31,834,291	32,964,025	31,808,574	31,201,332	30,651,539	26,868,503	26,290,545	25,689,253	25,080,037	24,463,078	23,841,918	23,223,207	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,691,585	27,098,527	26,556,556	22,807,516	22,259,222	21,708,926	21,151,553	20,587,264	20,019,209	19,453,302	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,630,831	3,608,243	3,591,724	3,564,070	3,529,589	3,477,659	3,424,889	3,371,297	3,317,257	3,263,472	
	N ₂ O	332,619	345,175	355,654	366,143	376,833	372,470	379,250	382,134	384,995	387,834	390,663	393,506	
	SF ₆	41,611	41,673	40,237	39,784	39,412	39,046	38,685	38,327	37,974	37,628	37,293	36,978	
	NF ₃	5,382	5,446	5,553	5,777	6,011	6,254	6,506	6,769	7,042	7,327	7,623	7,931	
	HFC-23	3,752	3,737	3,584	3,505	3,427	3,348	3,270	3,191	3,113	3,034	2,956	2,877	
	HFC-32	72,610	84,598	81,130	79,353	77,576	75,800	74,023	72,247	70,470	68,694	66,917	65,140	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	HFC-125	583,028	616,521	591,243	578,297	565,350	552,403	539,456	526,509	513,562	500,615	487,668	474,721	
	HFC-134a	608,475	466,127	447,016	437,227	427,438	417,650	407,861	398,072	388,284	378,495	368,706	358,918	
	HFC-143a	338,247	287,284	275,505	269,472	263,439	257,406	251,373	245,340	239,307	233,274	227,241	221,208	
	HFC-236fa	9,095	7,161	6,868	6,717	6,567	6,417	6,266	6,116	5,966	5,815	5,665	5,514	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,594	7,901	8,220	8,552	8,898	9,257	9,631	10,020	10,425	10,846	
	C ₃ F ₈	877	780	796	828	861	896	932	970	1,009	1,050	1,092	1,136	
C ₄ F ₈	549	514	524	545	567	590	614	639	665	692	720	749		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-4. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Situación Habitual: Referencia)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	28,257,022	27,652,109	27,099,327	23,274,026	22,714,667	22,153,140	21,584,392	21,008,586	20,428,938	19,851,481
	CH ₄	128,020	131,190	130,171	129,361	128,768	127,769	126,532	124,671	122,779	120,857	118,920	116,991
	N ₂ O	1,218	1,264	1,308	1,347	1,386	1,369	1,393	1,404	1,414	1,425	1,435	1,445
	SF ₆	1.65	1.65	1.63	1.61	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50
	NF ₃	0.31	0.31	0.33	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47
	HFC-23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20
	HFC-32	94	110	107	105	103	100	98	96	93	91	89	86
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	161	158	154	151	147	144	140	137	133	130
	HFC-134a	398	305	298	292	285	279	272	265	259	252	246	239
	HFC-143a	58	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.81	0.79	0.77	0.75	0.74	0.72	0.70	0.68	0.67	0.65
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.62	0.65	0.68	0.70	0.73	0.76	0.79	0.82	0.86	0.89
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,300	252,178	246,593	240,955	235,240	229,439	223,563	217,614	211,626	205,661	

Tabla B-5. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Situación Habitual: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Alto	Total alto												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	28,822,458	28,205,692	27,642,099	23,740,536	23,170,112	22,597,354	22,017,231	21,429,909	20,838,666	20,249,660
	CH ₄	128,020	131,190	130,205	129,394	128,801	127,793	126,556	124,694	122,801	120,879	118,941	117,012
	N ₂ O	1,218	1,264	1,314	1,352	1,391	1,373	1,397	1,408	1,418	1,428	1,439	1,449
	SF ₆	1.65	1.65	1.66	1.64	1.63	1.61	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54	1.53
	NF ₃	0.31	0.31	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47
	HFC-23	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
	HFC-32	94	110	110	107	105	102	100	98	95	93	90	88
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	165	161	157	154	150	147	143	139	136	132
	HFC-134a	398	305	304	297	291	284	277	271	264	257	251	244
	HFC-143a	58	49	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.82	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.70	0.68	0.66
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.88	0.91
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,458	252,332	246,744	241,103	235,384	229,579	223,700	217,748	211,756	205,786	

Tabla B-6. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Situación Habitual: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,691,585	27,098,527	26,556,556	22,807,516	22,259,222	21,708,926	21,151,553	20,587,264	20,019,209	19,453,302
	CH ₄	128,020	131,190	130,137	129,328	128,736	127,744	126,509	124,647	122,756	120,835	118,898	116,970
	N ₂ O	1,218	1,264	1,303	1,341	1,380	1,364	1,389	1,400	1,410	1,421	1,431	1,441
	SF ₆	1.65	1.65	1.60	1.58	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47
	NF ₃	0.31	0.31	0.32	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46
	HFC-23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20
	HFC-32	94	110	105	103	101	98	96	94	91	89	87	84
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	158	155	151	148	144	141	137	134	130	127
	HFC-134a	398	305	292	286	279	273	267	260	254	247	241	235
	HFC-143a	58	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.79	0.77	0.76	0.74	0.72	0.70	0.69	0.67	0.65	0.63
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.61	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,142	252,023	246,443	240,808	235,096	229,298	223,426	217,481	211,497	205,535	

Tabla B-7. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	33,735,837	33,087,514	32,497,702	28,608,692	27,990,494	27,348,812	26,699,078	26,041,479	25,379,621	24,720,276
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	18,270,061	17,915,056	17,591,275	13,970,984	13,639,595	13,303,240	12,962,558	12,617,650	12,270,439	11,924,540
	Combustible Directo	539,378	492,339	478,950	467,597	457,242	446,788	436,190	425,434	414,539	403,509	392,405	381,343
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,677,257	9,447,868	9,238,656	9,027,421	8,813,292	8,595,955	8,375,822	8,152,957	7,928,605	7,705,101
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	34,333,551	33,672,705	33,071,420	29,104,964	28,475,039	27,821,464	27,159,694	26,489,916	25,815,804	25,144,250
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	18,635,462	18,273,357	17,943,101	14,250,403	13,912,387	13,569,304	13,221,810	12,870,003	12,515,847	12,163,031
	Combustible Directo	539,378	492,339	488,529	476,949	466,387	455,724	444,914	433,942	422,830	411,579	400,253	388,970
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,870,802	9,636,826	9,423,429	9,207,969	8,989,558	8,767,874	8,543,338	8,316,016	8,087,177	7,859,203
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	33,138,122	32,502,322	31,923,984	28,112,419	27,505,948	26,876,159	26,238,463	25,593,041	24,943,438	24,296,302
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	17,904,660	17,556,755	17,239,450	13,691,564	13,366,803	13,037,175	12,703,307	12,365,297	12,025,030	11,686,050
	Combustible Directo	539,378	492,339	469,371	458,245	448,098	437,852	427,466	416,925	406,248	395,439	384,557	373,716
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,483,711	9,258,911	9,053,883	8,846,872	8,637,027	8,424,035	8,208,305	7,989,898	7,770,033	7,550,999
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109

Escenario de C

Tabla B-8. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización: Referencia)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	31,834,291	32,964,025	31,322,786	29,519,174	27,721,731	22,630,318	20,817,206	18,988,918	17,159,810	15,329,904	13,499,578	11,669,545	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,204,756	25,419,923	23,635,091	18,582,965	16,804,257	15,031,674	13,259,091	11,486,509	9,713,928	7,941,347	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,630,206	3,605,870	3,587,530	3,557,846	3,521,562	3,467,841	3,413,290	3,357,926	3,302,121	3,246,568	
	N ₂ O	332,619	345,175	354,658	362,340	370,104	362,519	366,403	366,409	366,409	366,404	366,397	366,399	
	SF ₆	41,611	41,673	41,058	40,596	40,216	39,843	39,474	39,109	38,749	38,396	38,054	37,733	
	NF ₃	5,382	5,446	5,666	5,895	6,133	6,381	6,639	6,907	7,186	7,477	7,779	8,093	
	HFC-23	3,752	3,737	3,657	3,577	3,497	3,417	3,336	3,256	3,176	3,096	3,016	2,936	
	HFC-32	72,610	84,598	82,785	80,972	79,160	77,347	75,534	73,721	71,908	70,096	68,283	66,470	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	603,310	590,098	576,887	563,676	550,465	537,254	524,043	510,832	497,620	484,409	
	HFC-134a	608,475	466,127	456,138	446,150	436,161	426,173	416,185	406,196	396,208	386,219	376,231	366,242	
	HFC-143a	338,247	287,284	281,128	274,971	268,815	262,659	256,503	250,347	244,191	238,035	231,879	225,723	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,008	6,855	6,701	6,548	6,394	6,241	6,087	5,934	5,780	5,627	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,749	8,062	8,388	8,727	9,079	9,446	9,828	10,225	10,638	11,067	
	C ₃ F ₈	877	780	812	845	879	914	951	990	1,030	1,071	1,114	1,160	
C ₄ F ₈	549	514	535	557	579	602	627	652	678	706	734	764		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-9. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO ₂ e)	31,834,291	32,964,025	31,871,812	30,032,571	28,199,501	23,006,595	21,157,857	19,293,943	17,429,210	15,563,679	13,697,729	11,832,074
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,748,720	25,928,434	24,108,149	18,955,225	17,141,065	15,333,029	13,524,994	11,716,960	9,908,926	8,100,892
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,631,122	3,606,735	3,588,342	3,558,392	3,522,056	3,468,283	3,413,680	3,358,264	3,302,407	3,246,802
	N ₂ O	332,619	345,175	356,140	363,741	371,423	363,450	367,253	367,178	367,096	367,010	366,922	366,844
	SF ₆	41,611	41,673	41,879	41,408	41,021	40,640	40,264	39,891	39,524	39,164	38,816	38,488
	NF ₃	5,382	5,446	5,780	6,013	6,256	6,509	6,772	7,045	7,330	7,626	7,934	8,255
	HFC-23	3,752	3,737	3,730	3,648	3,567	3,485	3,403	3,322	3,240	3,158	3,076	2,995
	HFC-32	72,610	84,598	84,441	82,592	80,743	78,894	77,045	75,196	73,346	71,497	69,648	67,799
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	615,376	601,900	588,425	574,950	561,474	547,999	534,524	521,048	507,573	494,097
	HFC-134a	608,475	466,127	465,261	455,073	444,885	434,697	424,508	414,320	404,132	393,944	383,756	373,567
	HFC-143a	338,247	287,284	286,750	280,471	274,192	267,913	261,633	255,354	249,075	242,796	236,517	230,237
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,148	6,992	6,835	6,679	6,522	6,366	6,209	6,052	5,896	5,739
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,904	8,223	8,555	8,901	9,261	9,635	10,024	10,429	10,850	11,289
	C ₃ F ₈	877	780	828	862	896	933	970	1,009	1,050	1,093	1,137	1,183
C ₄ F ₈	549	514	546	568	591	615	639	665	692	720	749	779	
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-10. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	31,834,291	32,964,025	30,773,760	29,005,777	27,243,960	22,254,042	20,476,555	18,683,893	16,890,410	15,096,128	13,301,426	11,507,017
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	26,660,793	24,911,412	23,162,032	18,210,705	16,467,449	14,730,319	12,993,188	11,256,059	9,518,930	7,781,801
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,629,289	3,605,006	3,586,718	3,557,301	3,521,069	3,467,400	3,412,900	3,357,589	3,301,835	3,246,334
	N ₂ O	332,619	345,175	353,175	360,939	368,785	361,588	365,553	365,641	365,722	365,798	365,872	365,955
	SF ₆	41,611	41,673	40,237	39,784	39,412	39,046	38,685	38,327	37,974	37,628	37,293	36,978
	NF ₃	5,382	5,446	5,553	5,777	6,011	6,254	6,506	6,769	7,042	7,327	7,623	7,931
	HFC-23	3,752	3,737	3,584	3,505	3,427	3,348	3,270	3,191	3,113	3,034	2,956	2,877
	HFC-32	72,610	84,598	81,130	79,353	77,576	75,800	74,023	72,247	70,470	68,694	66,917	65,140
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	HFC-125	583,028	616,521	591,243	578,297	565,350	552,403	539,456	526,509	513,562	500,615	487,668	474,721
	HFC-134a	608,475	466,127	447,016	437,227	427,438	417,650	407,861	398,072	388,284	378,495	368,706	358,918
	HFC-143a	338,247	287,284	275,505	269,472	263,439	257,406	251,373	245,340	239,307	233,274	227,241	221,208
	HFC-236fa	9,095	7,161	6,868	6,717	6,567	6,417	6,266	6,116	5,966	5,815	5,665	5,514
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,594	7,901	8,220	8,552	8,898	9,257	9,631	10,020	10,425	10,846
	C ₃ F ₈	877	780	796	828	861	896	932	970	1,009	1,050	1,092	1,136
C ₄ F ₈	549	514	524	545	567	590	614	639	665	692	720	749	
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-11. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Descarbonización: Referencia)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,204,756	25,419,923	23,635,091	18,582,965	16,804,257	15,031,674	13,259,091	11,486,509	9,713,928	7,941,347
	CH ₄	128,020	131,190	130,115	129,243	128,585	127,521	126,221	124,295	122,340	120,356	118,356	116,364
	N ₂ O	1,218	1,264	1,299	1,327	1,356	1,328	1,342	1,342	1,342	1,342	1,342	1,342
	SF ₆	1.65	1.65	1.63	1.61	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50
	NF ₃	0.31	0.31	0.33	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47
	HFC-23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20
	HFC-32	94	110	107	105	103	100	98	96	93	91	89	86
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	161	158	154	151	147	144	140	137	133	130
	HFC-134a	398	305	298	292	285	279	272	265	259	252	246	239
	HFC-143a	58	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.81	0.79	0.77	0.75	0.74	0.72	0.70	0.68	0.67	0.65
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.62	0.65	0.68	0.70	0.73	0.76	0.79	0.82	0.86	0.89
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	257,961	251,466	245,492	239,466	233,366	227,182	220,926	214,599	208,234	201,891	

Tabla B-12. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Descarbonización: Crecimiento Económico **Alto)**

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Alto	Total alto												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,748,720	25,928,434	24,108,149	18,955,225	17,141,065	15,333,029	13,524,994	11,716,960	9,908,926	8,100,892
	CH ₄	128,020	131,190	130,148	129,274	128,614	127,541	126,239	124,311	122,354	120,368	118,366	116,373
	N ₂ O	1,218	1,264	1,305	1,332	1,361	1,331	1,345	1,345	1,345	1,344	1,344	1,344
	SF ₆	1.65	1.65	1.66	1.64	1.63	1.61	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54	1.53
	NF ₃	0.31	0.31	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47
	HFC-23	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
	HFC-32	94	110	110	107	105	102	100	98	95	93	90	88
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	165	161	157	154	150	147	143	139	136	132
	HFC-134a	398	305	304	297	291	284	277	271	264	257	251	244
	HFC-143a	58	49	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.82	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.70	0.68	0.66
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.88	0.91
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,112	251,606	245,621	239,584	233,472	227,277	221,010	214,672	208,296	201,941	

Tabla B-13. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Descarbonización: Crecimiento Económico **Bajo)**

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	26,660,793	24,911,412	23,162,032	18,210,705	16,467,449	14,730,319	12,993,188	11,256,059	9,518,930	7,781,801
	CH ₄	128,020	131,190	130,082	129,212	128,556	127,502	126,203	124,280	122,326	120,344	118,345	116,356
	N ₂ O	1,218	1,264	1,294	1,322	1,351	1,324	1,339	1,339	1,340	1,340	1,340	1,340
	SF ₆	1.65	1.65	1.60	1.58	1.56	1.55	1.54	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47
	NF ₃	0.31	0.31	0.32	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46
	HFC-23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20
	HFC-32	94	110	105	103	101	98	96	94	91	89	87	84
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	158	155	151	148	144	141	137	134	130	127
	HFC-134a	398	305	292	286	279	273	267	260	254	247	241	235
	HFC-143a	58	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.79	0.77	0.76	0.74	0.72	0.70	0.69	0.67	0.65	0.63
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.61	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	257,810	251,326	245,363	239,349	233,259	227,087	220,842	214,526	208,172	201,840	

Tabla B-14. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	32,679,468	30,846,715	29,020,144	23,899,621	22,057,413	20,200,046	18,341,877	16,482,927	14,623,577	12,764,540
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	17,628,410	16,568,222	15,508,103	11,154,597	10,094,461	9,034,315	7,974,159	6,913,993	5,853,823	4,793,655
	Combustible Directo	539,378	492,339	458,385	424,430	390,476	356,521	322,567	288,613	254,658	220,704	186,749	152,795
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,261,733	8,575,678	7,889,624	7,203,570	6,517,516	5,831,461	5,145,407	4,459,353	3,773,299	3,087,244
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	33,255,628	31,386,663	29,523,883	24,301,283	22,422,868	20,529,294	18,634,919	16,739,764	14,844,209	12,948,968
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	17,980,978	16,899,587	15,818,266	11,377,689	10,296,351	9,215,001	8,133,642	7,052,273	5,970,899	4,889,528
	Combustible Directo	539,378	492,339	467,552	432,919	398,285	363,652	329,018	294,385	259,751	225,118	190,484	155,851
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,446,967	8,747,192	8,047,417	7,347,641	6,647,866	5,948,091	5,248,315	4,548,540	3,848,765	3,148,989
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	32,103,309	30,306,767	28,516,405	23,497,958	21,691,958	19,870,798	18,048,836	16,226,091	14,402,946	12,580,112
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	17,275,842	16,236,858	15,197,941	10,931,505	9,892,572	8,853,628	7,814,675	6,775,713	5,736,746	4,697,782
	Combustible Directo	539,378	492,339	449,217	415,942	382,666	349,391	316,116	282,840	249,565	216,290	183,014	149,739
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,076,498	8,404,165	7,731,832	7,059,499	6,387,165	5,714,832	5,042,499	4,370,166	3,697,833	3,025,499
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-15. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos: Referencia)

Escenario - Huracanes Severos ²		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	31,834,291	32,964,025	32,075,917	31,463,081	30,908,182	27,054,125	26,470,944	25,864,352	25,249,769	24,627,378	24,000,750	23,376,593	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,955,192	27,356,593	26,809,566	22,990,076	22,436,609	21,881,062	21,318,371	20,748,698	20,175,223	19,603,918	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,631,313	3,608,718	3,592,193	3,564,318	3,529,832	3,477,896	3,425,119	3,371,521	3,317,475	3,263,684	
	N ₂ O	332,619	345,175	356,466	366,946	377,628	372,949	379,721	382,597	385,450	388,280	391,101	393,935	
	SF ₆	41,611	41,673	40,837	40,381	40,006	39,637	39,273	38,913	38,558	38,210	37,874	37,557	
	NF ₃	5,382	5,446	5,666	5,895	6,133	6,381	6,639	6,907	7,186	7,477	7,779	8,093	
	HFC-23	3,752	3,737	3,657	3,577	3,497	3,417	3,336	3,256	3,176	3,096	3,016	2,936	
	HFC-32	72,610	84,598	82,785	80,972	79,160	77,347	75,534	73,721	71,908	70,096	68,283	66,470	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	603,310	590,098	576,887	563,676	550,465	537,254	524,043	510,832	497,620	484,409	
	HFC-134a	608,475	466,127	456,138	446,150	436,161	426,173	416,185	406,196	396,208	386,219	376,231	366,242	
	HFC-143a	338,247	287,284	281,128	274,971	268,815	262,659	256,503	250,347	244,191	238,035	231,879	225,723	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,008	6,855	6,701	6,548	6,394	6,241	6,087	5,934	5,780	5,627	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,749	8,062	8,388	8,727	9,079	9,446	9,828	10,225	10,638	11,067	
	C ₃ F ₈	877	780	812	845	879	914	951	990	1,030	1,071	1,114	1,160	
C ₄ F ₈	549	514	535	557	579	602	627	652	678	706	734	764		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-16. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO ₂ e)	31,834,291	32,964,025	32,641,115	32,016,468	31,450,794	27,519,991	26,925,784	26,308,001	25,682,084	25,048,220	24,410,043	23,774,381	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	28,515,274	27,904,948	27,347,226	23,451,591	22,887,177	22,320,520	21,746,575	21,165,510	20,580,566	19,997,834	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,632,251	3,609,639	3,593,099	3,564,993	3,530,491	3,478,539	3,425,746	3,372,130	3,318,067	3,264,260	
	N ₂ O	332,619	345,175	357,985	368,439	379,098	374,089	380,838	383,689	386,518	389,324	392,120	394,930	
	SF ₆	41,611	41,673	41,654	41,188	40,806	40,430	40,059	39,691	39,329	38,974	38,631	38,308	
	NF ₃	5,382	5,446	5,780	6,013	6,256	6,509	6,772	7,045	7,330	7,626	7,934	8,255	
	HFC-23	3,752	3,737	3,730	3,648	3,567	3,485	3,403	3,322	3,240	3,158	3,076	2,995	
	HFC-32	72,610	84,598	84,441	82,592	80,743	78,894	77,045	75,196	73,346	71,497	69,648	67,799	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	615,376	601,900	588,425	574,950	561,474	547,999	534,524	521,048	507,573	494,097	
	HFC-134a	608,475	466,127	465,261	455,073	444,885	434,697	424,508	414,320	404,132	393,944	383,756	373,567	
	HFC-143a	338,247	287,284	286,750	280,471	274,192	267,913	261,633	255,354	249,075	242,796	236,517	230,237	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,148	6,992	6,835	6,679	6,522	6,366	6,209	6,052	5,896	5,739	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,904	8,223	8,555	8,901	9,261	9,635	10,024	10,429	10,850	11,289	
	C ₃ F ₈	877	780	828	862	896	933	970	1,009	1,050	1,093	1,137	1,183	
C ₄ F ₈	549	514	546	568	591	615	639	665	692	720	749	779		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-17. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	31,834,291	32,964,025	31,510,718	30,909,695	30,365,571	26,588,259	26,016,104	25,420,703	24,817,453	24,206,535	23,591,457	22,978,804	
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,395,110	26,808,237	26,271,906	22,528,560	21,986,040	21,441,603	20,890,166	20,331,887	19,769,881	19,210,001	
	CH ₄	3,571,749	3,660,198	3,630,374	3,607,796	3,591,288	3,563,643	3,529,172	3,477,253	3,424,493	3,370,911	3,316,882	3,263,107	
	N ₂ O	332,619	345,175	354,947	365,453	376,158	371,810	378,605	381,505	384,382	387,236	390,082	392,940	
	SF ₆	41,611	41,673	40,021	39,573	39,206	38,845	38,488	38,135	37,787	37,446	37,116	36,806	
	NF ₃	5,382	5,446	5,553	5,777	6,011	6,254	6,506	6,769	7,042	7,327	7,623	7,931	
	HFC-23	3,752	3,737	3,584	3,505	3,427	3,348	3,270	3,191	3,113	3,034	2,956	2,877	
	HFC-32	72,610	84,598	81,130	79,353	77,576	75,800	74,023	72,247	70,470	68,694	66,917	65,140	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	HFC-125	583,028	616,521	591,243	578,297	565,350	552,403	539,456	526,509	513,562	500,615	487,668	474,721	
	HFC-134a	608,475	466,127	447,016	437,227	427,438	417,650	407,861	398,072	388,284	378,495	368,706	358,918	
	HFC-143a	338,247	287,284	275,505	269,472	263,439	257,406	251,373	245,340	239,307	233,274	227,241	221,208	
	HFC-236fa	9,095	7,161	6,868	6,717	6,567	6,417	6,266	6,116	5,966	5,815	5,665	5,514	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,594	7,901	8,220	8,552	8,898	9,257	9,631	10,020	10,425	10,846	
	C ₃ F ₈	877	780	796	828	861	896	932	970	1,009	1,050	1,092	1,136	
C ₄ F ₈	549	514	524	545	567	590	614	639	665	692	720	749		
CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-18. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Huracanes Severos: Referencia)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,955,192	27,356,593	26,809,566	22,990,076	22,436,609	21,881,062	21,318,371	20,748,698	20,175,223	19,603,918
	CH ₄	128,020	131,190	130,155	129,345	128,752	127,753	126,517	124,656	122,764	120,843	118,906	116,978
	N ₂ O	1,218	1,264	1,306	1,344	1,383	1,366	1,391	1,401	1,412	1,422	1,433	1,443
	SF ₆	1.65	1.65	1.62	1.60	1.59	1.57	1.56	1.54	1.53	1.52	1.50	1.49
	NF ₃	0.31	0.31	0.33	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47
	HFC-23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20
	HFC-32	94	110	107	105	103	100	98	96	93	91	89	86
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	161	158	154	151	147	144	140	137	133	130
	HFC-134a	398	305	298	292	285	279	272	265	259	252	246	239
	HFC-143a	58	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.81	0.79	0.77	0.75	0.74	0.72	0.70	0.68	0.67	0.65
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.62	0.65	0.68	0.70	0.73	0.76	0.79	0.82	0.86	0.89
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,248	252,126	246,543	240,906	235,192	229,392	223,517	217,570	211,583	205,619	

Tabla B-19. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Huracanes Severos: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Alto	Total alto												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	28,515,274	27,904,948	27,347,226	23,451,591	22,887,177	22,320,520	21,746,575	21,165,510	20,580,566	19,997,834
	CH ₄	128,020	131,190	130,188	129,378	128,785	127,778	126,541	124,679	122,787	120,865	118,927	116,999
	N ₂ O	1,218	1,264	1,311	1,350	1,389	1,370	1,395	1,405	1,416	1,426	1,436	1,447
	SF ₆	1.65	1.65	1.65	1.63	1.62	1.60	1.59	1.58	1.56	1.55	1.53	1.52
	NF ₃	0.31	0.31	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46	0.47
	HFC-23	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
	HFC-32	94	110	110	107	105	102	100	98	95	93	90	88
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	165	161	157	154	150	147	143	139	136	132
	HFC-134a	398	305	304	297	291	284	277	271	264	257	251	244
	HFC-143a	58	49	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.82	0.80	0.79	0.77	0.75	0.73	0.71	0.70	0.68	0.66
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.88	0.91
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.08	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,405	252,279	246,693	241,052	235,335	229,531	223,653	217,702	211,712	205,744	

Tabla B-20. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en toneladas métricas, 2019-2041 (Huracanes Severos: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo												
	CO ₂	27,806,567	28,823,198	27,395,110	26,808,237	26,271,906	22,528,560	21,986,040	21,441,603	20,890,166	20,331,887	19,769,881	19,210,001
	CH ₄	128,020	131,190	130,121	129,312	128,720	127,729	126,494	124,633	122,742	120,821	118,885	116,957
	N ₂ O	1,218	1,264	1,300	1,339	1,378	1,362	1,387	1,397	1,408	1,418	1,429	1,439
	SF ₆	1.65	1.65	1.59	1.57	1.56	1.54	1.53	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46
	NF ₃	0.31	0.31	0.32	0.33	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.42	0.44	0.46
	HFC-23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21	0.20	0.20
	HFC-32	94	110	105	103	101	98	96	94	91	89	87	84
	HFC-41	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	HFC-125	156	165	158	155	151	148	144	141	137	134	130	127
	HFC-134a	398	305	292	286	279	273	267	260	254	247	241	235
	HFC-143a	58	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
	HFC-236fa	1.05	0.82	0.79	0.77	0.76	0.74	0.72	0.70	0.69	0.67	0.65	0.63
	C ₂ F ₆	0.74	0.60	0.61	0.64	0.66	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87
	C ₃ F ₈	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.12
C ₄ F ₈	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	
CO ₂ Biogénico*	261,412	265,521	258,091	251,973	246,393	240,760	235,049	229,253	223,382	217,438	211,454	205,494	

Tabla B-21. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por sector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	33,432,599	32,790,622	32,206,596	28,323,427	27,711,151	27,075,480	26,431,836	25,780,402	25,124,750	24,471,587
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	18,170,216	17,817,578	17,495,956	13,877,844	13,548,665	13,214,551	12,876,141	12,533,532	12,188,636	11,845,044
	Combustible Directo	539,378	492,339	470,967	459,804	449,622	439,342	428,920	418,343	407,630	396,784	385,865	374,988
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,515,969	9,290,404	9,084,678	8,876,964	8,666,404	8,452,689	8,236,225	8,017,075	7,796,462	7,576,683
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	34,024,931	33,370,559	32,775,176	28,814,679	28,190,795	27,543,352	26,887,793	26,224,304	25,556,523	24,891,276
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	18,533,621	18,173,930	17,845,875	14,155,401	13,819,638	13,478,842	13,133,664	12,784,203	12,432,408	12,081,944
	Combustible Directo	539,378	492,339	480,387	469,000	458,614	448,128	437,499	426,710	415,782	404,719	393,582	382,487
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,706,288	9,476,212	9,266,372	9,054,503	8,839,732	8,621,742	8,400,949	8,177,416	7,952,391	7,728,217
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	33,383,731	34,349,863	32,840,267	32,210,685	31,638,016	27,832,175	27,231,507	26,607,609	25,975,879	25,336,499	24,692,976	24,051,899
	Suministro Eléctrico	18,417,482	18,688,738	17,806,812	17,461,227	17,146,037	13,600,287	13,277,691	12,950,260	12,618,619	12,282,861	11,944,863	11,608,143
	Combustible Directo	539,378	492,339	461,548	450,608	440,629	430,555	420,342	409,976	399,477	388,848	378,148	367,488
	Processos Industriales	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957
	Transporte	8,832,555	9,533,698	9,325,650	9,104,596	8,902,985	8,699,424	8,493,076	8,283,635	8,071,500	7,856,733	7,640,532	7,425,149
	Agricultura	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Silvicultura	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	Residuos	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109

Suministro Eléctrico

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-22. Suministro Eléctrico Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	191,016,793	187,269,825	184,851,496	183,792,168	183,050,770	159,436,262	158,784,815	158,173,712	157,611,253	157,101,562	156,663,364	156,328,903
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	18,170,307	17,817,048	17,494,860	13,902,263	13,572,505	13,237,804	12,898,798	12,555,586	12,210,083	11,865,886
	CH ₄	26,993	25,605	25,201	24,858	24,546	13,488	13,168	12,843	12,514	12,181	11,846	11,512
	N ₂ O	43,599	42,204	41,473	40,854	40,289	24,374	23,796	23,209	22,615	22,013	21,407	20,804
	SF ₆	34,005	34,005	33,080	32,296	31,581	30,859	30,127	29,384	28,631	27,870	27,103	26,339
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	86,840,043	84,783,893	83,770,679	83,407,165	83,188,003	73,180,442	73,009,815	72,861,686	72,739,904	72,646,483	72,589,887	72,584,545
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	18,533,713	18,173,389	17,844,757	14,180,308	13,843,955	13,502,560	13,156,774	12,806,698	12,454,285	12,103,204
	CH ₄	26,993	25,605	25,705	25,355	25,036	13,757	13,431	13,100	12,764	12,425	12,083	11,742
	N ₂ O	43,599	42,204	42,303	41,671	41,095	24,862	24,272	23,673	23,067	22,453	21,835	21,220
	SF ₆	34,005	34,005	33,742	32,942	32,212	31,476	30,729	29,972	29,204	28,427	27,645	26,865
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	48,924,304	46,419,717	46,270,634	46,639,834	47,088,940	44,342,870	44,856,214	45,402,307	45,983,674	46,602,129	47,262,161	47,970,736
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	17,806,900	17,460,707	17,144,963	13,624,218	13,301,055	12,973,048	12,640,822	12,304,474	11,965,881	11,628,568
	CH ₄	26,993	25,605	24,697	24,361	24,055	13,218	12,904	12,586	12,264	11,937	11,609	11,282
	N ₂ O	43,599	42,204	40,644	40,037	39,483	23,887	23,320	22,745	22,162	21,573	20,979	20,388
	SF ₆	34,005	34,005	32,419	31,650	30,949	30,242	29,524	28,796	28,059	27,312	26,561	25,812
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-23. Suministro Eléctrico Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	18,270,061	17,915,056	17,591,275	13,970,984	13,639,595	13,303,240	12,962,558	12,617,650	12,270,439	11,924,540
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,668,048	7,486,286	7,320,510	7,153,132	6,983,461	6,811,247	6,636,819	6,460,226	6,282,454	6,105,355
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,552,879	3,468,662	3,391,852	3,314,300	3,235,685	3,155,893	3,075,074	2,993,252	2,910,884	2,828,828
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,291,671	3,291,671	3,291,671	0	0	0	0	0	0	0
	Gas Natural	3,765,675	3,826,701	3,722,634	3,634,393	3,553,914	3,472,656	3,390,286	3,306,680	3,222,000	3,136,269	3,049,965	2,963,988
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	33,080	32,296	31,581	30,859	30,127	29,384	28,631	27,870	27,103	26,339
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,710	1,710	1,710	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	40	39	38	37	36	35	34	33	33	32
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	18,635,462	18,273,357	17,943,101	14,250,403	13,912,387	13,569,304	13,221,810	12,870,003	12,515,847	12,163,031
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,821,409	7,636,011	7,466,920	7,296,194	7,123,130	6,947,472	6,769,555	6,589,431	6,408,103	6,227,462
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,623,936	3,538,035	3,459,689	3,380,586	3,300,399	3,219,011	3,136,575	3,053,117	2,969,102	2,885,404
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,357,504	3,357,504	3,357,504	0	0	0	0	0	0	0
	Gas Natural	3,765,675	3,826,701	3,797,087	3,707,081	3,624,992	3,542,109	3,458,091	3,372,814	3,286,440	3,198,994	3,110,965	3,023,268
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	33,742	32,942	32,212	31,476	30,729	29,972	29,204	28,427	27,645	26,865
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,744	1,744	1,744	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	40	40	39	38	37	36	35	34	33	32
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	17,904,660	17,556,755	17,239,450	13,691,564	13,366,803	13,037,175	12,703,307	12,365,297	12,025,030	11,686,050
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,514,687	7,336,560	7,174,100	7,010,069	6,843,792	6,675,022	6,504,083	6,331,022	6,156,805	5,983,248
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,481,821	3,399,289	3,324,015	3,248,014	3,170,972	3,092,775	3,013,572	2,933,387	2,852,666	2,772,251
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,225,837	3,225,837	3,225,837	0	0	0	0	0	0	0
	Gas natural	3,765,675	3,826,701	3,648,181	3,561,706	3,482,836	3,403,203	3,322,480	3,240,547	3,157,560	3,073,543	2,988,966	2,904,708
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	32,419	31,650	30,949	30,242	29,524	28,796	28,059	27,312	26,561	25,812
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,676	1,676	1,676	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	39	38	37	36	35	35	34	33	32	31

Escenario de Descarbonización

Tabla B-24. Suministro Eléctrico Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	191,016,793	187,269,825	179,770,460	173,127,007	166,554,777	137,134,171	130,712,000	124,369,421	118,109,663	111,936,076	105,852,173	99,861,634
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	17,530,398	16,473,872	15,417,346	11,093,526	10,037,000	8,980,473	7,923,947	6,867,421	5,810,895	4,754,368
	CH ₄	26,993	25,605	24,580	23,555	22,530	10,763	9,738	8,713	7,688	6,663	5,638	4,613
	N ₂ O	43,599	42,204	40,352	38,499	36,647	19,450	17,597	15,745	13,893	12,040	10,188	8,336
	SF ₆	34,005	34,005	33,080	32,296	31,581	30,859	30,127	29,384	28,631	27,870	27,103	26,339
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	86,840,043	84,783,893	81,530,421	78,704,835	75,914,826	63,347,323	60,632,352	57,957,182	55,323,428	52,732,764	50,186,944	47,687,805
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	17,881,006	16,803,349	15,725,693	11,315,396	10,237,740	9,160,083	8,082,426	7,004,769	5,927,112	4,849,456
	CH ₄	26,993	25,605	25,072	24,026	22,981	10,978	9,932	8,887	7,841	6,796	5,750	4,705
	N ₂ O	43,599	42,204	41,159	39,269	37,380	19,839	17,949	16,060	14,170	12,281	10,392	8,502
	SF ₆	34,005	34,005	33,742	32,942	32,212	31,476	30,729	29,972	29,204	28,427	27,645	26,865
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	48,924,304	46,419,717	45,354,809	44,717,505	44,115,641	40,323,057	39,796,264	39,309,295	38,863,759	38,461,333	38,103,761	37,792,864
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	17,179,790	16,144,395	15,108,999	10,871,655	9,836,260	8,800,864	7,765,468	6,730,072	5,694,677	4,659,281
	CH ₄	26,993	25,605	24,088	23,084	22,079	10,547	9,543	8,538	7,534	6,529	5,525	4,520
	N ₂ O	43,599	42,204	39,545	37,729	35,914	19,061	17,245	15,430	13,615	11,799	9,984	8,169
	SF ₆	34,005	34,005	32,419	31,650	30,949	30,242	29,524	28,796	28,059	27,312	26,561	25,812
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-25. Suministro Eléctrico Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	17,628,410	16,568,222	15,508,103	11,154,597	10,094,461	9,034,315	7,974,159	6,913,993	5,853,823	4,793,655
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,338,796	6,795,181	6,251,567	5,707,952	5,164,338	4,620,723	4,077,109	3,533,494	2,989,880	2,446,265
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,400,324	3,148,449	2,896,573	2,644,697	2,392,821	2,140,945	1,889,069	1,637,193	1,385,317	1,133,441
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,291,671	3,291,671	3,291,671	0	0	0	0	0	0	0
	Gas Natural	3,765,675	3,826,701	3,562,791	3,298,881	3,034,970	2,771,060	2,507,149	2,243,239	1,979,328	1,715,418	1,451,507	1,187,597
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	33,080	32,296	31,581	30,859	30,127	29,384	28,631	27,870	27,103	26,339
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,710	1,710	1,710	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	38	35	32	30	27	24	21	18	15	13
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	17,980,978	16,899,587	15,818,266	11,377,689	10,296,351	9,215,001	8,133,642	7,052,273	5,970,899	4,889,528
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,485,572	6,931,085	6,376,598	5,822,111	5,267,624	4,713,138	4,158,651	3,604,164	3,049,677	2,495,191
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,468,331	3,211,418	2,954,504	2,697,591	2,440,677	2,183,764	1,926,851	1,669,937	1,413,024	1,156,110
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,357,504	3,357,504	3,357,504	0	0	0	0	0	0	0
	Gas Natural	3,765,675	3,826,701	3,634,047	3,364,858	3,095,670	2,826,481	2,557,292	2,288,104	2,018,915	1,749,726	1,480,538	1,211,349
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	33,742	32,942	32,212	31,476	30,729	29,972	29,204	28,427	27,645	26,865
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,744	1,744	1,744	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	39	36	33	30	27	24	22	19	16	13
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	17,275,842	16,236,858	15,197,941	10,931,505	9,892,572	8,853,628	7,814,675	6,775,713	5,736,746	4,697,782
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,192,020	6,659,278	6,126,535	5,593,793	5,061,051	4,528,309	3,995,567	3,462,824	2,930,082	2,397,340
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,332,318	3,085,480	2,838,641	2,591,803	2,344,965	2,098,126	1,851,288	1,604,449	1,357,611	1,110,773
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,225,837	3,225,837	3,225,837	0	0	0	0	0	0	0
	Gas natural	3,765,675	3,826,701	3,491,535	3,232,903	2,974,271	2,715,638	2,457,006	2,198,374	1,939,742	1,681,110	1,422,477	1,163,845
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	32,419	31,650	30,949	30,242	29,524	28,796	28,059	27,312	26,561	25,812
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,676	1,676	1,676	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	37	34	32	29	26	23	21	18	15	12

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-26. Suministro Eléctrico Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	191,016,793	187,269,825	183,917,807	182,880,611	182,159,398	158,565,271	157,934,483	157,344,350	156,803,130	156,314,941	155,898,389	155,585,493
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	18,070,953	17,720,050	17,400,009	13,809,581	13,482,021	13,149,552	12,812,806	12,471,882	12,128,682	11,786,780
	CH ₄	26,993	25,605	25,104	24,764	24,453	13,398	13,080	12,757	12,431	12,100	11,767	11,435
	N ₂ O	43,599	42,204	41,299	40,684	40,123	24,212	23,637	23,054	22,464	21,866	21,265	20,665
	SF ₆	34,005	34,005	32,860	32,081	31,370	30,653	29,926	29,188	28,440	27,684	26,922	26,163
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	86,840,043	84,783,893	83,345,774	82,992,332	82,782,356	72,784,070	72,622,845	72,484,259	72,372,142	72,288,507	72,241,761	72,246,233
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	18,432,372	18,074,451	17,748,010	14,085,773	13,751,662	13,412,543	13,069,062	12,721,320	12,371,256	12,022,516
	CH ₄	26,993	25,605	25,606	25,259	24,943	13,666	13,341	13,012	12,679	12,342	12,002	11,664
	N ₂ O	43,599	42,204	42,125	41,498	40,925	24,696	24,110	23,515	22,913	22,304	21,690	21,078
	SF ₆	34,005	34,005	33,517	32,722	31,998	31,266	30,524	29,772	29,009	28,237	27,460	26,686
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	48,924,304	46,419,717	46,061,383	46,435,543	46,889,174	44,147,670	44,665,644	45,216,437	45,802,564	46,425,838	47,090,721	47,804,130
	CO ₂	18,312,884	18,586,925	17,709,534	17,365,649	17,052,009	13,533,390	13,212,381	12,886,561	12,556,550	12,222,445	11,886,109	11,551,045
	CH ₄	26,993	25,605	24,602	24,269	23,964	13,130	12,818	12,502	12,182	11,858	11,532	11,207
	N ₂ O	43,599	42,204	40,473	39,870	39,321	23,727	23,165	22,593	22,015	21,429	20,839	20,252
	SF ₆	34,005	34,005	32,202	31,439	30,743	30,040	29,327	28,604	27,872	27,130	26,384	25,640
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-27. Suministro Eléctrico Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	18,170,216	17,817,578	17,495,956	13,877,844	13,548,665	13,214,551	12,876,141	12,533,532	12,188,636	11,845,044
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,616,927	7,436,377	7,271,707	7,105,444	6,936,905	6,765,839	6,592,574	6,417,158	6,240,571	6,064,652
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,529,193	3,445,537	3,369,240	3,292,205	3,214,114	3,134,853	3,054,573	2,973,297	2,891,478	2,809,969
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,291,671	3,291,671	3,291,671	0	0	0	0	0	0	0
	Gas Natural	3,765,675	3,826,701	3,697,817	3,610,164	3,530,221	3,449,505	3,367,684	3,284,636	3,200,520	3,115,360	3,029,632	2,944,228
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	32,860	32,081	31,370	30,653	29,926	29,188	28,440	27,684	26,922	26,163
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,710	1,710	1,710	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	39	38	38	37	36	35	34	33	32	31
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	18,533,621	18,173,930	17,845,875	14,155,401	13,819,638	13,478,842	13,133,664	12,784,203	12,432,408	12,081,944
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,769,266	7,585,104	7,417,141	7,247,553	7,075,643	6,901,156	6,724,425	6,545,501	6,365,383	6,185,945
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,599,777	3,514,448	3,436,625	3,358,049	3,278,396	3,197,550	3,115,665	3,032,763	2,949,308	2,866,168
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,357,504	3,357,504	3,357,504	0	0	0	0	0	0	0
	Gas Natural	3,765,675	3,826,701	3,771,773	3,682,367	3,600,825	3,518,495	3,435,037	3,350,329	3,264,530	3,177,667	3,090,225	3,003,113
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	33,517	32,722	31,998	31,266	30,524	29,772	29,009	28,237	27,460	26,686
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,744	1,744	1,744	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	18,417,482	18,688,738	17,806,812	17,461,227	17,146,037	13,600,287	13,277,691	12,950,260	12,618,619	12,282,861	11,944,863	11,608,143
	Fuel Oil Residual	6,277,954	7,882,410	7,464,589	7,287,649	7,126,272	6,963,335	6,798,167	6,630,522	6,460,722	6,288,815	6,115,760	5,943,359
	Fuel Oil Destilado	4,280,510	3,652,200	3,458,609	3,376,627	3,301,855	3,226,360	3,149,832	3,072,156	2,993,482	2,913,831	2,833,649	2,753,769
	Carbón Bituminoso	4,058,659	3,291,671	3,225,837	3,225,837	3,225,837	0	0	0	0	0	0	0
	Gas natural	3,765,675	3,826,701	3,623,860	3,537,961	3,459,617	3,380,515	3,300,330	3,218,943	3,136,510	3,053,053	2,969,039	2,885,344
	T&D de Electricidad	34,005	34,005	32,202	31,439	30,743	30,040	29,327	28,604	27,872	27,130	26,384	25,640
	Carbón de Antracita	633	1,710	1,676	1,676	1,676	0	0	0	0	0	0	0
	Gas de Vertedero	46	41	39	38	37	36	35	34	33	33	32	31

Combustible Directo

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-28. Combustible Directo Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	26,729,360	24,282,570	25,011,232	25,807,757	26,646,603	27,521,553	28,433,795	29,384,764	30,376,215	31,409,842	32,487,817	33,612,756
	CO ₂	537,158	490,332	476,997	465,691	455,379	444,967	434,412	423,699	412,849	401,864	390,805	379,789
	CH ₄	721	654	636	621	607	593	579	565	550	536	521	506
	N ₂ O	1,499	1,353	1,317	1,285	1,257	1,228	1,199	1,169	1,140	1,109	1,079	1,048
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	14,722,489	13,372,029	13,802,682	14,268,657	14,757,800	15,267,653	15,798,935	16,352,484	16,929,278	17,530,284	18,156,679	18,809,841
	CO ₂	537,158	490,332	486,537	475,005	464,486	453,866	443,100	432,173	421,106	409,901	398,621	387,385
	CH ₄	721	654	649	633	619	605	591	576	561	546	531	516
	N ₂ O	1,499	1,353	1,343	1,311	1,282	1,253	1,223	1,193	1,162	1,131	1,100	1,069
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	10,388,738	9,433,524	9,771,700	10,136,309	10,517,075	10,913,537	11,326,288	11,755,979	12,203,320	12,669,032	13,153,923	13,658,885
	CO ₂	537,158	490,332	467,457	456,377	446,271	436,067	425,724	415,225	404,592	393,827	382,989	372,193
	CH ₄	721	654	623	608	595	581	568	554	539	525	511	496
	N ₂ O	1,499	1,353	1,290	1,260	1,232	1,204	1,175	1,146	1,117	1,087	1,057	1,027



Tabla B-29. Combustible Directo Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	539,378	492,339	478,950	467,597	457,242	446,788	436,190	425,434	414,539	403,509	392,405	381,343
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	399,466	389,997	381,361	372,642	363,803	354,831	345,744	336,545	327,284	318,058
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	76,613	74,797	73,141	71,469	69,773	68,053	66,310	64,546	62,769	61,000
	Queroseno	2,994	2,951	2,870	2,802	2,740	2,678	2,614	2,550	2,484	2,418	2,352	2,286
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO₂e)	539,378	492,339	488,529	476,949	466,387	455,724	444,914	433,942	422,830	411,579	400,253	388,970
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	407,456	397,797	388,988	380,095	371,079	361,928	352,659	343,276	333,830	324,419
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	78,145	76,293	74,604	72,898	71,169	69,414	67,636	65,836	64,025	62,220
	Queroseno	2,994	2,951	2,928	2,858	2,795	2,731	2,666	2,601	2,534	2,467	2,399	2,331
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO₂e)	539,378	492,339	469,371	458,245	448,098	437,852	427,466	416,925	406,248	395,439	384,557	373,716
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	391,477	382,197	373,734	365,189	356,527	347,735	338,830	329,814	320,738	311,697
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	75,081	73,301	71,678	70,039	68,378	66,692	64,984	63,255	61,514	59,780
	Queroseno	2,994	2,951	2,813	2,746	2,686	2,624	2,562	2,499	2,435	2,370	2,305	2,240

Escenario de Descarbonización

Tabla B-30. Combustible Directo Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	26,729,360	24,282,570	24,868,098	25,507,316	26,181,907	26,893,298	27,642,976	28,432,489	29,263,445	30,137,519	31,056,453	32,022,059
	CO ₂	537,158	490,332	456,516	422,700	388,884	355,068	321,252	287,436	253,620	219,804	185,988	152,172
	CH ₄	721	654	609	563	518	473	428	383	338	293	248	203
	N ₂ O	1,499	1,353	1,260	1,167	1,073	980	887	793	700	607	513	420
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO₂e)	14,722,489	13,372,029	13,741,398	14,140,021	14,558,836	14,998,658	15,460,338	15,944,757	16,452,834	16,985,525	17,543,824	18,128,767
	CO ₂	537,158	490,332	465,646	431,154	396,662	362,169	327,677	293,185	258,692	224,200	189,708	155,215
	CH ₄	721	654	621	575	529	483	437	391	345	299	253	207
	N ₂ O	1,499	1,353	1,285	1,190	1,095	1,000	904	809	714	619	524	428
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO₂e)	10,388,738	9,433,524	9,751,546	10,094,005	10,451,644	10,825,075	11,214,938	11,621,895	12,046,637	12,489,883	12,952,381	13,434,907
	CO ₂	537,158	490,332	447,386	414,246	381,106	347,967	314,827	281,687	248,548	215,408	182,268	149,129
	CH ₄	721	654	596	552	508	464	420	376	331	287	243	199
	N ₂ O	1,499	1,353	1,235	1,143	1,052	960	869	778	686	595	503	412

Tabla B-31. Combustible Directo Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	539,378	492,339	458,385	424,430	390,476	356,521	322,567	288,613	254,658	220,704	186,749	152,795
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	382,314	353,994	325,675	297,355	269,036	240,716	212,397	184,077	155,757	127,438
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	73,324	67,892	62,461	57,029	51,598	46,167	40,735	35,304	29,873	24,441
	Queroseno	2,994	2,951	2,747	2,544	2,340	2,137	1,933	1,730	1,526	1,323	1,119	916
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO₂e)	539,378	492,339	467,552	432,919	398,285	363,652	329,018	294,385	259,751	225,118	190,484	155,851
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	389,960	361,074	332,188	303,302	274,416	245,530	216,645	187,759	158,873	129,987
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	74,790	69,250	63,710	58,170	52,630	47,090	41,550	36,010	30,470	24,930
	Queroseno	2,994	2,951	2,802	2,595	2,387	2,179	1,972	1,764	1,557	1,349	1,142	934
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO₂e)	539,378	492,339	449,217	415,942	382,666	349,391	316,116	282,840	249,565	216,290	183,014	149,739
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	374,668	346,914	319,161	291,408	263,655	235,902	208,149	180,395	152,642	124,889
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	71,857	66,534	61,212	55,889	50,566	45,243	39,921	34,598	29,275	23,952
	Queroseno	2,994	2,951	2,692	2,493	2,293	2,094	1,895	1,695	1,496	1,296	1,097	897

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-32. Combustible Directo Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	26,729,360	24,282,570	24,955,673	25,753,515	26,593,563	27,469,726	28,383,197	29,335,414	30,328,128	31,363,035	32,442,298	33,568,520
	CO ₂	537,158	490,332	469,047	457,929	447,789	437,551	427,172	416,638	405,968	395,166	384,292	373,459
	CH ₄	721	654	625	610	597	583	569	555	541	527	512	498
	N ₂ O	1,499	1,353	1,295	1,264	1,236	1,208	1,179	1,150	1,121	1,091	1,061	1,031
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO₂e)	14,722,489	13,372,029	13,778,894	14,245,433	14,735,091	15,245,462	15,777,271	16,331,354	16,908,690	17,510,243	18,137,189	18,790,901
	CO ₂	537,158	490,332	478,428	467,088	456,745	446,302	435,715	424,971	414,087	403,069	391,978	380,928
	CH ₄	721	654	638	623	609	595	581	567	552	537	523	508
	N ₂ O	1,499	1,353	1,321	1,289	1,261	1,232	1,203	1,173	1,143	1,113	1,082	1,051
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO₂e)	10,388,738	9,433,524	9,763,877	10,128,671	10,509,607	10,906,239	11,319,164	11,749,031	12,196,549	12,662,441	13,147,514	13,652,656
	CO ₂	537,158	490,332	459,666	448,771	438,833	428,800	418,628	408,305	397,849	387,263	376,606	365,990
	CH ₄	721	654	613	598	585	572	558	544	530	516	502	488
	N ₂ O	1,499	1,353	1,269	1,239	1,211	1,184	1,155	1,127	1,098	1,069	1,040	1,010



Tabla B-33. Combustible Directo Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	539,378	492,339	470,967	459,804	449,622	439,342	428,920	418,343	407,630	396,784	385,865	374,988
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	392,808	383,497	375,005	366,431	357,739	348,917	339,982	330,936	321,829	312,757
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	75,336	73,551	71,922	70,277	68,610	66,918	65,205	63,470	61,723	59,983
	Queroseno	2,994	2,951	2,823	2,756	2,695	2,633	2,571	2,507	2,443	2,378	2,313	2,247
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO₂e)	539,378	492,339	480,387	469,000	458,614	448,128	437,499	426,710	415,782	404,719	393,582	382,487
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	400,665	391,167	382,505	373,760	364,894	355,896	346,782	337,554	328,266	319,012
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	76,843	75,022	73,360	71,683	69,983	68,257	66,509	64,739	62,958	61,183
	Queroseno	2,994	2,951	2,879	2,811	2,749	2,686	2,622	2,557	2,492	2,426	2,359	2,292
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO₂e)	539,378	492,339	461,548	450,608	440,629	430,555	420,342	409,976	399,477	388,848	378,148	367,488
	Gases de Petróleo Licuados	471,246	410,633	384,952	375,827	367,505	359,102	350,585	341,939	333,182	324,317	315,393	306,502
	Fuel Oil Destilado	65,138	78,755	73,830	72,080	70,483	68,872	67,238	65,580	63,901	62,200	60,489	58,784
	Queroseno	2,994	2,951	2,766	2,701	2,641	2,580	2,519	2,457	2,394	2,330	2,266	2,202

Procesos Industriales

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-34. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual: Referencia)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711	
	CO ₂	439	276	287	298	310	323	336	350	364	378	394	410	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,390	2,487	2,587	2,692	2,801	2,914	3,032	3,154	3,282	3,414	
	SF ₆	7,606	7,668	7,978	8,300	8,635	8,984	9,347	9,725	10,118	10,527	10,952	11,394	
	NF ₃	5,382	5,446	5,666	5,895	6,133	6,381	6,639	6,907	7,186	7,477	7,779	8,093	
	HFC-23	3,752	3,737	3,657	3,577	3,497	3,417	3,336	3,256	3,176	3,096	3,016	2,936	
	HFC-32	72,610	84,598	82,785	80,972	79,160	77,347	75,534	73,721	71,908	70,096	68,283	66,470	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	603,310	590,098	576,887	563,676	550,465	537,254	524,043	510,832	497,620	484,409	
	HFC-134a	608,475	466,127	456,138	446,150	436,161	426,173	416,185	406,196	396,208	386,219	376,231	366,242	
	HFC-143a	338,247	287,284	281,128	274,971	268,815	262,659	256,503	250,347	244,191	238,035	231,879	225,723	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,008	6,855	6,701	6,548	6,394	6,241	6,087	5,934	5,780	5,627	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,749	8,062	8,388	8,727	9,079	9,446	9,828	10,225	10,638	11,067	
	C ₃ F ₈	877	780	812	845	879	914	951	990	1,030	1,071	1,114	1,160	
C ₄ F ₈	549	514	535	557	579	602	627	652	678	706	734	764		

Tabla B-35. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO₂e)	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466	
	CO ₂	439	276	292	304	317	329	343	357	371	386	402	418	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,438	2,537	2,639	2,746	2,857	2,972	3,092	3,217	3,347	3,482	
	SF ₆	7,606	7,668	8,137	8,466	8,808	9,164	9,534	9,919	10,320	10,737	11,171	11,622	
	NF ₃	5,382	5,446	5,780	6,013	6,256	6,509	6,772	7,045	7,330	7,626	7,934	8,255	
	HFC-23	3,752	3,737	3,730	3,648	3,567	3,485	3,403	3,322	3,240	3,158	3,076	2,995	
	HFC-32	72,610	84,598	84,441	82,592	80,743	78,894	77,045	75,196	73,346	71,497	69,648	67,799	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	615,376	601,900	588,425	574,950	561,474	547,999	534,524	521,048	507,573	494,097	
	HFC-134a	608,475	466,127	465,261	455,073	444,885	434,697	424,508	414,320	404,132	393,944	383,756	373,567	
	HFC-143a	338,247	287,284	286,750	280,471	274,192	267,913	261,633	255,354	249,075	242,796	236,517	230,237	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,148	6,992	6,835	6,679	6,522	6,366	6,209	6,052	5,896	5,739	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,904	8,223	8,555	8,901	9,261	9,635	10,024	10,429	10,850	11,289	
C ₃ F ₈	877	780	828	862	896	933	970	1,009	1,050	1,093	1,137	1,183		
C ₄ F ₈	549	514	546	568	591	615	639	665	692	720	749	779		

Tabla B-36. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO₂e)	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957	
	CO ₂	439	276	281	292	304	316	329	343	356	371	386	401	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,343	2,437	2,536	2,638	2,745	2,856	2,971	3,091	3,216	3,346	
	SF ₆	7,606	7,668	7,818	8,134	8,463	8,805	9,160	9,530	9,915	10,316	10,733	11,166	
	NF ₃	5,382	5,446	5,553	5,777	6,011	6,254	6,506	6,769	7,042	7,327	7,623	7,931	
	HFC-23	3,752	3,737	3,584	3,505	3,427	3,348	3,270	3,191	3,113	3,034	2,956	2,877	
	HFC-32	72,610	84,598	81,130	79,353	77,576	75,800	74,023	72,247	70,470	68,694	66,917	65,140	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	HFC-125	583,028	616,521	591,243	578,297	565,350	552,403	539,456	526,509	513,562	500,615	487,668	474,721	
	HFC-134a	608,475	466,127	447,016	437,227	427,438	417,650	407,861	398,072	388,284	378,495	368,706	358,918	
	HFC-143a	338,247	287,284	275,505	269,472	263,439	257,406	251,373	245,340	239,307	233,274	227,241	221,208	
	HFC-236fa	9,095	7,161	6,868	6,717	6,567	6,417	6,266	6,116	5,966	5,815	5,665	5,514	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,594	7,901	8,220	8,552	8,898	9,257	9,631	10,020	10,425	10,846	
C ₃ F ₈	877	780	796	828	861	896	932	970	1,009	1,050	1,092	1,136		
C ₄ F ₈	549	514	524	545	567	590	614	639	665	692	720	749		



Tabla B-37. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,430,620	1,399,294	1,367,969	1,336,644	1,305,318	1,273,993	1,242,668	1,211,342	1,180,017	1,148,692
	Semiconductores	29,063	27,669	28,570	29,510	30,491	31,514	32,582	33,696	34,859	36,071	37,335	38,654
	Cemento	408	246	256	266	277	288	300	312	325	338	351	366
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,459,232	1,427,280	1,395,328	1,363,376	1,331,425	1,299,473	1,267,521	1,235,569	1,203,618	1,171,666
	Semiconductores	29,063	27,669	29,141	30,100	31,100	32,144	33,234	34,370	35,556	36,792	38,082	39,427
	Cemento	408	246	261	272	283	294	306	318	331	344	358	373
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,402,008	1,371,309	1,340,610	1,309,911	1,279,212	1,248,513	1,217,814	1,187,116	1,156,417	1,125,718
	Semiconductores	29,063	27,669	27,998	28,919	29,881	30,884	31,931	33,022	34,162	35,350	36,589	37,881
	Cemento	408	246	251	261	272	282	294	306	318	331	344	358

Escenario de Descarbonización

Tabla B-38. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización: Referencia)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711	
	CO ₂	439	276	287	298	310	323	336	350	364	378	394	410	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,390	2,487	2,587	2,692	2,801	2,914	3,032	3,154	3,282	3,414	
	SF ₆	7,606	7,668	7,978	8,300	8,635	8,984	9,347	9,725	10,118	10,527	10,952	11,394	
	NF ₃	5,382	5,446	5,666	5,895	6,133	6,381	6,639	6,907	7,186	7,477	7,779	8,093	
	HFC-23	3,752	3,737	3,657	3,577	3,497	3,417	3,336	3,256	3,176	3,096	3,016	2,936	
	HFC-32	72,610	84,598	82,785	80,972	79,160	77,347	75,534	73,721	71,908	70,096	68,283	66,470	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	603,310	590,098	576,887	563,676	550,465	537,254	524,043	510,832	497,620	484,409	
	HFC-134a	608,475	466,127	456,138	446,150	436,161	426,173	416,185	406,196	396,208	386,219	376,231	366,242	
	HFC-143a	338,247	287,284	281,128	274,971	268,815	262,659	256,503	250,347	244,191	238,035	231,879	225,723	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,008	6,855	6,701	6,548	6,394	6,241	6,087	5,934	5,780	5,627	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,749	8,062	8,388	8,727	9,079	9,446	9,828	10,225	10,638	11,067	
	C ₃ F ₈	877	780	812	845	879	914	951	990	1,030	1,071	1,114	1,160	
C ₄ F ₈	549	514	535	557	579	602	627	652	678	706	734	764		

Tabla B-39. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466	
	CO ₂	439	276	292	304	317	329	343	357	371	386	402	418	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,438	2,537	2,639	2,746	2,857	2,972	3,092	3,217	3,347	3,482	
	SF ₆	7,606	7,668	8,137	8,466	8,808	9,164	9,534	9,919	10,320	10,737	11,171	11,622	
	NF ₃	5,382	5,446	5,780	6,013	6,256	6,509	6,772	7,045	7,330	7,626	7,934	8,255	
	HFC-23	3,752	3,737	3,730	3,648	3,567	3,485	3,403	3,322	3,240	3,158	3,076	2,995	
	HFC-32	72,610	84,598	84,441	82,592	80,743	78,894	77,045	75,196	73,346	71,497	69,648	67,799	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	615,376	601,900	588,425	574,950	561,474	547,999	534,524	521,048	507,573	494,097	
	HFC-134a	608,475	466,127	465,261	455,073	444,885	434,697	424,508	414,320	404,132	393,944	383,756	373,567	
	HFC-143a	338,247	287,284	286,750	280,471	274,192	267,913	261,633	255,354	249,075	242,796	236,517	230,237	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,148	6,992	6,835	6,679	6,522	6,366	6,209	6,052	5,896	5,739	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,904	8,223	8,555	8,901	9,261	9,635	10,024	10,429	10,850	11,289	
C ₃ F ₈	877	780	828	862	896	933	970	1,009	1,050	1,093	1,137	1,183		
C ₄ F ₈	549	514	546	568	591	615	639	665	692	720	749	779		

Tabla B-40. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957	
	CO ₂	439	276	281	292	304	316	329	343	356	371	386	401	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,343	2,437	2,536	2,638	2,745	2,856	2,971	3,091	3,216	3,346	
	SF ₆	7,606	7,668	7,818	8,134	8,463	8,805	9,160	9,530	9,915	10,316	10,733	11,166	
	NF ₃	5,382	5,446	5,553	5,777	6,011	6,254	6,506	6,769	7,042	7,327	7,623	7,931	
	HFC-23	3,752	3,737	3,584	3,505	3,427	3,348	3,270	3,191	3,113	3,034	2,956	2,877	
	HFC-32	72,610	84,598	81,130	79,353	77,576	75,800	74,023	72,247	70,470	68,694	66,917	65,140	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	HFC-125	583,028	616,521	591,243	578,297	565,350	552,403	539,456	526,509	513,562	500,615	487,668	474,721	
	HFC-134a	608,475	466,127	447,016	437,227	427,438	417,650	407,861	398,072	388,284	378,495	368,706	358,918	
	HFC-143a	338,247	287,284	275,505	269,472	263,439	257,406	251,373	245,340	239,307	233,274	227,241	221,208	
	HFC-236fa	9,095	7,161	6,868	6,717	6,567	6,417	6,266	6,116	5,966	5,815	5,665	5,514	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,594	7,901	8,220	8,552	8,898	9,257	9,631	10,020	10,425	10,846	
C ₃ F ₈	877	780	796	828	861	896	932	970	1,009	1,050	1,092	1,136		
C ₄ F ₈	549	514	524	545	567	590	614	639	665	692	720	749		



Tabla B-41. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,430,620	1,399,294	1,367,969	1,336,644	1,305,318	1,273,993	1,242,668	1,211,342	1,180,017	1,148,692
	Semiconductores	29,063	27,669	28,570	29,510	30,491	31,514	32,582	33,696	34,859	36,071	37,335	38,654
	Cemento	408	246	256	266	277	288	300	312	325	338	351	366
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,459,232	1,427,280	1,395,328	1,363,376	1,331,425	1,299,473	1,267,521	1,235,569	1,203,618	1,171,666
	Semiconductores	29,063	27,669	29,141	30,100	31,100	32,144	33,234	34,370	35,556	36,792	38,082	39,427
	Cemento	408	246	261	272	283	294	306	318	331	344	358	373
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,402,008	1,371,309	1,340,610	1,309,911	1,279,212	1,248,513	1,217,814	1,187,116	1,156,417	1,125,718
	Semiconductores	29,063	27,669	27,998	28,919	29,881	30,884	31,931	33,022	34,162	35,350	36,589	37,881
	Cemento	408	246	251	261	272	282	294	306	318	331	344	358

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-42. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos: Referencia)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711	
	CO ₂	439	276	287	298	310	323	336	350	364	378	394	410	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,390	2,487	2,587	2,692	2,801	2,914	3,032	3,154	3,282	3,414	
	SF ₆	7,606	7,668	7,978	8,300	8,635	8,984	9,347	9,725	10,118	10,527	10,952	11,394	
	NF ₃	5,382	5,446	5,666	5,895	6,133	6,381	6,639	6,907	7,186	7,477	7,779	8,093	
	HFC-23	3,752	3,737	3,657	3,577	3,497	3,417	3,336	3,256	3,176	3,096	3,016	2,936	
	HFC-32	72,610	84,598	82,785	80,972	79,160	77,347	75,534	73,721	71,908	70,096	68,283	66,470	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	603,310	590,098	576,887	563,676	550,465	537,254	524,043	510,832	497,620	484,409	
	HFC-134a	608,475	466,127	456,138	446,150	436,161	426,173	416,185	406,196	396,208	386,219	376,231	366,242	
	HFC-143a	338,247	287,284	281,128	274,971	268,815	262,659	256,503	250,347	244,191	238,035	231,879	225,723	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,008	6,855	6,701	6,548	6,394	6,241	6,087	5,934	5,780	5,627	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,749	8,062	8,388	8,727	9,079	9,446	9,828	10,225	10,638	11,067	
	C ₃ F ₈	877	780	812	845	879	914	951	990	1,030	1,071	1,114	1,160	
C ₄ F ₈	549	514	535	557	579	602	627	652	678	706	734	764		

Tabla B-43. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos: Crecimiento Económico Alto)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Alto	Total alto (CO₂e)	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466	
	CO ₂	439	276	292	304	317	329	343	357	371	386	402	418	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,438	2,537	2,639	2,746	2,857	2,972	3,092	3,217	3,347	3,482	
	SF ₆	7,606	7,668	8,137	8,466	8,808	9,164	9,534	9,919	10,320	10,737	11,171	11,622	
	NF ₃	5,382	5,446	5,780	6,013	6,256	6,509	6,772	7,045	7,330	7,626	7,934	8,255	
	HFC-23	3,752	3,737	3,730	3,648	3,567	3,485	3,403	3,322	3,240	3,158	3,076	2,995	
	HFC-32	72,610	84,598	84,441	82,592	80,743	78,894	77,045	75,196	73,346	71,497	69,648	67,799	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
	HFC-125	583,028	616,521	615,376	601,900	588,425	574,950	561,474	547,999	534,524	521,048	507,573	494,097	
	HFC-134a	608,475	466,127	465,261	455,073	444,885	434,697	424,508	414,320	404,132	393,944	383,756	373,567	
	HFC-143a	338,247	287,284	286,750	280,471	274,192	267,913	261,633	255,354	249,075	242,796	236,517	230,237	
	HFC-236fa	9,095	7,161	7,148	6,992	6,835	6,679	6,522	6,366	6,209	6,052	5,896	5,739	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,904	8,223	8,555	8,901	9,261	9,635	10,024	10,429	10,850	11,289	
C ₃ F ₈	877	780	828	862	896	933	970	1,009	1,050	1,093	1,137	1,183		
C ₄ F ₈	549	514	546	568	591	615	639	665	692	720	749	779		

Tabla B-44. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos: Crecimiento Económico Bajo)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección										
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041	
Desarrollo Económico Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957	
	CO ₂	439	276	281	292	304	316	329	343	356	371	386	401	
	N ₂ O	1,994	2,298	2,343	2,437	2,536	2,638	2,745	2,856	2,971	3,091	3,216	3,346	
	SF ₆	7,606	7,668	7,818	8,134	8,463	8,805	9,160	9,530	9,915	10,316	10,733	11,166	
	NF ₃	5,382	5,446	5,553	5,777	6,011	6,254	6,506	6,769	7,042	7,327	7,623	7,931	
	HFC-23	3,752	3,737	3,584	3,505	3,427	3,348	3,270	3,191	3,113	3,034	2,956	2,877	
	HFC-32	72,610	84,598	81,130	79,353	77,576	75,800	74,023	72,247	70,470	68,694	66,917	65,140	
	HFC-41	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
	HFC-125	583,028	616,521	591,243	578,297	565,350	552,403	539,456	526,509	513,562	500,615	487,668	474,721	
	HFC-134a	608,475	466,127	447,016	437,227	427,438	417,650	407,861	398,072	388,284	378,495	368,706	358,918	
	HFC-143a	338,247	287,284	275,505	269,472	263,439	257,406	251,373	245,340	239,307	233,274	227,241	221,208	
	HFC-236fa	9,095	7,161	6,868	6,717	6,567	6,417	6,266	6,116	5,966	5,815	5,665	5,514	
	C ₂ F ₆	9,166	7,448	7,594	7,901	8,220	8,552	8,898	9,257	9,631	10,020	10,425	10,846	
C ₃ F ₈	877	780	796	828	861	896	932	970	1,009	1,050	1,092	1,136		
C ₄ F ₈	549	514	524	545	567	590	614	639	665	692	720	749		



Tabla B-45. Procesos Industriales Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,459,446	1,429,070	1,398,737	1,368,446	1,338,200	1,308,001	1,277,851	1,247,751	1,217,704	1,187,711
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,430,620	1,399,294	1,367,969	1,336,644	1,305,318	1,273,993	1,242,668	1,211,342	1,180,017	1,148,692
	Semiconductores	29,063	27,669	28,570	29,510	30,491	31,514	32,582	33,696	34,859	36,071	37,335	38,654
	Cemento	408	246	256	266	277	288	300	312	325	338	351	366
Desarrollo Econ. Alto	Total alto (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,488,634	1,457,652	1,426,711	1,395,815	1,364,964	1,334,161	1,303,408	1,272,706	1,242,058	1,211,466
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,459,232	1,427,280	1,395,328	1,363,376	1,331,425	1,299,473	1,267,521	1,235,569	1,203,618	1,171,666
	Semiconductores	29,063	27,669	29,141	30,100	31,100	32,144	33,234	34,370	35,556	36,792	38,082	39,427
	Cemento	408	246	261	272	283	294	306	318	331	344	358	373
Desarrollo Econ. Bajo	Total bajo (CO ₂ e)	1,641,224	1,489,861	1,430,257	1,400,489	1,370,762	1,341,077	1,311,436	1,281,841	1,252,294	1,222,796	1,193,350	1,163,957
	Sustitutos que Agotan Ozono	1,611,752	1,461,946	1,402,008	1,371,309	1,340,610	1,309,911	1,279,212	1,248,513	1,217,814	1,187,116	1,156,417	1,125,718
	Semiconductores	29,063	27,669	27,998	28,919	29,881	30,884	31,931	33,022	34,162	35,350	36,589	37,881
	Cemento	408	246	251	261	272	282	294	306	318	331	344	358

Transporte

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-46. Transporte Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,677,257	9,447,868	9,238,656	9,027,421	8,813,292	8,595,955	8,375,822	8,152,957	7,928,605	7,705,101
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,624,229	9,396,098	9,188,032	8,977,954	8,764,999	8,548,852	8,329,925	8,108,282	7,885,159	7,662,880
	CH ₄	15,252	15,587	21,554	21,043	20,577	20,107	19,630	19,146	18,656	18,159	17,659	17,162
	N ₂ O	24,721	30,392	31,473	30,727	30,047	29,360	28,664	27,957	27,241	26,516	25,786	25,059
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,870,802	9,636,826	9,423,429	9,207,969	8,989,558	8,767,874	8,543,338	8,316,016	8,087,177	7,859,203
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,816,713	9,584,020	9,371,792	9,157,513	8,940,299	8,719,829	8,496,524	8,270,448	8,042,863	7,816,138
	CH ₄	15,252	15,587	21,985	21,464	20,989	20,509	20,022	19,529	19,029	18,522	18,013	17,505
	N ₂ O	24,721	30,392	32,103	31,342	30,648	29,947	29,237	28,516	27,786	27,046	26,302	25,561
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,483,711	9,258,911	9,053,883	8,846,872	8,637,027	8,424,035	8,208,305	7,989,898	7,770,033	7,550,999
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,431,744	9,208,176	9,004,271	8,798,395	8,589,699	8,377,875	8,163,327	7,946,117	7,727,456	7,509,623
	CH ₄	15,252	15,587	21,123	20,622	20,166	19,705	19,237	18,763	18,282	17,796	17,306	16,818
	N ₂ O	24,721	30,392	30,844	30,113	29,446	28,773	28,090	27,398	26,696	25,986	25,271	24,558

Tabla B-47. Transporte Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,677,257	9,447,868	9,238,656	9,027,421	8,813,292	8,595,955	8,375,822	8,152,957	7,928,605	7,705,101
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,967,939	4,850,180	4,742,778	4,634,338	4,524,413	4,412,839	4,299,832	4,185,421	4,070,247	3,955,509
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	736,849	719,383	703,453	687,369	671,065	654,516	637,755	620,785	603,703	586,684
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,684,586	2,620,951	2,562,913	2,504,314	2,444,913	2,384,620	2,323,553	2,261,728	2,199,490	2,137,487
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,287,882	1,257,354	1,229,511	1,201,400	1,172,903	1,143,979	1,114,683	1,085,023	1,055,165	1,025,421
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,870,802	9,636,826	9,423,429	9,207,969	8,989,558	8,767,874	8,543,338	8,316,016	8,087,177	7,859,203
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	5,067,298	4,947,184	4,837,634	4,727,025	4,614,901	4,501,096	4,385,828	4,269,130	4,151,652	4,034,619
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	751,586	733,771	717,522	701,116	684,486	667,606	650,510	633,201	615,777	598,418
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,738,278	2,673,371	2,614,172	2,554,401	2,493,811	2,432,313	2,370,024	2,306,962	2,243,479	2,180,237
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,313,640	1,282,501	1,254,102	1,225,428	1,196,361	1,166,858	1,136,976	1,106,723	1,076,269	1,045,929
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,483,711	9,258,911	9,053,883	8,846,872	8,637,027	8,424,035	8,208,305	7,989,898	7,770,033	7,550,999
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,868,580	4,753,176	4,647,923	4,541,651	4,433,924	4,324,583	4,213,835	4,101,713	3,988,842	3,876,399
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	722,112	704,995	689,384	673,622	657,643	641,426	625,000	608,370	591,629	574,951
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,630,895	2,568,532	2,511,655	2,454,228	2,396,014	2,336,928	2,277,082	2,216,493	2,155,500	2,094,737
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,262,124	1,232,207	1,204,921	1,177,372	1,149,445	1,121,099	1,092,389	1,063,323	1,034,062	1,004,912

Escenario de Descarbonización

Tabla B-48. Transporte Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,261,733	8,575,678	7,889,624	7,203,570	6,517,516	5,831,461	5,145,407	4,459,353	3,773,299	3,087,244
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,210,982	8,528,687	7,846,392	7,164,097	6,481,802	5,799,507	5,117,212	4,434,917	3,752,622	3,070,327
	CH ₄	15,252	15,587	20,629	19,101	17,573	16,045	14,516	12,988	11,460	9,932	8,404	6,876
	N ₂ O	24,721	30,392	30,122	27,891	25,660	23,428	21,197	18,966	16,734	14,503	12,272	10,041
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,446,967	8,747,192	8,047,417	7,347,641	6,647,866	5,948,091	5,248,315	4,548,540	3,848,765	3,148,989
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,395,202	8,699,261	8,003,320	7,307,379	6,611,438	5,915,497	5,219,556	4,523,616	3,827,675	3,131,734
	CH ₄	15,252	15,587	21,041	19,483	17,924	16,365	14,807	13,248	11,690	10,131	8,572	7,014
	N ₂ O	24,721	30,392	30,724	28,449	26,173	23,897	21,621	19,345	17,069	14,793	12,517	10,241
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,076,498	8,404,165	7,731,832	7,059,499	6,387,165	5,714,832	5,042,499	4,370,166	3,697,833	3,025,499
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,026,762	8,358,113	7,689,464	7,020,815	6,352,166	5,683,517	5,014,868	4,346,219	3,677,570	3,008,921
	CH ₄	15,252	15,587	20,216	18,719	17,221	15,724	14,226	12,729	11,231	9,734	8,236	6,739
	N ₂ O	24,721	30,392	29,520	27,333	25,146	22,960	20,773	18,586	16,400	14,213	12,027	9,840



Tabla B-49. Transporte Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,261,733	8,575,678	7,889,624	7,203,570	6,517,516	5,831,461	5,145,407	4,459,353	3,773,299	3,087,244
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,754,625	4,402,430	4,050,236	3,698,042	3,345,847	2,993,653	2,641,458	2,289,264	1,937,069	1,584,875
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	705,210	652,972	600,734	548,497	496,259	444,021	391,783	339,546	287,308	235,070
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,569,315	2,378,996	2,188,676	1,998,356	1,808,037	1,617,717	1,427,397	1,237,078	1,046,758	856,438
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,232,583	1,141,280	1,049,978	958,675	867,373	776,071	684,768	593,466	502,163	410,861
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,446,967	8,747,192	8,047,417	7,347,641	6,647,866	5,948,091	5,248,315	4,548,540	3,848,765	3,148,989
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,849,717	4,490,479	4,131,241	3,772,002	3,412,764	3,053,526	2,694,287	2,335,049	1,975,811	1,616,572
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	719,314	666,032	612,749	559,467	506,184	452,902	399,619	346,336	293,054	239,771
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,620,702	2,426,575	2,232,449	2,038,323	1,844,197	1,650,071	1,455,945	1,261,819	1,067,693	873,567
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,257,234	1,164,106	1,070,977	977,849	884,720	791,592	698,463	605,335	512,207	419,078
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,076,498	8,404,165	7,731,832	7,059,499	6,387,165	5,714,832	5,042,499	4,370,166	3,697,833	3,025,499
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,659,532	4,314,382	3,969,231	3,624,081	3,278,930	2,933,780	2,588,629	2,243,479	1,898,328	1,553,177
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	691,106	639,913	588,720	537,527	486,334	435,141	383,948	332,755	281,562	230,369
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,517,929	2,331,416	2,144,902	1,958,389	1,771,876	1,585,363	1,398,849	1,212,336	1,025,823	839,310
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,207,931	1,118,455	1,028,978	939,502	850,025	760,549	671,073	581,596	492,120	402,644

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-50. Transporte Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,515,969	9,290,404	9,084,678	8,876,964	8,666,404	8,452,689	8,236,225	8,017,075	7,796,462	7,576,683
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,463,825	9,239,496	9,034,898	8,828,321	8,618,916	8,406,371	8,191,093	7,973,144	7,753,740	7,535,166
	CH ₄	15,252	15,587	21,195	20,693	20,234	19,772	19,303	18,827	18,345	17,856	17,365	16,876
	N ₂ O	24,721	30,392	30,949	30,215	29,546	28,871	28,186	27,491	26,787	26,074	25,357	24,642
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,706,288	9,476,212	9,266,372	9,054,503	8,839,732	8,621,742	8,400,949	8,177,416	7,952,391	7,728,217
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,653,102	9,424,286	9,215,596	9,004,888	8,791,294	8,574,499	8,354,915	8,132,607	7,908,815	7,685,869
	CH ₄	15,252	15,587	21,619	21,106	20,639	20,167	19,689	19,203	18,711	18,214	17,712	17,213
	N ₂ O	24,721	30,392	31,568	30,820	30,137	29,448	28,750	28,041	27,323	26,596	25,864	25,135
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	8,832,555	9,533,698	9,325,650	9,104,596	8,902,985	8,699,424	8,493,076	8,283,635	8,071,500	7,856,733	7,640,532	7,425,149
	CO ₂	8,792,582	9,487,718	9,274,549	9,054,706	8,854,200	8,651,755	8,446,537	8,238,244	8,027,271	7,813,681	7,598,665	7,384,462
	CH ₄	15,252	15,587	20,771	20,279	19,830	19,376	18,917	18,450	17,978	17,499	17,018	16,538
	N ₂ O	24,721	30,392	30,330	29,611	28,955	28,293	27,622	26,941	26,251	25,553	24,849	24,149

Tabla B-51. Transporte Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,515,969	9,290,404	9,084,678	8,876,964	8,666,404	8,452,689	8,236,225	8,017,075	7,796,462	7,576,683
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,885,140	4,769,344	4,663,732	4,557,099	4,449,006	4,339,292	4,228,168	4,115,664	4,002,410	3,889,584
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	724,568	707,393	691,729	675,913	659,880	643,608	627,125	610,439	593,641	576,906
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,639,843	2,577,269	2,520,198	2,462,576	2,404,164	2,344,877	2,284,827	2,224,032	2,162,832	2,101,862
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,266,417	1,236,398	1,209,020	1,181,376	1,153,354	1,124,912	1,096,105	1,066,939	1,037,579	1,008,330
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,706,288	9,476,212	9,266,372	9,054,503	8,839,732	8,621,742	8,400,949	8,177,416	7,952,391	7,728,217
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,982,843	4,864,731	4,757,006	4,648,241	4,537,986	4,426,078	4,312,731	4,197,978	4,082,458	3,967,375
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	739,060	721,541	705,563	689,431	673,078	656,480	639,668	622,648	605,514	588,445
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,692,640	2,628,814	2,570,602	2,511,827	2,452,247	2,391,774	2,330,524	2,268,513	2,206,088	2,143,900
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,291,746	1,261,126	1,233,200	1,205,004	1,176,421	1,147,411	1,118,027	1,088,278	1,058,331	1,028,497
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	8,832,555	9,533,698	9,325,650	9,104,596	8,902,985	8,699,424	8,493,076	8,283,635	8,071,500	7,856,733	7,640,532	7,425,149
	Gasolina (automóviles)	4,999,132	5,106,819	4,787,437	4,673,957	4,570,457	4,465,957	4,360,026	4,252,506	4,143,604	4,033,351	3,922,362	3,811,792
	Diésel Marítimo	356,125	374,117	710,077	693,245	677,894	662,395	646,683	630,735	614,583	598,230	581,768	565,368
	Diésel (automóviles)	2,848,965	2,759,635	2,587,047	2,525,724	2,469,794	2,413,324	2,356,081	2,297,979	2,239,130	2,179,552	2,119,575	2,059,825
	Combustible de Aviación	628,332	1,293,127	1,241,089	1,211,670	1,184,839	1,157,749	1,130,287	1,102,414	1,074,182	1,045,601	1,016,828	988,164

Agricultura

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-52. Agricultura Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720

Tabla B-53. Agricultura Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0	
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0	

Escenario de Descarbonización

Tabla B-54. Agricultura Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720

Tabla B-55. Agricultura Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
	Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
	Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
	Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-56. Agricultura Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	CO ₂	58,501	55,115	42,868	30,620	18,372	6,124	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	640,037	662,249	708,677	755,105	801,533	847,961	877,905	891,367	904,828	918,290	931,751	945,213
	N ₂ O	224,309	230,891	243,530	256,170	268,809	281,449	290,219	295,119	300,019	304,919	309,820	314,720

Tabla B-57. Agricultura Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	922,848	948,256	995,075	1,041,895	1,088,714	1,135,533	1,168,124	1,186,486	1,204,848	1,223,209	1,241,571	1,259,933
	Residuos de cultivos	12	16	49	81	113	146	166	174	182	190	198	206
	Cultivo de arroz	310	301	234	167	100	33	0	0	0	0	0	0
	Quemadura - Residuos de cultivo	3	6	10	14	18	22	24	25	26	26	27	28
	Fermentación entérica	618,465	639,837	684,756	729,676	774,595	819,515	848,435	861,355	874,275	887,195	900,116	913,036
	Gestión de estiércoles	33,872	33,556	32,583	31,610	30,637	29,664	29,448	29,988	30,529	31,069	31,610	32,150
	Estiércoles dejados en pasto	165,766	171,783	184,035	196,287	208,539	220,791	228,777	232,495	236,213	239,932	243,650	247,368
	Estiércole aplicados a suelos	43,352	45,233	48,668	52,102	55,536	58,971	61,275	62,449	63,623	64,797	65,970	67,144
Suelos orgánicos drenados	61,068	57,523	44,740	31,957	19,174	6,391	0	0	0	0	0	0	0

Silvicultura y Otros Usos de Tierra

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-58. Silvicultura y Otros Usos de Tierra Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	CO ₂	105,003	202,832	-57,665	-57,645	-57,625	-57,605	-57,585	-57,564	-57,544	-57,524	-57,504	-57,484
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	N ₂ O	45	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	CO ₂	105,003	202,832	-57,665	-57,645	-57,625	-57,605	-57,585	-57,564	-57,544	-57,524	-57,504	-57,484
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	N ₂ O	45	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	CO ₂	105,003	202,832	-57,665	-57,645	-57,625	-57,605	-57,585	-57,564	-57,544	-57,524	-57,504	-57,484
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4
	N ₂ O	45	15	15	16	16	16	16	16	16	17	17	17

Tabla B-59. Silvicultura y Otros Usos de Tierra Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,476	1,497	1,517	1,538	1,558	1,579	1,599	1,620	1,640	1,660
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,476	1,497	1,517	1,538	1,558	1,579	1,599	1,620	1,640	1,660
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	105,057	202,851	-57,647	-57,627	-57,606	-57,586	-57,565	-57,545	-57,524	-57,504	-57,483	-57,463
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176	-18,176
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627	-3,627
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,476	1,497	1,517	1,538	1,558	1,579	1,599	1,620	1,640	1,660
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076	-863,076
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464	731,464
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292

Escenario de Descarbonización

Tabla B-60. Silvicultura y Otros Usos de Tierra Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	CO ₂	105,003	202,832	-36,294	-36,254	-36,213	-36,173	-36,133	-36,092	-36,052	-36,011	-35,971	-35,930
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	N ₂ O	45	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	CO ₂	105,003	202,832	-36,294	-36,254	-36,213	-36,173	-36,133	-36,092	-36,052	-36,011	-35,971	-35,930
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	N ₂ O	45	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	CO ₂	105,003	202,832	-36,294	-36,254	-36,213	-36,173	-36,133	-36,092	-36,052	-36,011	-35,971	-35,930
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	N ₂ O	45	15	16	16	16	17	17	18	18	18	19	19

Tabla B-61. Silvicultura y Otros Usos de Tierra Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,497	1,538	1,579	1,620	1,660	1,701	1,742	1,783	1,824	1,865
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,497	1,538	1,579	1,620	1,660	1,701	1,742	1,783	1,824	1,865
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	105,057	202,851	-36,276	-36,235	-36,194	-36,153	-36,112	-36,071	-36,030	-35,989	-35,948	-35,907
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351	-36,351
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254	-7,254
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,497	1,538	1,579	1,620	1,660	1,701	1,742	1,783	1,824	1,865
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153	-1,726,153
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694	1,637,694
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-62. Silvicultura y Otros Usos de Tierra Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO₂e)	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	CO ₂	105,003	202,832	-91,788	-91,800	-91,812	-91,824	-91,836	-91,848	-91,861	-91,873	-91,885	-91,897
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	N ₂ O	45	15	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO₂e)	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	CO ₂	105,003	202,832	-91,788	-91,800	-91,812	-91,824	-91,836	-91,848	-91,861	-91,873	-91,885	-91,897
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	N ₂ O	45	15	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO₂e)	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	CO ₂	105,003	202,832	-91,788	-91,800	-91,812	-91,824	-91,836	-91,848	-91,861	-91,873	-91,885	-91,897
	CH ₄	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	N ₂ O	45	15	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14

Tabla B-63. Silvicultura y Otros Usos de Tierra Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,444	1,431	1,419	1,407	1,395	1,383	1,370	1,358	1,346	1,334
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,444	1,431	1,419	1,407	1,395	1,383	1,370	1,358	1,346	1,334
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	105,057	202,851	-91,770	-91,782	-91,795	-91,807	-91,819	-91,831	-91,843	-91,856	-91,868	-91,880
	Cambio de carbono forestal (sobre-tierra)	14,255	14,502	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845	10,845
	Cambio de carbono forestal (bajo-tierra)	2,929	2,894	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164	2,164
	Mortalidad de árboles por incendios	4,372	1,456	1,444	1,431	1,419	1,407	1,395	1,383	1,370	1,358	1,346	1,334
	Cambio de tierras forestales	1,616,663	688,617	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971	514,971
	Cambio de praderas	-808,331	1,376,208	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486	-715,486
	Cambio de tierras de cultivo	-724,830	-1,880,826	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292	94,292

Gestión de Residuos

Escenario de Situación Habitual

Tabla B-64. Gestión de Residuos Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Metric Tons CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-65. Gestión de Residuos Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Situación Habitual)

Escenario - Situación Habitual		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79

Escenario de Descarbonización

Tabla B-66. Gestión de Residuos Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Metric Tons CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-67. Gestión de Residuos Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Descarbonización)

Escenario - Descarbonización		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79

Escenario de Huracanes Severos

Tabla B-68. Gestión de Residuos Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por gas en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Metric Tons CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Ref (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Alto	Total Alto (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desarrollo Econ. Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CH ₄	2,888,736	2,956,099	2,875,708	2,807,543	2,745,373	2,682,602	2,618,971	2,554,387	2,488,972	2,422,745	2,356,076	2,289,659
	N ₂ O	36,452	38,022	36,988	36,111	35,311	34,504	33,685	32,855	32,013	31,162	30,304	29,450
	CO ₂ Biogénico*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*CO₂ Biogénico tiene un GWP de 0, significando que no se incluye en los cálculos de CO₂e para inventarios de gases de efecto invernadero, según las pautas de IPCC.

Tabla B-69. Gestión de Residuos Emisiones de gases de efecto invernadero en Puerto Rico por subsector en TM CO₂e, 2019-2041 (Huracanes Severos)

Escenario - Huracanes Severos		Inventario		Proyección									
Toneladas Métricas CO ₂ e		2019	2021	2023	2025	2027	2029	2031	2033	2035	2037	2039	2041
Referencia (Sin Sensibilidad)	Total de referencia (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79
Desarrollo Económico Alto	Total Alto (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79
Desarrollo Económico Bajo	Total Bajo (CO ₂ e)	2,925,188	2,994,121	2,912,696	2,843,654	2,780,684	2,717,106	2,652,657	2,587,241	2,520,985	2,453,906	2,386,380	2,319,109
	Residuos Sólidos (Vertedero)	2,565,266	2,618,499	2,547,289	2,486,908	2,431,838	2,376,236	2,319,872	2,262,664	2,204,719	2,146,056	2,087,001	2,028,169
	Residuos Sólidos (Compost)	2,877	2,877	2,799	2,732	2,672	2,611	2,549	2,486	2,422	2,358	2,293	2,228
	Aguas Residuales (Séptico)	336,182	351,564	342,004	333,897	326,503	319,038	311,470	303,789	296,010	288,133	280,205	272,306
	Aguas Residuales (Aerobio)	12,965	13,137	12,780	12,477	12,201	11,922	11,639	11,352	11,061	10,767	10,471	10,176
	Aguas Residuales (Anaerobio)	7,793	7,941	7,725	7,542	7,375	7,206	7,035	6,862	6,686	6,508	6,329	6,150
	Aguas Residuales (Reactor)	105	103	100	97	95	93	91	89	86	84	82	79