

ASU® Rob and Melani Walton
Sustainability Solutions Service
Arizona State University

Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria de 2020

Un informe completo
preparado para



City of Phoenix
Mayo 2022

sustainabilitysolutions.asu.edu

Agradecimientos

Este informe es un esfuerzo conjunto por parte de la Municipalidad de Phoenix:

Nancy Allen, Administradora de Programas Ambientales

Rosanne Albright, Coordinadora de Programas Ambientales

Dr. Matthew Potzler, Especialista en Clima y Calidad Ambiental del Aire

Y las

Iniciativas de soluciones de sustentabilidad de Walton de la Universidad Estatal de Arizona:

William Campbell, Administrador de Cartera

Lizzy Bruns, Estudiante de Posgrado

Y la

Escuela de Informática, Computación y Sistemas Cibernéticos de la Universidad del Norte de Arizona

Dr. Richard Rushforth, Profesor Asistente de Investigación

Deseamos agradecer al personal de numerosos departamentos de la municipalidad por proporcionar los datos necesarios para producir el *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la comunidad de 2020* de la *Municipalidad de Phoenix*. También deseamos agradecer al personal de Avantpage Translation por servicios de traducción.

Finalmente, nos gustaría agradecer a los empleados de la Municipalidad de Phoenix, residentes y propietarios de negocios, que están apoyando los esfuerzos de la municipalidad y que están trabajando para reducir sus propias emisiones de gases de efecto invernadero.

Nota: Los datos y cálculos presentados en este informe pueden no ser exactos debido a errores de redondeo dentro de la plantilla de emisiones del gas de efecto invernadero (GEI).

Índice

<i>Lista de tablas</i>	5
<i>Lista de figuras</i>	6
<i>Lista de acrónimos</i>	6
<i>Resumen ejecutivo</i>	8
<i>Introducción</i>	14
1. Sector de energía estacionaria	18
1.1 Energía estacionaria de alcance 1	19
1.2 Energía estacionaria de alcance 2	21
1.3 Energía estacionaria de alcance 3	22
2. Sector de transporte	23
2.1 Emisiones de GEI de transporte de alcance 1	24
2.2 Emisiones de GEI de transporte de alcance 2	25
2.3 Emisiones de GEI de transporte de alcance 3	26
3. Sector de residuos	27
<i>Apéndice A. Resumen detallado de emisiones de GEI</i>	29
<i>Apéndice B. BORRADOR Emisiones de GEI de la agricultura, la silvicultura y el uso de la tierra (AFOLU) y los sistemas alimentarios</i>	37
B.1 Ganado	38
B.2 Uso de la tierra y cambio de uso de la tierra.....	42
B.3 Fuentes agregadas y fuentes de emisiones sin CO ₂ en tierra	44
B.4 Emisiones de GEI del sistema alimentario	44
<i>Apéndice C. Energía estacionaria: documentación de gas natural</i>	48
C.1 Recopilación de datos de gas natural	48
C.2 Procesamiento de datos de gas natural	48
C.3 Cambios entre años de inventario.....	49
<i>Apéndice D. Energía estacionaria: documentación de electricidad</i>	50
D.1 Recopilación de datos de electricidad	50
D.2 Procesamiento de datos de electricidad.....	51
D.2.1 Procesamiento de datos de electricidad de APS	51
D.2.2 Procesamiento de datos de SRP	53
D.2.3 Emisiones totales de GEI del consumo de electricidad	53

D.3 Pérdida de transmisión y distribución (Pérdida de T&D)	53
D.4 Cambios entre años de inventario	54
Apéndice E. Documentación del sector de transporte	57
E.1 Procesamiento de datos del sector de transporte	57
E.2 Transporte por carretera	57
E.2.1 Gasolina y diésel	57
E.2.2 Vehículos de combustible alternativo: biodiésel B20, etanol E85, GNC, GNL	58
E.2.3 Vehículos eléctricos	58
E.3 Vías férreas	58
E.3.1 Tren ligero de Valley Metro	58
E.3.1 Trenes de carga.....	59
E.4 Aviación	59
E.4.1 Aviación comercial.....	59
E.4.2 Aviación civil	59
E.5 Transporte todoterreno	60
E.5.1 Diésel para uso fuera de carreteras	60
E.5.2 Otras emisiones de GEI fuera de carreteras.....	62
Apéndice F. Documentación del sector de residuos	63
F.1 Residuos sólidos	63
F.2 Tratamiento de aguas residuales.....	65
F.3 Procesamiento de compost.....	67
F.4 Transporte y regeneración de GAC	67

Lista de tablas

Tabla ES-1. Emisiones de GEI de Phoenix por sector (Tm CO ₂ e).....	9
Tabla ES-2. Emisiones de GEI del subsector de energía estacionaria (Tm CO ₂ e).....	10
Tabla ES-3. Emisiones de GEI del subsector de transporte (Tm CO ₂ e).....	12
Tabla ES-4. Emisiones de GEI del subsector de residuos (Tm CO ₂ e)	12
Tabla 1. Emisiones de GEI a nivel comunitario por sector para 2012, 2016 y 2018	15
Tabla 2. Emisiones de GEI a nivel comunitario en 2018 por sector y alcance	16
Tabla 3. Resumen de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1	19
Tabla 4. Resumen de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2	21
Tabla 5. Resumen de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 3	22
Tabla 6. Resumen de las emisiones de GEI de transporte de alcance 1 (Tm CO ₂ e)....	24
Tabla 7. Datos de actividad de transporte y emisiones de GEI por combustible de alcance 1	25
Tabla 8. Resumen de las emisiones de GEI de transporte de alcance 2	26
Tabla 9. Resumen de las emisiones de GEI de transporte de alcance 3	26
Tabla 10. Resumen de emisiones de GEI del sector de residuos.....	27
Tabla 11. Resumen de emisiones de GEI de residuos de alcance 1	27
Tabla 12. Resumen de emisiones de GEI de residuos de alcance 3.....	28
Tabla B1. Emisiones estimadas de CH ₄ de la fermentación entérica en la Municipalidad de Phoenix	40
Tabla B2. Emisiones estimadas de CH ₄ de la gestión de estiércol en la Municipalidad de Phoenix	40
Tabla B3. Emisiones estimadas de N ₂ O de la gestión de estiércol en la Municipalidad de Phoenix	41
Tabla B4. Emisiones estimadas de la gestión de estiércol en la Municipalidad de Phoenix.....	41
Tabla B5. Uso de tierra estimado por tipo en la Municipalidad de Phoenix entre 2001 y 2019.....	43
Tabla B6. Tabla simplificada del uso de la tierra por tipo en la Municipalidad de Phoenix entre 2001 y 2019	43
Tabla B7. Sistema alimentario per cápita Intensidades de las emisiones de GEI de EE. UU. de los pasos de la cadena de suministro de alimentos	45
Tabla B8. Emisiones estimadas de GEI de la granja a la mesa del sistema alimentario de la Municipalidad de Phoenix	46
Tabla B9. Emisiones estimadas de GEI de la granja a la mesa del sistema alimentario de la Municipalidad de Phoenix	47
Tabla A1. Comparación interanual de emisiones de GEI de energía estacionaria	30
Tabla A2. Comparación interanual de emisiones de GEI de transporte	32
Tabla A3. Comparación interanual de emisiones de GEI de residuos.....	34
Tabla C1. Cambios en las emisiones de GEI del gas natural debido a métodos de escala actualizados	49
Tabla D1. Cambios en las metodologías de escala para datos de electricidad.....	56
Tabla E1. Cambios en el consumo de diésel para uso fuera de carreteras y las emisiones de GEI	61
Tabla F1. Documentación de datos y métodos para vertederos propiedad de la municipalidad.....	63
Tabla F2. Documentación de datos para vertederos de propiedad privada	64
Tabla F3. Documentación de datos para plantas de tratamiento de aguas residuales. 67	

Lista de figuras

Figura ES-1. Emisiones de GEI por sector de emisiones para 2012, 2016, 2018 y 2020.....	9
Figura ES-2. Emisiones de GEI de energía estacionaria para 2012, 2016, 2018 y 2020.....	10
Figura ES-3. Emisiones de GEI de transporte para 2012, 2016 y 2018.....	11
Figura 1. Emisiones totales de GEI y emisiones de GEI per cápita desde 2012.....	15
Figura 2. Emisiones de GEI de energía estacionaria por alcance desde 2012.....	18
Figura 3. Emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1 desde 2012.....	20
Figura 4. Emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 desde 2012.....	22
Figura 5. Resumen de las emisiones de GEI del sector de transporte por tipo de combustible.....	24
Figura B1. Fuentes de emisiones de GEI de AFOLU.....	37

Lista de acrónimos

AFFA	Agriculture, Forestry, and Fishing Activities (Actividades agrícolas, forestales y pesqueras)
AFOLU	Agriculture, Forestry, and Land Use (Agricultura, silvicultura y uso de la tierra)
APS	Arizona Public Service
AR	IPCC Assessment Report (Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental en Cambio Climático [Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC]) (Numerados del 2 al 5)
ASU	Arizona State University (Universidad Estatal de Arizona)
AZNM	Arizona and New Mexico eGRID Subregion (Subregión de la eGRID de Arizona y Nuevo México)
B20 Biodiésel	Contiene hasta un 20 % de biodiésel
BEV	Battery Electric Vehicle (Vehículo eléctrico de batería)
BPEV	Batter Plugin Electric Vehicle (Vehículo eléctrico de batería recargable)
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Emisiones equivalentes de dióxido de carbono
E54	Combustible que contiene 54 % de etanol
E85	Combustible que contiene 85 % de etanol
eGRID	EPA's Emissions and Generation Resource Integrated Database (Base de Datos Integrada de Recursos de Generación y Emisiones de la EPA)
EIA	U.S. Energy Information Administration (Administración de Información Energética de EE. UU.)
EPA	U.S. Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)
EV	Electric Vehicle (Vehículo eléctrico)
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle (Vehículo eléctrico con celda de combustible)
FERC	Federal Energy Regulatory Commission (Comisión Federal Reguladora de Energía)
FTE	Full-time equivalent (Equivalente a tiempo completo)
GEG	Galón equivalente de gasolina

GEI	Gas de efecto invernadero
GLP	Gas licuado del petróleo
GNC	Gas natural comprimido
GNL	Gas natural licuado
GPC	Global Protocol for Community-Scale GHG Emission Inventories (Protocolo global para inventarios de emisiones de GEI a escala comunitaria)
ICLEI	International Council for Local Environmental Initiatives (Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales),
IE	Included Elsewhere (Incluido en otra parte)
IPPU	Industrial Processes and Product Use (Procesos industriales y uso de productos)
MPST	Mining, Processing, Storage, and Transport of Coal (Minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón)
MWh	megavatio-hora
N ₂ O	Óxido nitroso
NAU	Northern Arizona University (Universidad del Norte de Arizona)
NE	Not Estimated (No estimado)
NERC	North American Electric Reliability Corporation (Corporación Norteamericana de Fiabilidad Eléctrica)
NO	Not Occurring (No ocurre)
ONGS	Oil and Natural Gas Systems (Sistemas de petróleo y gas natural)
PCG	Potencial de calentamiento global
PNM	Public Service Company of New Mexico (Compañía de Servicio Público de Nuevo México)
SRP	Salt River Project
T&D	Transporte y distribución
Tm	Toneladas métricas
TRP	Trip Reduction Program (Programa de reducción de viajes)
WECC	Western Electricity Coordinating Council (Consejo Coordinador de Electricidad Occidental)
WWT	Wastewater Treatment (Tratamiento de aguas residuales)
WWTP	Wastewater Treatment Plant (Planta de tratamiento de aguas residuales)

Resumen ejecutivo

La Municipalidad de Phoenix (Municipalidad) completó un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a escala comunitaria para el año calendario 2020 utilizando el Protocolo global para inventarios de emisiones de GEI a escala comunitaria (GPC). El GPC es un estándar mundial para inventariar las emisiones de GEI inducidas por la municipalidad, desarrollado por el Instituto de Recursos Mundiales, el Grupo de Liderazgo Climático de Ciudades C40 y el ICLEI.¹ El GPC es también el estándar respaldado por el Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía. La Municipalidad de Phoenix es miembro tanto del Grupo de Liderazgo Climático de Ciudades C40 como del Pacto Global de Alcaldes por el Clima y la Energía.

El GPC clasifica las emisiones de GEI directas e indirectas en tres sectores: energía estacionaria, de transporte y de residuos. Las emisiones directas de GEI se producen dentro de los límites de la municipalidad, mientras que las emisiones indirectas de GEI son inducidas por la actividad dentro de los límites de la municipalidad.

- El sector de energía estacionaria incluye las emisiones de GEI que se producen a partir de la energía utilizada en edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales, industrias manufactureras, uso de energía en la agricultura, la silvicultura y la pesca, y pérdidas de energía en la transmisión y distribución de electricidad.
- El sector de transporte incluye las emisiones de GEI de la aviación comercial y civil, el transporte por carretera, el uso de vehículos que no son de carretera, el transporte de mercancías y el tren ligero.
- El sector de residuos incluye las emisiones de GEI provenientes de la eliminación de residuos sólidos, el tratamiento biológico de residuos (compostaje) y el tratamiento de aguas residuales.

El inventario de GEI a escala comunitaria de 2020 es el cuarto completado por la municipalidad, después de los inventarios de GEI a escala comunitaria de 2012, 2016 y 2018. Si bien cada uno de los inventarios de GEI a escala comunitaria completados por la municipalidad ha seguido el GPC, durante cada proceso el inventario de GEI del año anterior se ha vuelto a calcular para reflejar las actualizaciones de los datos de origen, la recopilación de datos y los métodos de procesamiento, los potenciales de calentamiento global de GEI y los métodos de estimación de emisiones de GEI. Los cambios en los totales de emisiones de GEI para los años calendario 2012, 2016 y 2018 se informan junto con los totales de emisiones de GEI de 2020.

Hallazgos clave

- En 2020, las emisiones de GEI a escala comunitaria fueron de 15,156,347 toneladas métricas de equivalentes de dióxido de carbono (Tm CO₂e).

¹ Protocolo de gases de efecto invernadero. (s.f.). Protocolo de GEI para municipalidades | Protocolo de gases de efecto invernadero. Obtenido de <http://www.ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>

- Las emisiones de GEI a escala comunitaria de 2020 fueron un 14.0 % más bajas que los niveles de 2012 de 17,622,666 Tm CO₂e (Figura ES-1).
- Las emisiones de GEI del sector de energía estacionaria alcanzaron un total de 7,406,849 Tm de CO₂e.
- Las emisiones de GEI del sector de transporte alcanzaron un total de 7,461,649 Tm de CO₂e.
- Las emisiones de GEI del sector de residuos alcanzaron un total de 287,850 Tm CO₂e.
- Las emisiones de GEI disminuyeron un 14 % durante un período en el que la población de la municipalidad creció un 12.1 % y la economía del área metropolitana creció un 41.6 %.
- Las emisiones de GEI per cápita cayeron un 23.3 % desde la referencia de 2012 de 11.75 Tm CO₂e a 9.02 Tm CO₂e en 2020.

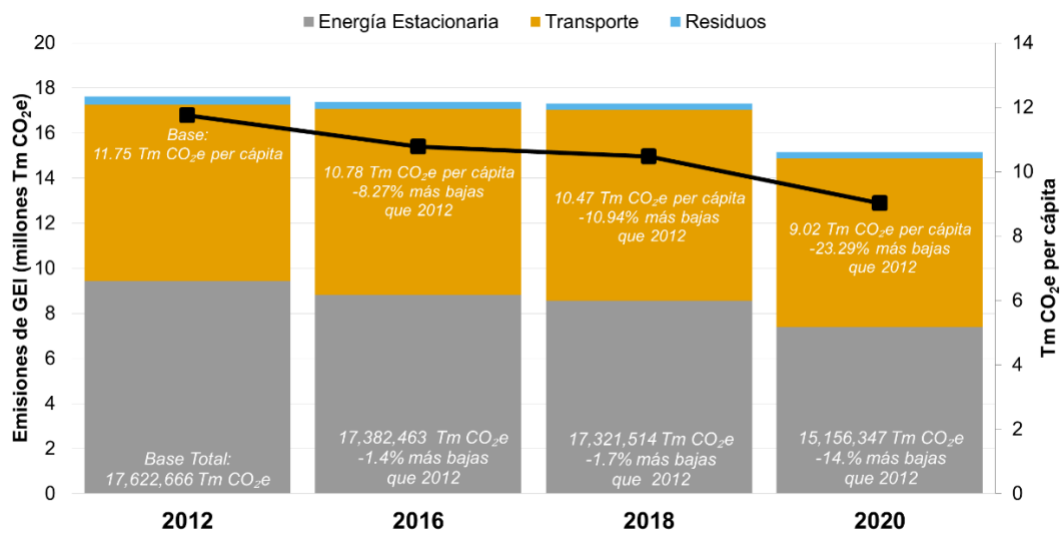


Figura ES-1. Emisiones de GEI por sector de emisiones para 2012, 2016, 2018 y 2020.

La distribución de las emisiones de GEI entre los sectores de energía estacionaria, transporte y residuos para cuatro inventarios comunitarios de GEI se detalla en la Tabla ES-1.

Tabla ES-1. Emisiones de GEI de Phoenix por sector (Tm CO₂e)

Sector	2012	2016	2018	2020	% de cambio 2012-2020
Energía estacionaria	9,431,639	8,810,561	8,552,674	7,406,849	-21.5 %
Transporte	7,823,097	8,255,732	8,464,774	7,461,649	-4.6 %
Residuos	367,931	316,170	304,066	287,850	-21.8 %
Total	17,622,666	17,382,463	17,321,514	15,156,347	-14.0 %

Energía estacionaria

La energía estacionaria es la segunda fuente más grande de emisiones de GEI en Phoenix. Estas emisiones de GEI se producen a partir de la energía utilizada en edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales, industrias manufactureras, uso de energía en la agricultura, la silvicultura y la pesca, y pérdidas de energía en la transmisión y distribución de electricidad.

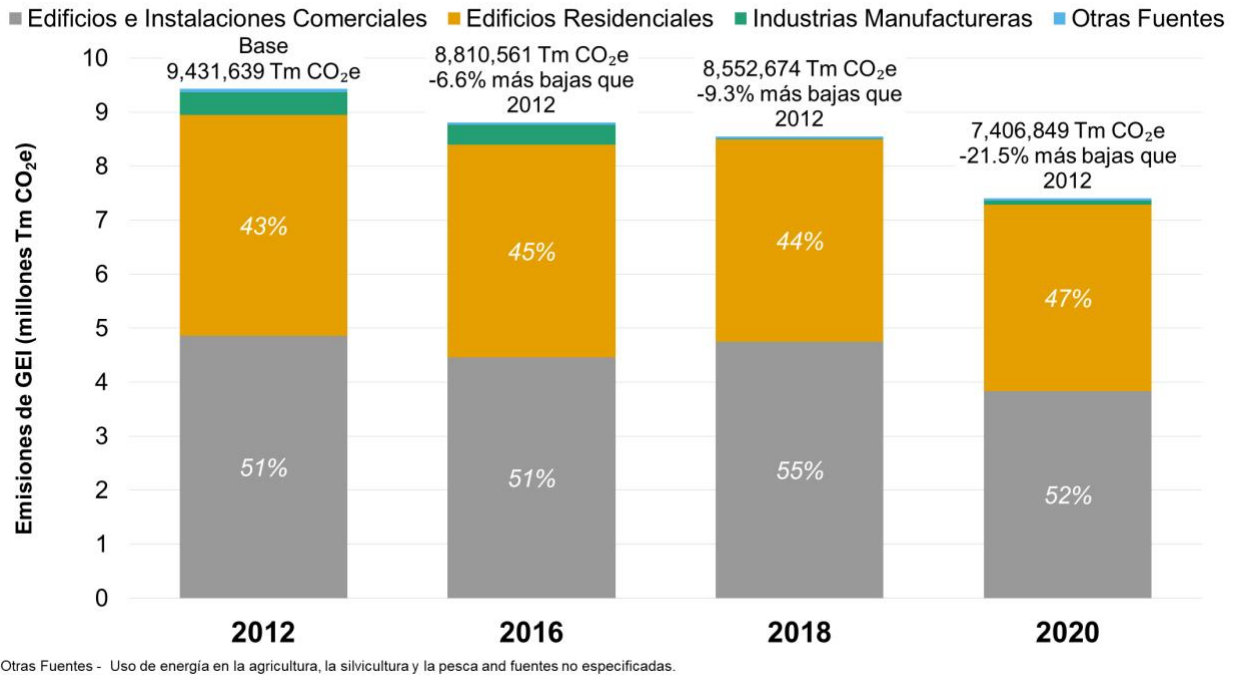


Figura ES-2. Emisiones de GEI de energía estacionaria para 2012, 2016, 2018 y 2020.

En 2020, las emisiones de GEI de energía estacionaria fueron de 7,406,849 Tm CO₂e; una disminución del 21.5 % por debajo de los niveles de 2012. Las emisiones de GEI derivadas de la electricidad disminuyeron significativamente, principalmente debido al retiro de la Estación Generadora Navajo, que disminuyó la intensidad de carbono de la electricidad consumida en Phoenix. Los datos para calcular las emisiones de GEI de energía estacionaria se obtuvieron de Arizona Public Service (electricidad), de Salt River Project (electricidad), Southwest Gas (gas natural) y de la Administración de Información Energética (pérdidas de energía en la transmisión y distribución de electricidad). Figura ES-2 muestra la distribución de emisiones de GEI entre diferentes subsectores en el sector de energía estacionaria y la Tabla ES-2 detalla las emisiones de GEI por subsector.

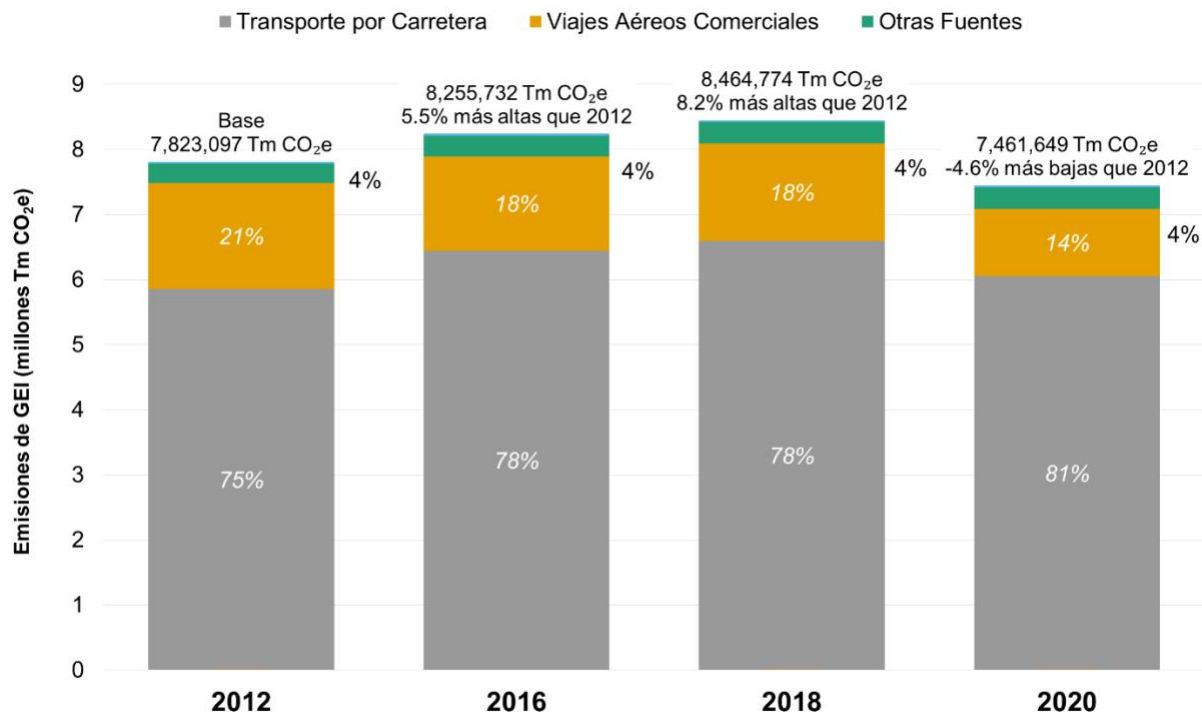
Tabla ES-2. Emisiones de GEI del subsector de energía estacionaria (Tm CO₂e)

Energía estacionaria	2012	2016	2018	2020
Edificios residenciales	4,093,323	3,939,273	3,752,152	3,457,002
Edificios comerciales e institucionales	4,853,598	4,454,805	4,745,669	3,831,741

Industrias manufactureras y construcción	415,704	364,647	8,303	72,459
Actividades agrícolas, forestales y pesqueras	68,954	51,758	46,477	45,523
Fuentes no especificadas	60	78	74	123
Total	9,431,639	8,810,561	8,552,674	7,406,849

Transporte

En 2020, el sector de transporte fue la mayor fuente de emisiones de GEI en Phoenix. Las fuentes de emisiones de GEI de transporte provienen de los viajes aéreos comerciales, la aviación civil, el transporte por carretera, el uso de vehículos que no son de carretera, los trenes ligeros y los trenes de carga. Las emisiones de GEI resultan de la combustión de combustibles fósiles (gasolina, diésel, GNC, GNL, GLP, gasolina de aviación, combustible para aviones A), combustibles alternativos combinados (biodiésel B20, etanol E85, etanol E54), o indirectamente a través del consumo de electricidad para cargar vehículos eléctricos. Las emisiones de GEI de transporte para 2020 fueron de 7,461,649 Tm CO₂e, una disminución del 4.6 % en las emisiones de GEI con respecto al nivel de 2012 de 7,823,097 Tm CO₂e (Figura ES-3).



Otras Fuentes - Otras Fuentes incluye emisiones de GEI de transporte provienen de aviación civil, el uso de vehículos que no son de carretera, los trenes ligeros y los trenes de carga.

Figura ES-3. Emisiones de GEI de transporte para 2012, 2016 y 2018.

Las emisiones de transporte disminuyeron en 2020 debido a la disminución de los desplazamientos y viajes, incluidos los viajes aéreos, causados en parte por la pandemia de COVID-19, mientras que al mismo tiempo hubo un aumento considerable en los servicios de entrega de camiones pesados. Los datos se obtuvieron de la Municipalidad de Phoenix, el Departamento de Transporte de Arizona, la División

de Pesos y Medidas del Departamento de Agricultura de Arizona, la Administración Federal de Aviación y la Administración de Información de Energía. La Tabla ES-3 detalla las emisiones de GEI entre los subsectores de transporte para los años 2012, 2016, 2018 y 2020.

Tabla ES-3. Emisiones de GEI del subsector de transporte (Tm CO₂e)

Transporte	2012	2016	2018	2020
Transporte por carretera	5,855,958	6,446,392	6,595,753	6,050,418
Vías férreas	29,113	29,300	31,541	28,792
Aviación comercial	1,626,397	1,448,210	1,494,963	1,039,280
Aviación civil (Gasolina de aviación)	13,392	11,708	16,164	16,801
Transporte todoterreno	298,237	320,122	326,353	326,353
Total	7,823,097	8,255,732	8,464,774	7,461,649

Residuos

El sector de residuos incluye las emisiones de la eliminación actual e histórica de residuos sólidos generados y tratados en Phoenix, la eliminación actual de residuos sólidos generados en Phoenix que se eliminan fuera de la municipalidad, aguas residuales tratadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales de 91st Avenue y 23rd Avenue en Phoenix, y el compostaje de los residuos generados en Phoenix. Las emisiones totales de GEI del sector de residuos fueron de 287,850 Tm CO₂e en 2020 en comparación con las 367,931 Tm CO₂e informadas en 2012 (Tabla ES-4). Las reducciones de emisiones de GEI del sector de residuos fueron impulsadas por varios factores. En primer lugar, mientras que las emisiones de GEI de residuos sólidos se producen a partir de la eliminación continua de residuos sólidos, los vertederos históricos cerrados dentro de la Municipalidad de Phoenix producen menos emisiones de GEI con el tiempo a medida que los residuos se descomponen. En segundo lugar, la captura y reutilización de biogás de metano quemado en la planta de tratamiento de aguas residuales de 91st Avenue condujo a una disminución en las emisiones de GEI del tratamiento de aguas residuales a pesar de que la población de Phoenix creció significativamente entre 2012 y 2020.

Tabla ES-4. Emisiones de GEI del subsector de residuos (Tm CO₂e)

Residuos	2012	2016	2018	2020
Eliminación de residuos sólidos	353,689	302,773	285,742	273,395
Tratamiento y descarga de aguas residuales	8,440	9,428	10,199	8,094
Tratamiento de residuos biológicos (compostaje)	5,802	3,968	8,125	6,360
Total	367,931	316,170	304,066	287,850

Conclusión

En 2020, las emisiones de GEI en toda la Municipalidad de Phoenix fueron de 15,133,075 toneladas métricas de CO₂e, un 14.1 % por debajo de los niveles de 2012 de 17,622,666 Tm de CO₂e. Las emisiones de GEI de energía estacionaria disminuyeron 2,051,816 Tm CO₂e por debajo de los niveles de 2012 debido a la descarbonización de la red eléctrica regional. Las emisiones de GEI del sector de transporte disminuyeron a 4.7 % por debajo de los niveles de 2012, posiblemente debido al impacto de los viajes y los desplazamientos por la pandemia de COVID-19. Las emisiones de GEI del sector de residuos disminuyeron un 21.8 % entre 2012 y 2020, pero son pequeñas en comparación con los sectores de energía estacionaria y de transporte. Si bien las emisiones de GEI de residuos sólidos se producen a partir de la eliminación continua de residuos sólidos, los vertederos cerrados dentro de la municipalidad producen menos emisiones de GEI a medida que los residuos se descomponen.

A pesar de caer por debajo de los niveles de 2012, el sector de transporte fue la mayor fuente de emisiones de GEI en Phoenix en 2020. La mayor fuente de emisiones de GEI del sector de transporte es el uso de gasolina y diésel en vehículos privados. La pandemia de COVID-19 afectó en gran medida el comportamiento del transporte, provocando una disminución en el consumo de gasolina y un aumento en el consumo de diésel entre 2018 y 2020. La disminución de las emisiones de GEI del sector de transporte en 2020 probablemente será temporal y las medidas para reducir las emisiones de GEI relacionadas con el transporte impulsarán futuras emisiones de GEI a escala comunitaria. Una mayor adopción de vehículos eléctricos de batería (BEV), vehículos eléctricos con celda de combustible (FCEV), vehículos híbridos eléctricos de batería recargable (PEHV) o vehículos de hidrógeno pueden reducir las emisiones de GEI relacionadas con el transporte. Otra es una mayor tasa de adopción de opciones de transporte público.

Introducción

Las emisiones de GEI a escala comunitaria de la Municipalidad de Phoenix se inventariaron de acuerdo con el Protocolo de gases de efecto invernadero para municipalidades (GPC). El GPC tiene cinco sectores de emisiones de GEI: energía estacionaria, transporte, residuos, procesos industriales y uso de productos (IPPU), y agricultura, silvicultura y uso de la tierra (AFOLU). El inventario de emisiones de GEI a escala comunitaria de la Municipalidad de Phoenix es un inventario de nivel BÁSICO. Un inventario de emisiones de GEI de la comunidad de nivel BÁSICO incluye: todas las emisiones de alcance 1 de fuentes de energía estacionaria (excluyendo la producción de energía suministrada a la red, que se informará en el total de alcance 1); todas las emisiones de alcance 1 de fuentes de transporte; todas las emisiones de alcance 1 de fuentes de residuos (excluidas las emisiones de residuos importados, que se informarán en el total de alcance 1); todas las emisiones de alcance 2 de fuentes de energía estacionaria y transporte; emisiones de alcance 3 por tratamiento de residuos exportados. Los IPPU y la AFOLU no están obligados a ser inventariados para la presentación de informes de nivel BÁSICO en virtud del GPC.

En 2020, las emisiones a escala comunitaria alcanzaron un total de 15,160,180 Tm CO₂e, una disminución del 14.0 % por debajo del nivel de referencia de 2012 de 17,622,666 Tm CO₂e (

Tabla 1). El Apéndice A contiene un desglose detallado de las emisiones de GEI del sector y subsector del GPC para los inventarios de 2012, 2016, 2018 y 2020. Los sectores de energía estacionaria y de transporte representan aproximadamente el 99 % de las emisiones de GEI a escala comunitaria. La combustión de gasolina en motores de carretera es la mayor fuente individual de emisiones de GEI y constituye el 71 % de las emisiones de transporte y el 35 % de las emisiones totales. La siguiente fuente más grande de emisiones de GEI es el consumo de electricidad comercial e industrial, que representa el 23 % de las emisiones totales. Además, las tres principales fuentes emisoras (consumo de gasolina para motores de carretera, consumo de electricidad comercial e industrial y consumo de electricidad residencial) representan el 78.6 % de las emisiones totales. Dado que las emisiones de GEI del consumo de electricidad probablemente disminuirán en el futuro debido a la mayor descarbonización de la red eléctrica regional, las emisiones de GEI del consumo de gasolina para motores de carretera probablemente seguirán siendo la fuente más grande de emisiones de GEI de la municipalidad. Las políticas para reducir el consumo de gasolina en Phoenix son fundamentales para cumplir con los objetivos y metas de emisiones de GEI en el futuro.

Tabla 1. Emisiones de GEI a nivel comunitario por sector para 2012, 2016 y 2018

Sector	Emisiones de GEI (Tm CO ₂ e)				% de cambio 2012-20
	2012	2016	2018	2020	
Energía estacionaria	9,431,639	8,810,561	8,552,674	7,406,849	-21.5 %
Transporte	7,823,097	8,255,732	8,464,774	7,461,649	-4.6 %
Residuos	367,931	316,170	304,066	287,850	-21.8 %
Total	17,622,666	17,382,463	17,321,514	15,156,347	-14.0 %

Las disminuciones observadas en las emisiones de GEI a escala comunitaria se debieron a que la red eléctrica regional se volvió menos intensiva en GEI. Las emisiones de GEI de la producción de electricidad se redujeron en 2,024,790 Tm CO₂e (21.5 %) entre 2012 y 2020. Las emisiones de GEI del sector de transporte disminuyeron en 357,614 Tm CO₂e (4.6 %). Las emisiones de GEI de residuos, que representan aproximadamente el 2 % de las emisiones de GEI a escala comunitaria, se redujeron en 80,081 Tm CO₂e (21.8 %) entre 2012 y 2020. Las emisiones de GEI per cápita cayeron un 23.3 % de 11.75 a 9.02 Tm CO₂e por residente entre 2012 y 2020 (Figura 1).

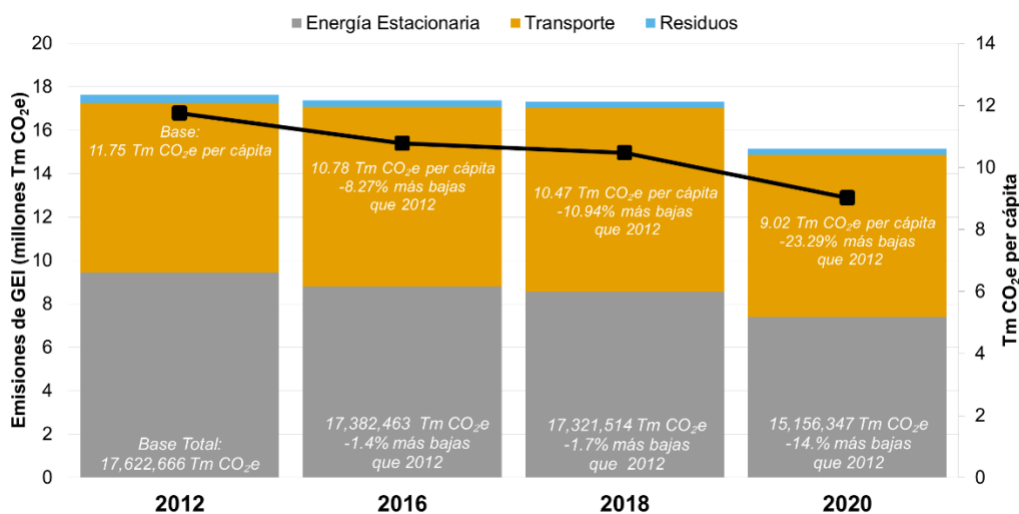


Figura 1. Emisiones totales de GEI y emisiones de GEI per cápita desde 2012

Las emisiones de GEI se asignan a alcances en función del lugar donde se produce la actividad emisora. Las emisiones de GEI de alcance 1 se producen directamente dentro de los límites de la municipalidad debido a las actividades de transporte, la combustión de gas natural y la eliminación de residuos. Las emisiones de GEI de alcance 2 son emisiones indirectas de GEI a través de la compra de energía suministrada por la red, como la electricidad, y no necesariamente se producen dentro de los límites de la municipalidad. Las emisiones de GEI de alcance 3 son otras emisiones indirectas de residuos eliminados fuera de los límites de la municipalidad. En 2020, el 55 % de las emisiones de GEI se produjo directamente dentro de los

límites de la municipalidad como emisiones de alcance 1; 44 % se produjo indirectamente como emisiones de alcance 2 a través de la compra de electricidad; y aproximadamente el 1 % se produjo indirectamente como emisiones de alcance 3 de residuos eliminados fuera de los límites de la municipalidad (Tabla 2)

Tabla 2. Emisiones de GEI a nivel comunitario en 2018 por sector y alcance

Sector	Emisiones de GEI (Tm CO ₂ e)			
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3	Total
Energía estacionaria	788,752	6,618,097	264,434	7,406,849
Transporte	7,448,545	13,104	548	7,461,649
Residuos	139,649	0	148,200	287,850
Total	8,376,946	6,631,201	148,200	15,156,347

*Las emisiones de GEI de transporte y energía estacionaria de alcance 3 no cuentan para el total de emisiones de GEI de nivel BÁSICO.

En 2020, las actividades de energía estacionaria (emisiones de GEI resultantes de la combustión de gas natural y el consumo de electricidad) representaron aproximadamente el 48.8 % de las emisiones de GEI a escala comunitaria. Las actividades de transporte constituyen aproximadamente el 49.3 %. Las emisiones de GEI del sector de transporte a escala comunitaria han aumentado en relación con las emisiones de GEI del sector de energía estacionaria desde 2012. La combustión de gasolina produjo el 71 % de las emisiones de GEI del sector de transporte dentro de los límites de la municipalidad. Las dos mayores fuentes de emisiones de GEI produjeron el 78.6 % de las emisiones totales de GEI a escala comunitaria: el consumo de electricidad (43.6 %) y la combustión de gasolina (35.0 %). Los esfuerzos de mitigación de GEI a nivel comunitario deben priorizar estas dos fuentes de emisiones de GEI para lograr reducciones importantes de emisiones de GEI.

Los cierres de plantas recientes y los anuncios de Arizona Public Service² (APS), de Salt River Project³ (SRP) y de la Compañía de Servicios Públicos de Nuevo México⁴ (PNM) para retirar y reemplazar las plantas de energía de carbón con fuentes de generación que son menos intensivas en carbono resultarán en reducciones significativas de las emisiones de GEI a escala comunitaria. La fuente de emisiones de GEI más grande en la red eléctrica regional, la Estación Generadora Navajo operada por SRP, cerró en 2019. De hecho, la medida de la intensidad de carbono de la red eléctrica cayó un 17.3 % entre 2018 y 2020.

La gasolina de motor que se consume para el transporte por carretera es la actividad de emisión de GEI más grande en Phoenix. Estas emisiones se incrementaron entre 2012 y 2018, pero volvieron a caer a los niveles de 2012 en 2020, en gran parte debido

² Arizona Public Service (2020). Perspectivas de las partes interesadas. URL: <https://www.aps.com/en/About/Our-Company/Clean-Energy/Stakeholder-Perspectives>

³ Salt River Project (2019). La Estación Generadora Navajo cierra permanentemente. URL: <https://media.srpnet.com/navajo-generating-station-permanently-shuts-down/>

⁴ PNM (2020). Nuestro compromiso. URL: <https://www.pnm.com/our-commitment>

a la pandemia de COVID-19. Probablemente las emisiones de GEI del consumo de gasolina vuelvan a subir a medida que las actividades vuelvan a los niveles previos a la pandemia. Por lo tanto, la viabilidad y la rentabilidad de las estrategias para reducir las emisiones de GEI de las actividades de transporte, específicamente el consumo de gasolina para motores de carretera, impulsarán futuras emisiones de GEI a escala comunitaria y la capacidad de cumplir los objetivos de reducción de emisiones de GEI.

1. Sector de energía estacionaria

Las emisiones de GEI de energía estacionaria son predominantemente emisiones de alcance 2, que se producen a partir del consumo de electricidad (Figura 2). Estas emisiones se producen por la combustión de gas natural (alcance 1) y el consumo de electricidad comprada (alcance 2). Las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 son la segunda fuente de emisiones de GEI más grande de Phoenix y constituyeron el 48.9 % de las emisiones a escala comunitaria en 2012, el 46.1 % en 2016, el 44.9 % en 2018 y el 43.7 % en 2020. Sin embargo, debido a que la intensidad de carbono de la red eléctrica regional disminuyó significativamente, las emisiones de GEI relacionadas con la electricidad disminuyeron un 23 % entre 2012 y 2020 a pesar de que el consumo de electricidad aumentó un 4.7 %.

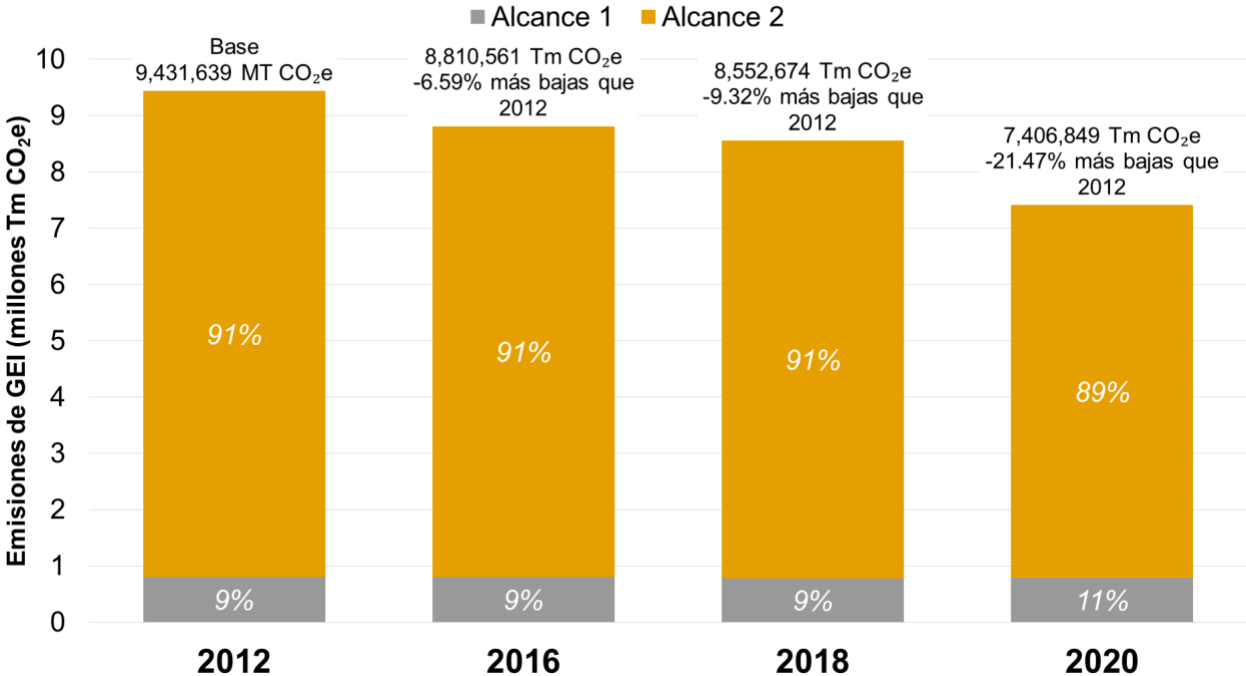


Figura 2. Emisiones de GEI de energía estacionaria por alcance desde 2012

Las emisiones de GEI de electricidad se calculan utilizando los datos de consumo de electricidad (datos de actividad) y los factores de emisión de GEI publicados por la EPA en la eGRID.⁵ El factor de emisiones de GEI de la subregión de Arizona y Nuevo México (AZNM) se utiliza para calcular las emisiones de GEI de electricidad. Un factor de emisiones de subregión de la eGRID no es específico de las empresas de servicios

⁵ La base de datos eGRID hace un inventario de los atributos ambientales a nivel de planta de la generación de energía eléctrica y su efecto en las emisiones al aire para cada planta de energía en los Estados Unidos. Phoenix se encuentra en la subregión de Arizona y Nuevo México (AZNM). La Base de datos integrada de recursos de generación y emisiones (eGRID), desarrollada por la EPA en colaboración con la Administración de Información Energética (EIA), la Corporación Norteamericana de Fiabilidad Eléctrica (NERC) y la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC), es una fuente completa de datos sobre las características ambientales de casi toda la energía eléctrica generada en los Estados Unidos. Puede encontrar información detallada en <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>.

públicos y caracteriza el perfil típico de GEI de la generación de electricidad en esa área en emisiones de CO₂e por MWh de generación neta. La subregión de AZNM incluye centrales eléctricas en Arizona, el oeste y centro de Nuevo México, el sur de Nevada y partes del suroeste de California. Desde 2012, el factor de emisiones de GEI de la subregión de AZNM ha disminuido un 26.6 % debido al aumento de la generación de electricidad renovable y gas natural y, lo que es más importante, una disminución en la generación de electricidad a carbón. La mayor fuente de emisiones de GEI en la subregión de AZNM, la Estación Generadora Navajo a carbón de SRP, cerró en 2019.⁶ Entre 2018 y 2020, el factor de emisiones de GEI de la subregión de AZNM se redujo en un 17.3 %, lo que contribuyó a una disminución sustancial de las emisiones de GEI en Phoenix. Dos factores fueron en gran parte responsables de la disminución observada en el factor de emisiones de GEI de la subregión de AZNM: (1) el cierre de la planta a carbón Estación Generadora Navajo (NGS) y (2) la nueva generación puesta en línea entre 2018 y 2020 fueron en su mayoría fuentes de electricidad sin carbono.^{7,8} De cara al futuro, SRP tiene el objetivo a largo plazo de reducir la intensidad de GEI de la producción de electricidad un 65 % por debajo de los niveles de 2005 para 2035 y un 90 % para 2050⁹; APS ha declarado que dejará de usar carbón para generar electricidad para 2031¹⁰ y tiene un objetivo de neutralidad de carbono para 2050¹¹; PNM planea generar electricidad 100 % libre de carbono para 2040.¹² Los planes de los servicios públicos para reducir la intensidad de GEI de la generación de electricidad reducirán significativamente las emisiones de GEI en Phoenix.

1.1 Energía estacionaria de alcance 1

Las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1 se producen, en parte, por la combustión de gas natural dentro de los límites de la municipalidad. En 2020, el consumo de gas natural en toda la municipalidad fue un 2.9 % superior a los niveles de 2012 y un 13.6 % superior a los niveles de 2018 (Tabla 3).

Tabla 3. Resumen de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1

Datos de actividad de alcance 1 (kilotermias)	2012	2016	2018	2020
Edificios residenciales	58,796	58,946	53,241	60,479
Edificios comerciales e industriales	63,802	69,036	83,367	65,688
Industrias manufactureras y construcción	16,289	13,850	1,562	13,632
Actividades agrícolas, pesqueras y forestales	12,982	9,737	8,744	8,564

⁶ Salt River Project (2019). La Estación Generadora Navajo cierra permanentemente.

URL: <https://media.srpnet.com/navajo-generating-station-permanently-shuts-down/>

⁷ Agencia de Protección Ambiental (2020). Unidad eGRID2018, generador, planta, estado, área de autoridad de balance, subregión de la eGRID, región NERC, EE. UU. y archivos de datos de pérdida bruta de la red (%).

⁸ Agencia de Protección Ambiental (2022). Unidad eGRID2020, generador, planta, estado, área de autoridad de balance, subregión de la eGRID, región NERC, EE. UU. y archivos de datos de pérdida bruta de la red (%).

⁹ Salt River Project (2022). Objetivos de sostenibilidad para 2035 Entregando hoy, moldeando el mañana. URL:

<https://www.srpnet.com/environment/sustainability/2035-goals.aspx>. Consultado el 10 de marzo de 2022.

¹⁰ Arizona Public Service (2020). Energía limpia. URL: <https://www.aps.com/en/About/Our-Company/Clean-Energy>

¹¹ Arizona Public Service (2020). Perspectivas de las partes interesadas.

URL: <https://www.aps.com/en/About/Our-Company/Clean-Energy/Stakeholder-Perspectives>

¹² PNM (2020). Nuestro compromiso. URL: <https://www.pnm.com/our-commitment>

Sin especificar	11	15	14	23
Total	151,881	151,584	146,927	148,386

Emisiones de GEI de alcance 1 (Tm CO ₂ e)	2012	2016	2018	2020
Edificios residenciales	312,298	313,330	283,007	321,480
Edificios comerciales e industriales	338,887	366,966	443,139	349,167
Industrias manufactureras y construcción	86,522	73,622	8,303	72,459
Actividades agrícolas, pesqueras y forestales	68,954	51,758	46,477	45,523
Sin especificar	60	78	74	123
Total	806,722	805,753	781,000	788,752

Las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1 se redujeron en 25,722 Tm CO₂e por debajo de los niveles de 2012 (Figura 3). El consumo de gas natural en edificios comerciales e institucionales es la mayor fuente de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1. En 2012, las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1 del subsector de instalaciones y edificios comerciales e institucionales fueron ligeramente superiores a las del subsector de edificios residenciales, 42 % y 39 % respectivamente. En 2018, el subsector de instalaciones y edificios comerciales e institucionales constituyó el 57 % de las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1.

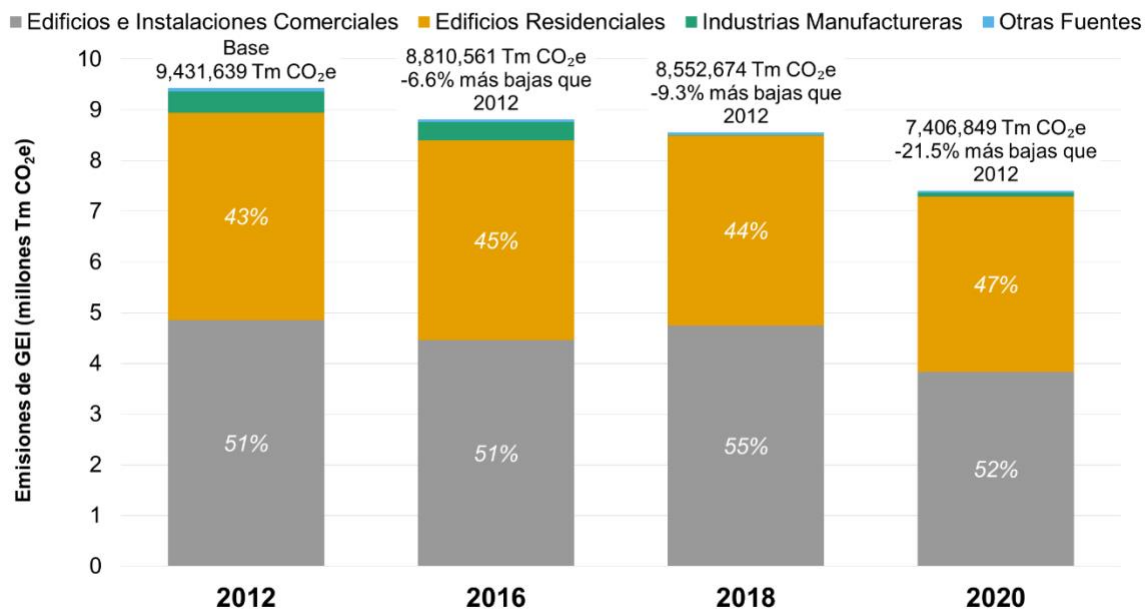


Figura 3. Emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1 desde 2012

1.2 Energía estacionaria de alcance 2

Las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 se producen a partir del consumo de electricidad comprada a APS y SRP dentro de los límites de la municipalidad. Entre 2012 y 2020 la electricidad aumentó un 4.7% (809,198 MWh) y entre 2018 y 2020 la electricidad aumentó un 2.9% (508,825 MWh) (Tabla 4). En 2020, las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 fueron de 6,618,097 Tm CO₂e, un 23.3 % por debajo de los niveles de 2012 (

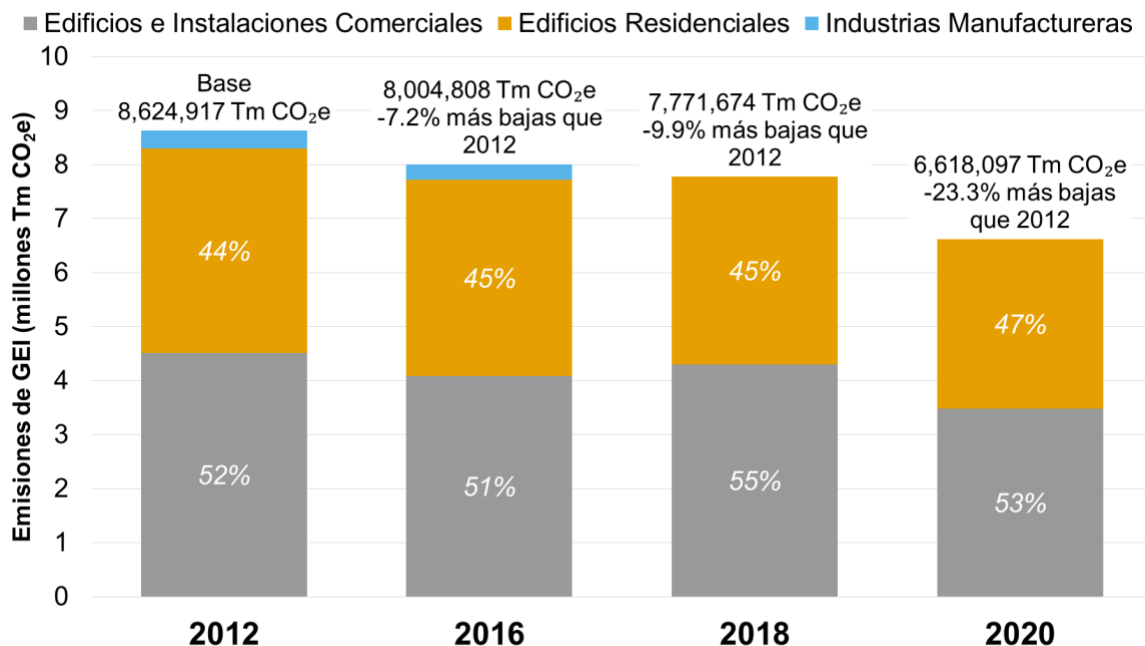


Figura 4). Las emisiones de GEI de energía estacionaria disminuyeron debido a que la red eléctrica regional se volvió un 35.4 % menos intensiva en GEI entre 2012 y 2020 debido al retiro y reemplazo de las centrales eléctricas de carbón por gas natural y generación de electricidad renovable (eólica y solar).¹³ Además, entre 2012 y 2020, el consumo de electricidad comercial e industrial solo creció 5.1 % durante un período en el que el producto interno bruto (PIB) creció aproximadamente 41.6 %. La disminución del crecimiento en el consumo de electricidad en relación con el crecimiento económico podría haber ocurrido por numerosas razones, incluidas las modernizaciones de eficiencia energética, las nuevas construcciones energéticamente eficientes y la adopción de energía solar comercial.

Se recomienda seguir trabajando para explorar la medida en que cada uno de estos factores contribuyó a la disminución del crecimiento del consumo de electricidad.

¹³ La base de datos integrada de recursos de generación y emisiones (eGRID), desarrollada por la EPA en colaboración con la Administración de Información Energética (EIA), la Corporación Norteamericana de Fiabilidad Eléctrica (NERC) y la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC), es una fuente completa de datos sobre las características ambientales de casi toda la energía eléctrica generada en los Estados Unidos. Puede encontrar información detallada en <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>. La reducción del 11.2 % en la intensidad de GEI de la electricidad regional se calculó comparando el factor de emisiones de 2012 y 2018 para la subregión de Arizona y Nuevo México.

Tabla 4. Resumen de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2

Datos de actividad de alcance 2 (GWh)	2012	2016	2018	2020
Edificios residenciales	7,202	7,620	7,444	8,132
Edificios comerciales e industriales	8,599	8,579	9,220	9,046
Industrias manufactureras y construcción	627	612	IE	IE
Total	16,428	16,815	16,671	17,199

Emisiones de GEI de alcance 2 (Tm CO ₂ e)	2012	2016	2018	2020
Edificios residenciales	3,781,025	3,625,943	3,469,145	3,135,523
Edificios comerciales e industriales	4,514,711	4,087,840	4,302,529	3,482,574
Industrias manufactureras y construcción	329,182	291,025	IE	IE
Total	8,624,917	8,004,808	7,771,674	6,618,097

*En 2018, Industrias manufactureras y construcción fueron IE en edificios comerciales e institucionales. Emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 de Industrias energéticas; AFFA; y se supuso que las Fuentes no especificadas se incluyeron en otra parte (IE) y, por lo tanto, no están incluidas en esta tabla. Emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 Emisiones fugitivas de MPST; y las emisiones fugitivas de los ONGS no fueron estimadas y, por lo tanto, no están incluidas en esta tabla.

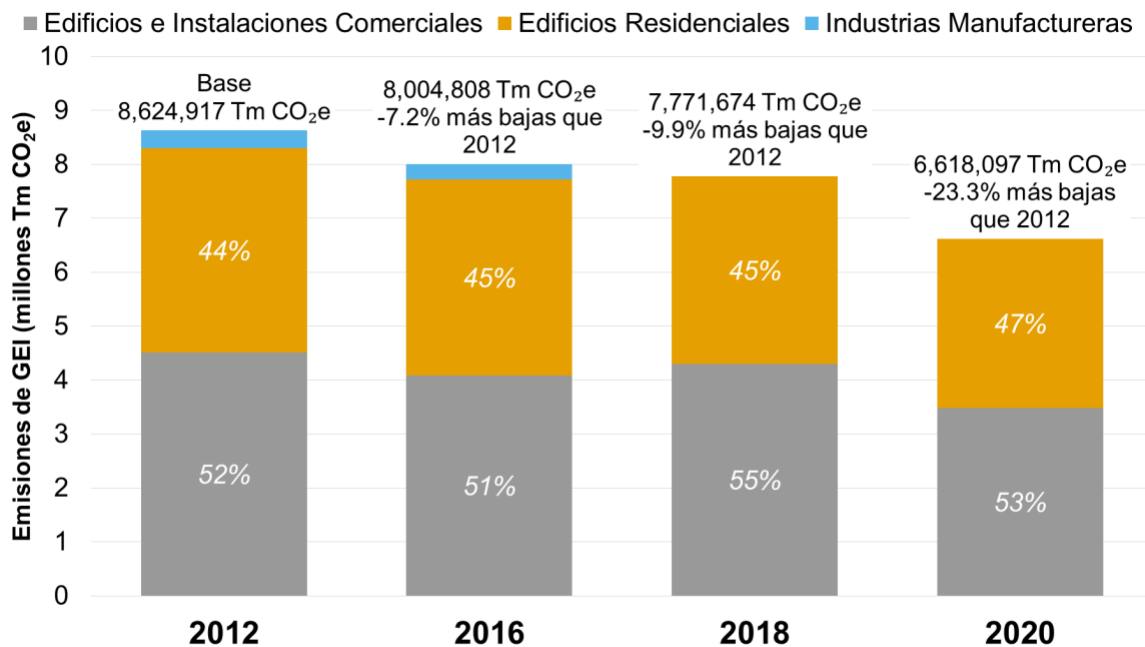


Figura 4. Emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 2 desde 2012

1.3 Energía estacionaria de alcance 3

Las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 3 se producen a partir de pérdidas de transmisión y distribución en la red eléctrica del estado y fluctúan de un año a otro (Tabla 5). Entre 1990 y 2020, la pérdida de transmisión y distribución (T&D) en el estado de Arizona tuvo un promedio de 4.5 % ± 0.7 % del consumo de

electricidad y osciló entre 3.4 % en 2015 y 5.7 % en 1996.¹⁴ Las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 3 no están dentro del alcance de los informes de nivel BÁSICO del GPC. Sin embargo, estas emisiones de GEI se calculan para mostrar el alcance total de las emisiones de GEI del consumo de electricidad.

Tabla 5. Resumen de emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 3

Datos de actividad de alcance 3	2012	2016	2018	2020
Pérdida de transmisión y distribución (MWh)	613,573	631,792	666,138	685,863
Fuga de gas natural (termias)	NE	NE	NE	NE
Total	613,573	631,792	666,138	685,863
Emisiones de GEI de alcance 3 (Tm CO₂e)	2012	2016	2018	2020
Pérdida de transmisión y distribución (MWh)	322,125	300,632	310,345	264,434
Fuga de gas natural (termias)	NE	NE	NE	NE
Total	322,125	300,632	310,345	264,434

*NE: No estimado

¹⁴ Administración de Información Energética de EE. UU., Formulario EIA-923, Informe de operaciones de plantas eléctricas y formularios predecesores. Administración de Información Energética de EE. UU., Formulario EIA-860, Informe anual de generadores eléctricos. Administración de Información Energética de EE. UU., Formulario EIA-861, Informe anual de la industria de energía eléctrica. Formulario EIA-111, Informe trimestral de importaciones y exportaciones.

2. Sector de transporte

Las emisiones de GEI del sector de transporte tienen componentes de alcance 1, 2 y 3. Las emisiones de GEI del sector de transporte de alcance 1 se producen debido a la combustión de combustibles fósiles (gasolina, diésel, GNC, GNL, GLP) y mezclas de biocombustibles (biodiésel B20 y etanol E85). Las emisiones de GEI del sector de transporte de alcance 2 se producen a partir del consumo de electricidad para cargar vehículos eléctricos recargables y alimentar el tren ligero eléctrico; y las emisiones de alcance 3 se producen por la pérdida de T&D asociada con el transporte de alcance 2. En 2020, las emisiones de GEI del sector de transporte a escala comunitaria alcanzaron un total de 7,461,649 Tm CO₂e y fueron un 4.6 % inferiores a los niveles de 2012 de 7,823,097 Tm CO₂e.

La gasolina para motores es la mayor fuente de emisiones de GEI del sector de transporte a escala comunitaria con un 71.0 % y un 35 % de todas las emisiones de GEI a escala comunitaria (Figura 5). El consumo de gasolina a nivel comunitario abarca todos los usos finales de la gasolina. Si bien algunos usos finales pueden no ser para fines de transporte (p. ej., cortadoras de césped a gasolina), se supuso que las emisiones de estos usos finales serían insignificantes en comparación con el consumo de gasolina de los vehículos motorizados.¹⁵ Las emisiones de GEI del combustible para aviones A (13.9 %) y el combustible diésel de uso en carretera (8.8 %) son las siguientes fuentes más importantes de emisiones de GEI de transporte. Si bien las emisiones de GEI del sector de transporte mostraron una disminución entre 2012 y 2020, esto puede ser el resultado de la pandemia de COVID-19. En inventarios anteriores, las emisiones de GEI de la combustión de gasolina han crecido con la población. A medida que se produce el aumento, las soluciones viables para reducir el consumo de gasolina, desde los EV y el aumento del transporte público hasta la creación de comunidades peatonales, son fundamentales para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de GEI.

¹⁵ La Administración de Información Energética de EE. UU. estima que los vehículos ligeros representan el 92 % del consumo de gasolina en los Estados Unidos. Fuente: Administración de Información Energética de EE. UU., 2019. Uso de gasolina. URL: <https://www.eia.gov/energyexplained/gasoline/use-of-gasoline.php>

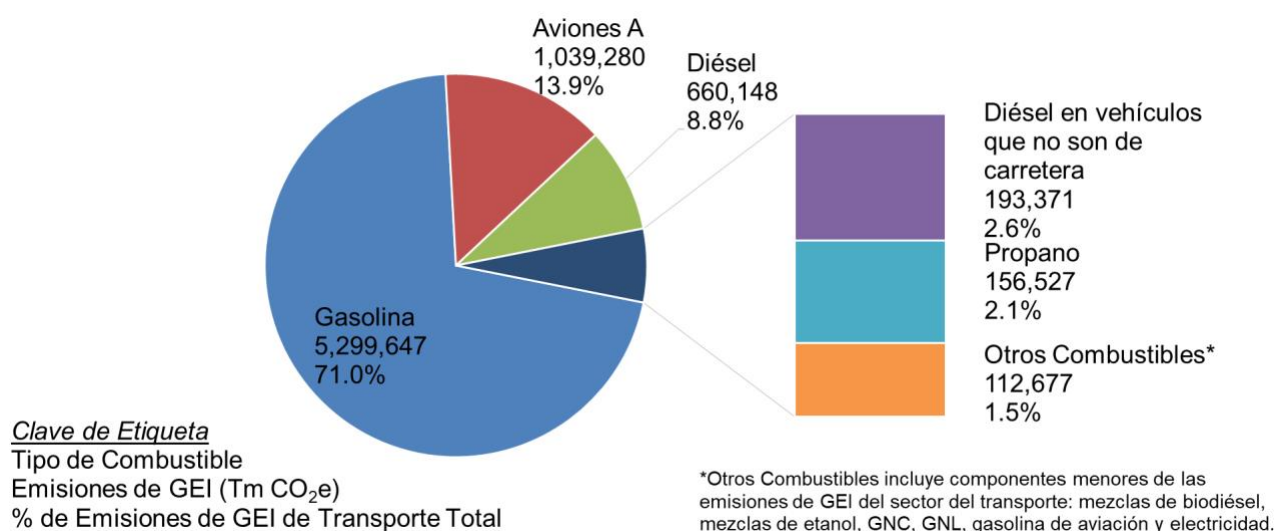


Figura 5. Resumen de las emisiones de GEI del sector de transporte por tipo de combustible

2.1 Emisiones de GEI de transporte de alcance 1

Las emisiones de GEI de transporte de alcance 1 se producen a partir de la combustión de combustibles fósiles y mezclas de biocombustibles en vehículos de carretera, aviones comerciales y civiles, trenes de carga y vehículos que no son de carretera, como tractores y equipos de construcción (Tabla 6). Antes de 2020, el crecimiento de las emisiones de GEI de transporte por carretera (12.7 %) había seguido en gran medida el crecimiento de la población (12.7 %). La segunda fuente más grande de emisiones de GEI del sector de transporte a escala comunitaria proviene de la aviación comercial, que proviene casi principalmente del Aeropuerto Internacional de Phoenix Sky Harbor. En 2020, las emisiones de GEI de la aviación comercial se actualizaron hacia arriba todos los años del inventario debido los datos de origen actualizados de la EIA. Las emisiones de GEI a nivel comunitario del transporte todoterreno, que es la tercera fuente más grande de emisiones de GEI del sector de transporte a escala comunitaria, son el resultado de los equipos de construcción, equipos agrícolas y equipos de minería.

Tabla 6. Resumen de las emisiones de GEI de transporte de alcance 1 (Tm CO₂e)

Fuentes de alcance 1	2012	2016	2018	2020
Transporte por carretera	5,855,292	6,441,344	6,586,630	6,042,566
Vías férreas*	23,545	23,545	23,545	23,545
Aviación comercial	1,626,397	1,448,210	1,494,963	1,039,280
Aviación civil	13,392	11,708	16,164	16,801
Vehículos que no son de carretera	298,237	320,122	326,353	326,353
Total	7,816,863	8,244,929	8,447,655	7,448,545

*Las emisiones de GEI de los trenes de carga no se han reestimado desde el inventario comunitario de 2012 debido a limitaciones con los datos de origen.

El consumo de gasolina es el principal impulsor de las emisiones de GEI de transporte de alcance 1 (Además, con un mayor desarrollo, comercialización y adopción de vehículos de hidrógeno, se reducirán aún más las emisiones de GEI en carretera y deberían explorarse como una estrategia para reemplazar los combustibles fósiles.

Tabla 7). Entre 2012 y 2020, el consumo de combustible aumentó en todos los tipos de combustible, excepto en GNL y biodiésel B20. La flota de vehículos de la Municipalidad de Phoenix, por ejemplo, autobuses y camiones de basura y reciclaje, es la principal consumidora de GNL y biodiésel B20. Además, con un mayor desarrollo, comercialización y adopción de vehículos de hidrógeno, se reducirán aún más las emisiones de GEI en carretera y deberían explorarse como una estrategia para reemplazar los combustibles fósiles.

Tabla 7. Datos de actividad de transporte y emisiones de GEI por combustible de alcance 1

Emisiones de GEI de alcance 1 (Tm CO₂e)	2012	2016	2018	2020
Gasolina ¹	5,250,540	5,797,934	5,917,671	5,299,647
Diésel de carretera ¹	529,242	591,063	617,575	660,148
Biodiésel B20 ¹	24,785	22,062	24,732	35,199
Etanol E85 ¹	379	207	410	441
Etanol E54 ¹	0	441	0	0
GNC ¹ – <i>termias</i>	22,595	18,293	33,391	27,484
GNL ¹ – <i>GEG</i>	27,751	11,345	2,423	19,647
Combustible para aviones A (Aviación comercial) ²	698,263	705,643	779,113	1,039,280
Gasolina de aviación (Aviación civil) ²	13,394	15,067	10,043	16,801
Vías férreas**	23,545	23,545	23,545	23,545
Diésel que no es para carretera ³	148,488	163,595	169,826	169,826
GLP que no es para carretera ³	149,749	156,527	156,527	156,527
Total	6,888,732	7,505,722	7,735,257	7,448,545

**Los datos de actividad se informan en galones a menos de que se indique lo contrario; NE: No estimado. Emisiones estimadas del Inventario Nacional de Emisiones de la EPA; Las entradas en cursiva indican datos de actividad estimados del Inventario Nacional de Emisiones de la EPA; **Emisiones estimadas del Inventario Nacional de Emisiones de la EPA y no datos de actividad; Sector de transporte: ¹ Sector de carretera; ² Aviación; ³ Todoterreno.*

2.2 Emisiones de GEI de transporte de alcance 2

Los niveles de 2020 de las emisiones de GEI del sector de transporte de alcance 2 son un 172 % más altos que los de 2012, pero un 1.1 % más bajos que los niveles de 2018 (Tabla 8). El crecimiento de las emisiones de GEI del sector de transporte de alcance 2 se debe principalmente a la mayor adopción de vehículos eléctricos de batería recargable. El consumo estimado de electricidad de los EV se ha multiplicado por 16 desde 2012, pero actualmente los EV representan una pequeña fracción de la flota de vehículos de carretera. Las emisiones de GEI relacionadas con el sistema de tren ligero de Valley Metro aumentaron un 33 % debido a la expansión del sistema de tren ligero desde 2012. Las emisiones de GEI de transporte eléctrico son un pequeño porcentaje de las emisiones generales de GEI relacionadas con el transporte (~0.2 %). A medida que la red eléctrica regional se vuelva menos intensiva en GEI en las próximas décadas, el uso del transporte personal eléctrico (EV con batería recargable y EV híbridos recargables) y el transporte público eléctrico (trenes ligeros y autobuses

eléctricos de batería) se convertirán en alternativas de ahorro de GEI a los vehículos personales tradicionales que funcionan con gasolina. Aumentar el tránsito eléctrico requerirá inversiones en tránsito público eléctrico, las cuales están en marcha a través del T2050, mejoras en la tecnología de baterías, la instalación de una red regional de estaciones de carga y condiciones de mercado favorables para el consumidor.

Tabla 8. Resumen de las emisiones de GEI de transporte de alcance 2

Datos de actividad de alcance 2 (MWh)	2012	2016	2018	2020
Transporte por carretera	1,269	10,608	19,576	20,368
Vías férreas (Tren ligero)	10,605	12,095	17,157	13,624
Total	11,874	22,703	36,733	33,991
Emisiones de GEI de alcance 2 (Tm CO_{2e})	2012	2016	2018	2020
Transporte por carretera	666	5,048	9,123	9,490
Vías férreas (Tren ligero)	5,568	5,755	7,996	7,447
Total	6,234	10,803	17,119	16,937

2.3 Emisiones de GEI de transporte de alcance 3

Las emisiones de GEI de transporte de alcance 3 se producen a partir de pérdidas de transmisión y distribución en la red eléctrica del estado (Tabla 9). Las emisiones de GEI de transporte de alcance 3 no están dentro del alcance de los informes de nivel BÁSICO del GPC y solo se presentan con fines informativos. Consulte la sección de **Energía estacionaria de alcance 3** para obtener información más detallada sobre la pérdida de T&D en el estado de Arizona.

Tabla 9. Resumen de las emisiones de GEI de transporte de alcance 3

Datos de actividad de alcance 3 (MWh)	2012	2016	2018	2020
Transporte por carretera	47	399	708	852
Vías férreas (Tren ligero)	396	454	620	570
Total	443	853	1,328	1,422
Emisiones de GEI de alcance 3 (Tm CO_{2e})	2012	2016	2018	2020
Transporte por carretera	25	190	330	397
Vías férreas (Tren ligero)	208	216	289	266
Total	233	406	619	663

3. Sector de residuos

Las emisiones de GEI del sector de residuos tienen componentes de alcance 1 y alcance 3 (Tabla 11). A diferencia de las emisiones de alcance 3 en los sectores de transporte y energía estacionaria, las emisiones de residuos de alcance 3 se incluyen dentro de los informes de nivel BÁSICO del GPC. En general, las emisiones de GEI del sector de residuos disminuyeron un 21.8 % (80,081 Tm CO₂e) entre 2012 y 2020.

Tabla 10. Resumen de emisiones de GEI del sector de residuos

Emisiones de GEI del Sector de Residuos (Tm CO₂e)	2012	2016	2018	2020
Emisiones de residuos de alcance 1	250,130	156,167	150,118	139,649
Emisiones de residuos de alcance 3	117,800	160,003	153,948	148,200
Total	367,931	316,170	304,066	287,850

Las emisiones de GEI del sector de residuos de alcance 1 incluyen las emisiones de residuos sólidos municipales y aguas residuales generadas y tratadas dentro de los límites de la municipalidad, además de los residuos importados a la municipalidad y tratados (Tabla 11). Las fuentes del sector de residuos de alcance 1 incluyen las siguientes instalaciones:

- Las plantas de tratamiento de aguas residuales de 23rd Avenue y 91st Avenue.
- Emisiones del compostaje, el tratamiento biológico de los residuos, en la instalación de compostaje de 27th Avenue. Antes de 2018, una instalación diferente operaba en el vertedero de 27th Avenue.
- Vertederos cerrados dentro de los límites de la Municipalidad de Phoenix. Con el tiempo, estas emisiones disminuirán a medida que disminuyan los procesos biológicos que generan metano. El último vertedero propiedad de la municipalidad que aceptaba residuos dentro de los límites de la municipalidad cerró en 2006 y el último vertedero de propiedad privada que aceptaba residuos dentro de los límites de la municipalidad, el Vertedero Waste Management Lone Cactus, cerró en 2019.

Tabla 11. Resumen de emisiones de GEI de residuos de alcance 1

Datos de actividad de las fuentes de alcance 1 (Tm CH₄)	2012	2016	2018	2020
Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad	8,425	5,099	4,707	4,471
Tratamiento biológico de residuos generados en la municipalidad	121	83	170	133
Aguas residuales generadas dentro de la municipalidad	92	121	135	76
Total	8,638	5,303	5,011	4,680

Datos de actividad de las fuentes de alcance 1 (Tm N₂O)	2012	2016	2018	2020
Tratamiento biológico de residuos generados en la municipalidad	9	6	13	10
Aguas residuales generadas dentro de la municipalidad	22	23	24	23
Total	31	29	37	32

Emisiones de GEI de alcance 1 (Tm CO₂e)	2012	2016	2018	2020
Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad	235,889	142,771	131,794	125,195
Tratamiento biológico de residuos generados en la municipalidad	5,802	3,968	8,125	6,360
Aguas residuales generadas dentro de la municipalidad	8,440	9,428	10,199	8,094
Total	250,130	156,167	150,118	139,649

Las emisiones de GEI de residuos de alcance 3 se producen a partir de la eliminación de residuos generados dentro de la municipalidad, pero eliminados fuera de la municipalidad (Tabla 12). Como se espera que aumenten las emisiones de GEI en el vertedero SR-85, los programas de captura y reutilización de metano pueden convertirse en una forma viable de reducir las emisiones relacionadas con los residuos y compensar las emisiones de GEI de energía estacionaria de alcance 1 de la combustión de gas natural. El desvío de residuos orgánicos a la instalación de compostaje en 27th Avenue es una forma viable de reducir las futuras emisiones de GEI del sector de residuos. De igual forma, la captura de gas de digestor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (WWTP) de 91st Avenue para su procesamiento y venta como gas natural renovable (Renewable Natural Gas, RNG) por parte de Ameresco, Inc. reducirá las emisiones de GEI del sector de residuos provenientes del tratamiento de aguas residuales.

Tabla 12. Resumen de emisiones de GEI de residuos de alcance 3

Datos de actividad de las fuentes de alcance 3 (emisiones de Tm CH₄)	2012	2016	2018	2020
Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad, pero eliminados fuera de la municipalidad en SR-85	295	2,147	2,029	2,301
Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad, pero eliminados fuera de la municipalidad por transportistas privados	3,912	3,567	3,469	2,992
Total	4,207	5,714	5,498	5,293

Emisiones de GEI de alcance 3 (Tm CO₂e)	2012	2016	2018	2020
Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad, pero eliminados fuera de la municipalidad en SR-85	8,260	60,116	56,820	64,416
Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad, pero eliminados fuera de la municipalidad por transportistas privados	109,540	99,887	97,128	83,784
Total	117,800	160,003	153,948	148,200

Apéndice A. Resumen detallado de emisiones de GEI

El Apéndice A contiene tablas que detallan las emisiones de GEI a escala comunitaria de la Municipalidad de Phoenix por cada sector y subsector del GPC.

Tabla A1. Comparación interanual de emisiones de GEI de energía estacionaria

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
I		Energía estacionaria				
I.1		Edificios residenciales				
I.1.1	1	Emisiones de la quema de combustible dentro de los límites de la municipalidad	312,298	313,330	283,007	321,480
I.1.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad	3,781,025	3,625,943	3,469,145	3,135,523
I.1.3	3	Emisiones por pérdidas en transmisión y distribución por consumo de energía suministrada por la red	141,216	136,245	138,614	125,284
I.2		Edificios e instalaciones comerciales e institucionales				
I.2.1	1	Emisiones de la quema de combustible dentro de los límites de la municipalidad	338,887	366,966	443,139	349,167
I.2.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad	4,514,711	4,087,840	4,302,529	3,482,574
I.2.3	3	Emisiones por pérdidas en transmisión y distribución por consumo de energía suministrada por la red	168,618	153,600	171,913	139,151
I.3		Industrias manufactureras y construcción				
I.3.1	1	Emisiones de la quema de combustible dentro de los límites de la municipalidad	86,522	73,622	8,303	72,459
I.3.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad	329,182	291,025	IE	IE
I.3.3	3	Emisiones por pérdidas en transmisión y distribución por consumo de energía suministrada por la red	12,294	10,935	IE	IE
I.4		Industrias energéticas				
I.4.1	1	Emisiones de la energía utilizada en las operaciones auxiliares de las centrales eléctricas dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE
I.4.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida en las operaciones auxiliares de las centrales eléctricas dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
I.4.3	3	Emisiones por pérdidas en transmisión y distribución por consumo de energía suministrada por la red en las operaciones auxiliares de las centrales eléctricas	NE	NE	NE	NE
I.4.4	1	<i>Emisiones por generación de energía suministrada a la red</i>	986,289	1,200,633	1,391,552	1,659,111
I.5		Actividades agrícolas, forestales y pesqueras				
I.5.1	1	Emisiones de la quema de combustible dentro de los límites de la municipalidad	68,954	51,758	46,477	45,523
I.5.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad	IE	IE	IE	IE
I.5.3	3	Emisiones por pérdidas en transmisión y distribución por consumo de energía suministrada por la red	IE	IE	IE	—
I.6		Fuentes no especificadas				
I.1.1	1	Emisiones de la quema de combustible dentro de los límites de la municipalidad	60	78	74	123
I.1.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad	IE	IE	IE	IE
I.1.3	3	Emisiones por pérdidas en transmisión y distribución por consumo de energía suministrada por la red	NO	NO	NO	NO
I.7		Emisiones fugitivas de la minería, el procesamiento, el almacenamiento y el transporte de carbón				
I.7.1	1	Emisiones de emisiones fugitivas dentro de los límites de la municipalidad	NO	NO	NO	NO
I.8		Emisiones fugitivas de los sistemas de petróleo y gas natural				
I.8.1	1	Emisiones de emisiones fugitivas dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE

Clave de notación	Definición	Explicación	Color de la clave
IE	Incluido en otra parte	Las emisiones de GEI para esta actividad se estiman y presentan en otra categoría del inventario. La categoría deberá indicarse en la explicación.	Se requieren las fuentes para los informes BÁSICOS
NE	No estimado	Las emisiones se producen, pero no han sido estimadas o informadas; la justificación para la exclusión deberá indicarse en la explicación.	Se requieren las fuentes para los informes BÁSICOS+
NO	No ocurre	Una actividad o proceso que no se produce o no existe dentro de la municipalidad.	Fuentes incluidas en Otros de alcance 3
C	Confidencial	Emisiones de GEI que podrían conducir a la divulgación de información confidencial y, por lo tanto, no pueden ser informadas.	Se requieren las fuentes para el reporte territorial
			Emisiones no aplicables

Alcance	Definición
Alcance 1	Emisiones de GEI de fuentes dentro de los límites de la municipalidad.
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia del uso de electricidad, calor, vapor y/o refrigeración suministrados por la red dentro de los límites de la municipalidad.
Alcance 3	Todas las demás emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la municipalidad como resultado de las actividades que se llevan a cabo dentro de los límites de la municipalidad.

Tabla A2. Comparación interanual de emisiones de GEI de transporte

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
II		Transporte				
II.1		Transporte por carretera				
II.1.1	1	Emisiones de la quema de combustible para el transporte por carretera que se producen dentro de los límites de la municipalidad	5,855,292	6,441,344	6,586,630	6,042,566
II.1.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad para el transporte por carretera	666	5,048	9,123	7,852
II.1.3	3	Emisiones de parte de los viajes transfronterizos que se producen fuera de los límites de la municipalidad, y pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada por la red	25	190	330	329

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
II.2		Vías férreas				
II.2.1	1	Emisiones de la quema de combustible para el transporte por vías férreas que se producen dentro de los límites de la municipalidad	23,545	23,545	23,545	23,545
II.2.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad para vías férreas	5,568	5,755	7,996	5,253
II.2.3	3	Emisiones de parte de los viajes transfronterizos que se producen fuera de los límites de la municipalidad, y pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada por la red	208	216	289	220
II.3		Navegación acuática				
II.3.1	1	Emisiones de la quema de combustible para la navegación acuática que se producen dentro de los límites de la municipalidad	NO	NO	NO	NO
II.3.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad para la navegación acuática	NO	NO	NO	NO
II.3.3	3	Emisiones de parte de los viajes transfronterizos que se producen fuera de los límites de la municipalidad, y pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada por la red	NO	NO	NO	NO
II.4		Aviación				
II.4.1	1	Emisiones de la quema de combustible para la aviación que se producen dentro de los límites de la municipalidad	1,639,788	1,459,918	1,511,127	1,056,081
II.4.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad para la aviación	NE	NE	NE	NE
II.4.3	3	Emisiones de parte de los viajes transfronterizos que se producen fuera de los límites de la municipalidad, y pérdidas de transmisión y distribución del consumo de energía suministrada por la red	NE	NE	NE	NE
II.5		Transporte todoterreno				
II.5.1	1	Emisiones de la quema de combustible para el transporte todoterreno que se producen dentro de los límites de la municipalidad	298,237	320,122	326,353	326,353
II.5.2	2	Emisiones de la energía suministrada por la red consumida dentro de los límites de la municipalidad para el transporte todoterreno	IE	IE	IE	IE

Clave de notación	Definición	Explicación	Color de la clave
IE	Incluido en otra parte	Las emisiones de GEI para esta actividad se estiman y presentan en otra categoría del inventario. La categoría deberá indicarse en la explicación.	Se requieren las fuentes para los informes BÁSICOS
NE	No estimado	Las emisiones se producen, pero no han sido estimadas o informadas; la justificación para la exclusión deberá indicarse en la explicación.	Se requieren las fuentes para los informes BÁSICOS+
NO	No ocurre	Una actividad o proceso que no se produce o no existe dentro de la municipalidad.	Fuentes incluidas en Otros de alcance 3
C	Confidencial	Emisiones de GEI que podrían conducir a la divulgación de información confidencial y, por lo tanto, no pueden ser informadas.	Se requieren las fuentes para el reporte territorial
			Emisiones no aplicables

Alcance	Definición
Alcance 1	Emisiones de GEI de fuentes dentro de los límites de la municipalidad.
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia del uso de electricidad, calor, vapor y/o refrigeración suministrados por la red dentro de los límites de la municipalidad.
Alcance 3	Todas las demás emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la municipalidad como resultado de las actividades que se llevan a cabo dentro de los límites de la municipalidad.

Tabla A3. Comparación interanual de emisiones de GEI de residuos

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
III		Residuos				
III.1		Eliminación de residuos sólidos				
III.1.1	1	Emisiones de residuos sólidos generados dentro de los límites de la municipalidad y desechados en vertederos o basureros abiertos dentro de los límites de la municipalidad	131,794	131,794	131,794	125,195
III.1.2	3	Emisiones de residuos sólidos generados dentro de los límites de la municipalidad y desechados en vertederos o basureros abiertos fuera de los límites de la municipalidad	117,800	160,003	153,948	148,200

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
III.1.3	1	<i>Emisiones de residuos generados fuera de los límites de la municipalidad y desechados en vertederos o basureros abiertos dentro de los límites de la municipalidad</i>	NO	NO	NO	NO
III.2		Tratamiento biológico de residuos				
III.2.1	1	Emisiones de residuos sólidos generados dentro de los límites de la municipalidad que son tratados biológicamente dentro de los límites de la municipalidad	5,802	3,968	8,125	6,360
III.2.2	3	Emisiones de residuos sólidos generados dentro de los límites de la municipalidad, pero tratados biológicamente fuera de los límites de la municipalidad	NO	NO	NO	NO
III.2.3	1	<i>Emisiones de residuos generados fuera de los límites de la municipalidad, pero tratados biológicamente dentro de los límites de la municipalidad</i>	NO	NO	NO	NO
III.3		Incineración y quema al aire libre				
III.3.1	1	Emisiones de residuos sólidos generados tratados dentro de los límites de la municipalidad	NO	NO	NO	NO
III.3.2	3	Emisiones de residuos sólidos generados dentro de los límites de la municipalidad, pero tratados fuera de los límites de la municipalidad	NO	NO	NO	NO
III.3.3	1	<i>Emisiones de residuos generados fuera de los límites de la municipalidad, pero tratados dentro de los límites de la municipalidad</i>	NO	NO	NO	NO
III.4		Tratamiento y descarga de aguas residuales				
III.4.1	1	Emisiones de aguas residuales generadas y tratadas dentro de los límites de la municipalidad	8,440	9,428	10,199	8,094
III.4.2	3	Emisiones de aguas residuales generadas dentro de los límites de la municipalidad, pero tratadas fuera de los límites de la municipalidad	NO	NO	NO	NO
III.4.3	1	<i>Emisiones de aguas residuales generadas fuera de los límites de la municipalidad, pero tratadas dentro de los límites de la municipalidad</i>	NO	NO	IE	IE
IV		Procesos industriales y usos de productos (IPPU)				
IV.1	1	Emisiones de procesos industriales que se producen dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE
IV.2	1	Emisiones del uso de productos que se producen dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE

GPC N.º de ref.	Alcance	Fuente de emisiones de GEI (Por sector y subsector)	Emisiones de gases de efecto invernadero (toneladas métricas de CO ₂ e)			
			2012	2016	2018	2020
V		Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)				
V.1	1	Emisiones del ganado dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE
V.2	1	Emisiones de la tierra dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE
V.3	1	Emisiones de fuentes agregadas y fuentes de emisiones sin CO ₂ en terrenos dentro de los límites de la municipalidad	NE	NE	NE	NE
VI		Otros de alcance 3				
VI.1	3	Otros de alcance 3	3,001	483	564	800

Clave de notación	Definición	Explicación	Color de la clave
IE	Incluido en otra parte	Las emisiones de GEI para esta actividad se estiman y presentan en otra categoría del inventario. La categoría deberá indicarse en la explicación.	Se requieren las fuentes para los informes BÁSICOS
NE	No estimado	Las emisiones se producen, pero no han sido estimadas o informadas; la justificación para la exclusión deberá indicarse en la explicación.	Se requieren las fuentes para los informes BÁSICOS+
NO	No ocurre	Una actividad o proceso que no se produce o no existe dentro de la municipalidad.	Fuentes incluidas en Otros de alcance 3
C	Confidencial	Emisiones de GEI que podrían conducir a la divulgación de información confidencial y, por lo tanto, no pueden ser reportadas.	Se requieren las fuentes para el reporte territorial
			Emisiones no aplicables

Alcance	Definición
Alcance 1	Emisiones de GEI de fuentes dentro de los límites de la municipalidad.
Alcance 2	Emisiones de GEI que se producen como consecuencia del uso de electricidad, calor, vapor y/o refrigeración suministrados por la red dentro de los límites de la municipalidad.
Alcance 3	Todas las demás emisiones de GEI que se producen fuera de los límites de la municipalidad como resultado de las actividades que se llevan a cabo dentro de los límites de la municipalidad.

Apéndice B. BORRADOR Emisiones de GEI de la agricultura, la silvicultura y el uso de la tierra (AFOLU) y los sistemas alimentarios

El inventario de emisiones de GEI de la comunidad de 2020 representa el primer intento de catalogar las emisiones de GEI para el sector de AFOLU (Figura 1). Se requieren las emisiones de GEI de AFOLU para los informes de inventario de GEI de nivel BÁSICO+, pero son opcionales para los informes de inventario de GEI de nivel BÁSICO actuales realizados por la Municipalidad de Phoenix y la mayoría de las municipalidades. Sin embargo, dado que las emisiones de AFOLU se requerirán para los futuros informes de GEI C40, estos esfuerzos iniciales sientan las bases para un informe completo de emisiones de AFOLU para el informe de emisiones de GEI de la comunidad de 2022 y posteriores.

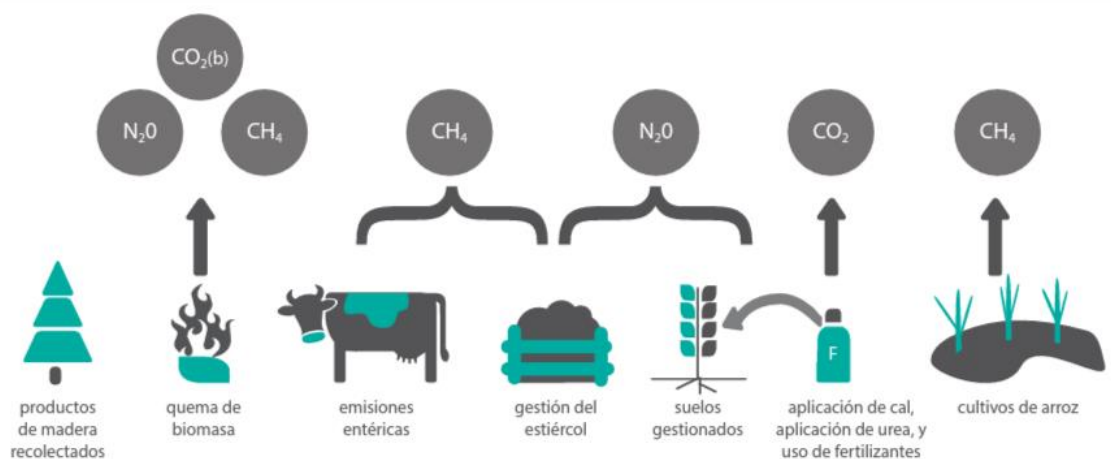


Figura B6. Fuentes de emisiones de GEI de AFOLU¹⁶.

Las emisiones de AFOLU se dividen en general en tres categorías: ganado, tierra y fuentes agregadas, y fuentes de emisiones sin CO_2 en la tierra. Como se muestra en la Figura 1, algunas emisiones de AFOLU son relevantes para la Municipalidad de Phoenix y otras no lo son. Por ejemplo, los cambios en las emisiones de GEI resultantes de los productos de madera cosechada y el cultivo de arroz no son relevantes para la Municipalidad de Phoenix. La quema de biomasa a través de la combustión de leña residencial; las emisiones del ganado por digestión entérica y gestión del estiércol; y las emisiones de GEI con CO_2 y sin CO_2 provenientes de la gestión de la tierra agrícola son relevantes para la Municipalidad de Phoenix. Además, los cambios en las reservas de carbono de los tipos de tierra y el cambio de uso de la tierra son otros componentes muy relevantes del sector de AFOLU de la Municipalidad de Phoenix. Este primer intento de inventariar las emisiones de GEI de AFOLU

¹⁶ Fuente de imagen: Protocolo de gases de efecto invernadero. (s.f.). Protocolo de GEI para municipalidades | Protocolo de gases de efecto invernadero. Obtenido de <http://www.ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>

presentará métodos de estimación y resultados para las emisiones de GEI del ganado y un marco para calcular las emisiones de GEI de la tierra y el cambio de uso de la tierra, y las fuentes agregadas, y las fuentes de emisiones sin CO₂ en la tierra.

B.1 Ganado

Las emisiones de GEI del ganado se dividen en dos categorías: fermentación entérica y gestión del estiércol. Las poblaciones de ganado impulsan la estimación de estas emisiones de GEI. Las variaciones en los métodos de estimación de la población de ganado pueden crear grandes rangos de emisiones potenciales de GEI. El resumen de las emisiones de GEI del ganado a nivel de municipalidad refleja la incertidumbre inherente a los niveles estimados de la población de ganado. En 2020, se estimó que las emisiones totales de GEI del ganado que se produjeron en la Municipalidad de Phoenix fueron de 3,368 a 94,702 Tm CO₂e. Las emisiones de GEI de la fermentación entérica se estimaron en 2,965 a 77,176 Tm CO₂e y las emisiones de la gestión del estiércol se estimaron en 674 a 17,526 Tm CO₂e.

La fermentación entérica del ganado (ganado bovino, caballos, ovejas, cerdos, cabras, bisontes americanos y equinos que no son caballos [mulas y asnos]) da como resultado emisiones de metano (CH₄). Si bien numerosos animales contribuyen a las emisiones de GEI relacionadas con el ganado, el ganado bovino es la principal fuente de emisiones de GEI del ganado. En 2019 a nivel estatal, el ganado bovino fue responsable de la emisión de 82,378 Tm CH₄ a través de la fermentación entérica, mientras que todos los demás tipos de ganado emitieron 2,935 Tm CH₄¹⁷. De manera similar, el ganado bovino, además del ganado lechero, fueron responsables de la gran mayoría de las emisiones de CH₄ provenientes de la gestión del estiércol. En 2019 a nivel estatal, el ganado bovino fue responsable de emitir 24,183 Tm CH₄ del total de 28,632 Tm CH₄ del estado como resultado de la gestión del estiércol ganadero¹⁸. Asimismo, el ganado bovino fue responsable de emitir 1,176 Tm N₂O del total de 1,218 Tm N₂O del estado como resultado de la gestión del estiércol ganadero¹⁹.

Se requieren estimaciones sobre la cantidad de cabezas de ganado por tipo de ganado (ganado bovino, caballos, ovejas, cerdos, cabras, bisontes americanos y equinos que no son caballos [mulas y asnos]) para estimar las emisiones de GEI del ganado de la Municipalidad de Phoenix. Estos datos se obtuvieron del Censo de agricultura del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Sin embargo, el Censo de agricultura se publica cada 5 años para los años que terminan en 2 y 7, y no se publica anualmente²⁰. Por esta razón, se utilizó el Censo de agricultura de 2017 para estimar las emisiones de GEI del ganado.

¹⁷ EE. UU. EPA. 2022. Borrador del Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2020 Apéndice 3, Parte B. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., EPA 430-P-22-001.

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

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Nacional de Estadísticas Agrarias: Censo de agricultura. URL: <https://www.nass.usda.gov/AgCensus/>.

Los datos del Censo de agricultura sobre el número de cabezas de ganado están disponibles en las escalas geográficas del estado y del condado, pero no en la escala geográfica de la municipalidad. Sin embargo, los datos sobre el número y el tamaño de las operaciones ganaderas están disponibles a nivel de código postal. Con estas limitaciones, se desarrolló un factor de escala para cada categoría de ganado; la proporción entre las operaciones ganaderas en los códigos postales de la Municipalidad de Phoenix y las operaciones ganaderas en el condado. Este análisis encontró 151 operaciones bovinas relacionadas con los códigos postales de la Municipalidad de Phoenix y 610 operaciones bovinas en todo el condado; 33 operaciones ovinas relacionadas con los códigos postales de la Municipalidad de Phoenix y 96 en todo el condado; y 20 operaciones porcinas asociadas con los códigos postales de la Municipalidad de Phoenix y 104 operaciones porcinas (puercos de más de 120 lbs) en todo el condado²¹. Cabe señalar que estas estimaciones proporcionan un límite superior en las estimaciones de ganado para la Municipalidad de Phoenix porque tienen en cuenta el área del código postal completo y los códigos postales ubicados en la periferia del límite de la municipalidad, en los que es más probable que haya operaciones ganaderas, y pueden contener una operación ganadera aunque la operación ganadera no esté físicamente dentro de los límites de la municipalidad. Además, este análisis reveló numerosas operaciones ganaderas asociadas con códigos postales en el centro de la municipalidad. Por lo tanto, los datos a nivel de código postal del Censo de agricultura pueden estar asociados con la dirección física de la empresa propietaria de la operación ganadera, pero no con la ubicación física de la operación en sí. Además, el código de la Municipalidad de Phoenix especifica qué animales se pueden tener dentro de los límites de la municipalidad y el código de la municipalidad actualmente prohíbe la tenencia de ganado porcino dentro de los límites de la municipalidad, excepto para ciertos tipos de cerdos domésticos. Teniendo en cuenta estos factores, los códigos postales en la periferia de la municipalidad con operaciones ganaderas y un código de la municipalidad, una estimación superior más realista es de 2 a 52 operaciones bovinas, 0 a 19 operaciones ovinas y 0 operaciones porcinas. Cabe señalar que una evaluación de imágenes satelitales de los datos del Censo de agricultura solo pudo ubicar físicamente dos instalaciones lecheras dentro de los límites de la Municipalidad de Phoenix, mientras que la mayoría estaban ubicadas junto a los límites de la municipalidad en islas del condado no incorporadas.

En el Censo de agricultura de 2017, el condado de Maricopa tenía un estimado de 210,980 cabezas de ganado bovino, 2,575 ovejas y corderos, y 1,124 cerdos y puercos²². Utilizando los factores de escala descritos en el párrafo anterior, la población bovina estimada de la Municipalidad de Phoenix fue de entre 692 y 17,985 ganado bovino, 0 y 510 ovejas, y 0 cerdos. Cabe señalar que la población de caballos de la Municipalidad de Phoenix no se estimó ya que estos datos no estaban disponibles en el Censo de agricultura. Las emisiones del ganado por la fermentación entérica y la gestión del estiércol se calculan multiplicando la población de ganado por tipo de

²¹ Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas (National Agricultural Statistics Service, NASS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture, USDA). (2017). NASS: Estadísticas rápidas. Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas del USDA. <https://data.nal.usda.gov/dataset/nass-quick-stats>. Consultado el 18 de febrero de 2022.

²² Ibid.

animal por los factores de emisión del tipo de animal²³. Los factores de emisión de tipo animal se obtuvieron y derivaron del *Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU. de la EPA de EE. UU.: 1990-2020*²⁴. La Tabla B1 muestra las emisiones de GEI estimadas de la terminación entérica.

Tabla B13. Emisiones estimadas de CH₄ de la fermentación entérica en la Municipalidad de Phoenix

Ganado	Cabezas	Factor de emisión de CH ₄ (kg de CH ₄ por cabeza por año)	Emisiones de CH ₄ (Tm CH ₄)	Emisiones de CH ₄ (Tm CO ₂ e)
Ganado bovino	692 – 17,985	153.00	106 – 2,752	2,965 – 77,048
Ovejas y corderos	0 – 510	9.00	0 – 459	0 – 128.43
Ganado porcino	0	1.50	0	0
Total	–	–	106 – 3,211	2,965 – 77,176

La Tabla B2 muestra las emisiones de GEI estimadas de la gestión del estiércol, la cual es varias veces menor que las emisiones de la fermentación entérica.

Tabla B14. Emisiones estimadas de CH₄ de la gestión de estiércol en la Municipalidad de Phoenix

Ganado	Cabezas	Factor de emisión de CH ₄ (kg de CH ₄ por cabeza por año)	Emisiones de CH ₄ (Tm CH ₄)	Emisiones de CH ₄ (Tm CO ₂ e)
Ganado bovino	692 – 17,985	23.82	16 – 428	462 – 11,995
Ovejas y corderos	0 – 510	0.21	0 – 0.11	0 – 3.00
Ganado porcino	0	416.73	0.00	0.00
Total	–	–	16 – 428.11	462 – 11,998

La Tabla B3 muestra las emisiones estimadas de N₂O de la gestión del estiércol. Este es el componente más pequeño de las emisiones de GEI emitidas por el sector ganadero.

²³ Protocolo de gases de efecto invernadero. (s.f.). Protocolo de GEI para municipalidades | Protocolo de gases de efecto invernadero. Obtenido de <http://www.ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>

²⁴ EPA. 2022. Borrador del Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2020 Apéndice 3, Parte B. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., EPA 430-P-22-001. <https://www.epa.gov/ghgemissions/draft-inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2020>.

Tabla B15. Emisiones estimadas de N₂O de la gestión de estiércol en la Municipalidad de Phoenix

Ganado	Cabezas	Factor de emisión de N₂O (kg de N₂O por cabeza)	Emisiones de N₂O (Tm N₂O)	Emisiones de N₂O (Tm CO_{2e})
Ganado bovino	692-17,985	1.16	0.80-21	212-5,519
Ovejas y corderos	0-510	0.07	0-0.03	0-8.83
Ganado porcino	0	0.00	0.00	0.00
Total	-	-	0.80 – 21.03	215 – 5,271

Finalmente, la Tabla B4 muestra las emisiones de GEI totales estimadas por tipo de ganado tanto por la fermentación entérica como por la gestión del estiércol.

Tabla B16. Emisiones estimadas de la gestión de estiércol en la Municipalidad de Phoenix

Ganado	Cabezas	Emisiones de CH₄ (Tm CO_{2e})	Emisiones de N₂O (Tm CO_{2e})	Emisiones totales (Tm CO_{2e})
Ganado bovino	692 – 17,985	3,426 – 89,043	212 – 5,519	3,368 – 94,562
Ovejas y corderos	0 – 510	0 – 131	0 – 9	0 – 140
Ganado porcino	0	0	0	0
Total	-	3,426 - 89,174	212 – 5,528	3,368 - 94,702

B.2 Uso de la tierra y cambio de uso de la tierra

Las emisiones de GEI del sector de la tierra se dividen en dos grandes categorías: las emisiones de GEI de los cambios en las reservas de carbono por el uso de la tierra y de los cambios en las reservas de carbono resultantes del cambio del uso de la tierra. Los cambios en las reservas de carbono tanto por el uso de la tierra como por el cambio del uso de la tierra requieren un análisis profundo de las reservas de carbono por tipo de uso de la tierra en la Municipalidad de Phoenix. Esta sección contiene un método reproducible para crear los datos del uso de la tierra y del cambio del uso de la tierra, necesarios para calcular el cambio en las reservas de carbono para calcular las emisiones de GEI del uso de la tierra.

Existen múltiples bases de datos completas sobre la cobertura de la tierra que son de código abierto y se pueden descargar gratuitamente. Sin embargo, dos proporcionan una larga historia de datos comparables para este análisis. En primer lugar, la Capa de datos de tierras de cultivo (Cropland Data Layer, CDL) del USDA, que data de 2008, es un producto de datos de imágenes satelitales que contiene información sobre los tipos de cultivos con una resolución de 30 a 56 metros para los Estados Unidos continentales²⁵. La Capa de datos de tierras de cultivo proporciona alta resolución del tipo de cobertura de la tierra por cultivo, la cobertura natural de la tierra y el tipo de asentamiento urbano. En segundo lugar, la Base de datos nacional de cobertura de la tierra (National Land Cover Database, NLCD) producida por el Servicio Geológico de Estados Unidos, proporciona datos de cobertura de la tierra sobre 16 clases de cobertura de la tierra con una resolución de 30 metros²⁶. Dado que los datos de la NLCD datan de 2001 y tienen una resolución consistente a lo largo del tiempo, estos datos se utilizaron para desarrollar el método. Sin embargo, los datos de la CDL podrían usarse en el futuro para proporcionar una mayor resolución para las estimaciones de emisiones de GEI del manejo las reservas de carbono específicas de cultivos y de la tierra.

A continuación, en la Tabla B5, se muestra un resumen detallado de los tipos de uso de la tierra por área y los cambios entre 2001 y 2019, dentro de los límites actuales de la Municipalidad de Phoenix. Las definiciones de estos tipos de uso de la tierra se pueden encontrar en el sitio web del Consorcio de Características de la Tierra de Resolución Múltiple.²⁷

²⁵ Capa de datos de tierras de cultivo del Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas del USDA. 2019. Capa de datos específicos de cultivos publicada [En línea]. Disponible en <https://nassgeodata.gmu.edu/CropScape/> (consultada el 14 de febrero de 2022; verificada el 18 de febrero de 2022). USDA-NASS, Washington, DC.

²⁶ Dewitz, J. y Servicio Geológico de EE. UU., 2021, Base de datos nacional de cobertura de la tierra (NLCD) Productos de 2019 (ver. 2.0, junio de 2021): publicación de datos del Servicio Geológico de EE. UU., <https://doi.org/10.5066/P9KZCM54>

²⁷ Consorcio de Características de la Tierra de Resolución Múltiple (s.f.). Leyenda y descripción de la clase de la base de datos nacional de cobertura de la tierra [En línea]. Disponible en: <https://www.mrlc.gov/data/legends/national-land-cover-database-class-legend-and-description> (consultada el 22 de marzo de 2022; verificada el 22 de marzo de 2022). Consorcio de Características de la Tierra de Resolución Múltiple (Multi-Resolution Land Characteristics Consortium, MRLC), Washington D.C.

Tabla B17. Uso de tierra estimado por tipo en la Municipalidad de Phoenix entre 2001 y 2019

Cobertura de la tierra (millas cuadradas)	Año								Cambio 2001-19
	2001	2004	2006	2008	2011	2013	2016	2019	
Aguas abiertas	1.1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.1	1.1	-0.1
Desarrollado, espacio abierto	26.4	26.6	28.7	30.1	31.9	30.7	30.9	30.9	4.5
Desarrollado, intensidad baja	69.1	70.6	75.7	80.3	81.3	81.2	81.3	81.1	12.0
Desarrollado, intensidad media	128.5	130.4	137.6	144.0	145.7	147.4	148.9	151.8	23.3
Desarrollado, intensidad alta	46.5	47.9	50.7	53.3	54.1	55.4	56.2	58.3	11.8
Tierra estéril	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0
Arbustos, matorrales	224.3	222.5	211.8	199.3	194.6	193.3	191.5	186.6	-37.7
Pastizal/Herbáceo	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.6	4.1	1.8
Pastura/Heno	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Cultivos cosechados	30.9	27.7	21.2	18.6	17.9	17.4	16.8	15.3	-15.7
Humedales boscosos	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	-0.2
Humedales herbáceos emergentes	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Total	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	0.0

Una versión simplificada de la Tabla B5 se muestra en la Tabla B6. Las categorías de Cobertura de la tierra en la Tabla B5 se han condensado en cuatro categorías principales: aguas abiertas, tierras desarrolladas, espacios abiertos/desiertos y tierras de cultivo. La Tabla B6 muestra que el crecimiento en el área desarrollada se debe a la conversión de tierras de cultivo y cubiertas de tierras desérticas/espacios abiertos.

Tabla B18. Tabla simplificada del uso de la tierra por tipo en la Municipalidad de Phoenix entre 2001 y 2019

Cobertura de la tierra (millas cuadradas)	Año								Cambio 2001-19
	2001	2004	2006	2008	2011	2013	2016	2019	
Aguas abiertas	1.1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.1	1.1	-0.1
Tierras desarrolladas	270.4	275.5	292.7	307.8	313.0	314.8	317.3	322.2	51.7
Espacios abiertos/Desierto	227.9	226.1	215.3	202.8	198.1	196.8	195.3	191.9	-36.0
Tierras de cultivo	31.0	27.8	21.3	18.7	18.0	17.5	16.8	15.3	-15.7
Total	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	530.5	0.0

Como se muestra en las Tablas B5 y B6, el crecimiento de las áreas desarrolladas en la Municipalidad de Phoenix ha resultado de la conversión de espacios abiertos/desiertos y tierras de cultivo. Calcular los cambios interanuales en las reservas de carbono del uso de la tierra y los tipos de uso de la tierra tiene dos consideraciones principales. Tierra que permanece en una categoría de uso de la tierra especificada y tierra que cambia entre categorías de uso de la tierra. Según las pautas del GPC y el IPCC, los cambios de uso de la tierra que ocurren dentro de los 20 años del año del inventario actual deben contabilizarse como cambios de uso de la tierra, y los cambios de uso de la tierra que ocurren más de 20 años antes del año del inventario no se

cuentan como cambios de uso de la tierra.²⁸ Para el año de inventario 2022, la NLCD proporcionará más de 20 años de datos de cobertura de la tierra para contabilizar con precisión este límite. Sin embargo, el desafío fundamental para calcular el cambio en las reservas de carbono a partir del cambio de uso de la tierra dentro de los límites de Phoenix es que los métodos establecidos no consideran explícitamente los tipos de uso de la tierra del desierto. Esta primera estimación se calculó asumiendo el tipo de uso de la tierra del pastizal.²⁹ Se requieren estudios de investigación adicionales para tabular con precisión el cambio en las reservas de carbono debido a los cambios en el uso de la tierra en la Municipalidad de Phoenix, ya que tiene un clima desértico.

B.3 Fuentes agregadas y fuentes de emisiones sin CO₂ en tierra

Las emisiones de GEI de fuentes agregadas y las fuentes de emisiones sin CO₂ en tierra no se inventariaron en 2022. Sin embargo, las estimaciones se desarrollarán junto con el desarrollo de las emisiones de GEI del uso de la tierra y el cambio de uso de la tierra.

B.4 Emisiones de GEI del sistema alimentario

El inventario de emisiones de GEI del sistema alimentario captura las emisiones de GEI de la producción, fabricación, distribución y consumo de productos alimenticios en restaurantes y establecimientos de venta al por menor. Es un inventario de emisiones de GEI del ciclo de vida completo de los patrones de consumo de alimentos de los residentes de la Municipalidad de Phoenix. Para 2020, las emisiones de GEI del sistema alimentario se estimaron en aproximadamente 5,591,820 Tm CO₂e con un rango mínimo/máximo de 4,080,490 a 8,511,300 Tm CO₂e. En 2020, las emisiones de GEI del sistema alimentario general para la población residente de la Municipalidad de Phoenix, a lo largo del ciclo de vida de los alimentos desde la granja hasta la mesa, representan aproximadamente el 37 % del total de las emisiones de GEI a escala comunitaria y pueden oscilar entre el 27 % y el 56 % de las emisiones totales de GEI a escala comunitaria.

Existen numerosas metodologías para realizar un inventario de emisiones de GEI del sistema alimentario, incluidos métodos de inventario de emisiones basados en el consumo y métodos basados en el análisis del ciclo de vida (ACV). La estimación de las emisiones de GEI del sistema alimentario para la Municipalidad de Phoenix utiliza las cifras de emisiones per cápita promedio publicadas para toda la cadena de suministro de alimentos de EE. UU.³⁰ Mohareb et al. (2018) realizaron un metaanálisis de los ACV del sistema alimentario para establecer "valores representativos de la huella de carbono para una diversidad de productos alimenticios" para el consumo de alimentos de EE. UU. que incluye "procesamiento, empaquetado, transporte,

²⁸ Protocolo de gases de efecto invernadero. (s.f.). Protocolo de GEI para municipalidades | Protocolo de gases de efecto invernadero. Obtenido de <http://www.ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>

²⁹ EE. UU. EPA. 2022. Borrador del Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2020 Apéndice 3, Parte B. Agencia de Protección Ambiental de EE. UU., EPA 430-P-22-001. <https://www.epa.gov/ghgemissions/draft-inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2020>.

³⁰ Mohareb, E. A., Heller, M. C., & Guthrie, P. M. (2018). El papel de las municipalidades en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema alimentario de los Estados Unidos. *Ciencia y tecnología ambiental*, 52(10), 5545-5554.

distribución, venta al por menor, preparación doméstica y eliminación de residuos"³¹. Los factores de emisión de GEI per cápita se muestran en la Tabla B7.

Tabla B19. Sistema alimentario per cápita Intensidades de las emisiones de GEI de EE. UU. de los pasos de la cadena de suministro de alimentos³²

Categoría de GEI del sistema alimentario	Promedio	Mín	Máx
Producción y procesamiento primario	1935.8	1158	3366.1
Frutos secos	8.2	5.7	10.8
Fruta fresca	33.2	13.7	68.5
Azúcar añadido y edulcorantes	39.5	39.5	39.5
Fruta procesada	40.4	32.8	54
Pescados y mariscos	45.8	10	84.8
Vegetales frescos	46.9	12.6	231.6
Huevos	47.4	20.4	100.7
Vegetales procesados	53.8	34.8	82.1
Productos de granos	57.6	35.2	75.6
Leche líquida	104.4	74.5	136.8
Grasas y aceites añadidos	115.5	68.7	262
Otros productos lácteos	246.6	202.7	301.6
Carne	1096.5	607.4	1918.1
Procesamiento secundario	109.03	109.03	109.03
Materiales de empaquetado	114.12	77.97	131.22
Distribución	238.5	214.55	264.5
Venta al por menor	390.6	370.79	410.41
Servicio de alimentos	179.39	179.39	179.39
Viajes de compras	49.41	8.05	292.96
Familiar	309.65	309.65	309.65
Vertedero: alimentos	445.04	164.71	745.12
Vertedero: lodo	26.32	18.24	36.72
Aguas residuales	59.16	59.16	59.16
Compostaje	3.24	0.2	4.4
<i>Emisiones</i>	4.75	0.4	9.51
<i>Compensación de fertilizantes del compostaje</i>	-0.66	-0.08	-1.72
<i>Carbono almacenado en aplicación de tierra</i>	-0.85	-0.12	-3.39
Digestión anaeróbica	-0.09	0.05	-0.25
<i>Emisiones</i>	0.15	0.11	0.22
<i>Compensación de fertilizantes del compostaje</i>	-0.14	-0.03	-0.28
<i>Carbono almacenado en aplicación de tierra</i>	-0.07	-0.03	-0.12
<i>Compensación de electricidad</i>	-0.03	0	-0.07
Emisiones totales (kg CO2e/cap)	3860.17	2669.79	5908.41

³¹ Ibid.

³² Mohareb, E. A., Heller, M. C., & Guthrie, P. M. (2018). El papel de las municipalidades en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero del sistema alimentario de los Estados Unidos. Información de respaldo. Ciencia y tecnología ambiental, 52(10), 5545-5554.

Mientras que la Tabla B7 muestra todos los factores de emisión de GEI desarrollados por Mohareb et al. (2018), las operaciones del gobierno de la Municipalidad de Phoenix y los inventarios de emisiones de GEI de la comunidad contienen los totales de emisiones de GEI de vertederos, compostaje y aguas residuales. Para evitar el doble conteo dentro del sistema, el inventario de emisiones de GEI del sistema alimentario solo incluye factores de emisiones de GEI desde la producción y el procesamiento primario hasta las categorías de uso doméstico (de la granja a la mesa), produce un total de emisiones per cápita promedio de 3,326 kg CO₂e per cápita, una tasa mínima de emisiones per cápita de 2,427 kg CO₂e per cápita y una tasa máxima de emisiones per cápita de 5,063 kg CO₂e per cápita. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las emisiones de GEI de la producción y el procesamiento local de alimentos se producirán de forma predeterminada.

Teniendo en cuenta estos factores de emisión, las emisiones estimadas de GEI del sistema alimentario son 5,591,820 Tm CO₂e con un rango de entre 4,080,490 y 8,511,300 Tm CO₂e (Tabla B8). Como estos factores de emisiones del inventario del ciclo de vida son per cápita, aumentan con la población.

Tabla B20. Emisiones estimadas de GEI de la granja a la mesa del sistema alimentario de la Municipalidad de Phoenix

Límite de inventario	2012	2016	2018	2020
Población residente	1,499,274	1,612,199	1,654,675	1,680,992
Emisiones mínimas de GEI del sistema alimentario (Tm CO ₂ e)	3,639,383	3,913,500	4,016,608	4,080,490
Emisiones promedio de GEI del sistema alimentario (Tm CO ₂ e)	4,987,335	5,362,980	5,504,276	5,591,820
Emisiones máximas de GEI del sistema alimentario (Tm CO ₂ e)	7,591,214	8,162,983	8,378,050	8,511,300

En la Tabla B9 se muestra un desglose detallado de las emisiones de GEI del sistema alimentario por componente en 2020. Como se muestra en numerosos estudios, la producción, el procesamiento y el consumo de carne es el mayor contribuyente individual al total de emisiones de GEI del sistema alimentario de la granja a la mesa de la Municipalidad de Phoenix.

Tabla B21. Emisiones estimadas de GEI de la granja a la mesa del sistema alimentario de la Municipalidad de Phoenix

Categoría de GEI del sistema alimentario	Promedio	Mín	Máx
Producción y procesamiento primario	3,254,064	1,946,589	5,658,387
Frutos secos	13,784	9,582	18,155
Fruta fresca	55,809	23,030	115,148
Azúcar añadido y edulcorantes	66,399	66,399	66,399
Fruta procesada	67,912	55,137	90,774
Pescados y mariscos	76,989	16,810	142,548
Vegetales frescos	78,839	21,180	389,318
Huevos	79,679	34,292	169,276
Vegetales procesados	90,437	58,499	138,009
Productos de granos	96,825	59,171	127,083
Leche líquida	175,496	125,234	229,960
Grasas y aceites añadidos	194,155	115,484	440,420
Otros productos lácteos	414,533	340,737	506,987
Carne	1,843,208	1,021,035	3,224,311
Procesamiento secundario	183,279	183,279	183,279
Materiales de empaquetado	191,835	131,067	220,580
Distribución	400,917	360,657	444,622
Venta al por menor	656,595	623,295	689,896
Servicio de alimentos	301,553	301,553	301,553
Viajes de compras	83,058	13,532	492,463
Familiar	520,519	520,519	520,519
Emisiones totales (Tm CO₂e)	5,591,820	4,080,490	8,511,300

Apéndice C. Energía estacionaria: documentación de gas natural

El Apéndice C describe la recopilación y el procesamiento de datos para obtener datos de consumo de gas natural y calcular las emisiones de GEI de la combustión de gas natural. El Apéndice C también describe cualquier cambio en las fuentes de datos y metodologías en el inventario de emisiones de GEI a escala comunitaria de 2018.

C.1 Recopilación de datos de gas natural

Las emisiones de GEI de energía estacionaria de la combustión de gas natural se producen en edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales e institucionales, industrias manufactureras y de construcción, industrias energéticas, actividades agrícolas, forestales y pesqueras, fuentes no especificadas, emisiones fugitivas de minería, procesamiento, almacenamiento y transporte de carbón, y emisiones fugitivas de sistemas de petróleo y gas natural. Los datos de consumo de gas natural se obtuvieron de Southwest Gas Corporation (Southwest Gas), que es la única empresa de gas natural que da servicio a la municipalidad. Los datos de gas natural se obtuvieron para cada inventario de emisiones de GEI a medida que se compilaba el inventario.

Se siguió un proceso de solicitud de datos similar para cada uno de los años del inventario de emisiones de GEI. Para 2012 y 2016, Southwest Gas proporcionó datos de consumo en la resolución del código postal para edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales e institucionales, industrias manufactureras y de construcción, industrias energéticas, actividades agrícolas, forestales y pesqueras, y fuentes no especificadas. Para 2018 y 2020, Southwest Gas no proporcionó datos a nivel de código postal. Southwest Gas proporcionó datos de consumo anual total para edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales e institucionales, industrias manufactureras y de construcción, industrias energéticas, actividades agrícolas, forestales y pesqueras, y fuentes no especificadas.

C.2 Procesamiento de datos de gas natural

Para 2012 y 2016, los datos a nivel de código postal se escalaron al porcentaje de área de la tierra en un código postal que estaba dentro de la municipalidad. Los datos de consumo de gas natural se escalaron solo para los códigos postales que contenían una fracción de tierra dentro y fuera de los límites de la municipalidad. Tras la evaluación de seguimiento de los datos de gas natural proporcionados previamente por Southwest Gas, se encontró que esta escala de datos de gas natural por el porcentaje de área de un código postal con la Municipalidad de Phoenix no era necesaria. Anteriormente, el consumo de gas natural a nivel de código postal se escalaba por porcentaje de área de tierra dentro de los límites de la municipalidad. Sin embargo, una revisión de los conjuntos de datos anteriores de 2012 y 2016 encontró que si un código postal estaba asociado con más de una municipalidad del área metropolitana de Phoenix, el consumo se informaba para cada municipalidad asociada con ese código postal. Para evitar

subestimar el consumo de gas natural, ya no se utilizaron los factores de escala del código postal que se usaron anteriormente. Por esta razón, las emisiones de GEI a escala comunitaria de 2012 y 2016 de la combustión de gas natural se actualizaron hacia arriba (Consulte la sección Apéndice A.3).

Con los datos proporcionados por Southwest Gas, se utilizó la siguiente ecuación para calcular las emisiones de GEI del consumo de gas natural de energía estacionaria.

$$GEI_{NG,i,j,y} = NG_{i,y} \times CF \times EF_{NG,j}$$

Donde, $GEI_{NG,i,j,y}$ = Las emisiones de GEI en toneladas métricas del consumo de gas natural (GN) de un sector de energía estacionaria (*i*) para un GEI (*j*) para un año de inventario de emisiones de GEI (*y*).

$NG_{i,y}$ = El consumo de gas natural (GN) de un sector de energía estacionaria (*i*) para un año de inventario de emisiones de GEI (*y*) en termias.

CF = Factor de conversión para convertir los datos informados en termias a millones de unidades térmicas británicas (mmBTU).

$EF_{NG,j}$ = El factor de emisiones de GEI del consumo de gas natural para CO₂, CH₄, N₂O (*j*).

Finalmente, las emisiones de GEI del consumo de gas natural se convirtieron a toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (Tm CO₂e) al multiplicar $GEI_{NG,i,j,y}$ por el potencial de calentamiento global $GWP_{AR5,j}$ y sumar los GEI (*j*).

C.3 Cambios entre años de inventario

Como se menciona en la Sección Apéndice B.1, los datos de consumo de gas natural para 2012 y 2016 en el inventario de emisiones de GEI de 2018 no se escalaron a diferencia de los inventarios de emisiones de GEI de 2012 y 2016 anteriores. A continuación, en la Tabla C1, se muestra una comparación entre el consumo de gas natural escalado (previamente informado) y sin escalar para 2012 y 2016.

Tabla C1. Cambios en las emisiones de GEI del gas natural debido a métodos de escala actualizados

Año	Uso de gas natural escalado (kiloterrias)	Emisiones de GEI escaladas (Tm CO ₂ e)	Uso de gas natural sin escalar (kiloterrias)	Emisiones de GEI sin escalar (Tm CO ₂ e)	ΔEmisiones de GEI (Tm CO ₂ e)	% de cambio
2012	122,983	650,267	151,881	806,722	156,455	24 %
2016	128,256	678,147	151,584	805,753	127,606	19 %

El resultado del uso de datos de consumo de gas natural sin escalar aumenta las emisiones totales de GEI de energía estacionaria en aproximadamente un 2 % con respecto a los niveles informados de 2012 y 2016.

Apéndice D. Energía estacionaria: documentación de electricidad

El Apéndice C describe la recopilación y el procesamiento de datos para obtener datos del consumo de electricidad y calcular las emisiones de GEI del consumo de electricidad. Este apéndice también describe cualquier cambio en las fuentes de datos y metodologías en el inventario de emisiones de GEI a escala comunitaria de 2018.

D.1 Recopilación de datos de electricidad

Las emisiones de GEI de energía estacionaria del consumo de electricidad comprada pueden producirse en edificios residenciales, edificios e instalaciones comerciales e institucionales, industrias manufactureras e instalaciones de construcción, instalaciones de la industria energética, actividades agrícolas, forestales y pesqueras, y fuentes no especificadas.

Los datos de consumo de electricidad para el Inventario de emisiones de GEI de la comunidad se obtuvieron de Arizona Public Service (APS) y Salt River Project (SRP). APS y SRP son las únicas empresas de servicios eléctricos que brindan electricidad a los consumidores dentro de los límites de la municipalidad. Los datos de electricidad se obtuvieron de APS y SRP para cada inventario de emisiones de GEI a medida que se compilaba el inventario; es decir, los datos de 2012 se recopilaron mientras se realizaba el inventario a escala comunitaria de 2012, los datos de 2016 se recopilaron mientras se realizaba el inventario a escala comunitaria de 2016, los datos de 2018 los datos se recopilaron mientras se realizaba el inventario a escala comunitaria de 2018, y los datos de 2020 se recopilaron mientras se realizaba el inventario a escala comunitaria de 2020.

Tanto APS como SRP tienen instalaciones de generación de electricidad ubicadas dentro del área metropolitana de Phoenix, pero solo APS tiene una instalación de generación de electricidad dentro de los límites de la municipalidad: la planta de energía de APS del oeste de Phoenix. La planta de energía de APS del oeste de Phoenix es una instalación de gas natural de 997 MW ubicada en el suroeste de Phoenix.³³ La planta de energía de APS del oeste de Phoenix está incluida en el inventario a escala comunitaria de 2020 como fuente de emisiones de la generación de energía suministrada a la red (eGRID). Las emisiones de la planta de energía de APS del oeste de Phoenix se incluyen en este inventario como un elemento informativo (Apéndice A, GPC ref. n.º I.4.4) y no se tabulan como parte del inventario a escala comunitaria según las pautas del GPC. Las emisiones de la planta de energía de APS del oeste de Phoenix para 2012, 2016, 2018 y 2020 se obtuvieron del Programa de informes de gases de efecto invernadero de la EPA a través

³³ Pinnacle West Capital Corporation (2019). Informe Anual de 2018. URL: http://s22.q4cdn.com/464697698/files/doc_financials/annual/2018/Annual-Report_2018_Web.pdf

de la Herramienta de información sobre gases de efecto invernadero a nivel de instalaciones (Facility Level Information on Greenhouse gases Tool, FLIGHT).³⁴

Se siguió un proceso de solicitud de datos similar para cada uno de los años del inventario de emisiones de GEI. Para 2012 y 2020, APS proporcionó datos de consumo de los consumidores residenciales, comerciales e industriales en la resolución del código postal. Sin embargo, para 2016 y 2018, APS solo proporcionó los datos de consumo total de los consumidores residenciales, comerciales e industriales en los códigos postales asociados con la Municipalidad de Phoenix. A diferencia de APS, SRP solo proporcionó el consumo total de los consumidores residenciales y comerciales dentro de la Municipalidad de Phoenix.

D.2 Procesamiento de datos de electricidad

D.2.1 Procesamiento de datos de electricidad de APS

Con los datos proporcionados por APS, se utilizó la siguiente ecuación para calcular las emisiones de GEI del consumo de electricidad de energía estacionaria en 2012 y 2020.

$$GEI_{APS,i,j,scaled,y} = \sum_z EC_{APS,i,z,y} \times SF_{i,z,y} \times CF \times EF_{AZNM,j,y}$$

Donde, $GEI_{APS,i,j,scaled,2012}$ = Las emisiones de GEI escaladas en toneladas métricas de la electricidad comprada a APS para un subsector de energía estacionaria (i) para un GEI (j) para el año de inventario (y) 2012 y 2020.

$EC_{APS,i,z,2012}$ = La electricidad comprada a APS para un subsector de energía estacionaria (i) en el código postal (z) para el año de inventario (y) 2012 y 2020.

$SF_{i,z,y}$ = Factor de escala para el código postal (z) para el año de inventario (y) 2012 y 2020. El factor de escala es el % de la superficie de tierra en z que se encuentra dentro de los límites de la municipalidad. $SF_{i,z,y}$ oscila entre 0 y 1.

CF = Factor de conversión para convertir kWh a MWh. Si los datos fueron informados en MWh, $CF = 1$. Si los datos fueron informados en kWh entonces $CF = 0.001$.

$EF_{AZNM,j,y}$ = El factor de emisiones de eGRID³⁵ para la subregión AZNM para el factor de emisiones de GEI para CO₂, CH₄, N₂O (j) para el año de informe de eGRID (y).

³⁴ Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (2019). Programa de informes de gases de efecto invernadero de la EPA a través de la Herramienta de información sobre gases de efecto invernadero a nivel de instalaciones URL: <https://ghgdata.epa.gov/ghgp/main.do>

³⁵ La base de datos eGRID hace un inventario de los atributos ambientales a nivel de planta de la generación de energía eléctrica y su efecto en las emisiones al aire para cada planta de energía en los Estados Unidos. Phoenix se encuentra en la subregión de Arizona y Nuevo México (AZNM). La Base de datos integrada de recursos de generación y emisiones (eGRID), desarrollada por la EPA en colaboración con la Administración de Información Energética (EIA), la Corporación Norteamericana de Fiabilidad Eléctrica (NERC) y la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC), es una fuente completa de datos sobre las características ambientales de casi toda la energía eléctrica generada en los Estados Unidos. Puede encontrar información detallada en <http://www.epa.gov/cleanenergy/energy-resources/egrid/index.html>.

Los datos de nivel de código postal de APS no estaban disponibles para los años calendario 2016 y 2018. Por lo tanto, los datos de 2012 (SF_{2012}) se utilizaron para desarrollar los factores de escala para 2016 y 2018:

$$SF_{APS,2012} = \frac{\sum_{i,z} EC_{APS,i,z,2012} \times SF_{i,z,2012}}{\sum_{i,z} EC_{APS,i,z,2012}}$$

Donde, $SF_{APS,2012}$ = Es el factor de escala general para los datos de APS en el año calendario 2012. Es la proporción entre el total de electricidad comprada a APS dentro de la municipalidad escalada por factores de escala específicos del código postal y la electricidad total comprada sin escalar a APS informada dentro de la municipalidad.

$EC_{APS,i,z,2012}$ = La electricidad comprada a APS para un subsector de energía estacionaria (i) en el código postal (z) para el año de inventario 2012.

$SF_{i,z,2012}$ = Factor de escala para el código postal (z). El factor de escala es el % de la superficie de tierra en z que se encuentra dentro de los límites de la municipalidad. $SF_{i,z,2012}$ oscila entre 0 y 1.

Por lo tanto,

$$GEI_{APS,scaled,i,j,y} = \sum_z EC_{APS,i,z,y} \times SF_{APS,2012} \times EF_{AZNM,j,y}$$

Donde, $GEI_{APS,scaled,i,j,y}$ = Las emisiones de GEI escaladas en toneladas métricas de la electricidad comprada a APSY para un subsector de energía estacionaria (i) para un GEI (j) para el año de inventario 2016 o 2018 (y).

$SF_{APS,2012}$ = Es el factor de escala general para los datos de APS en el año calendario 2012. Es la proporción entre el total de electricidad comprada a APS dentro de la municipalidad escalada por factores de escala específicos del código postal y la electricidad total comprada sin escalar a APS informada dentro de la municipalidad.

$EF_{AZNM,j,y}$ = El factor de emisiones de eGRID para la subregión AZNM para el factor de emisiones de GEI para CO₂, CH₄, N₂O (j) para el año de informe de eGRID (y).

Después, el consumo de electricidad para la planta de tratamiento de agua de Lake Pleasant (obtenido del Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno de la Municipalidad de Phoenix) se agregó al total de electricidad de APS para contabilizar su eliminación durante el proceso de escalado. Finalmente, las emisiones de GEI del consumo de electricidad de APS se convirtieron en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (Tm CO₂e) al multiplicar $GEI_{i,j}$ por el potencial de calentamiento global específico de GEI que se encuentra en el informe del IPCC AR5 ($GWP_{AR5,j}$).

D.2.2 Procesamiento de datos de SRP

Para cada inventario, SRP proporcionó el consumo total de electricidad residencial, comercial e industrial para las cuentas dentro de los límites de la municipalidad. Como estos datos consistían en titulares de cuentas solo dentro de los límites de la municipalidad, no se aplicó ningún factor de escala a los datos.

Con los datos proporcionados por SRP, se utilizó la siguiente ecuación para calcular las emisiones de GEI del consumo de gas natural de energía estacionaria.

$$GEI_{SRP,i,j,y} = EC_{SRP,i,y} \times CF \times EF_{AZNM,j,y}$$

Donde, $GEI_{SRP,i,j,y}$ = Las emisiones de GEI en toneladas métricas de la electricidad comprada a SRP para un subsector de energía estacionaria (i) para un GEI (j) para un año de inventario (y).

$EC_{SRP,i,y}$ = La electricidad comprada a SRP para un subsector de energía estacionaria (i) para un año de inventario (y).

CF = Factor de conversión para convertir kWh a MWh. Si los datos fueron informados en MWh, $CF = 1$. Si los datos fueron informados en kWh entonces $CF = 0.001$.

$EF_{AZNM,j,y}$ = El factor de emisiones de eGRID para la subregión AZNM para el factor de emisiones de GEI para CO_2 , CH_4 , N_2O (j) para el año de informe de eGRID (y).

Finalmente, las emisiones de GEI del consumo de electricidad de SRP se convirtieron en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (Tm CO_2e) al multiplicar $GEI_{i,j,y}$ por el potencial de calentamiento global específico de GEI que se encuentra en el informe del IPCC AR5 ($GWP_{AR5,j}$).

D.2.3 Emisiones totales de GEI del consumo de electricidad

Después de calcular las emisiones de GEI del consumo de electricidad (EC) en los territorios de servicio de SRP y APS, se sumó la siguiente ecuación de un sector a otro del inventario (i) y los GEI (j) para calcular las emisiones totales de GEI del consumo de electricidad dentro de los límites de la municipalidad.

$$GEI_{EC,i,j,y} = GEI_{APS,i,j,y} + GEI_{SRP,i,j,y}$$

D.3 Pérdida de transmisión y distribución (Pérdida de T&D)

Las emisiones de GEI de la pérdida de T&D se estimaron utilizando datos obtenidos de la EIA sobre el suministro y la disposición de electricidad de Arizona desde 1990 hasta 2020.³⁶ Para cada año de inventario, la pérdida de T&D se calcula como la proporción entre las pérdidas estimadas del sistema eléctrico y la diferencia entre la disposición total de electricidad menos el uso directo de electricidad en las centrales eléctricas.

³⁶ Administración de Información Energética de EE. UU., Formulario EIA-923, Informe de operaciones de plantas eléctricas y formularios predecesores. Administración de Información Energética de EE. UU., Formulario EIA-860, Informe anual de generadores eléctricos. Administración de Información Energética de EE. UU., Formulario EIA-861, Informe anual de la industria de energía eléctrica. Formulario EIA-111, Informe trimestral de importaciones y exportaciones.

D.4 Cambios entre años de inventario

Para cada uno de los años del inventario (2012, 2016, 2018 y 2020), el consumo de electricidad ha sido proporcionado por APS y SRP. Los datos de SRP se proporcionaron como un consumo de electricidad total general para los sectores comercial y residencial dentro de los límites de la municipalidad. Para el inventario a escala comunitaria de 2012, APS proporcionó datos de consumo a nivel de código postal para los sectores comercial, industrial y residencial para los códigos postales asociados con la municipalidad. Un análisis de estos datos mostró que algunos de los códigos postales con mayor consumo informado tenían una porción menor del código postal dentro de la municipalidad. Por ejemplo, en los datos de 2012, el código postal con el mayor consumo total informado tenía menos del 1 % de la superficie de tierra dentro de los límites de la municipalidad y el código postal con el mayor consumo residencial informado tenía solo el 30 % de la superficie de tierra dentro de los límites de la municipalidad.

Para dar cuenta de este aspecto de los datos, se desarrolló un factor de escala para escalar el consumo de electricidad informado al consumo de electricidad de la municipalidad utilizando el área de tierra como indicador del consumo de electricidad. Para 2012, se utilizó un solo factor de escala, que era una proporción simple del área total de la municipalidad comparada con el área total de todos los códigos postales para los que se proporcionaron datos. Para el inventario a escala comunitaria de 2016, se utilizó la misma metodología de factor de escala porque el consumo de electricidad informado estaba dentro del 0.5 % de los niveles de 2012. Para el inventario a escala comunitaria de 2018, la metodología de escala se actualizó para los datos de 2012 y luego se aplicó a los datos de 2016 y 2018. En el método actualizado, el consumo de cada código postal se escala según el porcentaje de superficie de tierra dentro de la municipalidad; el consumo de electricidad para algunos códigos postales está escalado, para otros no, porque esos códigos postales están completamente dentro de los límites de la municipalidad. El uso de este factor de escala asume que el consumo de electricidad por tipo de cliente dentro de cada código postal es constante durante el período de informe de 2012 a 2018. Es posible que este enfoque de suposición y escala deba revisarse en futuros inventarios de emisiones de GEI a escala comunitaria. Después de escalar los datos de cada código postal se suman para llegar al consumo de electricidad de la municipalidad. El resultado de este cambio metodológico fue aumentar las emisiones de GEI por consumo de electricidad en 2012 y 2016 (

Tabla D1). El inventario de 2020 pudo seguir el enfoque del inventario de 2012 porque los datos a nivel de código postal estaban disponibles.

Tabla D1. Cambios en las metodologías de escala para datos de electricidad

Año	Antiguo método de escalamiento		Nuevo método de escalamiento		ΔEmisiones de GEI (Tm CO ₂ e)	% de cambio
	Consumo de electricidad de APS	Emisiones de GEI (Tm CO ₂ e)	Consumo de electricidad de APS	Emisiones de GEI (Tm CO ₂ e)		
2012 (kWh)*	6,429,328,231	3,102,482	9,873,891,733	4,764,661	1,662,179	54 %
2016 (MWh)	5,677,762	2,413,206	9,875,762	4,197,472	1,784,266	74 %

*Los datos en kWh se proporcionaron en 2012; los datos en MWh se proporcionaron en 2016 y 2018.

Apéndice E. Documentación del sector de transporte

Las emisiones de GEI del sector de transporte son generadas por diversas fuentes y tipos de combustible. Las fuentes de emisiones de GEI incluyen el transporte por carretera, las vías férreas, la aviación comercial, la aviación civil y el transporte todoterreno. Los tipos de combustible consumidos son gasolina, diésel, biodiésel B20, etanol E85, gas natural comprimido (GNC), gas natural licuado (GNL), propano (GLP), gasolina de aviación y combustible para aviones A. Las emisiones de GEI del sector de transporte también incluyen el consumo de electricidad para cargar vehículos eléctricos y para alimentar el tren ligero eléctrico. El Apéndice D describe las fuentes de datos y los métodos por tipo de combustible.

E.1 Procesamiento de datos del sector de transporte

Las emisiones de GEI del sector de transporte se calculan utilizando una fórmula generalizada.

$$GEI_{i,j,y} = FC_{i,y} \times CF \times EF_{i,j,y}$$

Donde, $GEI_{i,j,y}$ =	Las emisiones de GEI en toneladas métricas de un combustible de transporte (<i>i</i>) para un GEI (<i>j</i>) para un año de inventario (<i>y</i>).
$EC_{SRP,i,y}$ =	Consumo de combustible de un combustible de transporte (<i>i</i>) para un año de inventario (<i>y</i>).
CF =	Factor de conversión para convertir los datos de consumo de combustible a las unidades del factor de emisiones. Un CF solo se usa cuando es necesario y es igual a 1 cuando no es necesario.
$EF_{i,j,y}$ =	El factor de emisiones de GEI en toneladas métricas de un combustible de transporte (<i>i</i>) para un GEI (<i>j</i>) para un año de inventario (<i>y</i>).

Finalmente, las emisiones de GEI del consumo de combustible de transporte se convirtieron en toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (Tm CO₂e) al multiplicar $GEI_{i,j,y}$ por el potencial de calentamiento global específico de GEI que se encuentra en el informe del IPCC AR5 ($GWP_{AR5,j}$).

E.2 Transporte por carretera

E.2.1 Gasolina y diésel

El consumo de gasolina y diésel del condado de Maricopa se obtuvo del Departamento de Transporte de Arizona (Arizona Department of Transportation, ADOT) a través de una solicitud de registros públicos. Los datos de galones de gasolina y diésel se informan al ADOT para obtener fondos a través del Fondo de ingresos de usuarios de carreteras (Highway User Revenue Fund, HURF). Los informes históricos de distribución mensual del HURF están disponibles a través del ADOT. Los informes del HURF del ADOT contienen datos mensuales de ventas de gasolina y petróleo (diésel)

a nivel de condado.³⁷ Dado que estos datos eran para la totalidad del condado de Maricopa, los datos de ventas de gasolina y diésel se escalaron utilizando una proporción de las poblaciones de la Municipalidad de Phoenix y el condado de Maricopa. Según la guía del GPC, la población es un factor de escala aceptable para los datos de actividad dependientes de la población. Se necesitaría un estudio en el futuro para determinar si los comportamientos de conducción difieren según la municipalidad del área metropolitana de Phoenix y de qué manera.

E.2.2 Vehículos de combustible alternativo: biodiésel B20, etanol E85, GNC, GNL

El *Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018* es la principal fuente de datos para el consumo de combustibles alternativos y las emisiones de GEI resultantes dentro de los límites de la municipalidad. Se asumió que las operaciones del gobierno local eran el mayor consumidor de estos combustibles para el transporte dentro de los límites de la municipalidad y que otros usos de combustibles alternativos eran *mínimos*.

E.2.3 Vehículos eléctricos

Las emisiones de GEI de los vehículos eléctricos para 2012, 2016 y 2018 se han agregado al inventario a escala comunitaria. Se utilizaron datos nacionales para estimar el consumo de vehículos eléctricos ya que no se disponía de datos locales para estimar estas emisiones de GEI. Las estadísticas a nivel nacional sobre el consumo anual de gasolina y el uso de electricidad para el transporte móvil se obtuvieron del Pronóstico anual de energía de la EIA. La proporción entre la energía eléctrica para el transporte y la energía en el uso de gasolina en los EE. UU. se usó como una representación para estimar el uso de vehículos eléctricos residenciales en toda la municipalidad. Las emisiones de GEI por el consumo de electricidad de los vehículos eléctricos se calcularon de acuerdo con el método del Apéndice C, Sección C.2.2.

E.3 Vías férreas

E.3.1 Tren ligero de Valley Metro

Los datos de consumo de electricidad del tren ligero de Valley Metro se obtuvieron de dos fuentes. La Base de datos de tránsito nacional³⁸ utilizada para los años de inventario de 2012 y 2016. La Base de datos de tránsito nacional es publicada por el Departamento de Transporte de los EE. UU. y contiene varias estadísticas sobre los sistemas de transporte público en los Estados Unidos, incluido el uso de combustible. El uso de electricidad por parte de Valley Metro se informa a la Base de datos de tránsito nacional como Valley Metro Rail, Inc. La Base de datos de tránsito nacional no se había publicado para el año calendario 2018 durante el período en que se compiló el inventario de 2018. Por lo tanto, el consumo de electricidad de 2018 del sistema de tren

³⁷ Departamento de Transporte de Arizona. Auditorías e informes archivados. *Fondo de ingresos de usuarios de carreteras (HURF)*. URL: <https://azdot.gov/node/5069>.

³⁸ Departamento de Transporte de EE. UU. La Base de datos de tránsito nacional. URL: <https://www.transit.dot.gov/ntd>.

ligero de Valley Metro se obtuvo a través de una solicitud de registros públicos de Valley Metro.

Para cada año de inventario, el uso total de electricidad de Valley Metro para las operaciones ferroviarias se escaló en función de la proporción de la longitud de las vías del tren ligero dentro de la municipalidad comparada con la longitud total de las vías del tren ligero de Valley Metro. Las emisiones de GEI por el consumo de electricidad del tren ligero de Valley Metro se calcularon de acuerdo con el método del Apéndice C, Sección C.2.2.

E.3.1 Trenes de carga

El Inventario nacional de emisiones (National Emissions Inventory, NEI)³⁹ publicado por la EPA de EE. UU. se utilizó para recopilar datos sobre las emisiones de GEI de la actividad de trenes de carga en el condado de Maricopa. El NEI de 2011 se utilizó como representación para 2012, 2016, 2018 y 2020. Consulte el informe del inventario de emisiones de GEI a escala comunitaria de 2016 para obtener un resumen de los métodos para estimar las emisiones de GEI de los trenes de carga.

E.4 Aviación

E.4.1 Aviación comercial

El Sistema de datos de energía del estado (State Energy Data System, SEDS) de la Administración de Información de Energía (EIA) se utilizó para recopilar datos anuales sobre el consumo de combustible para aviones A en el estado de Arizona. Después, los datos de operaciones aeroportuarias se obtuvieron de la base de datos de la Red de operaciones (Operations Network, OPSNET) de la Administración Federal de Aviación (Federal Aviation Administration, FAA) para el estado de Arizona, los aeropuertos de Phoenix-Sky Harbor y Phoenix Deer Valley. Los datos de la OPSNET de la FAA se usaron para calcular la proporción de operaciones aeroportuarias comerciales que ocurrieron en los aeropuertos de Phoenix-Sky Harbor y Phoenix Deer Valley en relación con el estado de Arizona. Una vez que se calcularon estos factores de escala anuales, se multiplicaron por el consumo anual de combustible para aviones A a nivel estatal para llegar al consumo estimado de combustible para aviones A en los dos aeropuertos de Phoenix. Luego, este número se dividió entre dos para tener en cuenta solo los despegues. Cabe señalar que los datos del SEDS de la EIA están sujetos a una revisión interanual.

E.4.2 Aviación civil

El Sistema de datos de energía del estado (SEDS) de la Administración de Información de Energía (EIA) se utilizó para recopilar datos anuales sobre el consumo de gasolina de aviación en el estado de Arizona. Después, los datos de operaciones aeroportuarias se obtuvieron de la base de datos de la Red de Operaciones (OPSNET) de la

³⁹ Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. Inventario nacional de emisiones (NEI)
URL: <https://www.epa.gov/air-emissions-inventories/national-emissions-inventory-nei>.

Administración Federal de Aviación (FAA) para el Estado de Arizona, el Aeropuerto de Phoenix-Sky Harbor y Phoenix Deer Valley. Los datos de la OPSNET de la FAA se usaron para calcular la proporción de operaciones aeroportuarias no comerciales que ocurrieron en los aeropuertos de Phoenix-Sky Harbor y Phoenix Deer Valley en relación con el estado de Arizona. Una vez que se calcularon estos factores de escala anuales, se multiplicaron por el consumo anual de gasolina de aviación a nivel estatal para llegar al consumo estimado de gasolina de aviación en los dos aeropuertos de Phoenix. Luego, este número se dividió entre dos para tener en cuenta solo los despegues. Cabe señalar que los datos del SEDS de la EIA están sujetos a una revisión interanual.

E.5 Transporte todoterreno

E.5.1 Diésel para uso fuera de carreteras

Los datos de consumo de diésel para uso fuera de carreteras (diésel teñido) se obtuvieron a través de una solicitud de registros públicos del Departamento de Transporte de Arizona para obtener las ventas de diésel teñido en el condado de Maricopa. El diésel para uso fuera de carreteras (teñido) solo se permite para uso en "vehículos y equipos utilizados en la agricultura (cultivos y ganado), minería y construcción de carreteras"⁴⁰ y es ilegal para usos de transporte por carretera. Las solicitudes de registros públicos se presentaron en dos momentos diferentes. La solicitud de registros públicos de consumo de diésel para uso fuera de carreteras para el año calendario 2016 se presentó en 2017 y los datos se obtuvieron en 2017. Estos datos contenían los flujos de origen y destino de las ventas de diésel teñido, desde la terminal hasta el punto de venta, a nivel de municipalidad para el condado de Maricopa. La segunda solicitud de registros públicos para obtener las ventas de diésel teñido en el condado de Maricopa para 2012 y 2018 (presentada como una única solicitud de registros públicos) arrojó ventas agregadas en el condado de Maricopa para cada año calendario solicitado. Por lo tanto, la proporción de ventas de diésel teñido en Phoenix comparadas con las del condado de Maricopa se utilizó como factor de escala para los datos de 2012 y 2018.

Las emisiones de GEI para el diésel teñido se calcularon utilizando la siguiente ecuación.

$$GEI_{NonRoadDiesel,Phoenix,j,y} = \begin{cases} DyedDiesel_{Gallons,Phoenix,y} \times EF_{diesel,j} & \text{si } y = 2016 \\ DyedDiesel_{Gallons,MaricopaCounty,y} \times SF_{Phoenix,2016} \times EF_{diesel,j} & \text{si } y = 2012, 2018 \end{cases}$$

Donde, $GEI_{NonRoadDiesel,Phoenix,j,y}$ = Las emisiones de GEI del diésel teñido rojo vendido dentro de la municipalidad para un GEI (j) y un año de inventario (y).

$DyedDiesel_{Gallons,Phoenix,y}$ = Los galones de diésel teñido rojo vendidos en surtidores ubicados dentro de la municipalidad en un año de inventario (y).

$EF_{diesel,j}$ = El factor de emisiones de diésel (EF) para un GEI (j).

⁴⁰ Departamento de Transporte de Arizona (2019). Combustible diésel teñido rojo en Arizona.
URL: <https://azdot.gov/motor-vehicles/professional-services/fuel-tax-information/red-dyed-diesel-fuel-arizona>.

$DyedDiésel_{Gallons, Maricopa County, y}$ Los galones de diésel teñido rojo vendidos en surtidores ubicados dentro del condado de Maricopa en un año de inventario (y).

$SF_{Phoenix, 2016} =$ La proporción entre el total de galones de diésel teñido rojo vendidos en surtidores ubicados en la municipalidad y el total de galones de diésel teñido rojo vendidos en surtidores ubicados en el condado de Maricopa para el año 2016.

Para 2012 y 2016, el Inventario nacional de emisiones (NEI) de la EPA de EE. UU. de 2011 y 2014 fueron las fuentes de emisiones de GEI de diésel para uso fuera de carreteras, respectivamente. Sin embargo, un análisis de seguimiento mostró que la cantidad de emisiones de CO₂ asociadas con el uso de diésel para uso fuera de carreteras informado en el NEI era equivalente al volumen de diésel vendido en 2012 y 2016 en el condado de Maricopa según lo informado por el ADOT. Por lo tanto, se concluyó que hubo un conteo doble de las ventas de diésel n.º 2 para uso fuera de carreteras incluidas en las emisiones de GEI de diésel para uso fuera de carreteras en los inventarios de emisiones de GEI a escala comunitaria de 2012 y 2016 (Tabla E1). Para corregir este conteo doble, se obtuvieron del ADOT los datos de consumo de diésel teñido rojo para la municipalidad (2016) y para el condado de Maricopa (2012, 2018). El consumo de diésel teñido rojo se usó como una representación de las emisiones de diésel para uso fuera de carreteras porque es ilegal comprarlo para el transporte por carretera. El ADOT proporcionó datos específicos de la municipalidad para el condado de Maricopa para 2016 y datos a nivel de condado para 2012 y 2018, por lo que los datos de 2016 se usaron para escalar los datos a nivel de condado de 2012 y 2018 a nivel de municipalidad. Además, los datos de 2018 se utilizaron como representación para los datos de 2020. Con este método actualizado para estimar el consumo de diésel para uso fuera de carreteras, las emisiones de GEI de diésel para uso en carreteras pueden contener diésel comprado para uso fuera de carreteras, pero las emisiones de GEI de diésel para uso fuera de carreteras solo contienen emisiones de GEI para uso fuera de carreteras.

Tabla E1. Cambios en el consumo de diésel para uso fuera de carreteras y las emisiones de GEI

Año	Datos de diésel para uso fuera de carreteras del NEI	Ventas de diésel teñido del ADOT	ΔEmisiones de GEI (Tm CO ₂ e)	% de cambio en emisiones de GEI
	Emisiones de GEI (Tm CO ₂ e)	Emisiones de GEI (Tm CO ₂ e)		
2012	1,864,570	148,488	-1,716,082	-92 %
2016	1,992,217	149,749	-1,842,468	-92 %

E.5.2 Otras emisiones de GEI fuera de carreteras

El NEI se utilizó para recopilar datos sobre las emisiones de GEI del consumo de otros combustibles para uso fuera de carreteras en el condado de Maricopa. El NEI de 2011 se utilizó como representación para 2012 y el NEI de 2014 se utilizó como representación para 2016, 2018 y 2020. Otros datos de consumo de combustible para uso fuera de carreteras se escalaron desde el condado de Maricopa hasta el límite de la municipalidad. Estos datos cubren principalmente la combustión de propano para usos fuera de carreteras.

Apéndice F. Documentación del sector de residuos

Las emisiones de GEI del sector de residuos provienen de numerosas fuentes: residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales, procesamiento de compost y transporte y regeneración de carbón activado granulado (Granulated Activated Carbon, GAC). Gran parte de estas emisiones de GEI se producen debido a las operaciones del gobierno local de la municipalidad y, como tal, una descripción de los métodos para calcular estas emisiones de GEI se puede encontrar en el *Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018*.

F.1 Residuos sólidos

Las emisiones de GEI de residuos sólidos se producen en vertederos de propiedad y operados por la municipalidad dentro de los límites de la municipalidad, un vertedero de propiedad y operado por la municipalidad fuera de los límites de la municipalidad, un vertedero de propiedad privada dentro de los límites de la municipalidad y vertederos de propiedad privada fuera de los límites de la municipalidad.

Las emisiones de GEI de los vertederos de propiedad y operados por la municipalidad se obtuvieron del *Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018*. De los siete vertederos de propiedad y operados por la municipalidad, seis están ubicados dentro de los límites de la municipalidad (estos vertederos están cerrados y ya no aceptan residuos) y el único vertedero abierto está ubicado fuera de los límites de la municipalidad. Los nombres de estos vertederos, la fuente de datos, el método de cálculo de las emisiones de GEI y el subsector del GPC se describen en la Tabla F1.

Tabla F1. Documentación de datos y métodos para vertederos propiedad de la municipalidad

Vertedero	Datos de actividad	Fuente	Método	¿Activo?	Subsector del GPC
Skunk Creek	Monitoreo de CH ₄	Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	No	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad
27th Avenue	Monitoreo de CH ₄	Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	No	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad
Del Rio	Monitoreo de CH ₄	Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	No	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad

Deer Valley	Monitoreo de CH ₄	Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	No	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad
19th Avenue	Monitoreo de CH ₄	Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	No	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad
Estes	Modelo LandGEM de la EPA	Municipalidad de Phoenix	Descomposición de primer orden	No	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad
SR-85	Monitoreo de CH ₄	Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	Sí	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad pero, eliminados fuera de la municipalidad

La Municipalidad de Phoenix solo recolecta residuos sólidos municipales de residencias unifamiliares dentro de los límites de la municipalidad. Los residentes de la municipalidad que viven en viviendas multifamiliares, además de los establecimientos comerciales e industriales, son atendidos por transportistas privados. Hay un vertedero dentro de los límites de la municipalidad, el vertedero Lone Cactus, propiedad de una empresa privada de gestión de residuos. Waste Management, Inc. informa sobre las emisiones de GEI del vertedero Lone Cactus al Programa de informes de gases de efecto invernadero (Greenhouse Gas Reporting Program, GHGRP) de la EPA. Por lo tanto, las emisiones de GEI del vertedero Lone Cactus se obtuvieron de la Herramienta de información sobre emisiones de gases de efecto invernadero a nivel de instalaciones de la EPA (Tabla F2).

Tabla F2. Documentación de datos para vertederos de propiedad privada

Vertedero	Datos de actividad	Dueño	¿Activo?	Subsector del GPC
Lone Cactus	EPA GHGRP	Manejo de residuos	Sí	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad
Transportistas privados	EPA GHGRP/Población	Múltiples	Sí	Eliminación de residuos sólidos generados en la municipalidad pero, eliminados fuera de la municipalidad

Dado que los residuos sólidos también son recolectados por transportistas privados y eliminados en vertederos de propiedad privada fuera de los límites de la municipalidad, se empleó un método de estimación adicional para estimar las emisiones de GEI de los vertederos atribuibles a los residuos sólidos generados dentro de la Municipalidad de Phoenix. Primero, las emisiones de GEI per cápita de los residuos sólidos calculadas para el condado de Maricopa. Para hacer esto, todos los datos de emisiones de vertederos informados al GHGRP de la EPA dentro del condado de Maricopa se extrajeron de la FLIGHT de la EPA para 2012, 2016 y 2018 y se convirtieron a una métrica per cápita utilizando datos de población obtenidos del censo de EE. UU. y la Municipalidad de Phoenix. A continuación, se estimó la cantidad de residentes que viven en viviendas multifamiliares en la municipalidad utilizando los datos obtenidos de la Encuesta de vivienda estadounidense del censo de EE. UU. Finalmente, los datos de población se convirtieron a emisiones de GEI utilizando la tasa de emisiones de GEI per cápita, como se muestra en la siguiente ecuación.

$$GEI_{PrivateMSW,y} = \frac{\sum_l GEI_{SW,l,Maricopa,y}}{Pop_{Maricopa,y}} \times \left[\left(1 - \frac{\# \text{ Single Family Detached Housing}}{\text{All Dwellings}} \right)_{PHX MSA,y} \times Pop_{Phoenix,y} \right]$$

- Donde, $GEI_{PrivateMSW,y}$ = Las emisiones de GEI de los residuos sólidos recogidos por transportistas privados (PrivateHaulers) en un año de inventario (y).
- $\sum_l GEI_{SW,l,Maricopa,y}$ = Las emisiones totales de GEI informadas por todos los vertederos en el condado de Maricopa, Arizona.
- $Pop_{Maricopa,y}$ = La población del condado de Maricopa, Arizona en un año de inventario (y).
- $\# \text{ Single Family Detach Housing}$ = El número de unidades de viviendas unifamiliares separadas en el área metropolitana de Phoenix en un año de inventario (y).
- $\# \text{ All Dwellings}$ = El número de unidades de viviendas en el área metropolitana de Phoenix en un año de inventario (y).
- $Pop_{Phoenix,y}$ = la población de Phoenix, Arizona en un año de inventario (y).

F.2 Tratamiento de aguas residuales

Las emisiones de GEI del tratamiento de aguas residuales se obtuvieron del Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018. Consulte el Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018 para obtener detalles sobre los datos y el método de monitoreo. A continuación se presenta un tabla con un resumen (

Tabla F3).

Tabla F3. Documentación de datos para plantas de tratamiento de aguas residuales

Planta de tratamiento de aguas residuales	Área de servicio	Emisiones de GEI	Fuente de datos	Metodología de emisiones de GEI	Subsector del GPC
23 rd Avenue	Municipalidad de Phoenix	CH ₄ , N ₂ O	Datos de monitoreo de CH ₄ y efluente de la Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	Aguas residuales generadas en la municipalidad
91 st Avenue	Todos o partes de Glendale, Mesa, Phoenix, Scottsdale y Tempe	CH ₄ , N ₂ O	Datos de monitoreo de CH ₄ y efluente de la Municipalidad de Phoenix	ICLEI LGOP	Aguas residuales generadas en la municipalidad

F.3 Procesamiento de compost

Las emisiones de GEI del procesamiento de compost se obtuvieron del *Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018*. La municipalidad proporcionó datos sobre el total de toneladas de residuos orgánicos verdes desviados para ser procesados como compost desde el año fiscal 2005-2006 hasta el año fiscal 2018-19. Usando estos datos, las emisiones de GEI del compostaje se calcularon de acuerdo con la metodología empleada por la EPA para estimar las emisiones a nivel nacional del compostaje en la Sección 7.3 del *Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2017*⁴¹

F.4 Transporte y regeneración de GAC

Las emisiones de GEI del transporte y regeneración de GAC se obtuvieron del *Inventario de emisiones de GEI de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2018*. La municipalidad proporcionó datos sobre las millas recorridas por vehículos hasta la instalación de recarga de GAC y la cantidad y el tipo de energía utilizada en la instalación de recarga. Las emisiones de GEI del transporte y regeneración de GAC se incluyen como Otras emisiones de GEI de alcance 3.

⁴¹ EE. UU. EPA. Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2017. URL: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2017>