

# 2022 Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Operaciones del Gobierno

Un informe completo  
preparado para



**City of Phoenix**  
Junio 2024

# Agradecimientos

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

**Nancy Allen**, administradora de Programas Ambientales

**Elizabeth Zima**, gerente de Programas Ambientales

**Dr. Matthew Potzler**, especialista en Calidad del Medio Ambiente, Aire y Clima

Y las

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

**William Campbell**, administrador de cartera

Y la

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

**Dr. Richard Rushforth**, profesor adjunto de investigación

**Ross Priehs**, Asistente de Investigación, Laboratorio de Contabilidad, Informes y Gestión del Carbono (CARML)

Deseamos agradecer al personal de numerosos departamentos de la municipalidad por proporcionar los datos necesarios para elaborar el *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2022 provenientes de las Operaciones del Gobierno*.

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

*Nota: Es posible que los datos y cálculos presentados en este informe no sean exactos debido a errores de redondeo dentro de la plantilla de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).*

# Índice

Lista de tablas .....	iv
Lista de figuras .....	v
Acrónimos .....	vi
Resumen ejecutivo.....	1
Hallazgos .....	1
1 Introducción .....	5
2 Hallazgos principales.....	6
2.1 Actualizaciones.....	10
3 Metodología.....	12
3.1 Protocolo de Operaciones del Gobierno local.....	12
3.2 Clasificaciones del alcance y sectores.....	12
3.3 Límite de Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix.....	14
3.4 Cambios en los inventarios desde 2005 .....	15
Estimación de las emisiones de metano y óxido nitroso desde tubos de escape... 15	
Emisiones de metano y óxido nitroso generadas por el tratamiento de aguas residuales .....	16
Estimaciones sobre los combustibles alternativos para el traslado de los empleados .....	16
Estimación de las emisiones provenientes del compostaje.....	17
Estimación de las emisiones de GEI provenientes de la aviación .....	17
4 Resultados.....	18
4.1 Resumen.....	18
De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?.....	18
Fuentes de emisiones y distribución.....	21
Reducciones de las emisiones de GEI desde 2005.....	23
5 Hallazgos por sector.....	24
5.1 Edificios e instalaciones .....	24
De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?.....	24

Fuentes de emisiones y distribución.....	25
Métricas de GEI: edificios e instalaciones .....	26
5.2 Flota de vehículos de la municipalidad .....	27
De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?.....	27
Fuentes de emisiones y distribución.....	28
Métricas de GEI: flota de vehículos .....	30
5.3 Servicios de agua .....	31
De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?.....	31
Fuentes de emisiones y distribución.....	32
Métricas de GEI: servicios de agua .....	34
5.4 Residuos sólidos.....	35
De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?.....	35
Fuentes de emisiones y distribución.....	35
Instalación de compostaje de 27 <sup>th</sup> Avenue .....	37
Métricas de GEI: residuos sólidos .....	37
5.5 Traslado de los empleados.....	38
De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?.....	38
Fuentes de emisiones y distribución.....	39
Aspectos destacados de la acción de la municipalidad .....	39
6 Métricas de GEI de la Municipalidad de Phoenix .....	40
Apéndice A: Equivalentes de gases de efecto invernadero .....	41
Apéndice B: Límite de Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix .....	42
Apéndice C: Créditos de energía renovable.....	44
Apéndice D: Hallazgos por alcance .....	45

## Lista de tablas

Tabla 1. Emisiones de GEI por alcance y sector por año de inventario .....	8
Tabla 2. Indicadores de emisiones generadas por edificios e instalaciones .....	26
Tabla 3. Consumo de combustible de la flota de la municipalidad por año.....	30
Tabla 4. Cambio de indicadores de la flota de la municipalidad.....	30
Tabla 5. Emisiones de GEI en 2022 en las WWTP de 23 <sup>rd</sup> Avenue y 91 <sup>st</sup> Avenue .....	34
Tabla 6. Indicadores de emisiones de servicios de agua.....	34
Tabla 7. Emisiones de residuos sólidos por vertedero .....	36
Tabla 8. Indicadores de emisiones de GEI generadas por los residuos sólidos .....	37
Tabla 9. Emisiones generadas por el traslado de empleados por tipo de combustible/modo .....	39
Tabla 10. Indicadores internos de las Operaciones del Gobierno.....	40
Tabla A1. Valores del potencial de calentamiento global (GWP) de las evaluaciones AR2, AR4 y AR5 del IPCC .....	41
Tabla C1. Créditos de energía renovable (Renewable Energy Credits, REC) propiedad de y registrados por la Municipalidad de Phoenix .....	44

## Lista de figuras

Figura ES-1. Emisiones de GEI provenientes de las Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix y generadas por la población por año de inventario. ....	4
Figura 1. Emisiones de GEI provenientes de la Municipalidad de Phoenix por sector y año de inventario.....	6
Figura 2. Descripción general de los alcances y las fuentes de emisión del LGOP.....	14
Figura 3. Emisiones de GEI por sector de la municipalidad .....	20
Figura 4. Emisiones totales por alcance y subsector .....	21
Figura 5. Porcentaje de emisiones totales por alcance y subsector.....	22
Figura 6. Cambios en las emisiones entre 2005 y 2022.....	23
Figura 7. Emisiones de GEI de edificios e instalaciones por año de inventario .....	25
Figura 8. Emisiones de flota de vehículos por combustible y año de inventario .....	29
Figura 9. Emisiones generadas por los servicios de agua por año de inventario.....	32
Figura 10. Emisiones de GEI generadas por el tratamiento de aguas residuales por año de inventario.....	33
Figura 11. Emisiones de GEI de los vertederos de Phoenix por año de inventario.....	36
Figura D1. Emisiones de GEI por alcance .....	45
Figura D2. Emisiones de GEI generadas por las Operaciones del Gobierno por alcance y año de inventario.....	45
Figura D3. Emisiones de GEI de alcance 1 por año de inventario .....	46
Figura D4. Emisiones de GEI de alcance 2 por año de inventario .....	47
Figura D5. Emisiones de GEI de alcance 3 por año de inventario .....	48

## Acrónimos

AR	Informe de Evaluación del IPCC (Numerados del 2 al 5)
ASU	Universidad Estatal de Arizona
AZNM	Subregión de la eGRID de Arizona y Nuevo México
B20	Un biodiésel que contiene hasta un 20 % de biodiésel y un 80 % de diésel
CARB	Consejo de Recursos del Aire de California
CCAR	Registro de Acción Climática de California
CH <sub>4</sub>	Metano
CNG	Gas natural comprimido
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> e	Emisiones equivalentes de dióxido de carbono
eGRID	Base de datos integrada de recursos de generación y emisiones de la
EPA	Environmental Protection Agency
EIA	Administración de Información Energética de EE. UU.
EPA	Agencia de Protección Ambiental
FERC	Comisión Federal Reguladora de Energía
FTE	Equivalente a tiempo completo
GGE	Equivalente a galón de gasolina
GEI	Gas de efecto invernadero
GAC	Carbón activado granular
GWP	Potencial de calentamiento global
ICLEI	Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
JPA	Autoridad de Poderes Conjuntos
LED	Diodo emisor de luz
LEED	Liderazgo en energía y diseño ambiental
LGOP	Protocolo de Operaciones del Gobierno local
LNG	Gas natural licuado
LPG	Gas licuado de petróleo
Tm	Toneladas métricas
MWh	Megavatio-hora
NAU	Universidad del Norte de Arizona
NERC	North American Electric Reliability Corporation
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
REC	Crédito de energía renovable
T&D	Transmisión y Distribución
TRP	Programa de Reducción de Viajes
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
WWT	Tratamiento de aguas residuales
WWTP	Planta de tratamiento de aguas residuales

## Resumen ejecutivo

El *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2022 de la Municipalidad de Phoenix provenientes de las operaciones del gobierno* es la quinta actualización del inventario de emisiones de GEI provenientes de las Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix (la Municipalidad). El inventario inicial de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno cubrió el año 2005 y se publicó en 2009. Este informe proporcionó un inventario de las emisiones de GEI de referencia y apoyo técnico para el *Plan de acción climática de 2009 de la Municipalidad de Phoenix para las Operaciones del Gobierno*. El plan de acción climática proyectó que las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad aumentarían en un 14 % con respecto al nivel de 2005 si no se tomaban medidas. Como resultado, en diciembre de 2008, el Concejo Municipal de Phoenix adoptó un mandato para reducir las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno a 5 % por debajo de los niveles de las emisiones de GEI de 2005 para 2015.

En 2013, la municipalidad realizó un inventario de emisiones de GEI para el año 2012 para seguir el progreso hacia la meta de reducción de emisiones de GEI para 2015. El *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para operaciones del gobierno de la Municipalidad de Phoenix de 2012* encontró que las emisiones de GEI de las Operaciones del Gobierno habían disminuido un 7.2 %, lo que sobrepasó la meta de la municipalidad para 2015. Poco después, el Concejo Municipal de Phoenix adoptó una nueva meta para reducir las emisiones de GEI de las operaciones del gobierno a un 15 % por debajo de los niveles de 2005 para 2015. El *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2015 de la Municipalidad de Phoenix provenientes de las operaciones del gobierno* encontró que las emisiones de GEI generadas por las Operaciones del Gobierno disminuyeron un 15.6 %, lo que alcanzó la meta actualizada de emisiones de GEI para 2015. En 2017, la municipalidad actualizó su meta de reducir las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno a un 40 % por debajo de los niveles de 2005 para 2025. El *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2022 de la Municipalidad de Phoenix provenientes de las Operaciones del Gobierno* brinda un seguimiento del progreso basado en datos hacia la meta de 2025.

### Hallazgos

Los principales hallazgos del *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2022 de la Municipalidad de Phoenix provenientes de las Operaciones del Gobierno* se enumeran a continuación.



- Las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno en 2022 fueron 96,201 Tm CO<sub>2</sub>e (16 %) más bajas que los niveles de 2018 y 206,314 Tm CO<sub>2</sub>e (29 %) más bajas que los niveles de 2005.
- Se requiere que se reduzca más la cantidad de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno entre 2022 y 2025 para cumplir con las metas de reducción de emisiones de GEI, es decir, disminuir en 40 % los niveles de 2005 para 2025.
- Con base en la actividad y los datos de factor de emisiones de 2022, un camino para lograr la meta de 2025 consiste en ampliar la compra y el registro de créditos de energía renovable (REC). Por lo tanto, la municipalidad necesitaría establecer un sistema de verificación para permitir la incorporación de los REC comprados al inventario de GEI en las operaciones del gobierno. Otros caminos para reducir las emisiones de GEI consisten en sustituir cada vez más los combustibles fósiles en la flota de vehículos y explorar convertir en energía el gas que se genera en los vertederos.
- Entre 2018 y 2022, la intensidad de GEI de la red eléctrica regional disminuyó un 24 %. Durante el mismo período, las emisiones de GEI de electricidad comprada disminuyeron un 27 % (79,584 Tm CO<sub>2</sub>e).
- Las emisiones de GEI provenientes de la electricidad comprada por edificios e instalaciones disminuyeron 29,849 Tm CO<sub>2</sub>e (21 %) entre 2018 y 2022, a pesar de que hubo un aumento del 4 % en compras de electricidad. La disminución observada en las emisiones obedeció a una reducción de la intensidad de las emisiones de GEI en la red eléctrica regional del 25 %.
- Las emisiones de GEI provenientes de semáforos y farolas disminuyó a 30,672 Tm CO<sub>2</sub>e (66 %) a partir de 2005 y a 20,581 MT CO<sub>2</sub>e (57 %) a partir de 2018 debido a la combinación de la transición a equipo de luz LED y una disminución del 25 % de la intensidad de emisiones de GEI de electricidad de la red eléctrica regional.
- Las emisiones de GEI generadas por los servicios de agua a partir de la electricidad comprada disminuyó a 29,154 Tm CO<sub>2</sub>e (24 %) entre 2018 y 2022, en tanto que las compras de electricidad permanecieron estables (un aumento mayor al 1 %) durante el mismo período. La disminución de las emisiones de GEI observada fue resultado de una reducción del 25 % de la intensidad de las emisiones de GEI provenientes de la red eléctrica regional.

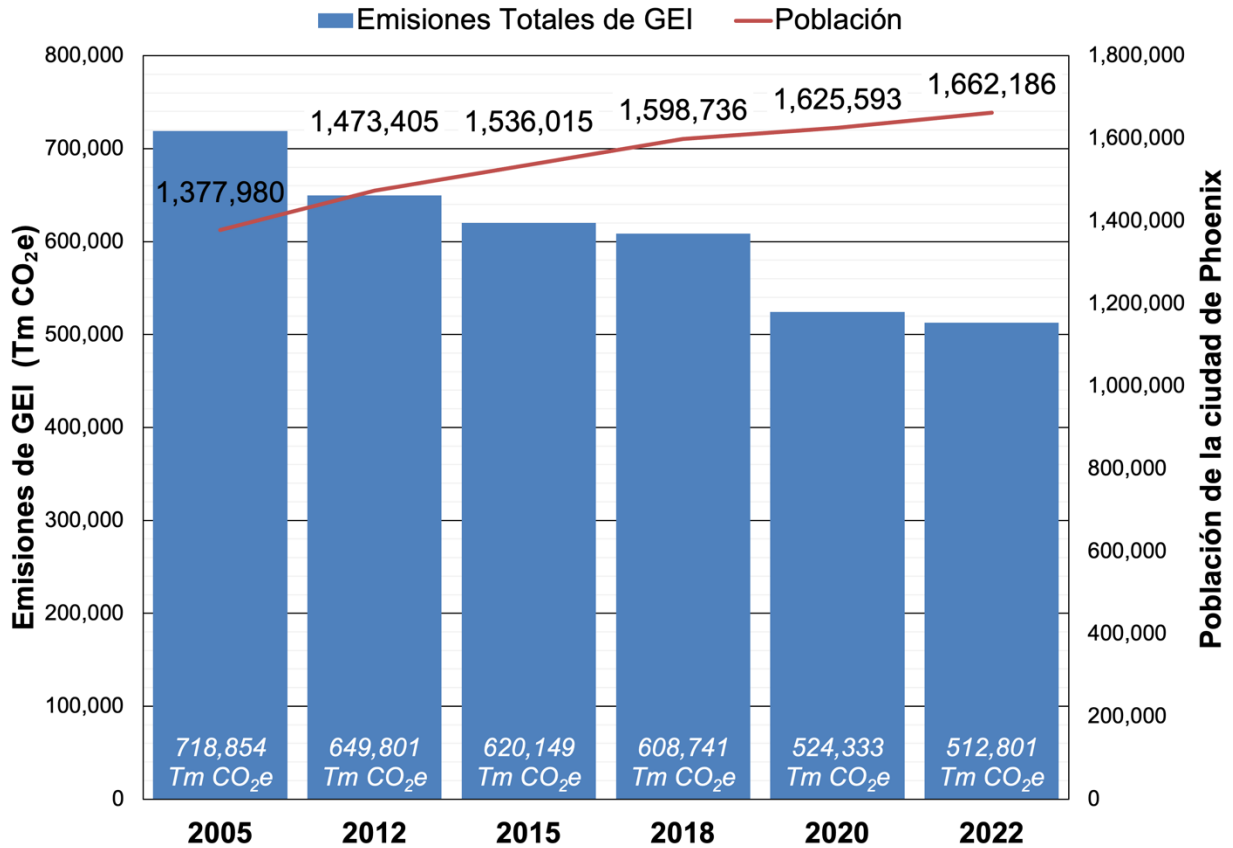
- Las emisiones de GEI de la flota de vehículos de la municipalidad disminuyeron 12,408 Tm CO<sub>2e</sub> (9 %) desde 2018. La reducción de las emisiones de la flota de vehículos se atribuye a la transición de diésel a biodiésel B20 en el transporte público.
- Las emisiones de GEI de vertederos aumentó 5,699 Tm CO<sub>2e</sub> (5 %) entre 2018 y 2022.
- Las emisiones de GEI provenientes del tratamiento de aguas residuales (Wastewater Treatment, WWT) disminuyeron un 17 % (2,060 Tm CO<sub>2e</sub>) entre 2018 y 2022, y fueron 19 % más altas que en 2005 (1,564 Tm CO<sub>2e</sub>). El aumento de las emisiones desde 2005 se debe al crecimiento de la población y al aumento de las operaciones. Sin embargo, desde 2018, las emisiones de GEI provenientes del WWT han disminuido debido a la captura y reutilización del biogás de metano de la planta de tratamiento de aguas residuales (Wastewater Treatment Plant, WWTP) de 91<sup>st</sup> Avenue, a pesar del crecimiento de la población.
- La instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue emitió 7,585 Tm CO<sub>2e</sub> en 2022, lo que representó una disminución del 7 % con respecto a los niveles de 2018. Las disminuciones de las emisiones de GEI estuvieron directamente relacionadas con una reducción del 7 % del material procesado entre 2018 y 2022. La meta de esta instalación no es reducir las emisiones, sino que se espera que el compostaje reduzca las emisiones de GEI en general durante su vida útil a través del procesamiento de residuos orgánicos o verdes y disminuya los viajes al vertedero de la Ruta estatal 85 (State Route 85, SR-85) para su eliminación, que se observan en la reducción de emisiones de vehículos y alcanzan un total de 5,691 Tm CO<sub>2e</sub>.

Desde 2015, Phoenix ha implementado, o está en proceso de implementar, varios proyectos para cumplir la meta de reducción de emisiones. Estos proyectos incluyen:

- La construcción de la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue.
- La conversión de semáforos y farolas a LED que se completó en 2019.
- La ampliación continua del sistema de tren ligero de Valley Metro.
- La construcción de PHX SkyTrain.
- Eliminar gradualmente el consumo de diésel en el transporte público y cambiar a combustibles con menor intensidad de emisiones de GEI.

La municipalidad ha logrado reducir significativamente las emisiones de GEI a pesar del crecimiento en la población de aproximadamente 300,000 personas desde 2005 (Figura

ES-1). Por consiguiente, la intensidad de las emisiones de GEI per cápita provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad se redujo un 41 %, de 0.52 a 0.31 Tm CO<sub>2</sub>e por residente entre 2005 y 2022.



**Figura ES-1. Emisiones de GEI provenientes de las Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix y generadas por la población por año de inventario.**

## 1 Introducción

En diciembre de 2008, el Concejo Municipal de Phoenix adoptó la meta de reducir las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno a un 5 % por debajo de los niveles informados en 2005 para 2015. Para lograr este objetivo, la Municipalidad de Phoenix (Municipalidad) estableció una línea base de emisiones de GEI para las operaciones de la municipalidad y desarrolló *el Plan de acción climática de 2009 de la Municipalidad de Phoenix para las Operaciones del Gobierno*. El informe pronosticó un aumento del 14 % en las emisiones de GEI para 2015 si Phoenix mantenía el modo de actuar habitual y no tomaba medidas para frenar las emisiones de GEI.

En 2013, la municipalidad encargó al Servicio de Soluciones de Sustentabilidad Rob y Melani Walton de la Universidad Estatal de Arizona que llevara a cabo un inventario de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno locales para 2012 a fin de seguir el progreso hacia la meta de 2015. El inventario de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de 2012 mostró que la municipalidad ya había reducido las emisiones de GEI en un 7.2 %, lo que cumplió con la meta de reducción del 5 %. Como resultado, el Concejo Municipal de Phoenix adoptó una nueva meta para reducir las emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno a un 15 % por debajo de los niveles de 2005 para 2015. El inventario de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de 2015 encontró que la municipalidad logró su objetivo de reducir las emisiones de GEI en un 15 %. En 2017, la municipalidad actualizó su meta de reducir las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno a un 40 % por debajo de los niveles de 2005 para 2025.

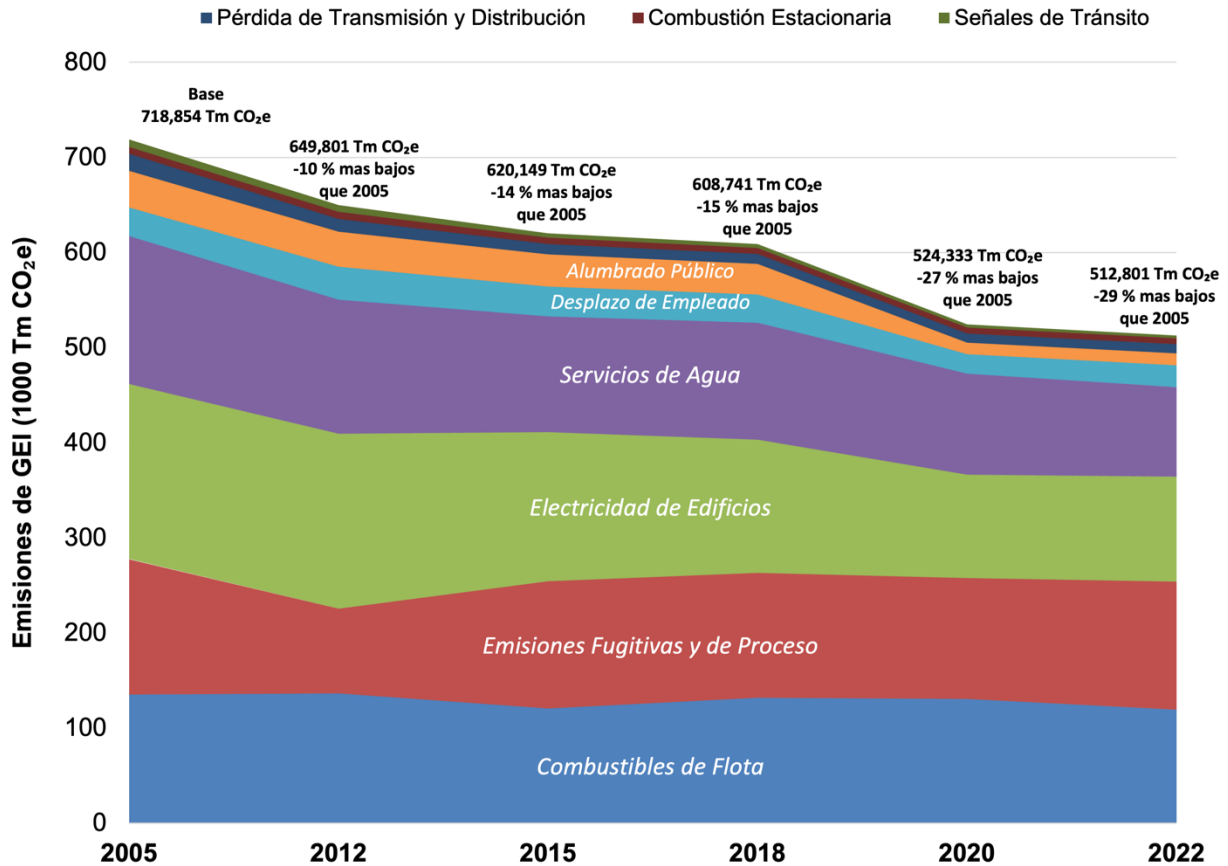
*El Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2022 de la Municipalidad de Phoenix provenientes de las Operaciones del Gobierno* resume el progreso de la municipalidad para reducir las emisiones de GEI generadas por las Operaciones del Gobierno un 40 % por debajo de los niveles de 2005 para 2025.

La estructura del informe es la siguiente:

- La Sección 2 proporciona una descripción general de los principales hallazgos del inventario de emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno.
- La Sección 3 describe el límite del inventario de emisiones de GEI junto con los antecedentes metodológicos y las actualizaciones para los informes de emisiones de GEI.
- La Sección 4 resume los resultados por sector de informe: los edificios e instalaciones, la flota de vehículos de la municipalidad, los procesos de distribución de agua y tratamiento de aguas residuales, los residuos sólidos y el traslado de empleados.
- La Sección 5 proporciona puntos de referencia internos y externos para las operaciones de Phoenix.

## 2 Hallazgos principales

En 2022, las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad fueron de 512,801 Tm CO<sub>2</sub>e, un 29 % por debajo de los niveles de 2005 y un 16 % por debajo de los niveles de 2018 (Figura 1).



**Figura 1. Emisiones de GEI provenientes de la Municipalidad de Phoenix por sector y año de inventario**

La municipalidad redujo las emisiones de GEI a través de una combinación de factores internos y externos. Los factores internos incluyen mejoras en la eficiencia energética, la incorporación de combustibles alternativos en el portafolio de combustibles de la flota de vehículos y mejoras en los sistemas de captura de gases de vertederos. Los factores externos incluyen una disminución en el factor de emisiones regional de la Base de Datos Integrada de Recursos de Generación y Emisiones (Emissions & Generation Resource Integrated Database, eGRID) de la EPA, que es una medida de la intensidad de las

emisiones de GEI de la electricidad producida y consumida<sup>1</sup>. Entre 2005 y 2022, la intensidad de las emisiones de GEI de la subregión Arizona y Nuevo México (AZNM) disminuyó aproximadamente un 41 %, es decir, de 1,316 lb CO<sub>2</sub>e emitidas por cada MWh de electricidad generada (lb CO<sub>2</sub>e/MWh) a 779 lb CO<sub>2</sub>e/MWh. El cierre de la Estación Generadora Navajo en 2019, operada por Salt River Project, redujo sustancialmente la intensidad de las emisiones de GEI provenientes de la electricidad en la subregión de Arizona y Nuevo México.

Como se muestra en la Tabla 1, entre 2005 y 2022, las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad disminuyeron en cada subsector. Además, entre 2018 y 2022, las emisiones de GEI disminuyeron en cada subsector, salvo en la combustión estacionaria de alcance 1 que fueron del 1.5 % (89 Tm CO<sub>2</sub>e) y las emisiones de alcance 3 relacionadas con los servicios de agua que fueron del 36 % (317 Tm CO<sub>2</sub>e). Si bien estos subsectores tuvieron aumentos en las emisiones de GEI, la magnitud relativa de los incrementos fue menor en comparación con las emisiones totales en general. Las emisiones de GEI generadas por la flota de la municipalidad disminuyeron un 9 % (12,408 Tm CO<sub>2</sub>e) debido al cambio de diésel por biodiésel B20 y al consumo de gas natural comprimido (Compressed Natural Gas, CNG) en el transporte público. A pesar de un aumento mayor al 1 % en el consumo de electricidad, las emisiones de alcance 2 generadas por los servicios de agua disminuyeron un 24 % (29,154 Tm CO<sub>2</sub>e) debido a las reducciones en la intensidad de las emisiones de GEI provenientes de la electricidad regional. En 2022, las emisiones de GEI generadas por el traslado de empleados fueron un 22 % más bajas que los niveles de 2018. Es posible que los cambios en las emisiones de GEI generadas por los traslados se deban a una combinación del aumento en los niveles del trabajo a distancia y en el uso de vehículos personales de bajo consumo de combustible. Durante el año de inventario 2020, se observó una reducción en las millas que los empleados se trasladaron en vehículo y en las emisiones de GEI.

---

<sup>1</sup> La Base de Datos Integrada de Recursos de Generación y Emisiones (eGRID), desarrollada por la EPA en colaboración con la Administración de Información Energética (Energy Information Administration, EIA), la North American Electric Reliability Corporation (NERC) y la Comisión Federal Reguladora de Energía (Federal Energy Regulatory Commission, FERC) es una fuente de datos integral 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 Tabla 1 muestra los cambios en las emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno de la municipalidad y por la población entre 2005 y 2022.

**Tabla 1. Emisiones de GEI por alcance y sector por año de inventario**

Emisiones de alcance 1 (toneladas métricas de CO <sub>2</sub> e)	2005	2012	2015	2018	2020	2022	Cambio entre 2005-2022	% de cambio entre 2005-2022
Combustión estacionaria	7,404	7,329	6,377	6,085	6,447	6,436	-968	-13 %
Combustibles para la flota	135,420	136,572	120,420	131,808	130,730	119,400	-16,020	-12 %
Emisiones fugitivas y de proceso	142,165	89,005	133,939	131,519	127,138	134,618	-7,547	-5 %
<b>Emisiones totales de alcance 1</b>	<b>284,988</b>	<b>232,906</b>	<b>260,735</b>	<b>269,412</b>	<b>264,314</b>	<b>260,453</b>	<b>-24,535</b>	<b>-9 %</b>

Emisiones de alcance 2 (toneladas métricas de CO <sub>2</sub> e)	2005	2012	2015	2018	2020	2022	Cambio entre 2005-2022	% de cambio entre 2005-2022
Electricidad de edificios	184,285	183,851	156,646	140,007	108,418	110,158	-74,127	-40 %
Alumbrado público	38,502	36,416	33,935	32,069	12,224	12,582	-25,920	-67 %
Señales de tránsito	7,733	7,157	4,755	4,075	3,130	2,981	-4,751	-61 %
Servicios de agua	155,368	137,793	121,158	122,002	105,452	92,848	-62,520	-40 %
<b>Emisiones totales de alcance 2</b>	<b>385,888</b>	<b>365,217</b>	<b>316,494</b>	<b>298,153</b>	<b>229,225</b>	<b>218,569</b>	<b>-167,319</b>	<b>-43 %</b>

Emisiones de alcance 3 (toneladas métricas de CO <sub>2</sub> e)	2005	2012	2015	2018	2020	2022	Cambio entre 2005-2022	% de cambio entre 2005-2022
Desplazos de empleados	30,272	35,042	31,350	29,518	20,257	23,053	-7,219	-24 %
Pérdida de transmisión y distribución	17,705	13,640	10,810	10,777	9,592	9,528	-8,178	-46 %
Servicios de agua	0	2,996	760	881	946	1,198	1,198	-
<b>Emisiones totales de alcance 3</b>	<b>47,977</b>	<b>51,679</b>	<b>42,920</b>	<b>41,176</b>	<b>30,795</b>	<b>33,779</b>	<b>-14,198</b>	<b>-30 %</b>

Emisiones totales (toneladas métricas de CO <sub>2</sub> e)	2005	2012	2015	2018	2020	2022	Cambio entre 2005-2022	% de cambio entre 2005-2022
Emisiones totales de alcance 1 y 2	670,876	598,123	577,230	567,565	493,538	479,022	-192,116	-29 %
Emisiones totales de alcance 1, 2 y 3	718,854	649,801	620,149	608,741	524,333	512,801	-206,314	-29 %
Población de la Municipalidad de Phoenix	1,377,980	1,473,405	1,536,015	1,598,736	1,625,593	1,662,186	284,206	21 %



## 2.1 Actualizaciones

Durante el proceso de inventario de GEI, se realizan actualizaciones y correcciones, donde es necesario, para ingresar los datos y métodos utilizados para calcular las emisiones de GEI de años anteriores. Este proceso puede ocasionar que existan diferencias entre las emisiones totales informadas previamente y las emisiones totales presentadas en este informe. Estas actualizaciones se detallan a continuación para fines de transparencia.

2005:

- Se actualizaron los datos ingresados para la estimación de CH<sub>4</sub> proveniente de tubos de escape y N<sub>2</sub>O proveniente de la gasolina y el diésel con los últimos datos disponibles de la EPA.

2012:

- Los datos sobre las aguas residuales que genera la población y que se tratan en la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue se actualizaron y revisaron a la alza.
- Se actualizaron los números de la población de la Municipalidad de Phoenix para que correspondieran a las estimaciones de la población del Departamento de Servicios de Agua, en lugar de las estimaciones utilizadas en el censo.
- Se actualizaron los datos ingresados para la estimación de CH<sub>4</sub> proveniente de tubos de escape y N<sub>2</sub>O proveniente de la gasolina y el diésel con los últimos datos disponibles de la EPA.

2015:

- Los datos sobre las aguas residuales que genera la población y que se tratan en la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue se actualizaron y revisaron a la alza.
- Se actualizaron los números de la población de la Municipalidad de Phoenix para que correspondieran a las estimaciones de la población del Departamento de Servicios de Agua, en lugar de las estimaciones utilizadas en el censo.
- Se actualizaron los datos ingresados para la estimación de CH<sub>4</sub> proveniente de tubos de escape y N<sub>2</sub>O proveniente de la gasolina y el diésel con los últimos datos disponibles de la EPA.

2018:

- Los datos sobre las aguas residuales que genera la población y que se tratan en la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue se actualizaron y revisaron a la alza.
- Se actualizaron los números de la población de la Municipalidad de Phoenix para que correspondieran a las estimaciones de la población del Departamento de Servicios de Agua, en lugar de las estimaciones utilizadas en el censo.
- Se actualizaron los datos ingresados para la estimación de CH<sub>4</sub> proveniente de tubos de escape y N<sub>2</sub>O proveniente de la gasolina y el diésel con los últimos datos disponibles de la EPA.

2020:

- Los datos sobre las aguas residuales que genera la población y que se tratan en la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue se actualizaron y revisaron a la alza.
- Se actualizaron los consumos totales de diésel y biodiésel B20. El inventario de 2020 sobreestimó el consumo de diésel y no capturó de manera exacta el cambio de diésel a biodiésel B20 en el transporte público.
- Se actualizaron los números de la población de la Municipalidad de Phoenix para que correspondieran a las estimaciones de la población del Departamento de Servicios de Agua, en lugar de las estimaciones utilizadas en el censo.
- Se actualizaron los datos ingresados para la estimación de CH<sub>4</sub> proveniente de tubos de escape y N<sub>2</sub>O proveniente de la gasolina y el diésel con los últimos datos disponibles de la EPA.

### 3 Metodología

#### 3.1 Protocolo de Operaciones del Gobierno local

El inventario de emisiones de referencia de Phoenix de 2005 se basó en el Protocolo de Operaciones del Gobierno local (Local Government Operations Protocol, LGOP), desarrollado por el Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales ([International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI] ahora llamado oficialmente "ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad"), el Registro de Acción Climática de California (California Climate Action Registry, CCAR), el Consejo de Recursos del Aire de California (California Air Resources Board, CARB) y The Climate Registry (The Registry). El LGOP sirve como un estándar nacional para cuantificar e informar las emisiones asociadas con las operaciones del gobierno. Para garantizar la coherencia, el equipo de la Universidad Estatal de Arizona (Arizona State University, ASU) y de la Universidad del Norte de Arizona (Northern Arizona University, NAU) utilizó la versión de 2010 (Versión 1.1) del protocolo para elaborar los inventarios de emisiones de GEI anteriores.

El LGOP proporciona una metodología para calcular las emisiones de GEI de numerosas fuentes y para el desarrollo de un informe de inventario completo. Para calcular las emisiones totales, los datos de actividad se recopilan de una fuente de emisiones de GEI y se multiplican por un factor de emisión (p. ej., toneladas métricas de CO<sub>2</sub> emitidas por kWh). Cuando los datos de actividad no están disponibles, se modelan. El LGOP proporciona los factores de emisión para la mayoría de las metodologías de cálculo utilizadas en el informe. Las emisiones medidas o calculadas se convierten entonces en emisiones equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>e) utilizando los factores del potencial de calentamiento global (Global Warming Potential, GWP) de la evaluación AR5 del IPCC<sup>2</sup> que se muestran en el Apéndice A.

#### 3.2 Clasificaciones del alcance y sectores

Las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno se clasifican como emisiones de alcance 1, 2 o 3. Las categorías de alcance indican si las emisiones de GEI son directas o indirectas para mejorar la transparencia y para informar diferentes tipos de políticas y objetivos climáticos. Las categorías de alcance se ilustran en la Figura 2.

- Alcance 1: emisiones directas generadas por operaciones que son propiedad de la municipalidad o controladas por ella.

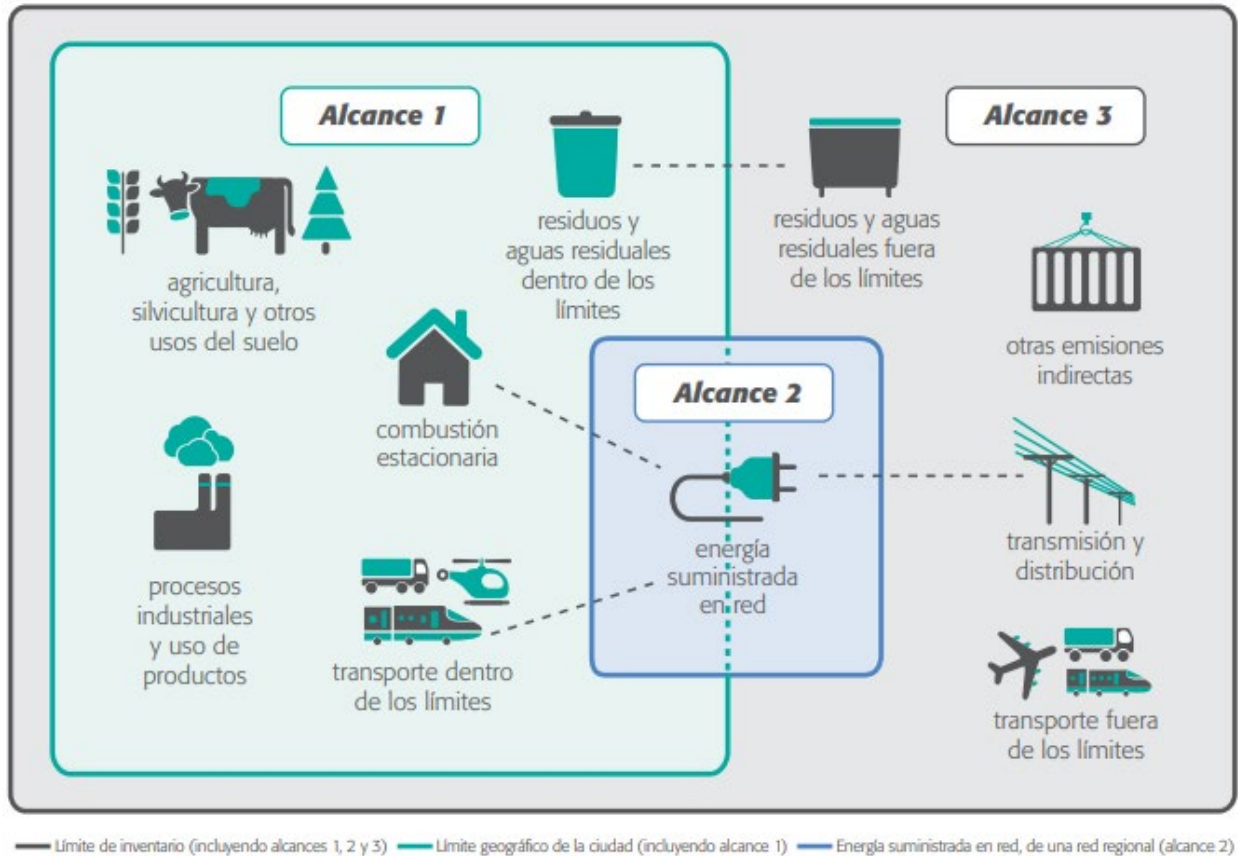
---

<sup>2</sup>Protocolo de gases de efecto invernadero, 2016. Valores del potencial de calentamiento global (Global Warming Potential Values)  
URL: [https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29\\_1.pdf](https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf)

- Alcance 2: emisiones indirectas asociadas con el consumo de electricidad, vapor, calefacción o refrigeración compradas o adquiridas y que se producen en fuentes que no son propiedad de la municipalidad ni están controladas por ella.
- Alcance 3 (de acuerdo con el protocolo, es opcional que las municipalidades lo incluyan en sus inventarios): todas las demás emisiones indirectas no cubiertas en el alcance 2, como actividades relacionadas con el transporte en vehículos no operados por Phoenix (p. ej., traslado de empleados y viajes de negocios), así como otras actividades subcontratadas. Este informe incluye el traslado de los empleados y la actividad de regeneración y transporte de carbón activado granulado (Granulated Activated Carbon, GAC) subcontratada como emisiones de alcance 3.

Este informe está organizado en cinco sectores para que sea más compatible para los equipos de formulación de políticas y administración de proyectos.

- Edificios e instalaciones
- Flota de vehículos de la municipalidad
- Distribución de agua y tratamiento de aguas residuales
- Residuos sólidos
- Traslado de los empleados



**Figura 2. Descripción general de los alcances y las fuentes de emisión del LGOP<sup>3</sup>**

### 3.3 Límite de Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix

El LGOP proporciona dos enfoques para definir los límites de lo que se debe incluir en el inventario de emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno: el primer enfoque es el *control operativo* e incluye aquellas operaciones en las que el gobierno local tiene la autoridad para introducir e implementar políticas operativas; el segundo es el *control financiero*, e incluye aquellas operaciones que se consolidan por integración global en las cuentas financieras. Puede encontrar más detalles sobre ambos enfoques en la versión 1.1 del LGOP<sup>4</sup>.

Este inventario utiliza el enfoque de *control operativo*, ya que representa con mayor precisión las fuentes de emisiones de GEI que están bajo control de la municipalidad. Los límites del inventario de GEI de las operaciones de la municipalidad siguen las

<sup>3</sup> Referencia de imagen: *Protocolo Global para Inventarios de Emisión de Gases de Efecto Invernadero a Escala Comunitaria: Estándar de contabilidad y de reporte para las ciudades*. URL: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP\\_GPC%20%28Spanish%29.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/GHGP_GPC%20%28Spanish%29.pdf)

<sup>4</sup> ICLEI EE. UU., 2020. Protocolo de gases de efecto invernadero. URL: <https://icleiusa.org/ghg-protocols/>

mismas pautas que el inventario de referencia de 2005. Sin embargo, las emisiones de GEI de alcance 3 (emisiones resultantes del transporte y la regeneración de carbón activado granulado [GAC] y la pérdida de transmisión y distribución de electricidad [T&D]) y las emisiones biogénicas se agregaron al inventario de 2012 y se han incluido en cada inventario desde entonces. La instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue se agregó como una nueva instalación al inventario de emisiones de GEI generadas por las operaciones municipales en 2018. En el Apéndice B, se puede consultar una descripción detallada de las consideraciones del límite de control operativo de la municipalidad.

### *3.4 Cambios en los inventarios desde 2005*

En general, la metodología de inventario de las emisiones de GEI de 2022 sigue la de los inventarios de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno. Con cada inventario de emisiones, se realizan mejoras técnicas para cuantificar las emisiones con mayor precisión. En 2010, el ICLEI y sus socios lanzaron el último LGOP Versión 1.1. La actualización de 2010 incluyó varios cambios en las cifras, los métodos y otros factores. Además, los inventarios de emisiones de GEI de 2005 y 2012 utilizaron los factores de emisiones de potencial de calentamiento global (GWP) de la evaluación AR2 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC); el inventario de emisiones de GEI de 2015 utilizó los factores de emisiones de GWP de la evaluación AR4 del IPCC; los inventarios de emisiones de GEI de 2018 y 2020 utilizan los factores de GWP de la evaluación AR5 del IPCC, y el inventario de emisiones de GEI de 2022 utiliza los factores de GWP de la evaluación AR6 del IPCC. Este procedimiento de actualización de los factores de GWP, que se encuentran en el Informe de inventario de gases de efecto invernadero de EE. UU. de la EPA, cumple con las pautas de informe de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para los inventarios nacionales, que exigen el uso de los GWP más recientes para los inventarios nacionales de emisiones de GEI<sup>5</sup>.

#### Estimación de las emisiones de metano y óxido nitroso desde tubos de escape

La metodología utilizada para estimar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) desde tubos de escape cambió entre los inventarios de emisiones de GEI de 2005 y 2015. En 2005, se utilizó el software de modelado de GEI de Aire Limpio, Planeta Limpio para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de la flota. El inventario de 2022 utiliza el método de estimación simple de The Climate Registry para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O desde tubos de escape en función del contenido de dióxido de carbono del

---

<sup>5</sup> Secretaría de la CMNUCC, 2014. Informe de la Conferencia de las Partes en su decimonoveno período de sesiones, celebrado en Varsovia del 11 al 23 de noviembre de 2013 (Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013). Decisión 24/CP.19, párrafo 2. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/eng/10a03.pdf>.

combustible, lo que proporciona una estimación estándar de estas emisiones en todos los tipos de combustible y vehículos. Mediante el uso de este método, se desarrollaron los factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para los inventarios anteriores utilizando el *Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.*<sup>6</sup> de la EPA. Este método evita la necesidad de realizar un seguimiento del millaje de los vehículos.

#### Emisiones de metano y óxido nitroso generadas por el tratamiento de aguas residuales

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generadas por el tratamiento de aguas residuales durante 2005 se obtuvieron del *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de 2015 de la Municipalidad de Phoenix provenientes de las Operaciones del Gobierno*. Consulte ese informe para obtener una explicación de la metodología retrospectiva para estimar los niveles de emisiones de 2005. Para el inventario de emisiones de GEI de 2022, los datos sobre las aguas residuales que genera la población que se tratan en la WWTP de 91<sup>st</sup> Ave WWTP se actualizaron para los años de inventario 2012, 2015, 2018, 2020 y 2022. Los datos de la población no se actualizaron para el año 2005, debido a que estos datos no estuvieron disponibles. Los datos actualizados sobre las aguas que genera la población, que incrementaron la población a la que servía la WWTP de 91<sup>st</sup> Ave., aumentaron las emisiones de GEI de las emisiones de óxido nitroso generadas por el tratamiento de aguas residuales.

#### Estimaciones sobre los combustibles alternativos para el traslado de los empleados

Los datos del traslado de los empleados se basan en una encuesta anual realizada por el Programa de reducción de viajes (Trip Reduction Program, TRP) del condado de Maricopa sobre los traslados durante los días laborales. Los datos de la quema de combustibles alternativos se obtuvieron del *Annual Energy Outlook* de la Administración de Información Energética (EIA) para estimar el traslado de los empleados que hace uso de combustibles alternativos. Se asumió que los niveles nacionales de quema de combustibles alternativos proporcionaron una representación de los patrones de quema de combustibles alternativos por parte de los empleados de la municipalidad<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> EPA de EE. UU. (2019). Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU. (Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks) URL: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks>

<sup>7</sup> Administración de Información Energética de EE. UU. (2013). Annual Energy Outlook. URL: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/>

Estimación de las emisiones provenientes del compostaje

En 2017, la municipalidad comenzó a operar la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue. Si bien otra operación de compostaje se ubica cerca de la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue, esta es una instalación del sector privado que no es propiedad de ni está operada por la municipalidad. Las emisiones de GEI del compostaje se calcularon de acuerdo con la metodología de la EPA para estimar las emisiones a nivel nacional del compostaje en el *Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2019*<sup>8</sup>.

Estimación de las emisiones de GEI provenientes de la aviación

Los niveles de 2018 de combustible para aviones A y consumo de gasolina de aviación para las aeronaves del Departamento de Policía se asumieron para 2020, porque los datos no estaban disponibles. Los datos del consumo de combustible para aviones A y consumo de gasolina de aviación estaban disponibles para el inventario de GEI de 2022.

---

<sup>8</sup> EPA de EE. UU. Inventario de emisiones y sumideros de gases de efecto invernadero de EE. UU.: 1990-2017 (Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2017). URL: <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2017>



## 4 Resultados

### 4.1 Resumen

#### Hallazgos generales

*Las emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno de la Municipalidad de Phoenix han disminuido un 29 % con respecto a los niveles de 2005.*

#### Sector de emisiones totales de GEI\*

- Edificios e instalaciones\*\*: 137,041 Tm CO<sub>2</sub>e
- Flota de vehículos de la municipalidad: 119,400 Tm CO<sub>2</sub>e
- Traslado de los empleados: 23,053 Tm CO<sub>2</sub>e
- Residuos sólidos: 124,614 Tm CO<sub>2</sub>e
- Servicios de agua: 108,692 Tm CO<sub>2</sub>e

\* Las emisiones de GEI anteriores representan todas las emisiones dentro de un sector en todos los alcances de emisiones, e incluyen la pérdida de transmisión y distribución en la red eléctrica regional.

\*\* Excluye el uso de electricidad y gas natural en los servicios de agua.

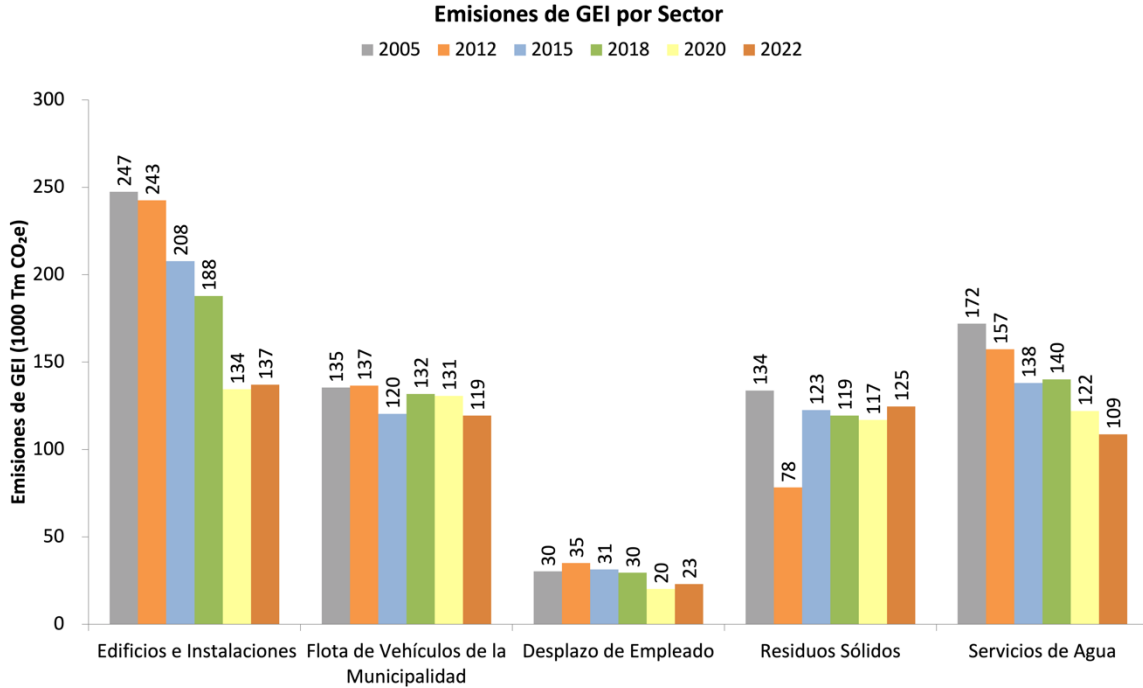
#### De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?

El inventario de 2022 de emisiones de GEI provenientes de las operaciones de la municipalidad proporciona datos adicionales que respaldan los esfuerzos de la municipalidad de reducir las emisiones de GEI (Figura 3). Los numerosos proyectos y actividades realizados por la municipalidad desde 2005 han reducido significativamente la intensidad de las emisiones de GEI provenientes de las operaciones de la municipalidad. A continuación, se enumeran los proyectos y las actividades, y cómo han afectado las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno.

- La instalación de sistemas avanzados de captura de metano en los vertederos redujo las emisiones fugitivas de metano generadas por los vertederos de la municipalidad.
- La transición de la flota de la municipalidad de diésel a B20 y CNG ha reducido la intensidad de GEI de las actividades de obras públicas.

- El transporte público ha cambiado el consumo de diésel por B20 y ha aumentado el uso de CNG, reduciendo la intensidad de las emisiones de GEI, mientras que el consumo de combustible ha aumentado desde 2015 para cumplir con las necesidades del nivel de servicio, incluidos los objetivos T2050.
- Mejoras de eficiencia energética en edificios e instalaciones, alumbrado público, señales de tránsito, tratamiento y distribución de agua y tratamiento de aguas residuales.
- La adquisición de energía renovable a través de REC y acuerdos de compra de energía (PPA). Sin embargo, las REC no se incorporan actualmente al total del inventario de GEI.
- Si bien la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue contribuye con las emisiones de la municipalidad, también desvía material del vertedero de la SR-85, genera un producto vendible y beneficioso para el medio ambiente, y se espera que reduzca las emisiones de GEI en general a lo largo de su vida útil mediante el procesamiento de residuos orgánicos verdes y la reducción de viajes al vertedero de la SR-85 para su eliminación.

Más allá de los proyectos y actividades realizados por la municipalidad, la intensidad de emisiones de GEI generadas por la red eléctrica regional (la subregión de la eGRID de Arizona-Nuevo México [AZNM]) ha disminuido un 41 % desde 2005 y un 24 % desde 2018. El retiro de la Estación Generadora Navajo en 2019 y un incremento en la generación de energía renovable redujeron la intensidad de emisiones de GEI de la red eléctrica regional. El retiro planificado de las centrales eléctricas regionales de carbón en la siguiente década reducirá aún más la intensidad de las emisiones de GEI provenientes de la red eléctrica regional.



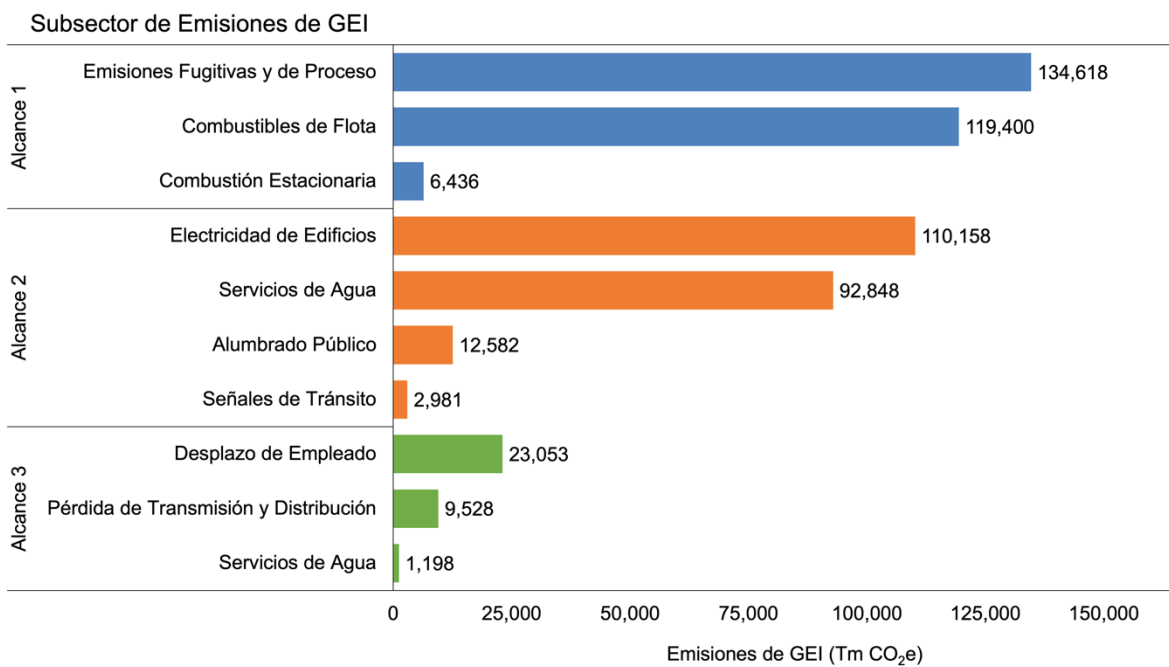
**Figura 3. Emisiones de GEI por sector de la municipalidad**

Desde 2005, la reducción de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad se han separado del crecimiento de la población y han sido impulsadas por los cambios en la red eléctrica regional. Entre 2005 y 2022, la población de la municipalidad aumentó de 1,377,980 a 1,662,186 habitantes<sup>9</sup>. A pesar de este aumento demográfico del 22 %, las emisiones de GEI proveniente de las operaciones disminuyó un 29 % durante el mismo período. Si la intensidad de las emisiones de GEI de la red eléctrica regional hubiera permanecido en los niveles de 2005, las emisiones de GEI hubieran disminuido solo 7 % para 2022. Las medidas municipales y regionales que redujeron la intensidad de las emisiones de GEI generadas por el consumo de electricidad o que mejoraron la eficiencia energética de la operaciones han hecho posible que la municipalidad reduzca las emisiones de GEI a medida que crece. Conforme los servicios de electricidad regional trabajan para lograr las metas de cero emisiones netas de GEI para 2050, las emisiones de GEI que dependen de la electricidad seguirán disminuyendo. Sin embargo, se requieren medidas para que las emisiones de GEI provenientes de la flota de la municipalidad y las operaciones de residuos sólidos cumplan las metas de reducción de emisiones de GEI a largo plazo.

<sup>9</sup> Los totales generados por la población se estiman a partir de los datos del Departamento de Servicios de Agua de la Municipalidad de Phoenix para las poblaciones a las que se les brinda el servicio de tratamiento de aguas residuales.

Fuentes de emisiones y distribución

Las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad se atribuyen en gran medida a cuatro fuentes: emisiones de alcance 1 (directas) provenientes de las emisiones fugitivas, de proceso y de los combustibles de la flota, y emisiones de alcance 2 (indirectas, electricidad comprada) generadas por los edificios y los servicios de agua. La Figura 4 detalla las emisiones de GEI totales por alcance y subsector.

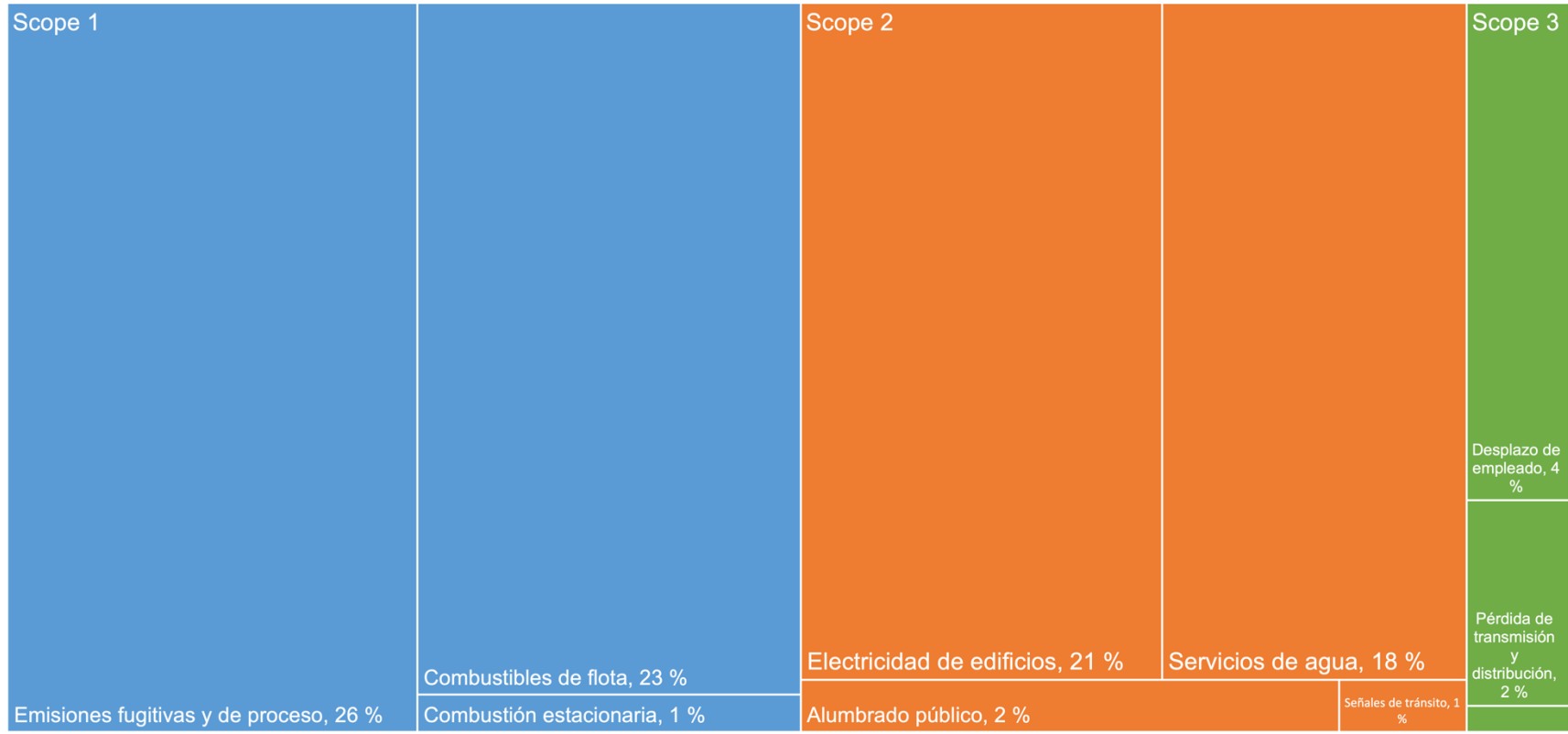


**Figura 4. Emisiones totales por alcance y subsector**

Las emisiones de GEI de alcance 1 y alcance 2 representan el 93 % de las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad. Las emisiones de alcance 1 representan el 51 % de las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad (Figura 5). De las emisiones de alcance 1, las emisiones fugitivas, las provenientes del proceso y las de los combustibles de la flota representan el 26 % y el 23 % del total de las emisiones, respectivamente. Las emisiones de GEI de alcance 2 generadas por los servicios de electricidad y agua de los edificios representan, cada una, aproximadamente el 21 % y 18 % de las emisiones totales de GEI, respectivamente. Combinados, estos cuatro sectores constituyen el 89 % de las emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad. A medida que la red eléctrica regional tenga menos intensidad de emisiones de GEI, y si las compras de REC de la municipalidad se incorporan al inventario de GEI, las emisiones de GEI de alcance 2 constituirán una proporción más pequeña del inventario de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad.

**GHG Emissions By Scope and Subsector**

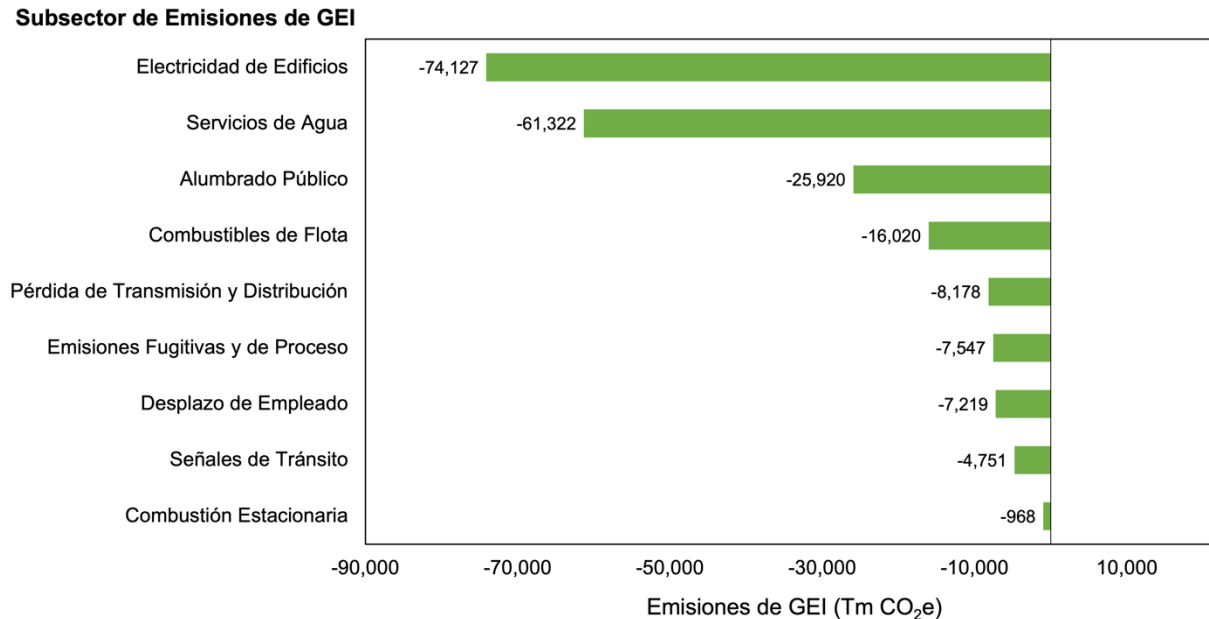
■ Scope 1 ■ Scope 2 ■ Scope 3



**Figura 5. Porcentaje de emisiones totales por alcance y subsector**

Reducciones de las emisiones de GEI desde 2005

Cada subsector de emisiones de GEI ha reducido las emisiones desde 2005 (Figura 6).



**Figura 6. Cambios en las emisiones entre 2005 y 2022.**

Los subsectores de alumbrado público (67 %), semáforos (61 %), electricidad de edificios (40 %) y servicios de agua (39 %) han tenido las mayores disminuciones observadas de emisiones de GEI entre 2005 y 2022. Las reducciones de emisiones de GEI observadas en estos subsectores fueron impulsadas por dos factores principales. Primero, la red eléctrica regional tuvo menos intensidad de emisiones de GEI. Una red eléctrica regional con menos intensidad de emisiones de GEI ha llevado a la reducción de 167,319 Tm CO<sub>2</sub>e con respecto a los niveles de 2005. Segundo, los proyectos de eficiencia energética han disminuido el consumo de electricidad y gas natural, pero las reducciones exactas de las emisiones son difíciles de cuantificar.

Los factores adicionales que contribuyen a la reducción de las emisiones de GEI observadas incluyen:

- Hacer una transición completa de diésel a biodiésel B20 en vehículos del transporte público.
- Capturar el biogás generado en la planta de tratamiento de aguas residuales de 91<sup>st</sup> Avenue.
- Un cambio en los patrones de traslado (el aumento del trabajo a distancia) en comparación con años de inventario anteriores.

## 5 Hallazgos por sector

### 5.1 Edificios e instalaciones

#### **Hallazgos en cuanto a edificios e instalaciones**

*Emisiones Totales: 225,005 Tm CO<sub>2</sub>e\**

*44 % de las emisiones generadas por las operaciones del gobierno*

*Disminución del 20 % con respecto a los niveles de 2005*

##### **Fuentes de emisiones**

- Consumo de electricidad en edificios
- Consumo de gas natural en edificios
- Consumo de electricidad por el alumbrado público
- Consumo de electricidad de los semáforos
- Consumo de electricidad y gas natural en los servicios de agua\*

##### **Aspectos destacados de la acción de la municipalidad**

- A la fecha, la municipalidad ha instalado:
  - 94,865 farolas de LED
  - 63,090 semáforos LED
  - 9,308 semáforos LED para peatones

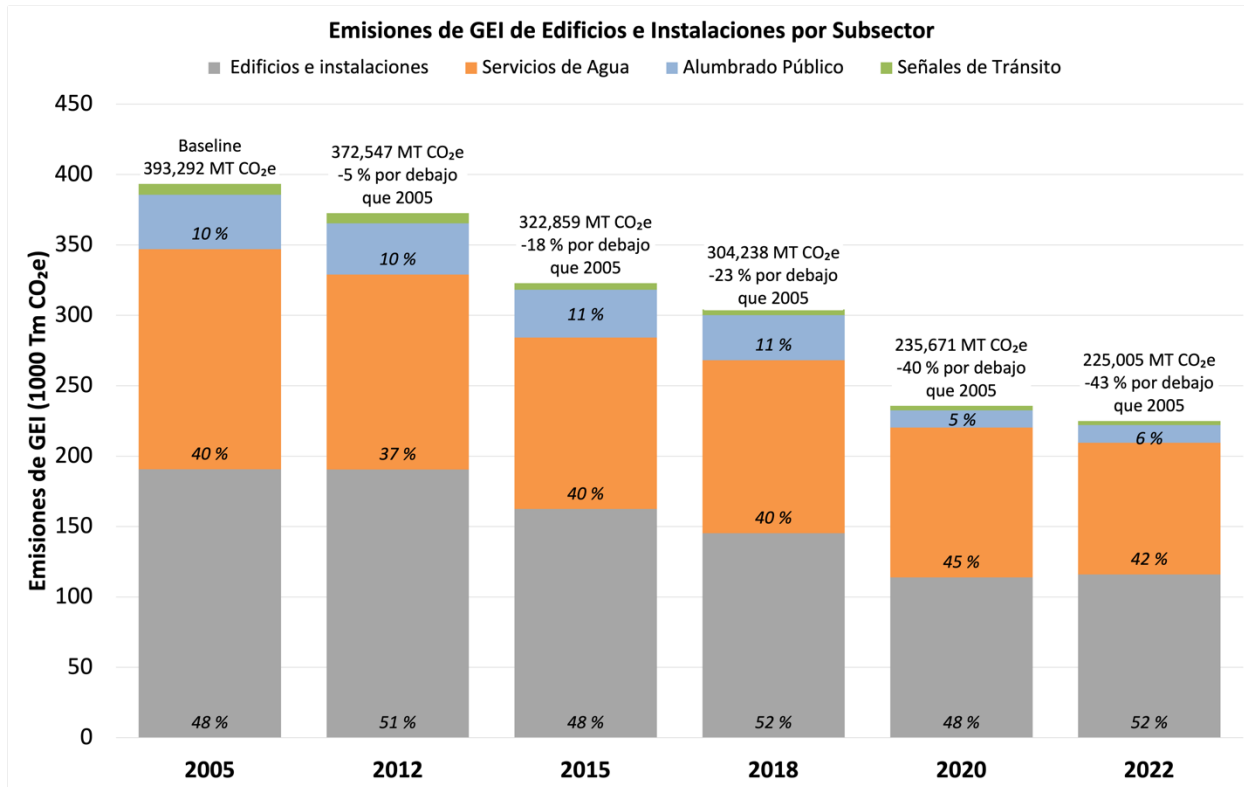
\* Se incluyen el consumo de electricidad y de gas natural en los servicios de agua porque esta sección describe las tendencias para todo el consumo de electricidad y gas natural.

#### De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?

- Entre 2005 y 2022, la intensidad de las emisiones de GEI de la subregión de AZNM de la red eléctrica de los EE. UU. disminuyó un 41 %.
- El consumo de electricidad en la municipalidad disminuyó un 6 % entre 2018 y 2020, pero se recuperó un 11 % entre 2020 y 2022. El aumento del consumo de electricidad en la aviación y el Centro de Convenciones impulsó la recuperación observada entre 2020 y 2022.

Fuentes de emisiones y distribución

Las emisiones de GEI en el sector de edificios e instalaciones se producen directamente a partir de la combustión de gas natural comprado a una empresa de gas natural e indirectamente de la compra de electricidad.



**Figura 7. Emisiones de GEI de edificios e instalaciones por año de inventario**

Las emisiones de GEI de la combustión de gas natural disminuyeron un 13 % entre 2005 y 2022, pero aumentaron un 6 % entre 2018 y 2022, en gran medida debido al aumento del uso de gas natural en el Centro de Convenciones. Además, las emisiones de GEI provenientes de la electricidad comprada disminuyeron un 43 % con respecto a los niveles de 2005 y un 27 % con respecto a los niveles de 2018. La gran disminución en las emisiones de GEI generadas por los edificios e instalaciones se debe, principalmente, a una reducción significativa en la intensidad de las emisiones de GEI de la red eléctrica regional.

El consumo de electricidad del alumbrado público alcanzó su punto máximo en 2015 con 71,316,538 kWh y, desde entonces, ha disminuido un 50 % a 35,591,984 kWh. En 2022, el consumo de electricidad de los semáforos fue 35 % menor que el consumo informado en 2005 y 4 % que el de 2018. La disminución en el consumo de electricidad se ha producido durante un período durante el cual la municipalidad ha invertido mucho en



modernizaciones de farolas y semáforos LED. Las mejoras en la eficiencia energética, junto con una red eléctrica con menor intensidad de emisiones de GEI, han reducido las emisiones de GEI generadas por las señales de tránsito y el alumbrado público en un 66 % con respecto a los niveles de 2005.

La municipalidad es dueña de los REC y ha registrado algunas de sus compras de REC. En el Apéndice C, se encuentra una lista de REC registrados que son propiedad de la municipalidad. Los datos en el Apéndice C son exclusivamente para fines informativos. En la actualidad, los REC no están incorporados al inventario de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de la municipalidad y, por lo tanto, no afectan las emisiones de GEI contabilizadas. Formalizar y aprobar un proceso para incorporar los REC registrados que son propiedad de la municipalidad en la contabilidad futura de emisiones de GEI permitiría que la municipalidad utilice estos activos en futuros inventarios de GEI.

### Métricas de GEI: edificios e instalaciones

La Tabla 2 proporciona una lista de métricas de GEI para edificios e instalaciones de la municipalidad. El siguiente indicador proporciona información de alto nivel sobre la intensidad de las emisiones de GEI de las operaciones de la municipalidad.

**Tabla 2. Indicadores de emisiones generadas por edificios e instalaciones**

Indicador	2005	2012	2015	2018	2020	2022
Espacio de construcción (pies cuadrados)	25,948,884	30,624,893	12,599,324	11,495,864	13,735,753	13,093,814
Intensidad de las emisiones de GEI del espacio de construcción (kg CO <sub>2</sub> e por pie cuadrado)	7.35	6.22	12.89	12.64	9.91	10.07
Intensidad de emisiones de GEI per cápita (kg CO <sub>2</sub> e por habitante)	138.4	129.3	105.7	90.9	70.1	69.6
Emisiones de GEI proveniente de la electricidad por grados-día de enfriamiento (Cooling Degree Day, CDD) (kg CO <sub>2</sub> e por CDD)	39.1	36.3	30.9	28.3	19.3	19.6
Intensidad de emisiones de GEI por FTE (kg CO <sub>2</sub> e por FTE)	13.00	12.64	11.08	9.94	9.79	9.78

## 5.2 Flota de vehículos de la municipalidad

### Hallazgos sobre la flota de vehículos de la municipalidad

*Emisiones totales: 119,400 Tm CO<sub>2</sub>e*

*24 % de las emisiones provenientes de las operaciones del gobierno*

*Disminución del 12 % con respecto a los niveles de 2005*

#### **Fuentes de emisiones**

- Gasolina
- Diésel
- Biodiésel B20
- Gas natural comprimido (CNG)
- Gas natural licuado (LNG)
- Gas licuado de petróleo (LPG)
- Etanol
- Gasolina de aviación (aeronaves del Departamento de Policía)
- Combustible de avión A (aeronaves del Departamento de Policía)

#### **Aspectos destacados de la acción de la municipalidad**

- Programa de combustible alternativo de biodiésel
- Programa de combustible alternativo de etanol
- Adopción del uso de CNG en el transporte público

#### **De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?**

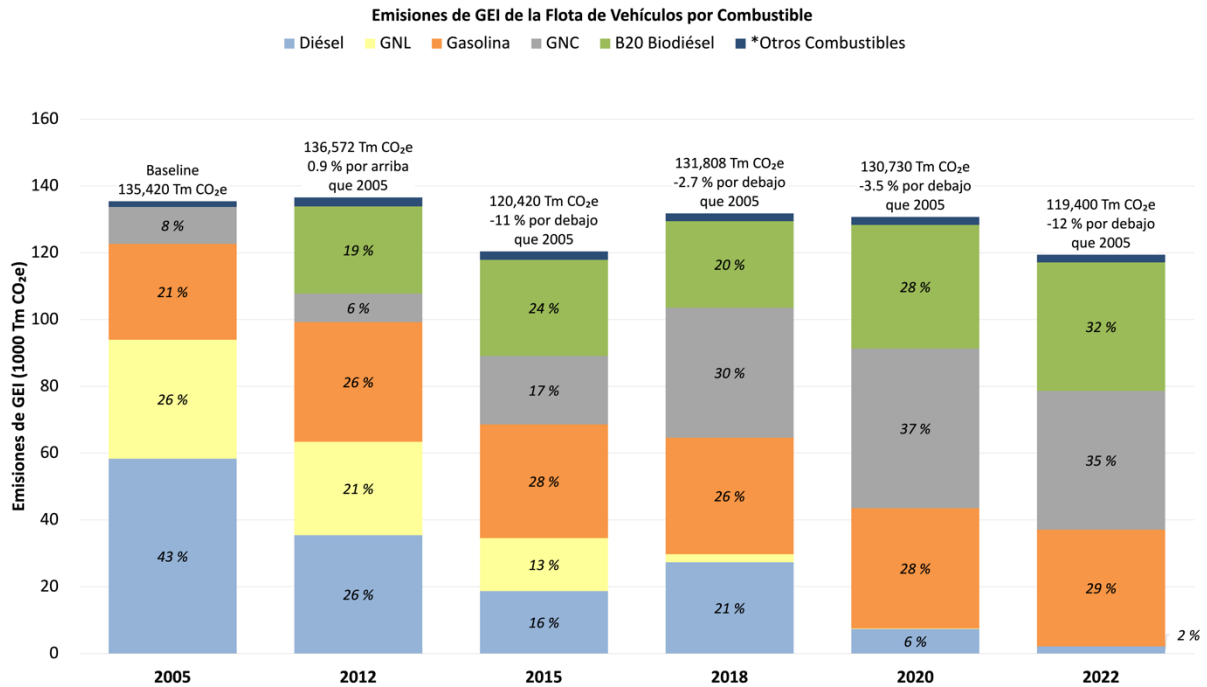
- El tamaño de la flota de obras públicas alcanzó su punto máximo en 2015 con 7,389 vehículos y, desde entonces, ha disminuido a 7,340 vehículos.
- Los sectores de obras públicas y aviación han convertido la mayor parte de la flota de vehículos que usan diésel en vehículos que usan B20 y CNG. Sin embargo, el combustible diésel de ultra bajo azufre se sigue utilizando en situaciones específicas, como en generadores de emergencia y sitios de abastecimiento de combustible con bajo rendimiento.
- El transportador PHX SkyTrain, terminado en 2022, transformará la manera en la que se consume combustible para transportar a las personas por el

Aeropuerto Internacional Phoenix-Sky Harbor al sustituir los autobuses que usan CNG por transporte eléctrico hectométrico automatizado.

- Las emisiones de GEI generadas por el B20 y CNG han aumentado desde 2018 debido a las millas de servicio adicionales como parte del Plan de Transporte 2050 (T2050) de la municipalidad para aumentar la frecuencia de los autobuses locales, ampliar la red existente de autobuses de la municipalidad, aumentar las horas de servicio de las operaciones de autobuses e introducir nuevas rutas de autobuses.

#### Fuentes de emisiones y distribución

Los vehículos que usan CNG, gasolina y B20 fueron la mayor fuente de emisiones de GEI de la flota de vehículos en 2022. El consumo de CNG y B20 ha aumentado a medida que ha disminuido el consumo de diésel. El consumo de diésel en 2022 representó el 59 % de los niveles de 2005. Desde 2015, el consumo de diésel ha incrementado un 25 % debido a un aumento en las millas del servicio de transporte público para cumplir con las metas T2050. Las emisiones de GEI generadas por gasolina y el E85 se han mantenido estables en gran medida desde 2012. Las emisiones de GEI del combustible para aviones A y la gasolina de aviación representan un pequeño porcentaje de las emisiones de la flota de vehículos, pero también han aumentado en comparación con años anteriores del inventario de GEI. La Figura 8 muestra las emisiones de GEI provenientes de la flota de vehículos por tipo de combustible. Solamente se cuenta el componente de combustible fósil de las emisiones de GEI provenientes de biocombustibles (80 % de cada galón de B20 y 15 % de cada galón de etanol E85) para las emisiones de GEI.



\*Other Fuels include E85 Ethanol; Liquefied Petroleum Gas (LPG); Aviation Gasoline (AvGas); and Jet Fuel A.

**Figura 8. Emisiones de flota de vehículos por combustible y año de inventario**

La Tabla 3 muestra los niveles de consumo de combustible por tipo de combustible y año de inventario. Los principales cambios en los niveles de consumo de combustibles CNG, B20 y LNG están impulsados por la flota de vehículos de transporte público y los niveles de servicio. En 2013, la municipalidad comenzó a reemplazar los autobuses que usaban LNG con autobuses más eficientes que usan CNG; se retiraron todos los autobuses que usaban LNG.

**Tabla 3. Consumo de combustible de la flota de la municipalidad por año**

Tipo de combustible	Unidad	2005	2012	2015	2018	2020	2022
Gasolina	galón	3,172,441	3,976,124	3,813,990	3,936,224	4,064,327	3,951,270
Diésel	galón	5,453,484	3,324,829	1,777,341	2,579,301	691,361	205,219
B20	galón	0	3,034,345	3,394,710	3,027,969	4,309,358	4,494,994
Gas natural comprimido (CNG)	GGE*	1,744,813	1,349,993	3,239,129	6,151,022	7,555,353	6,568,467
Gas natural licuado (LNG)	galón	7,917,008	6,222,272	3,528,633	543,296	38,866	0
Etanol E85	galón	0	287,438	340,753	311,460	335,145	255,756
Gas licuado de petróleo (LPG)^	galón	14,392	0	0	0	0	0
Gasolina de aviación (AvGas) ^	galón	2,401	5,975	4,961	4,875	4,875	505
Combustible de avión A^	galón	163,160	222,283	202,119	192,739	192,739	196,934

\* GGE: equivalente a galón de gasolina

^ Los niveles de consumo de combustible de avión A y gasolina de aviación se transfirieron de 2018 a 2020 debido a que no había datos disponibles.

### Métricas de GEI: flota de vehículos

Las emisiones por vehículo mantenido por Obras Públicas disminuyeron de aproximadamente 9.2 a 6.1 Tm CO<sub>2</sub>e por vehículo, a pesar de un aumento en el número de vehículos (Tabla 4). Los datos que se muestran en la Tabla 4 son únicamente para vehículos de Obras Públicas.

**Tabla 4. Cambio de indicadores de la flota de la municipalidad**

Indicador	2005	2012	2015	2018	2020	2022
Número de vehículos	6,090	7,387	7,389	7,340	7,340	7,400
Tm CO <sub>2</sub> e por vehículo	9.4	7.3	6.7	6.8	6.6	6.1

### 5.3 Servicios de agua

## Hallazgos sobre los servicios de agua

*Emisiones totales: 94,225 Tm CO<sub>2</sub>e*

*19 % de las emisiones provenientes de las operaciones del gobierno*

*Disminución del 37 % con respecto a los niveles de 2005*

### Fuentes de emisiones

- Emisiones estacionarias y del proceso de distribución de agua
- Plantas de tratamiento de aguas residuales de 23rd Avenue y 91st Avenue
- Transporte y regeneración de carbón activado granulado (GAC)
- Uso de electricidad y gas natural

### Aspectos destacados de la acción de la municipalidad

- La captura in situ de biogás en la planta de tratamiento de aguas residuales de 91<sup>st</sup> Avenue ha reducido las emisiones de GEI provenientes del tratamiento de aguas residuales.

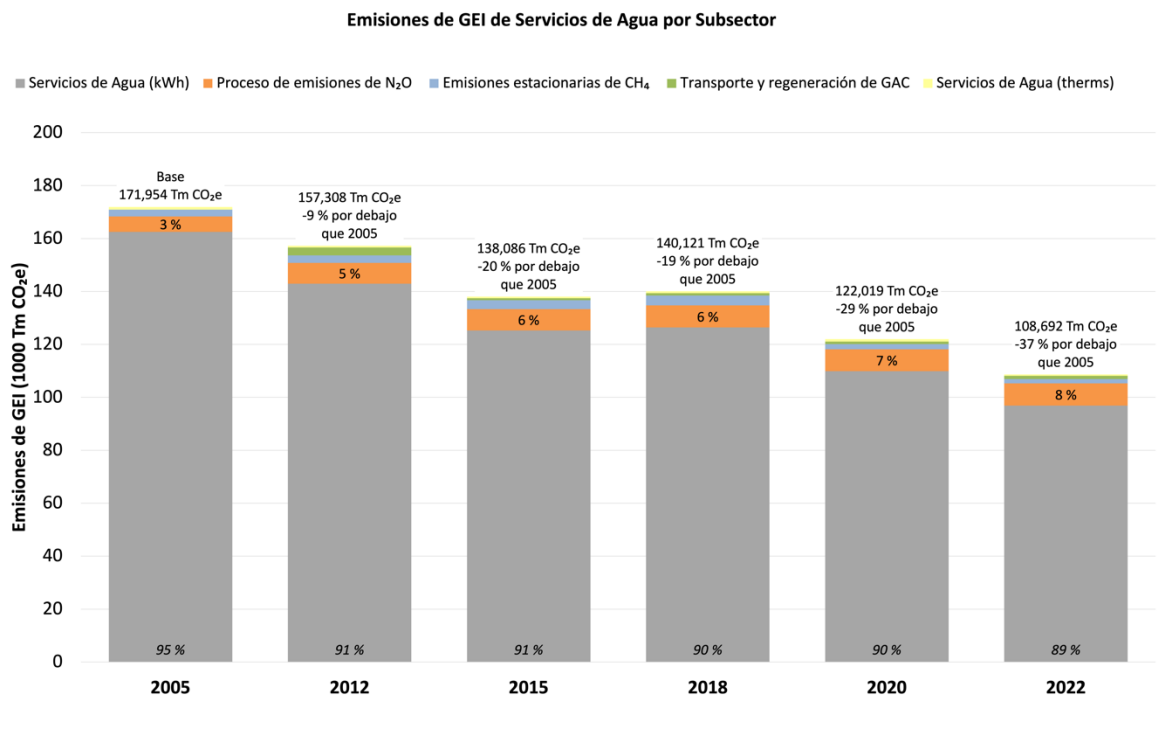
### De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?

- La planta de recuperación de agua (Water Reclamation Plant, WRP) de Cave Creek se desconectó en enero de 2010 debido a que los flujos de aguas residuales constituían la mitad de la capacidad de la planta. Sin embargo, debido al reciente crecimiento, se está rehabilitando la WRP de Cave Creek y se planea reabrir la WRP en 2026.
- En enero de 2007, la planta de tratamiento de agua (WTP) de Lake Pleasant entró en funcionamiento.
- La WTP de Verde se cerró en diciembre de 2011. Desde entonces, se demolió la WTP de Verde y se restauraron las condiciones naturales del área.
- En 2022, el Departamento de Servicios de Agua trató 98.7 mil millones de galones de agua y 46.3 mil millones de galones de aguas residuales. El volumen de agua tratada ha aumentado un 4 % desde 2005.

- No hubo emisiones generadas por el transporte y la regeneración de carbón activado granulado (GAC) para el tratamiento de agua en 2005, pero se incluyen en el inventario de GEI desde 2012.

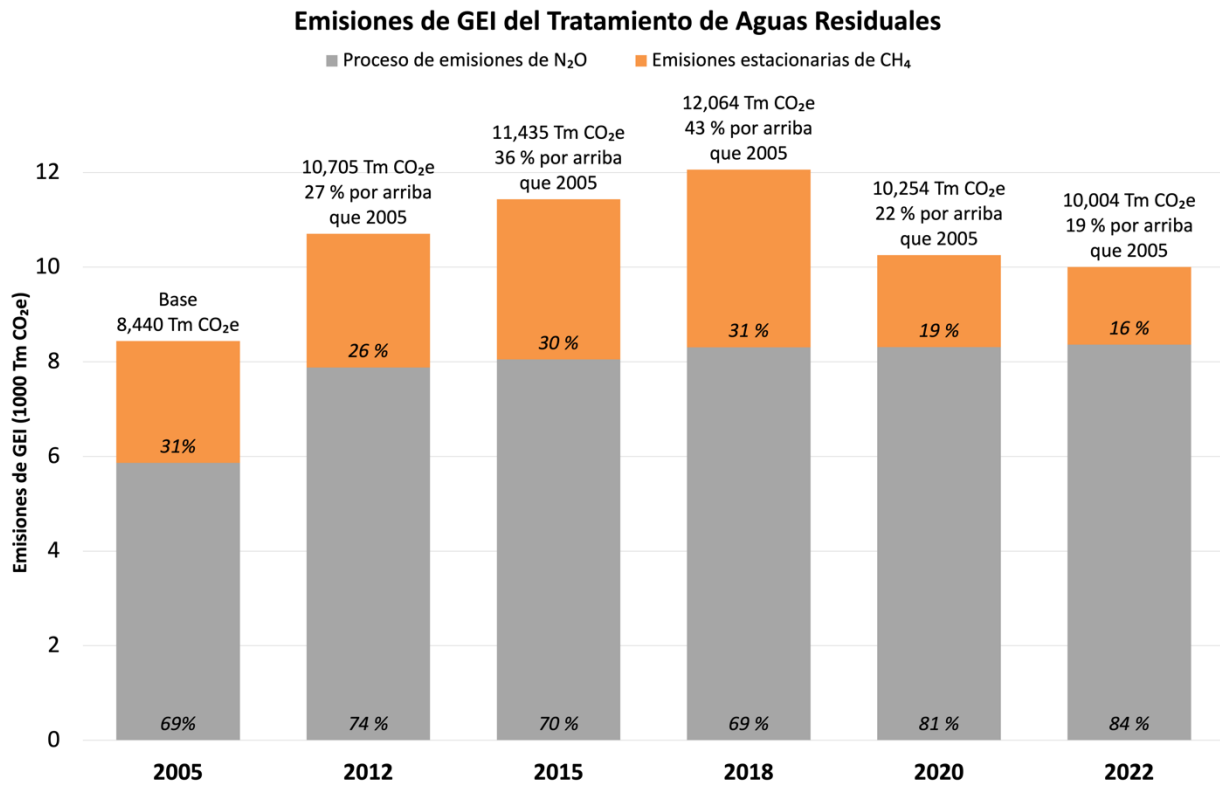
Fuentes de emisiones y distribución

Entre 2005 y 2022, las emisiones de GEI de los servicios de agua han disminuido aproximadamente un 37 % (Figura 9). La mayoría de las emisiones de GEI generadas por los servicios de agua proviene del consumo de electricidad y estas emisiones han disminuido junto con la intensidad de las emisiones de GEI de la red eléctrica regional. La mayoría de las emisiones de GEI provenientes del tratamiento de aguas residuales (quema de CH<sub>4</sub> y descarga de aguas residuales N<sub>2</sub>O) están impulsadas por la población. Es probable que los aumentos de población proyectados durante la próxima década aumentarán estas emisiones de GEI, a menos que se emprendan más esfuerzos de mitigación. Sin embargo, la captura y reutilización del CH<sub>4</sub> generado durante el tratamiento de aguas residuales (biogás) tiene el potencial de reducir sustancialmente las emisiones de GEI de la quema de metano.



**Figura 9. Emisiones generadas por los servicios de agua por año de inventario**

Los cambios en las emisiones de GEI observados en las WWTP de 23<sup>rd</sup> Avenue y 91<sup>st</sup> Avenue se deben a la combinación del cambio de población y los cambios en la operación de las WWTP, como la captura del biogás. Las emisiones de GEI provenientes del tratamiento de aguas residuales se muestran en la Figura 10.



**Figura 10. Emisiones de GEI generadas por el tratamiento de aguas residuales por año de inventario**

Las emisiones de GEI en las WWTP de 23<sup>rd</sup> Avenue y 91<sup>st</sup> Avenue se muestran en la Tabla 5. Durante 2022, la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue, que es la más grande de las dos WWTP, emitió aproximadamente la misma cantidad de GEI que la WWTP de 23<sup>rd</sup> Avenue. La WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue acepta aguas residuales de Glendale, Mesa, Scottsdale y Tempe. En años de inventario anteriores, la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue emitió más del doble que la WWTP de 23<sup>rd</sup> Avenue. La reducción de emisiones de GEI en la WWTP de 91<sup>s</sup> Avenue observada en 2022 se produjo por la reutilización de las emisiones de metano capturado (biogás). Actualmente, la municipalidad contabiliza todas las emisiones de GEI en la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue porque la planta está bajo el control operativo de la municipalidad.



**Tabla 5. Emisiones de GEI en 2022 en las WWTP de 23<sup>rd</sup> Avenue y 91<sup>st</sup> Avenue**

Fuente de emisiones de GEI de aguas residuales		Planta de tratamiento de aguas residuales (Tm CO <sub>2</sub> e)		Total
		23 <sup>rd</sup> Avenue	91 <sup>st</sup> Avenue	
Emisiones estacionarias de CH <sub>4</sub>	Combustión de gas incompleta del digestor	1,933	194	<b>2,126</b>
Emisiones de proceso de N <sub>2</sub> O	Descarga de efluentes	386	1,341	<b>1,726</b>
	Nitrificación/Desnitrificación	5,375	5,375	<b>4,242</b>
<b>Total</b>		<b>3,322</b>	<b>3,402</b>	<b>4,693</b>

Métricas de GEI: servicios de agua

Los indicadores de servicios de agua en la Tabla 6 a continuación muestran que la intensidad de las emisiones de GEI generadas por el servicio de agua potable que brinda la municipalidad ha disminuido constantemente desde 2005.

**Tabla 6. Indicadores de emisiones de servicios de agua**

Indicador	2005	2012	2015	2018	2020	2022
Galones de agua potable tratada (mil millones de galones)	105.9	98.95	95.35	99.23	102.64	98.71
Tm CO <sub>2</sub> e por mil millones de galones tratados	1,624	1,590	1,448	1,412	1,189	1,101
Plantas de tratamiento de agua	6	5	5	5	5	5
Tm CO <sub>2</sub> e por WTP	28,659	31,462	27,617	28,024	24,404	21,738
Millones de galones de aguas residuales tratadas	69.5	42.2	40.3	40.8	41.1	46.3
Tm CO <sub>2</sub> e por millón de galones de aguas residuales tratadas	2,473	3,728	3,424	3,436	2,965	2,347

## 5.4 Residuos sólidos

### Hallazgos sobre los residuos sólidos

*Emisiones totales: 124,614 Tm CO<sub>2</sub>e*  
*24 % de las emisiones de las operaciones del gobierno*  
*Disminución del 7 % con respecto a los niveles de 2005*

#### **Fuentes de emisiones**

- Los vertederos de la municipalidad emitieron 117,029 Tm CO<sub>2</sub>e
- La instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue emitió 7,585 Tm CO<sub>2</sub>e.

#### **Aspectos destacados de la acción de la municipalidad**

- La instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue ayudará a evitar futuras emisiones de GEI.

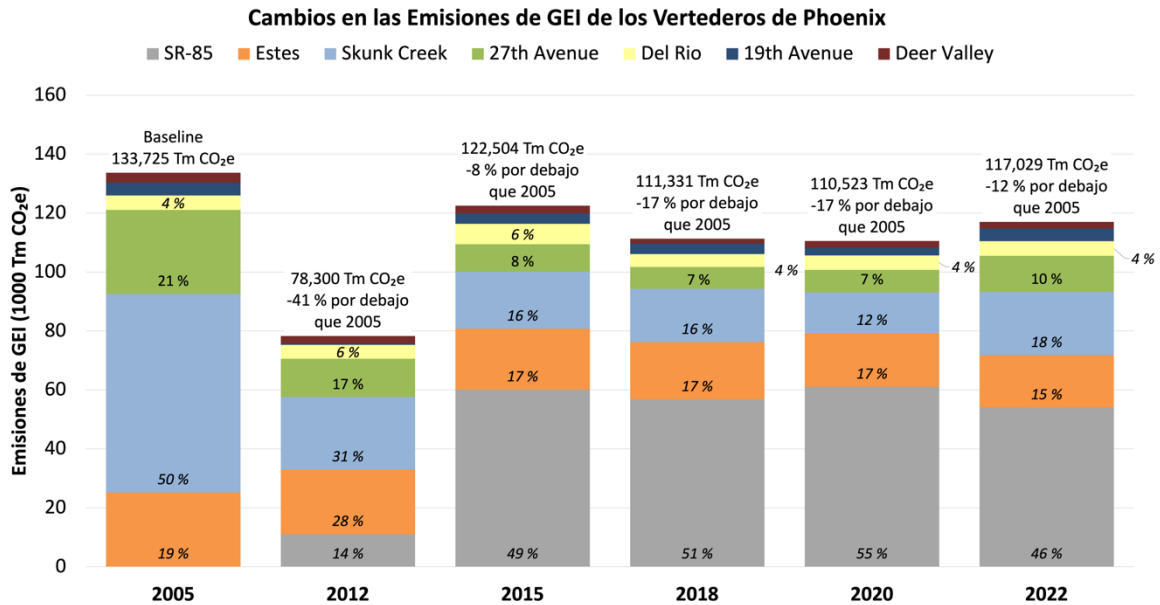
#### De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?

- En 2006, se inauguró el vertedero de la Ruta Estatal 85 (SR-85) que cuenta con una instalación en curso de un sistema de recolección de gases de vertedero, que incluye pozos horizontales que pueden capturar gas mientras los residuos aún se depositan en el vertedero.
- En 2017, la municipalidad abrió la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue. Esta instalación aumenta las emisiones provenientes de residuos sólidos, pero se espera que reduzca las emisiones de GEI de la comunidad a largo plazo asociadas con el transporte y la eliminación de residuos sólidos verdes y orgánicos en el vertedero de la SR-85.

#### Fuentes de emisiones y distribución

El vertedero de la SR-85, que se inauguró en 2006, es el único vertedero en funcionamiento administrado por la municipalidad. El vertedero de la SR-85 tiene un sistema activo de recolección de gases de vertedero que tiene una eficiencia de recolección del 65 %. La municipalidad también maneja seis vertederos cerrados. La eficiencia de recolección en los vertederos cerrados de la municipalidad osciló entre 50 y 85 %. El vertedero de Del Rio es el único vertedero de la municipalidad que no tiene un sistema de recolección de gases de vertedero. Se espera que aumenten las

emisiones de metano en el vertedero de la SR-85, ya que es el único vertedero activo en la municipalidad, mientras que las emisiones de metano de los otros vertederos de la municipalidad disminuirán debido a que ahora están cerrados (Figura 11).



**Figura 11. Emisiones de GEI de los vertederos de Phoenix por año de inventario**

La Tabla 7 proporciona una descripción general de la cantidad de metano (CH<sub>4</sub>) recolectado y quemado, del metano que se libera como resultado de la quema, y de las emisiones en Tm CO<sub>2</sub>e producidas a partir del metano liberado en cada instalación.

**Tabla 7. Emisiones de residuos sólidos por vertedero**

Instalaciones	2005	2012	2015	2018	2020	2022
Skunk Creek	67,375	24,589	19,400	18,047	13,803	21,479
27th Avenue	28,476	13,013	9,257	7,403	7,643	12,282
Del Rio	4,902	4,760	6,986	4,367	4,859	4,942
Deer Valley	3,394	2,548	2,641	1,664	2,241	2,208
19th Avenue	4,377	429	3,468	3,598	2,676	4,345
Estes	25,200	21,896	20,636	19,432	18,284	17,702
SR-85	0	11,064	60,116	56,820	61,016	54,071
<b>Total</b>	<b>133,725</b>	<b>78,300</b>	<b>122,504</b>	<b>111,331</b>	<b>110,523</b>	<b>117,029</b>

Las emisiones de GEI provenientes de vertederos en este informe diferirán de los datos informados al Programa de informes de gases de efecto invernadero de la EPA. El inventario de emisiones de GEI de las operaciones de la municipalidad utiliza fórmulas contenidas en la metodología del LGOP para la quema de metano en vertederos,

mientras que la EPA utiliza una metodología diferente tanto para las emisiones de GEI como para las tasas estimadas de captura del sistema de recolección de gas. La EPA especifica el uso de una fórmula para determinar la tasa de captura que se basa en el tipo de cobertura y el área. Esta actualización de emisiones de GEI estima las tasas de captura en los vertederos de la municipalidad utilizando indicadores operativos, como el estado de la instalación de pozos de gas en curso en la SR-85, lo que incluye los pozos horizontales, el monitoreo de la superficie, los datos de antorchas y el mantenimiento de la cubierta de vertederos.

Instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue

En 2017, la municipalidad abrió la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue. La instalación procesó 39,606 toneladas de composta en el año 2022, lo que resultó en la emisión de 158 Tm CH<sub>4</sub> y 12 Tm N<sub>2</sub>O. Las emisiones totales de GEI de la planta de compostaje fueron de 7,585 Tm CO<sub>2</sub>e.

Además, al hacer compostaje de residuos orgánicos verdes en la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue la municipalidad reducirá la cantidad de viajes necesarios para transportar los residuos al vertedero de la SR-85, lo que a su vez disminuirá las emisiones generadas por la flota de vehículos. Con el tiempo, la reducción de emisiones de GEI de la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue se podrá medir al compararse con el material de los vertederos.

Métricas de GEI: residuos sólidos

La Tabla 8 contiene indicadores de alto nivel para las emisiones de GEI generadas por el sector de residuos sólidos de la municipalidad. Estos indicadores incluyen la cantidad total de residuos depositados en los vertederos de la municipalidad por cada año de inventario de GEI, las emisiones de GEI por tonelada de residuos vertidos, y la cantidad de composta procesada cada uno de los años de inventario de GEI.

**Tabla 8. Indicadores de emisiones de GEI generadas por los residuos sólidos**

Indicador	2005	2012	2015	2018	2020	2022
Cantidad de residuos en el lugar (toneladas cortas)	44,030,052	50,257,923	52,405,666	54,666,679	55,451,840	56,480,962
Kg CO <sub>2</sub> e por tonelada de residuos sólidos en vertederos	3.04	1.56	2.34	2.04	1.99	2.07
Composta procesada (toneladas cortas)	—	—	—	46,768	33,213	39,606

## 5.5 Traslado de los empleados

### Hallazgos sobre el traslado de los empleados

*Emisiones totales: 23,053 Tm CO<sub>2</sub>e*

*4 % de las emisiones provenientes de las operaciones del gobierno  
Disminución del 24 % con respecto a los niveles de 2005*

#### **Fuentes de emisiones**

- Gasolina
- Gas natural comprimido (CNG)
- Vehículos híbridos eléctricos
- Vehículos eléctricos
- Gas licuado de petróleo (LPG)
- Etanol – E85

#### **Aspectos destacados de la acción de la municipalidad**

- Construcción de tren ligero
- Programa de viajes compartidos para empleados
- Desarrollo de políticas de trabajo a distancia para los empleados

#### **De 2005 a 2022: ¿Qué ha cambiado?**

- Los empleados de la municipalidad completan encuestas como parte del Programa de reducción de viajes (TRP) supervisado por el Departamento de Calidad del Aire del condado de Maricopa. El TRP, que empezó en 1989, proporciona a los empleadores un análisis anual de estadísticas y comportamientos comunitarios de los empleados.
- El traslado de los empleados de 2005 no incluyó las millas en autobús o tren ligero ya que estos datos no estaban disponibles. Los datos de traslado en autobuses y trenes ligeros estuvieron disponibles para el resto de los inventarios de emisiones de GEI anteriores.
- El traslado de los empleados en vehículos de la municipalidad se contabiliza en el sector de la flota de vehículos de la municipalidad para evitar que se cuente por duplicado.

- La cantidad de millas de traslado de los empleados repuntó desde los mínimos de 2020 ocasionados por las políticas estrictas de trabajo a distancia, pero siguen siendo bajas en comparación con su punto máximo.

Fuentes de emisiones y distribución

Las emisiones de GEI generadas por el traslado de los empleados producidas a partir del uso de combustible para vehículos personales, camionetas compartidas, tránsito de autobuses y trenes ligeros se usan para contabilizar las emisiones de los traslados (Tabla 9). El uso de combustibles alternativos se estimó utilizando los datos anuales de uso de combustible para el transporte del Annual Energy Outlook de la EIA. Las emisiones de los viajes en autobús se informan en el sector de transporte público. Los casos de empleados que se trasladan en vehículos de la municipalidad se cuentan como emisiones de la flota de vehículos de la municipalidad. Los datos del traslado de los empleados muestran que hubo un aumento en las millas de traslado de los empleados recorridas en vehículos eléctricos híbridos y enchufables.

**Tabla 9. Emisiones generadas por el traslado de empleados por tipo de combustible/modo**

Año	Traslados Millas	Emisiones de GEI (Tm CO2e)
2005	84,325,745	30,272
2012	99,937,270	35,042
2015	88,496,426	31,350
2018	87,386,610	29,518
2020	60,556,831	20,799
2022	69,483,014	23,053

\* Las millas de traslado de 2005 se calcularon en retrospectiva a partir de los niveles de 2015 usando los datos de empleo.

† El tren ligero de Valley Metro no existía en 2005.

° Las emisiones de GEI no se incluyeron en el total.

Aspectos destacados de la acción de la municipalidad

El tren ligero de Phoenix abrió en 2008, lo que brindó a los empleados de la municipalidad otra oportunidad para trasladarse en transporte público. La municipalidad también continuó otros programas de traslado de empleados, como el programa de viajes compartidos, proporcionar subsidios de estacionamiento para viajes compartidos, pases gratuitos de autobús/tren ligero para empleados, cupones de taxi para viajes de emergencia a casa, trabajo a distancia, horarios de trabajo flexibles, instalaciones para bicicletas y otros incentivos. Sin embargo, dada la estructura de los datos de traslado actuales, es difícil estimar las emisiones de GEI generadas por las alternativas de traslado. La municipalidad puede alentar a los empleados a buscar medios alternativos para trasladarse al trabajo. Aumentar las oportunidades de trabajo a distancia disminuirá las emisiones de GEI relacionadas con el traslado de los empleados.

## 6 Métricas de GEI de la Municipalidad de Phoenix

La Tabla 10 detalla los indicadores de GEI para las operaciones del gobierno de la Municipalidad de Phoenix.

**Tabla 10. Indicadores internos de las Operaciones del Gobierno**

Indicadores de las Operaciones del Gobierno	2005	2012	2015	2018	2020	2022	Unidad
Población	1,377,980	1,473,405	1,536,015	1,598,736	1,625,593	1,662,186	Personas
Empleados	14,667	12,849	14,664	14,615	14,847	14,857	Empleados
Área de construcción	—	30,624,893	12,599,324	11,495,864	13,735,753	13,093,814	Pies cuadrados
Grados-día de enfriamiento (CDD)	4,709	5,070	5,065	4,943	5,419	5,030	CDD
Intensidad de GEI en el área de construcción	—	6.22	12.89	12.64	9.91	10.02	kg CO <sub>2</sub> e por pie cuadrado
Intensidad de GEI per cápita	138.37	129.30	105.74	90.90	70.07	69.31	kg CO <sub>2</sub> e por habitante
Intensidad de emisiones de GEI de electricidad en CDD	39.13	36.30	30.93	28.32	19.30	19.52	kg CO <sub>2</sub> e por CDD
Intensidad de emisiones de GEI en FTE	13.00	12.64	11.08	9.94	9.79	9.78	kg CO <sub>2</sub> e por FTE
Agua potable tratada	105.9	98.9	95.4	99.2	102.6	98.7	mil millones de galones
Intensidad de emisiones de GEI de agua potable	1,556	1,507	1,397	1,359	1,137	908	Tm CO <sub>2</sub> e por mil millones de galones
Plantas de tratamiento de agua (WTP)	6	5	5	5	5	5	Número
Intensidad de emisiones de GEI de las WTP	27,471	31,075	27,203	27,650	23,876	23,876	Tm CO <sub>2</sub> e por WTP
Aguas residuales tratadas	42,196	42,196	40,328	40,785	41,147	46,316	millones de galones
Intensidad de emisiones de GEI de aguas residuales	3.91	3.54	3.30	3.31	2.84	1.93	Tm CO <sub>2</sub> e por millones de galones
Residuos sólidos en el lugar (WIP)	44,030,052	50,257,923	52,405,666	54,666,679	55,451,840	56,480,962	toneladas
Intensidad de emisiones de GEI de residuos sólidos	3.04	1.56	2.34	2.19	2.11	2.21	kg CO <sub>2</sub> e por tonelada de WIP
Tamaño de la flota	6,090	7,387	7,389	7,340	7,340	7,400	Número de vehículos
Intensidad de emisiones de GEI de vehículos de flota	9	7	7	7	7	6	Tm CO <sub>2</sub> e por vehículo de flota
Millas recorridas por vehículo (VMT)	52,825,683	48,022,781	—	35,990,125	—	—	VMT
Intensidad de emisiones de GEI por VMT	1	1	—	1	—	—	kg CO <sub>2</sub> e por VMT
Consumo de gasolina	3,172,441	3,976,124	3,813,990	3,936,224	4,064,327	3,951,270	galones
Consumo de diésel	5,453,484	3,324,829	1,777,341	2,579,301	691,361	205,219	galones
Consumo de diésel + B20	5,453,484	6,359,174	5,172,051	5,607,270	5,000,720	4,700,213	galones
Consumo de CNG	1,744,813	1,349,993	3,239,129	6,151,022	7,555,353	6,568,467	GGE
Millas recorridas en traslados con gasolina	80,555,678	93,917,068	83,504,307	82,130,508	57,275,929	65,100,850	millas
Millas recorridas en traslados con gasolina por empleado	5,576	7,167	5,711	5,620	3,858	4,382	millas por FTE
% de vehículos de ocupación individual	74 %	74 %	76 %	72.10 %	67.90 %	69.40 %	%
Millas de vehículos con combustible alternativo	891,044	1,140,705	1,402,897	3,354,038	3,013,192	4,115,826	millas

## Apéndice A: Equivalentes de gases de efecto invernadero

**Tabla A1. Valores del potencial de calentamiento global (GWP) de las evaluaciones AR2, AR4 y AR5 del IPCC**

Gases de efecto invernadero*	Valores de la evaluación AR2 del IPCC <sup>1</sup>	Valores de la evaluación AR4 del IPCC <sup>2</sup>	Valores de la evaluación AR5 del IPCC <sup>3</sup>
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1	1	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21	25	28
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	310	298	265

\*Solo se incluyeron dióxido de carbono, metano y óxido nitroso en los inventarios de 2005 y 2015

<sup>1</sup>Valores de GWP utilizados en los inventarios anteriores de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2005 y 2012.

<sup>2</sup>Valores de GWP utilizados en los inventarios de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno local de la Municipalidad de Phoenix de 2015.

<sup>3</sup>Valores de GWP utilizados en las emisiones de GEI provenientes de las Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix de 2018, 2020 y 2022.



## Apéndice B: Límite de Operaciones del Gobierno de la Municipalidad de Phoenix

### Instalaciones de aguas residuales

Para el inventario de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno de 2012, la Municipalidad consideró si las emisiones de la planta de tratamiento de aguas residuales (WWTP) de 91st Avenue debían ser parte del inventario. Esta planta acepta aguas residuales de varias otras municipalidades y es operada bajo un acuerdo formal de la Autoridad de Poderes Conjuntos (Joint Powers Authority, JPA). Aunque el sistema de contabilidad del LGOP recomienda que la JPA se excluya del inventario, se incluyeron todas las emisiones de estas instalaciones, ya que la municipalidad las opera y figura como la parte responsable en los permisos de aire y agua de las instalaciones. La inclusión de las emisiones completas de la planta ha continuado en el inventario actual de emisiones de GEI provenientes de las operaciones del gobierno.

### Instalaciones de residuos sólidos

El inventario de 2022 incluye las emisiones estimadas de la instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue. Dado que estas instalaciones se inauguraron en 2017, el inventario de 2018 es el primer inventario en el que se incluyen las operaciones de compostaje propiedad de la municipalidad.

### Emisiones biogénicas de CO<sub>2</sub>

Las emisiones biogénicas de CO<sub>2</sub> son emisiones que provienen de fuentes de carbono no fósiles (como biodiésel y etanol en biocombustibles combinados) y de la conversión de metano en dióxido de carbono como resultado de la quema de metano. Según el LGOP, las emisiones biogénicas de CO<sub>2</sub> no agregan carbono a la atmósfera, ya que estas fuentes de CO<sub>2</sub> son parte del ciclo natural del carbono y no cuentan para el total de emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno local. La municipalidad puede cambiar las emisiones de CO<sub>2</sub> fósil a emisiones biogénicas de CO<sub>2</sub> a través de cambiar de manera continua los vehículos de la flota que utilizan diésel a vehículos que usen mezclas de biodiésel, además del desarrollo de fuentes de electricidad basadas en biomasa.

### Instalaciones alquiladas

La municipalidad también revisó las opciones para incluir las instalaciones que son propiedad de Phoenix pero que están alquiladas a otras entidades. De acuerdo con el

control operativo en el protocolo, el inventario generalmente no incluiría la energía utilizada en las instalaciones alquiladas propiedad de la municipalidad. Sin embargo, una circunstancia única ocurre en el Aeropuerto Internacional Phoenix-Sky Harbor. El aeropuerto podría haber excluido las instalaciones que se alquilan a arrendatarios (aerolíneas, restaurantes, tiendas de regalos, etc. que representan 1/3 de las áreas de la terminal y 1/3 de las áreas de uso común) en forma proporcional porque los costos de la energía utilizados en esas instalaciones aeroportuarias se asignan a los arrendatarios en función del tamaño del área generadora de ingresos. La municipalidad optó por incluir las emisiones de la totalidad de las instalaciones propiedad del aeropuerto, ya que el aeropuerto administra los sistemas de energía del edificio y paga las facturas de energía.

### Emisiones de alcance 3

La municipalidad ha optado por informar las emisiones generadas por el traslado de los empleados y por el transporte y la regeneración de GAC porque no mantiene un control operativo directo y, por lo tanto, no está obligada a informar estas emisiones. Sin embargo, debido a que Phoenix tiene influencia sobre los hábitos de traslado de sus empleados a través de varios incentivos de viajes compartidos y trabajo a distancia, optó por incluir estas emisiones en el inventario como emisiones de alcance 3 (las clasificaciones de alcance se explican a continuación). También optó por informar las emisiones del transporte y la regeneración de GAC subcontratados como emisiones de alcance 3 en el sector de servicios de agua porque la municipalidad tiene el control financiero y la considera un área sobre la que tiene influencia. Tanto el transporte de lodo como el de residuos sólidos se incluyeron como emisiones de alcance 1, ya que esos contratos se consideran más integrales para las operaciones y el control del gobierno.

## Apéndice C: Créditos de energía renovable

Tabla C1. Créditos de energía renovable (Renewable Energy Credits, REC) propiedad de y registrados por la Municipalidad de Phoenix

REC de propiedad y registrados		
Nombre	Valor en 2022	Unidad
PPA mediante un tercero de SRP - Eloy	31,585,447	kWh
Presa Hoover	7,629,000	kWh
<b>Total</b>	<b>39,214,447</b>	<b>kWh</b>

## Apéndice D: Hallazgos por alcance

El Apéndice C presenta las emisiones de GEI generadas por las operaciones del gobierno de la municipalidad por alcance de emisiones de GEI (Alcance). Las emisiones de GEI por alcance se muestran en las Figuras D1 y D2.

Emisiones GEI por Alcance

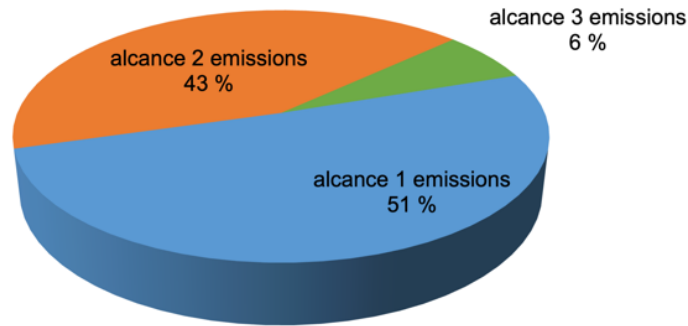


Figura D1. Emisiones de GEI por alcance

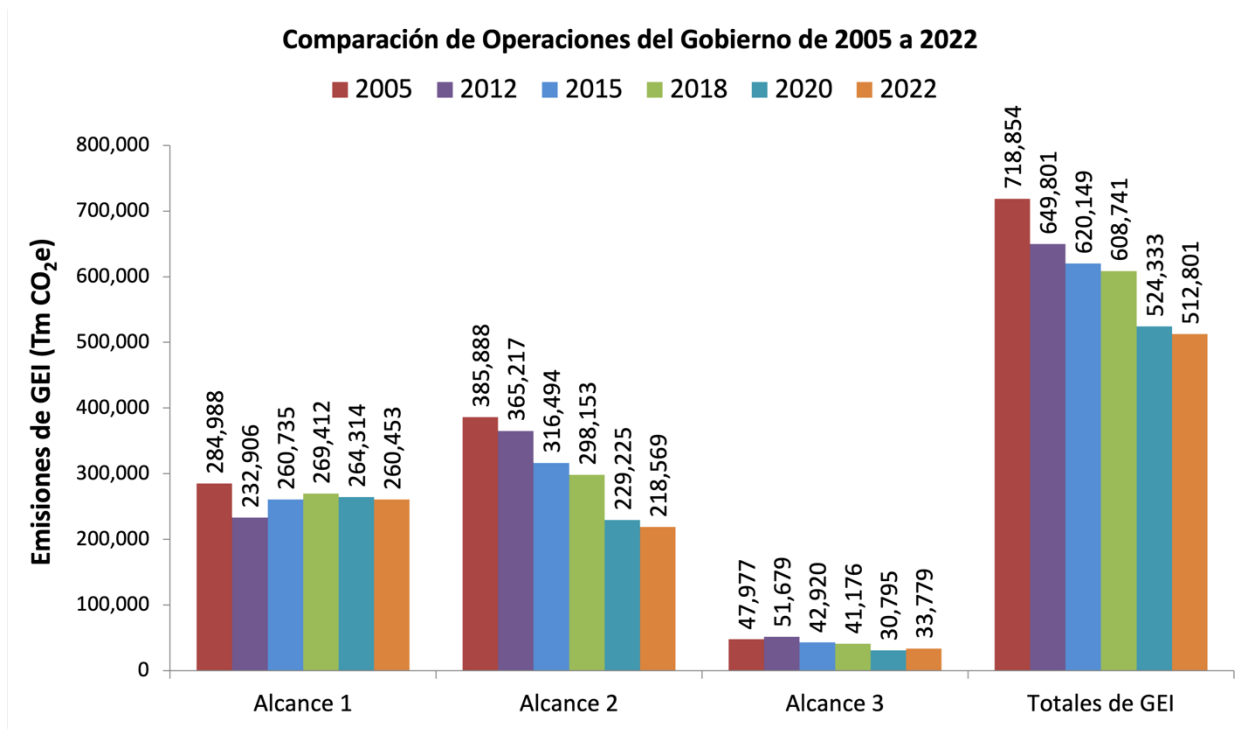
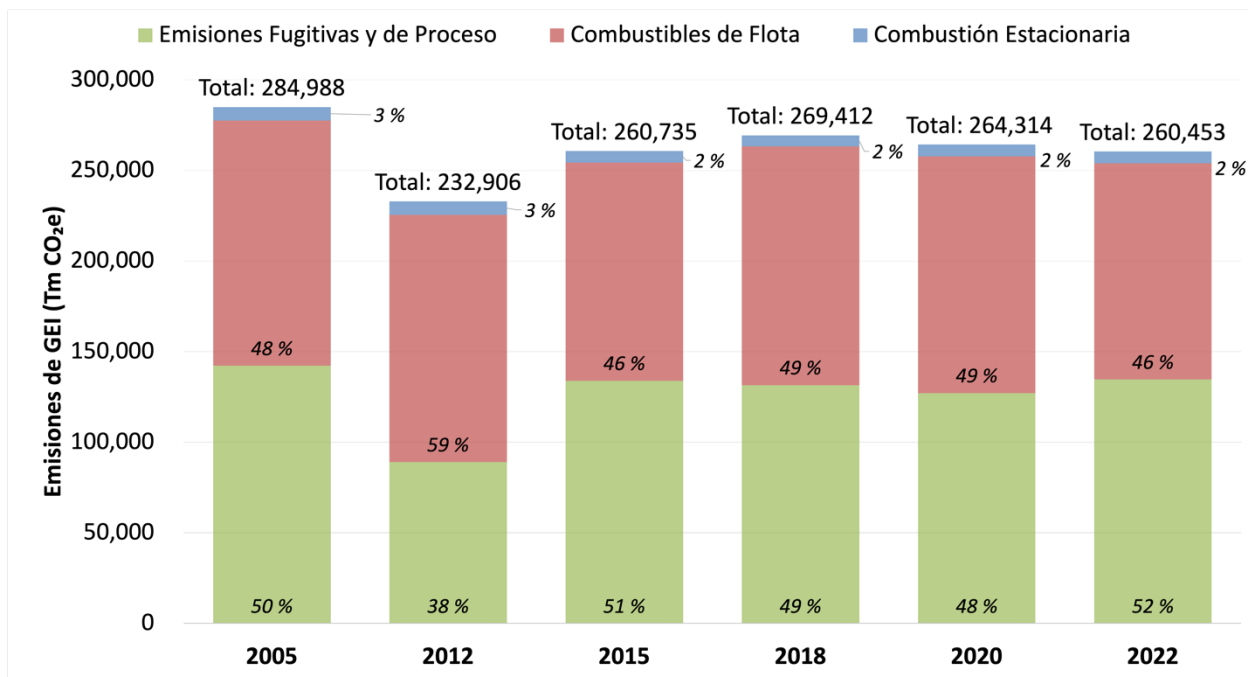


Figura D2. Emisiones de GEI generadas por las Operaciones del Gobierno por alcance y año de inventario

## Alcance 1

Las emisiones de alcance 1 contribuyen con el 52 % de las emisiones totales de la municipalidad, lo que representa 260,191 Tm CO<sub>2</sub>e. Entre 2005 y 2022, las emisiones de alcance 1 disminuyeron un 1.6 %. El alcance 1 se compone de las emisiones provenientes de la combustión estacionaria, los combustibles de flota y las emisiones fugitivas y de proceso de vertederos, así como de las plantas de tratamiento de aguas residuales (Figura D3). La combustión de gas natural en edificios y las emisiones resultantes, disminuyeron un 13 % entre 2005 y 2022, mientras que la combustión de gas natural para el tratamiento y la distribución de agua disminuyó un 42 %. Las emisiones de GEI fugitivas y de proceso de la municipalidad disminuyeron 5 % entre 2005 y 2022. Las emisiones fugitivas de metano de los vertederos disminuyeron un 12 %. Las emisiones fugitivas y de proceso del tratamiento de aguas residuales disminuyeron un 36 % debido a la captura y reutilización de metano quemado en la WWTP de 91<sup>st</sup> Avenue. La instalación de compostaje de 27<sup>th</sup> Avenue fue una nueva fuente de emisiones fugitivas y de proceso en 2018.



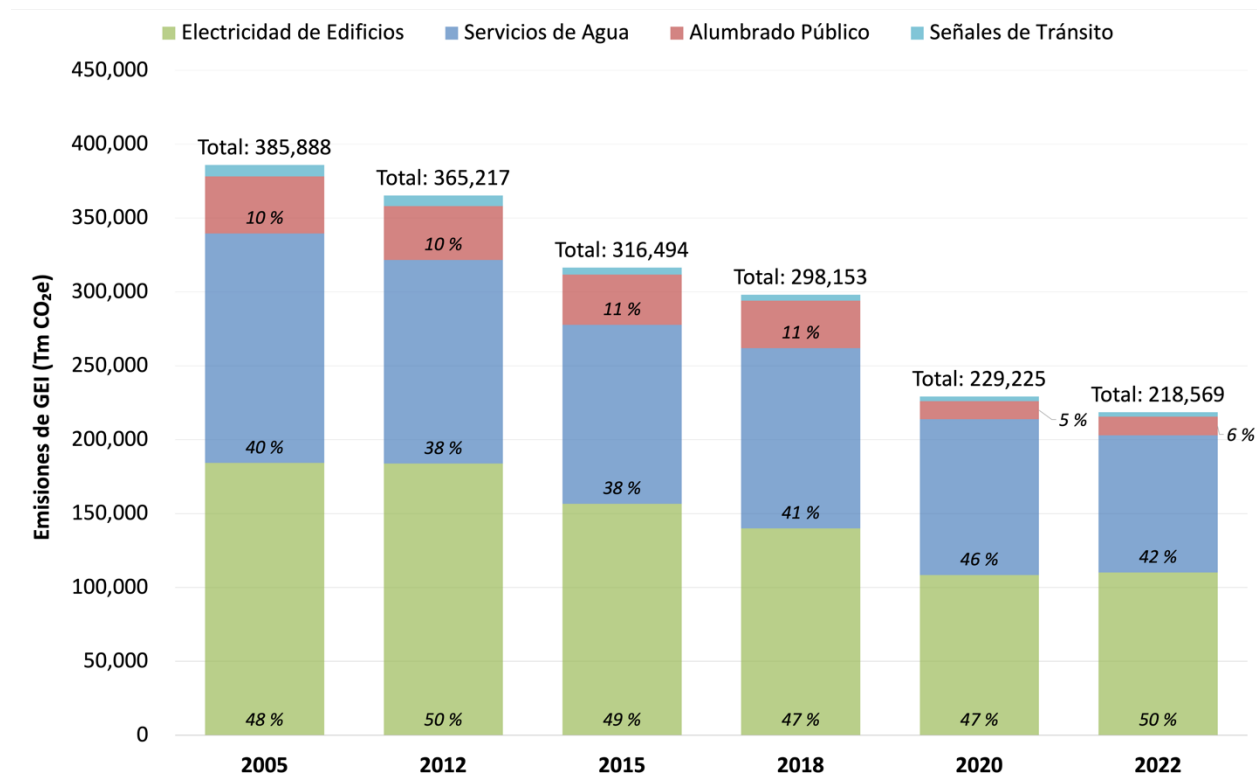
**Figura D3. Emisiones de GEI de alcance 1 por año de inventario**

El portafolio de combustible de la municipalidad ha cambiado significativamente entre 2005 y 2022 con la adición de vehículos que utilizan B20, CNG y vehículos de combustible flexible E85; los vehículos B20 se utilizan principalmente para el transporte público. Sin embargo, un aumento en las millas de servicio ocasionó que incrementaran las emisiones de combustibles de flota (transporte público) entre 2015 y 2022.

## Alcance 2

Las emisiones de GEI de alcance 2 son emisiones indirectas de GEI provenientes de la generación de electricidad fuera del sitio utilizada en edificios municipales, alumbrado público, señales de tránsito y tratamiento de aguas residuales. Las emisiones de alcance 2 provenientes de la generación de electricidad se calculan a partir de la electricidad facturada, por lo que los beneficios de la generación de electricidad in situ a partir de proyectos de energía solar no se contabilizan directamente, además de que es posible que los edificios consuman más electricidad (tanto solar como generada en la red) que la que se factura (solo con base en la red).

Las emisiones de alcance 2 representan el 43 % de las emisiones totales de la municipalidad, alcanzaron un total de 218,569 Tm CO<sub>2</sub>e (Figura D4) y también disminuyeron un 43 % entre 2005 y 2022. Las emisiones de GEI de alcance 2 disminuyeron significativamente durante un período en el que la electricidad comprada disminuyó solamente un 4 %. Entre 2005 y 2022, la intensidad de las emisiones de carbono de la electricidad comprada en Arizona disminuyó un 41 % debido al aumento de la generación de energía renovable y gas natural y a la disminución de la generación de carbón en la red eléctrica de la región.

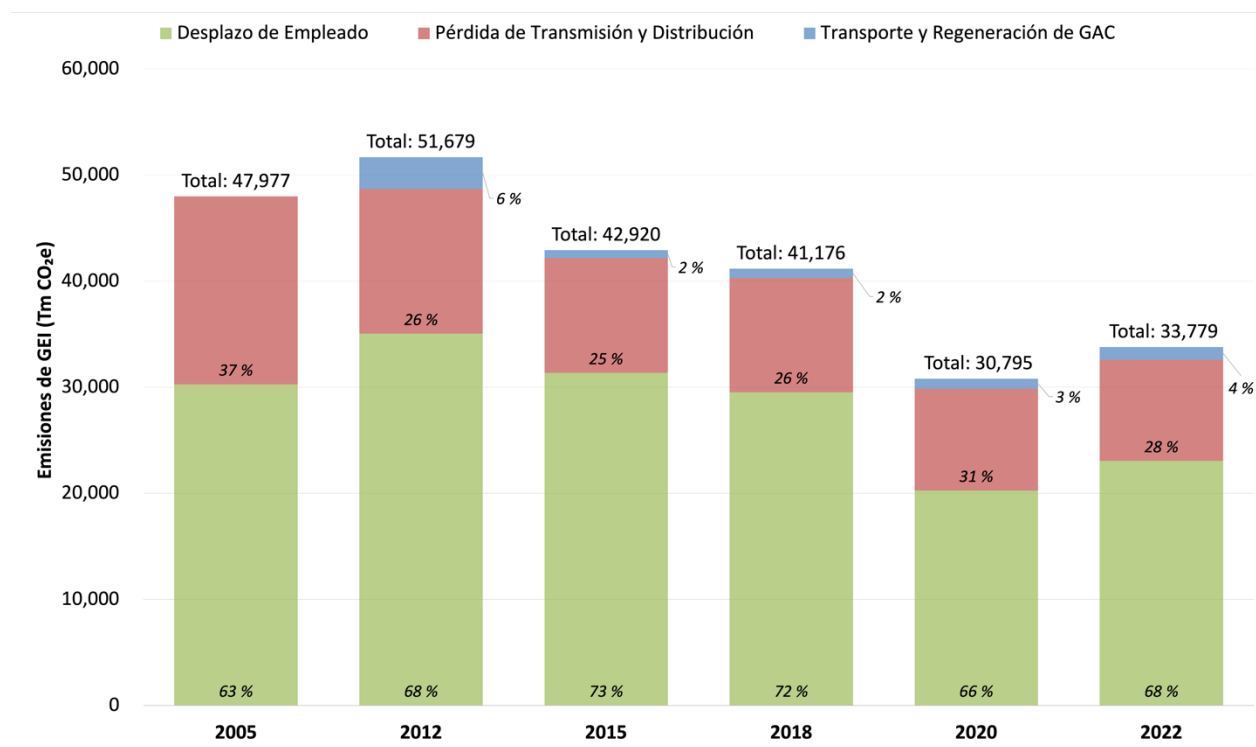


**Figura D4. Emisiones de GEI de alcance 2 por año de inventario**

### Alcance 3

El alcance 3 se compone de las emisiones de combustible generadas por el traslado de los empleados, el transporte y la regeneración de GAC, y la pérdida total de T&D en la red eléctrica asociada con la electricidad comprada por la municipalidad. Si bien la municipalidad no controla operativamente las emisiones de alcance 3, el LGOP fomenta la presentación de informes de actividades relevantes para los programas y objetivos de GEI de una municipalidad. La municipalidad optó por informar las emisiones de estos sectores porque tiene cierta capacidad para impactar en esas actividades a través de varias políticas, programas y contratos.

Las emisiones de alcance 3 representan el 6 % de las emisiones totales de la municipalidad con un total de 33,779 Tm CO<sub>2</sub>e. Entre 2005 y 2022, las emisiones de alcance 3 disminuyeron un 30 %. Las emisiones de GEI generadas por el traslado de los empleados son el mayor componente (68 %) de las emisiones del alcance 3 (Figura D5).



**Figura D5. Emisiones de GEI de alcance 3 por año de inventario**