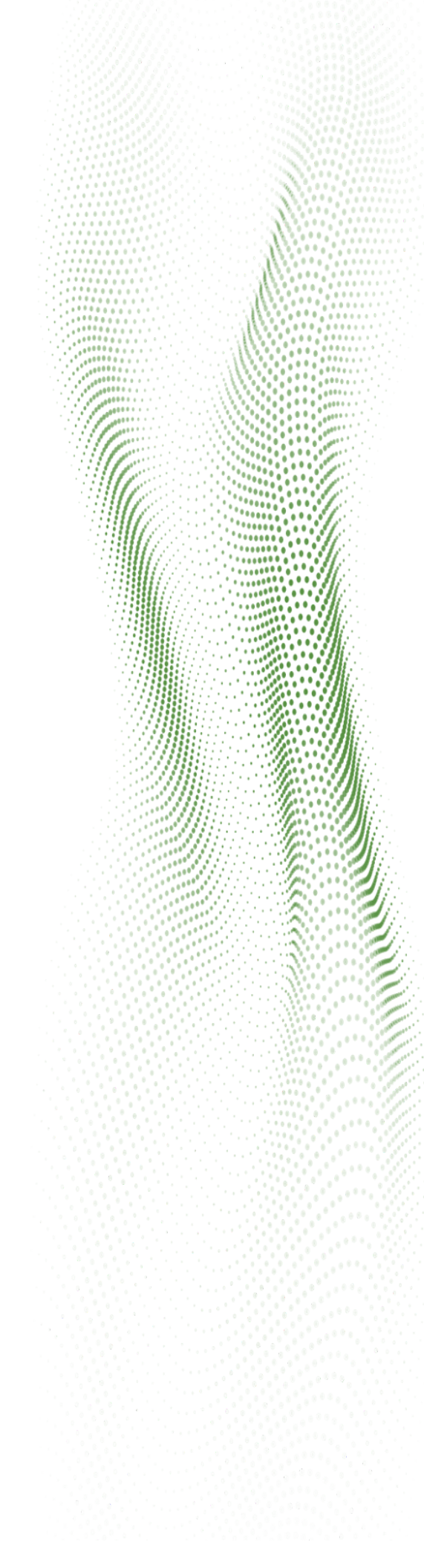




AURION

Informe Huella de Carbono 2024

**Huella de Carbono de Carbono
de la Cadena de Valor de
NATURGAS S.A.**

Tachyus Corporation
Houston TX 77007
www.tachyus.com

Octubre 8
2025

Ficha Técnica

Título:

Huella de Carbono de Carbono de la Cadena de Valor de NATURGAS S.A.

Fecha de elaboración:

Octubre 2025

Autor:

Hillmert Solano, MSc.
Líder técnico y de proyecto
Tachyus Corporation

Solicitante:

Asociación Colombiana del Gas Natural - NATURGAS S.A.
Bogotá D.C., Colombia

Declaración de responsabilidad:

Este informe se sustenta en información proporcionada por NATURGAS y sus empresas afiliadas para los distintos segmentos de la cadena de valor. Tachyus Corporation ha aplicado criterios de calidad y consistencia razonables; no obstante, no declara ni garantiza, expresa o implícitamente, la integridad, precisión, idoneidad o actualidad de la información y no acepta responsabilidad por errores, omisiones o por las decisiones que se adopten con base en este documento. Las estimaciones, proyecciones y recomendaciones aquí contenidas dependen de supuestos técnicos y operativos y de condiciones externas sujetas a cambio. En consecuencia, los resultados reales pueden diferir materialmente de lo previsto por circunstancias fuera del control de Tachyus Corporation.

Sobre Tachyus

Fundada en 2014, Tachyus es líder en optimización de operaciones para la industria de petróleo y gas. Aqueon, nuestra plataforma de modelado y optimización de procesos de inyección de agua, impulsada por nuestra tecnología patentada Data Physics®, ha incrementado la producción y reducido costos y emisiones de gases de efecto invernadero para operadores en todo el mundo. Recientemente ampliamos Aqueon para la optimización de EOR con CO₂, y ya está siendo utilizada por operadores de primer nivel en Estados Unidos.

A comienzos de 2021, Tachyus incursionó en el ámbito ESG (Ambiental, Social y de Gobernanza) con Aurion, un software totalmente integrado que ayuda a industrias intensivas en GEI, como petróleo y gas, a estimar, pronosticar, optimizar y reportar emisiones e intensidades. Desde entonces, nos hemos posicionado rápidamente como referentes en este campo, con más de 20 clientes en Estados Unidos, Medio Oriente y América Latina.

Sobre Aurion

Aurion es una plataforma de software basada en la web diseñada para ayudar a las organizaciones a medir, monitorear, modelar, pronosticar y reportar las emisiones de GEI de Alcance 1, 2 y 3 en diversos sectores. De forma predeterminada, Aurion incorpora metodologías alineadas con el GHG Protocol y otros estándares globalmente reconocidos, como ISO 14064:2018 e ISO 14083:2023. La plataforma admite marcos de reporte tanto obligatorios como voluntarios, incluida la guía específica por industria, garantizando informes de emisiones completos y conformes.

Aurion recopila datos tanto manualmente como de forma automática desde múltiples fuentes, los centraliza y los mapea a modelos para un análisis más profundo. Facilita la colaboración entre los distintos actores y ofrece funciones como trazabilidad (audit trail), control de versiones y generación de reportes para fines regulatorios, ESG, voluntarios e internos. Las capacidades de Aurion permiten estimar emisiones pasadas, presentes y futuras, evaluar el impacto de decisiones operativas sobre las emisiones y comparar el desempeño frente a estándares del sector. La plataforma también incluye análisis de sensibilidad y escenarios “what-if”, lo que ayuda a identificar los impulsores clave de la huella de carbono y a explorar posibles estrategias de reducción.

Con Aurion, las empresas pueden agilizar el reporte de GEI, los cálculos de huella de carbono y la proyección (forecasting), apoyando la toma de decisiones para los esfuerzos de descarbonización. La plataforma ayuda a definir y hacer seguimiento a metas de carbono neutralidad, crear planes operativos para alcanzarlas y comunicar avances a reguladores, inversionistas y demás partes interesadas de manera clara y basada en datos.

El marco robusto de Aurion asegura que los informes de emisiones estén alineados con el GHG Protocol, las normas ISO y las directrices obligatorias y voluntarias, permitiendo una integración fluida con diversos requisitos de reporte. Su reportería y visualización basadas en jerarquías permiten comprender las emisiones en múltiples niveles, desde instalaciones individuales hasta el ámbito corporativo. Los tableros y reportes totalmente personalizables posibilitan la generación automática de informes a la medida para la gerencia, las autoridades regulatorias y otros actores clave.

Contenido

1. Resumen Ejecutivo	6
2. Introducción	8
3. Metodología	9
4. Huella de Carbono y de Metano	11
5. Intensidad de GEI y de Metano	15
6. Emisiones evitadas por uso de gas natural en 2024	18
7. Conclusiones	21
8. Referencias	22

1. Resumen Ejecutivo

Este informe presenta el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del sector del gas natural en Colombia correspondiente al año 2024, elaborado para la Asociación Colombiana de Gas Natural (Naturgas) a partir de la información oficial reportada por sus empresas afiliadas.

Este inventario, que toma como año base el 2022, cuantifica y evalúa el desempeño de la industria con respecto a las emisiones de GEI, medir la efectividad de los programas de descarbonización y generar comparaciones tanto a nivel nacional como internacional.

Resultados principales

- **Emisiones de GEI:** se estiman en 2,10 millones de toneladas de CO₂e, representando una reducción del 27% respecto al año base.
- **Emisiones de metano (CH₄):** totalizaron 15,01 kilotoneladas, equivalentes a una reducción del 26% frente al año base.
- **Intensidad de GEI:** alcanzó 8,00 tCO₂e/MPC, mostrando una mejora del 29% respecto a 2022.
- **Intensidad de metano:** cerró en 0,26%, reflejando una disminución del 33% desde 2022.

Comparaciones relevantes

- Al igual que en vigencias anteriores, las emisiones del sector representaron menos del 1% del inventario nacional de Colombia, de acuerdo con el último BUR (Tercer Informe Bienal) disponible (IDEAM, 2022).
- En términos internacionales, Naturgas contribuye con solo 0,16% de las emisiones globales de la industria del gas, al comparar el presente reporte con la estimación publicada por la Agencia Internacional de Energía (IEA).

- La intensidad de metano en Colombia se ubica por debajo de los valores referenciales de ONE Future, que abarca una representación importante de la cadena de valor del gas natural en Estados Unidos.:
 - **Naturgas** (Colombia): 0,39% (2022) a 0,27% (2023) a 0,26% (2024).
 - **ONE Future** (EE. UU.): 0,42% (2022) a 0,33% (2023)

Emisiones evitadas

El uso de gas natural en 2024 evitó la emisión de aproximadamente 26,85 millones de toneladas de CO₂e en Colombia. Esta cifra equivale a aproximadamente el 10% del último inventario nacional oficial. Esta metodología considera el combustible alternativo más probable para cada sector, el consumo real de gas natural y las eficiencias energéticas de las tecnologías empleadas.

Conclusiones clave

- El sector del gas natural consolidó en 2024 una reducción sostenida de emisiones, validando las medidas de eficiencia energética, detección y cierre de fugas, programas de mantenimiento preventivo, entre otros.
- En 2024, la industria del gas natural logró una operación más limpia en la cadena de valor del producto, logrando un 29% menos de emisiones de GEI y 33% menos de metano que en 2022, por pie cúbico de gas.
- El desempeño de Naturgas coloca al país en una posición de liderazgo en la región, mostrando intensidades de metano inferiores a referentes internacionales.
- El gas natural se ratifica como combustible de transición energética, no solo por sus menores emisiones directas, sino también por su capacidad de evitar emisiones significativas en sectores usuarios.

2. Introducción

La Asociación Colombiana del Gas Natural (NATURGAS), en el marco de la Alianza del Sector Gas Natural: Camino Hacia la Carbono Neutralidad, ha consolidado su ejercicio anual de reporte de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y metano a lo largo de toda la cadena de valor del gas natural en Colombia para el año 2024. Este inventario, que toma el 2022 como año base del ejercicio de reporte, refleja los avances alcanzados por el sector en la reducción de emisiones de GEI, en línea con los compromisos sectoriales, nacionales y globales de sostenibilidad y de acción por el clima.

El documento presenta los resultados consolidados de las emisiones de 2024, comparándolos con los niveles del año base, e incorpora un análisis detallado de las reducciones logradas en cada uno de los segmentos de la cadena de valor (producción, transporte, distribución y comercialización). Además de ello, se destacan las emisiones evitadas derivadas del uso final del gas natural frente a combustibles alternativos, lo cual resalta su papel estratégico como combustible de la transición energética.

De esta forma, la huella de carbono 2024 se constituye como una herramienta clave para demostrar el impacto positivo de las medidas implementadas en eficiencia energética, reducción de venteos y quemas, monitoreo y cierre de fugas, así como para reafirmar la posición de NATURGAS como referente regional en la gestión transparente de emisiones. Con este ejercicio, el sector ratifica su compromiso de avanzar hacia la carbono neutralidad y de consolidar al gas natural como un aliado clave en la transición energética de Colombia.

3. Metodología

El Inventario de Emisiones del 2024 se elaboró con base en la información reportada directamente por las empresas afiliadas, lo que permitió consolidar las emisiones de toda la cadena de valor del gas natural de los afiliados de NATURGAS S.A.; que cubre más del 98% del volumen de gas producido, transportado, distribuido y comercializado. A través de este enfoque se asegura que los resultados reflejan la realidad operativa del sector y facilita la trazabilidad de los datos frente a los compromisos ambientales asumidos por cada compañía y por el sector en el marco de la Alianza del Sector Gas Natural: Camino Hacia la Carbono Neutralidad.

El proceso metodológico siguió los siguientes pasos:

- Revisión de la información entregada por las empresas: se llevó a cabo una revisión detallada de cada reporte, verificando la consistencia con años anteriores y asegurando que las emisiones incluyeran todos los segmentos (producción, transporte, distribución y comercialización).
- Recolección y clasificación de datos: las empresas reportaron emisiones diferenciadas por tipo de gas y fuente. Se recopilaban tanto las emisiones directas (alcance 1) como las emisiones indirectas por consumo de energía (alcance 2), bajo las directrices del GHG Protocol y el marco metodológico del IPCC (2006 y 2019). Las emisiones incluyeron:
 - Dióxido de carbono (CO₂).
 - Metano (CH₄).
 - Óxidos de nitrógeno (N₂O).
- Los datos fueron desagregados según categorías relevantes para la operación del gas natural y establecidas por API (2021):
 - Combustión estacionaria.
 - Combustión móvil.
 - Quema de gas residual.

- Procesos y venteos rutinarios.
- Emisiones fugitivas.
- Energía eléctrica adquirida.
- Toda la información fue integrada en la plataforma Aurion, desarrollada por Tachyus, que permitió:
 - Centralizar los datos y estandarizar formatos de reporte.
 - Realizar cálculos automatizados de huella de carbono.
 - Generar reportes segmentados por eslabón de la cadena de valor.
 - Comparar resultados con históricos, lo que aportó trazabilidad y control de evolución en el tiempo.
- Finalmente, se realizó la validación cruzada con los datos de años anteriores y con las acciones ejecutadas por las empresas, garantizando precisión y consistencia. Esto aseguró que el inventario fuera comparable con la línea base de 2022 y con otros inventarios nacionales e internacionales.

Además del inventario directo de emisiones, se estimaron las emisiones evitadas por el uso de gas natural en la matriz energética colombiana en 2024. Este cálculo se realizó con la siguiente metodología:

- Se partió de los volúmenes reportados por el gestor del mercado y por las empresas afiliadas.
- Para cada sector (generación eléctrica, industrial, transporte, residencial, comercial, entre otros), se infirió mediante un enfoque proxy el combustible sustituto más plausible del gas natural en ausencia de este
- Se estimó la diferencia entre las emisiones que generaría la combustión del combustible alternativo y las emisiones reales del gas natural. Para este cálculo se tomaron en cuenta la eficiencia de los equipos y tecnologías en cada sector, de manera que el cálculo refleja la energía útil entregada al usuario final.

4. Huella de Carbono y de Metano

La huella de carbono de NATURGAS para 2024, comparada con 2022 (línea base) y 2023, es la siguiente:

Tabla 1. Emisiones de GEI por segmento (millones de toneladas de CO₂e).

Segmento	2022	2023	2024
Producción	2.32	1.81	1.47
Transporte	0.25	0.57	0.41
Distribución y Comercialización	0.31	0.25	0.21
Total	2.88	2.63	2.10

En conjunto, las emisiones del sector pasaron de 2,88 MtCO₂e en 2022 a 2,10 MtCO₂e en 2024, lo que representa una reducción del 27,2% en términos absolutos. El análisis por segmentos permite entender mejor las dinámicas de esta variación:

- **Producción:** El segmento pasó de 2,32 MtCO₂e en 2022 a 1,47 MtCO₂e en 2024, equivalente a una disminución del 36,7%. Esta reducción está asociada a la adopción de mejores prácticas operacionales por parte de las operadoras de campos de producción de gas natural. Entre estas se destacan la puesta en marcha de proyectos de eficiencia energética, eliminación de venteos, programas de identificación y cierre de fugas, y optimización de quema de gas asociado.

- **Transporte:** Las emisiones pasaron de 0,25 MtCO₂e en 2022 a 0,41 MtCO₂e en 2024, equivalente a un incremento del 64,1% frente a la línea base. No obstante, al revisar la evolución anual se observa que en 2023, tras la implementación de mejoras metodológicas, las emisiones reportadas se incrementaron al incorporar con mayor detalle las pérdidas fugitivas en el sistema. En 2024, bajo la misma metodología, el segmento mostró una reducción frente a 2023, lo que confirma que los programas de identificación y reparación de puntos críticos de fuga a lo largo de los sistemas de transmisión del gas natural han tenido un efecto positivo. En este sentido, aunque el valor consolidado de 2024 es mayor al de 2022, refleja a la vez una mayor precisión en la cuantificación y los primeros resultados de las acciones de mitigación aplicadas en el segmento.
- **Distribución y Comercialización:** Se redujo de 0,31 MtCO₂e en 2022 a 0,21 MtCO₂e en 2024, es decir, un 30,7% menos. La caída se explica por mejoras en la eficiencia de estaciones de medición y redes, así como por programas sistemáticos de detección y sellado de fugas en infraestructura urbana, y de mantenimientos.
- **Total consolidado:** La reducción neta de 0,78 MtCO₂e en dos años confirma que los esfuerzos del sector han tenido un impacto real. Aunque las emisiones en el segmento de transporte crecieron por la identificación de fugas a lo largo de los sistemas de transmisión, los descensos en producción y distribución lograron compensar y llevar el total a la baja, alineado con los objetivos de descarbonización al 2030.

Por otro lado, las emisiones de metano (CH₄) reportadas se muestran a continuación:

Tabla 2. Emisiones de CH₄ por segmento (miles de toneladas de CH₄).

Segmento	2022	2023	2024
Producción	6,30	2,46	2,69
Transporte	4,08	10,35	5,71
Distribución y Comercialización	9,95	3,84	6,69
Total	20,32	16,65	15,10

En total, las emisiones de metano descendieron de 20,32 kt en 2022 a 15,10 kt en 2024, lo que equivale a una reducción absoluta de 5,22 kt (-25,7%). A continuación se detalla la variación por segmento:

- **Producción:** Se redujo de 6,30 kt en 2022 a 2,69 kt en 2024 (-57,2%). Esta disminución está directamente relacionada con la aplicación de programas de reducción de venteos y el cierre de puntos críticos de fuga en instalaciones de superficie. La introducción de monitoreo continuo y campañas de medición directa permitió identificar y eliminar emisiones que anteriormente no estaban cuantificadas con precisión.
- **Transporte:** Las emisiones de metano aumentaron de 4,08 kt en 2022 a 5,71 kt en 2024, lo que equivale a un incremento del 40,1% frente al año base. Sin embargo, es importante señalar que en 2023 se introdujeron mejoras metodológicas en la estimación de fugitivas, que llevaron a un aumento en los valores reportados al capturar fuentes antes no cuantificadas con suficiente detalle. Bajo esta nueva metodología, el resultado de 2024 muestra una disminución respecto a 2023, evidencia de que las acciones de inspección, mantenimiento y sellado de fugas implementadas en estaciones y gasoductos comienzan a reflejarse en reducciones medibles. Así, aunque la comparación con 2022 muestra un aumento, el dato de 2024 representa una cifra más

precisa y, al mismo tiempo, un indicador de que las medidas de control están funcionando.

- **Distribución y Comercialización:** de 9,95 kt en 2022 a 6,69 kt en 2024 (-32,7%). La reducción se explica por proyectos masivos de detección y reparación de fugas en redes urbanas, la renovación de equipos de regulación y el fortalecimiento de programas de mantenimiento. Estas acciones se reflejaron en un descenso sostenido y verificable de emisiones en este segmento.
- **Total consolidado:** La disminución neta de más de 5 kt de CH₄ representa uno de los logros más relevantes del sector, dado el alto potencial de calentamiento global del metano. Aunque el transporte mostró un aumento, la reducción en producción y distribución asegura que el balance global sea positivo,

5. Intensidad de GEI y de Metano

Las intensidades de emisión permiten evaluar la eficiencia del sector en términos relativos, al relacionar las emisiones con la magnitud de gas comercializado. Este indicador es clave porque muestra si las reducciones responden únicamente a cambios de actividad o si también reflejan mejoras estructurales en la operación.

Tabla 3. Intensidades de GEI y Metano (2022–2024).

Indicador	2022	2023	2024
Intensidad de GEI (tCO ₂ e/MPC)	11,19	9,46	8,00
Intensidad de Metano (%)	0,39	0,27	0,26

En 2024, la intensidad de GEI del sector se ubicó en 8,00 tCO₂e/MPC, mientras que la intensidad de metano cerró en 0,26%. Estos resultados confirman una mejora sostenida desde el año base 2022 y consolidan al gas natural como un sector que no solo reduce emisiones absolutas, sino que también opera de manera más eficiente en términos relativos.

A partir de estos valores, se puede concluir que:

- **Intensidad de GEI:** La reducción de 11,19 a 8,00 tCO₂e/MPC (–28,5%), la cual está por encima de la reducción relativa en el total de emisiones evidencia que las mejoras no dependen únicamente de menor actividad en segmentos específicos, sino de acciones directas de eficiencia llevadas a cabo en cada uno de los segmentos.
- **Intensidad de Metano:** La caída de 0,39% a 0,26% (–33,3%) es especialmente relevante dado el alto GWP del CH₄. Este indicador refleja la efectividad de los

programas de detección y reparación de fugas (LDAR), el fortalecimiento de mantenimientos programados y la mejora en los inventarios de emisiones fugitivas. Cabe notar que entre 2023 y 2024 la intensidad se mantuvo prácticamente estable, lo que sugiere que los grandes beneficios iniciales ya fueron capturados y que las reducciones adicionales requerirán intervenciones más específicas y costosas.

- **Eficiencia estructural:** El descenso simultáneo de ambas intensidades confirma que el sector está operando con una menor huella de carbono por unidad de gas comercializado, alineándose con los objetivos internacionales de reducción de metano y con la meta de descarbonización hacia 2030.

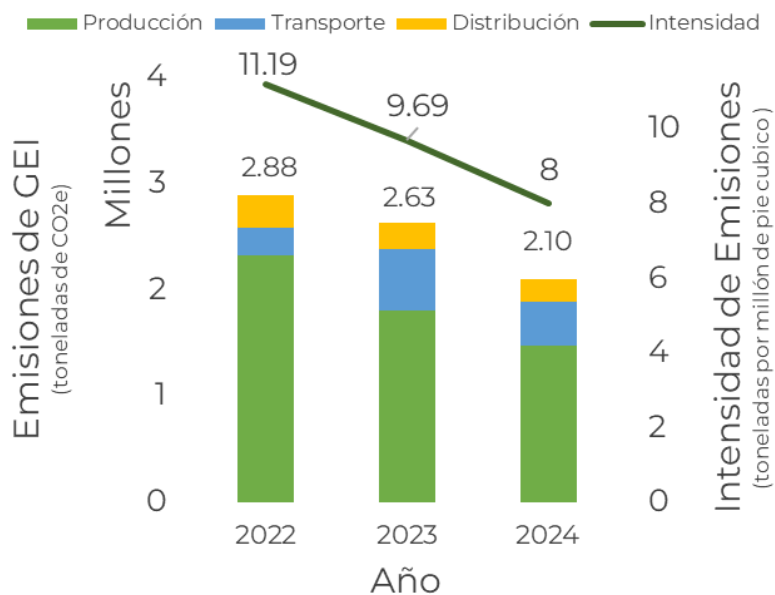


Figura 1. Emisiones e intensidad de emisiones de GEI.

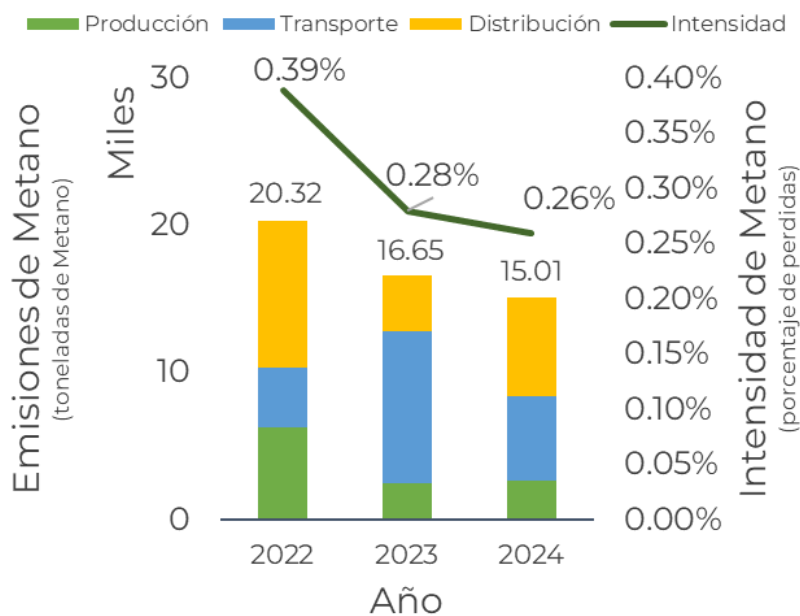


Figura 2. Emisiones e intensidad de emisiones de metano.

6. Emisiones evitadas por uso de gas natural en 2024

Para tal fin, se evalúan las emisiones evitadas en los sectores térmico, industrial, refinerías, residencial, comercial, movilidad (gas natural vehicular), petroquímica, compresoras y otros. La comparación se realiza frente al combustible sustituto más plausible en cada sector (por ejemplo, carbón en generación térmica; combinaciones fuel-oil/carbón en industria; GLP en residencial y comercial; gasolina en movilidad), y se ajusta por la eficiencia de conversión de cada tecnología para expresar resultados a energía útil.

La emisión evitada anual en un sector s con sustituto a se estima como la diferencia de intensidades de emisión a energía útil entre el sustituto y el gas natural, multiplicada por la demanda útil del sector:

$$\text{Evitadas}_{s,a} = \left(\frac{FE_a}{\eta_a} - \frac{FE_{GN}}{\eta_{GN}} \right) \times E_{\text{útil},s}$$

donde FE son factores de emisión de combustión (tCO₂ por unidad de energía) y η las eficiencias de conversión representativas por sector/tecnología. Este esquema evita sesgos al no comparar combustibles sólo por poder calorífico, sino por servicio energético entregado.

Para el cálculo, se consideraron los siguientes supuestos:

- **Térmico:** sustitución por carbón natural en generación de electricidad, con eficiencias típicas mayores en tecnologías a gas natural frente a equipos a carbón.
- **Industria:** sustitución mixta 50% fuel oil y 50% carbón, representativa de matrices térmicas industriales heterogéneas.
- **Refinerías:** sustitución por fuel oil en hornos y calderas de proceso.
- **Residencial y comercial:** sustitución por GLP en cocción y agua caliente sanitaria, con eficiencias características de equipos finales.
- **Movilidad (gas natural vehicular):** sustitución por gasolina en vehículos.
- **Petroquímica, compresoras y otros:** sustituciones específicas (p. ej., fuel-oil o diésel por gas natural) en aplicaciones térmicas y auxiliares.

Los cálculos arrojan un total de 26,85 MtCO₂e de emisiones evitadas en 2024. La distribución por sectores es heterogénea y está dominada por el componente térmico:

- **Térmico (carbón):** 17,52 MtCO₂e. Es la mayor contribución, explicada por la combinación de alto factor de emisión del carbón y mejor eficiencia de tecnologías a gas natural.
- **Industria (50% fuel oil/ 50% carbón):** 4,31 MtCO₂e. El supuesto mixto eleva la intensidad alternativa promedio; el ajuste por eficiencia mantiene un diferencial robusto a favor del gas natural.
- **Refinerías (fuel oil):** 1,52 MtCO₂e, coherente con la mayor intensidad del FO en hornos/calderas y eficiencias operativas representativas a gas natural.
- **Residencial (GLP):** 1,61 MtCO₂e y **Comercial (GLP):** 0,22 MtCO₂e. Aunque de menor magnitud, aportan de forma estable al consolidado una vez consideradas las eficiencias de equipos finales.
- **Movilidad (gasolina):** 1,42 MtCO₂e, consistente con la diferencia de factores de emisión y el rendimiento del tren motriz considerado.
- **Petroquímica (fuel oil):** 0,16 MtCO₂e; **Compresoras (diésel):** 0,07 MtCO₂e; **Otros (diésel):** aproximadamente 0,00 MtCO₂e.

El resultado global refleja diferenciales de intensidad de emisión a energía útil entre sustitutos y el gas natural. Allí donde el factor de emisión del sustituto es alto (carbón, fuel-oil) y la eficiencia de conversión favorece al gas natural, el término diferencial de eficiencias se vuelve significativamente positivo, maximizando las evitadas. Esto explica el peso dominante del bloque térmico y, en menor medida, de industria y refinerías. En cargas difusas (residencial/comercial), el beneficio absoluto es menor, pero sostenido, gracias al diferencial GLP vs. gas natural y al rendimiento efectivo en usos finales.

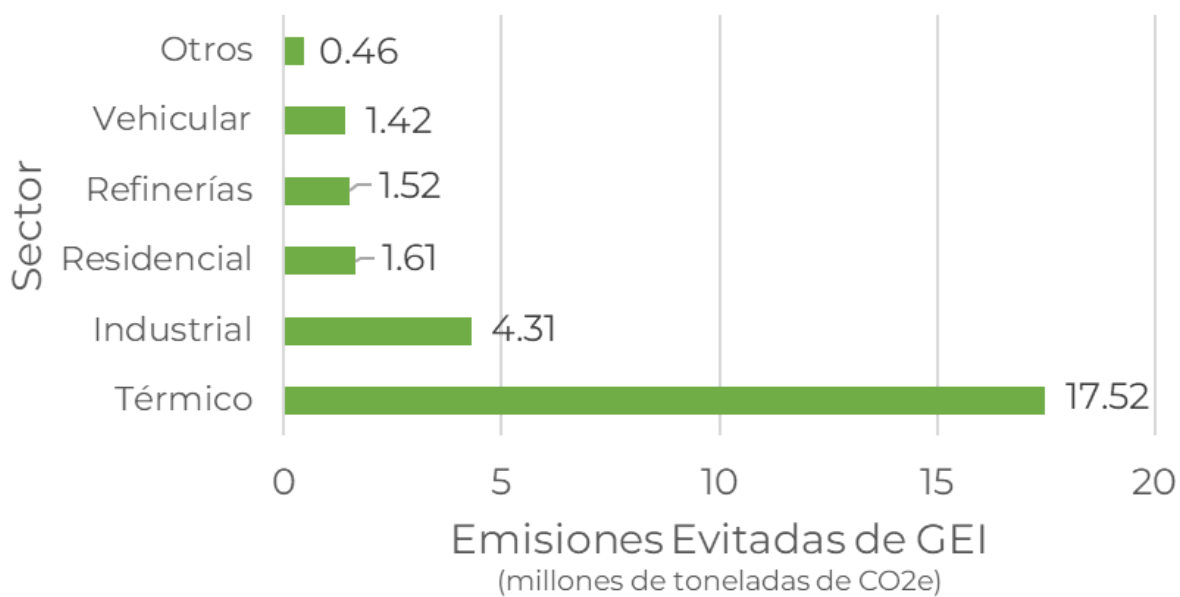


Figura 3. Emisiones evitadas por uso del gas natural en Colombia.

7. Conclusiones

El inventario de emisiones de 2024 confirma una mejora sólida y consistente del sector gasífero colombiano en materia de emisiones. Las emisiones absolutas de GEI se situaron en 2,10 MtCO₂e (-27% frente a 2022) y las de metano en 15,10 kt (-26% respecto a 2022). En términos relativos, la intensidad de GEI alcanzó 8,00 tCO₂e/MPC (-28,5%) y la intensidad de CH₄ cerró en 0,26% (-33,3%). Estas variaciones reflejan mejoras reales en eficiencia operativa, control de fugas y disciplina metodológica, no simples efectos de actividad.

A nivel de segmentos, el descenso agregado se explica por reducciones claras en producción y en distribución/comercialización. En transporte, aunque el valor de 2024 permanece por encima de 2022, se observa disminución frente a 2023 bajo el mismo estándar metodológico, lo que indica efectos positivos de los programas de mantenimiento, identificación de puntos críticos y sellado de fugas. La consistencia metodológica entre años permite atribuir con mayor confianza estas variaciones a acciones de mitigación y a mejoras de gestión.

En el plano comparativo, el sector representa menos del 1% del inventario nacional y alrededor de 0,16% de las emisiones globales de la industria del gas. La intensidad de metano de 2024 (0,26%) se ubica por debajo de referentes internacionales exigentes, lo que respalda el posicionamiento del gas natural colombiano como un actor con desempeño relativo favorable y capacidad de mejora continua en indicadores críticos.

Finalmente, el uso de gas natural permitió evitar 26,85 MtCO₂e en 2024 frente a los combustibles alternativos considerados, con un aporte dominante del bloque térmico por la sustitución de carbón y contribuciones relevantes de industria, refinerías, residencial/comercial y movilidad. En conjunto, los resultados de 2024 ofrecen una trayectoria creíble y medible de descarbonización, y orientan las prioridades para 2025: profundizar la reducción de metano, sostener la optimización energética y reforzar la gobernanza de datos para mantener intensidades por debajo de referencias internacionales.

8. Referencias

- American Petroleum Institute. (2021). Compendium of greenhouse gas emissions methodologies for the oil and natural gas industry (2021 update). Washington, DC: API.
- IDEAM. (2022). *Tercer Informe Bienal de Actualización (BUR3) ante la CMNUCC*. de Ambiente y Desarrollo Sostenible / CMNUCC.
- Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (Eds.). (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC.
- International Energy Agency (IEA). (2025). *Global Methane Tracker 2025*. IEA.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Volume 2 – Energy*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *2013 Supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands*. Edited by T. Hiraishi, T. Krug, K. Tanabe, N. Srivastava, J. Baasansuren, M. Fukuda & T. G. Troxler. IPCC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Edited by E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, A. Osako, Y. Pyrozhenko, P. Shermanau & S. Federici. IPCC.
- International Organization for Standardization (ISO). (2018). *ISO 14064-1:2018—Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals*. ISO.

- International Organization for Standardization (ISO). (2023). *ISO 14083:2023—Greenhouse gases—Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations*. ISO.
- ONE Future Coalition. (2023). *Annual Report on Calendar Year 2022 Methane Intensities*. ONE Future Coalition.
- ONE Future Coalition. (2024). *Annual Report on Calendar Year 2023 Methane Intensities*. ONE Future Coalition.
- World Resources Institute (WRI). (2015/2023). *GHG Protocol Scope 2 Guidance: An amendment to the GHG Protocol Corporate Standard* (ed. revisada y actualizada). WRI.
- World Resources Institute (WRI) & World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (2004/2015). *The Greenhouse Gas Protocol: Corporate Accounting and Reporting Standard (revised edition)*. WRI & WBCSD.