



Financiado por la
Unión Europea

Esta actividad hace parte del proyecto Diálogos
Climáticos de la Unión Europea

Resumen de política: Interacción entre la gestión de la Calidad del Aire y la mitigación de Gases de Efecto Invernadero

Fortalecimiento de la información sobre emisiones de metano para la toma de decisiones y diálogos sectoriales para apoyar la reducción de emisiones de metano en Colombia



Julio, 2024

Implementado por





Resumen de política para la interacción entre la gestión de la calidad del aire y la mitigación de Gases de Efecto Invernadero

Apoyo a la reducción de las emisiones de metano en Colombia

Experto líder

Ricardo Morales

Revisión y edición

Mónica Espinosa

Juan Felipe Franco

Revisor

Mariana Rojas-Laserna (EUCDs)

Agradecimiento

Expertos sectoriales de las siguientes entidades que participaron en los diálogos:

Asociación Colombiana de Ciudades Capitales - Asocapitales

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA

Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Centro Regional de Estudios de Energía

Climate and Clean Air Coalition – CCAC

Departamento Nacional de Planeación - DNP

Ecopetrol

EYC Global SAS

Findeter

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM

International Methane Emissions Observatory - IMEO

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Ministerio de Minas y Energía

Ministerio de Relaciones Exteriores - Cancillería

Ministerio de Transporte

POLEN Transiciones Justas

Secretaría Distrital de Ambiente

Servicio Geológico Colombiano - SGC

Stockholm Environment Institute - SEI

Universidad de los Andes

Universidad de la Salle

Universidad Nacional de Colombia

UN Environment Programme - UNEP

World Resources Institute - WRI

Fondo Mundial para la Naturaleza - WWF





Resumen de política para la interacción entre la gestión de la calidad del aire y la mitigación de Gases de Efecto Invernadero

Apoyo a la reducción de las emisiones de metano en Colombia

1. Contexto de este reporte

En apoyo de la implementación efectiva del Acuerdo de París, los Diálogos Climáticos de la Unión Europea (EUCDs por su sigla en inglés) asistieron a Colombia a promover la reducción y monitoreo de las emisiones de metano (CH_4). El objetivo fue fomentar el intercambio de conocimientos y experiencias entre expertos de Colombia, la Unión Europea y otros países de América Latina. Los diálogos se centraron en cuatro sectores: i) agricultura y ganadería, ii) industrias de la energía, iii) residuos, y iv) la relación entre la calidad del aire y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Uno de los resultados del proceso es este resumen de políticas que provee un panorama comprensivo de las principales preocupaciones sobre las emisiones de CH_4 de las industrias de la energía en Colombia y propone una serie de recomendaciones de política para lograr reducciones sustanciales de las emisiones de CH_4 y mejorar su monitoreo. Esto último apunta a mejorar los sistemas de información sectorial, facilitando así los procesos de implementación. Este documento fue formulado con base en los siguientes insumos:

- ✚ Buenas prácticas extraídas del intercambio de experiencias entre la Unión Europea y Colombia.
- ✚ Comentarios de los expertos y priorización de las estrategias de mitigación y monitoreo de las emisiones de CH_4 durante los talleres, con especial atención en proponer un conjunto de acciones a corto plazo para ayudar en su implementación.
- ✚ Análisis de los documentos relacionados con los planes, normas y políticas nacionales y sectoriales, que abarcan la mitigación y el monitoreo de las emisiones de CH_4 .
- ✚ Análisis de la literatura académica sobre el tema, complementado con entrevistas adicionales a expertos.
- ✚ El conocimiento y la experiencia previa del experto sectorial líder del proceso en Colombia.

El documento está estructurado de la siguiente manera: la Sección 2 presenta y examina el papel de las emisiones de CH_4 y su interacción con la contaminación del aire, así como las tendencias proyectadas de las emisiones de CH_4 en Colombia. La Sección 3 describe el marco de política de CH_4 del sector, abarcando tanto la política climática nacional como las políticas sectoriales específicas. La Sección 4 plantea un resumen del marco regulatorio de la Unión Europea (UE) y extrae lecciones clave de su aplicación. La Sección 5 explora las oportunidades de mitigación de las emisiones de CH_4 , junto con las estrategias prioritarias para su aplicación y monitoreo. La Sección 6 consolida las recomendaciones de políticas dirigidas a reducir las emisiones de metano en el sector y a mejorar los sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV). Por último, la Sección 7 resume los puntos clave del informe.

2. Caracterización de las emisiones de metano, interacción con la contaminación del aire y tendencias

El metano es clave para limitar el calentamiento. Se cree que el crecimiento de la concentración atmosférica de metano (CH_4), la cual aumentó 2.6 veces desde el período preindustrial, contribuye con el





35% del calentamiento planetario total asociado con los gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicos (IPCC, 2023). El metano, sin embargo, tiene propiedades y fuentes características que lo diferencian de otros gases clave para el calentamiento como el CO_2 y el N_2O . Con un tiempo de vida atmosférico de 11.2 años, el metano se considera un contaminante climático de vida corta (CCVC). A pesar de su vida atmosférica relativamente corta, que se debe a su reactividad química, el metano tiene un potente potencial de calentamiento global (GWP) a 100 años que es 28 veces mayor que el del CO_2 . Estas características hacen que controlar las emisiones de metano y otros CCVC sea un paso imperativo para limitar el calentamiento global: si esas emisiones pueden reducirse rápidamente, las concentraciones atmosféricas deberían disminuir poco después (en una escala de tiempo de décadas, no de siglos), y también lo hará el calentamiento que causa. Sin una rápida reducción de las emisiones globales de metano, no es factible cumplir los objetivos del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura a 1.5°C . Lo mismo se aplica al objetivo de mantener el calentamiento global muy por debajo de los 2°C .

Las fuentes de emisión de metano son diversas. A diferencia de las emisiones de CO_2 , de las cuales se estima que 36.7 Gt CO_2 por año (aproximadamente el 90% del total) provienen de la quema de combustibles fósiles (Friedlingstein et al., 2023), las fuentes de metano son mucho más diversas e incluyen un componente natural significativo. El 40% de las 550 Mt CH_4 (15,4 Gt $\text{CO}_2\text{-eq}$) que se emiten anualmente se debe a fuentes naturales, principalmente a humedales (Saunois et al., 2020). El componente antropogénico de las emisiones se debe principalmente a la fermentación entérica y el estiércol (30%), la explotación de petróleo y gas (21%), los rellenos sanitarios (18%), la minería del carbón (11,4%), el cultivo de arroz (8,2%) y la quema de biomasa y biocombustibles (4,6% y 3,2% respectivamente) (Friedlingstein et al., 2023). Además, las estimaciones de las emisiones de metano por cada fuente, así como los sumideros, están menos acotadas que para el CO_2 y, por lo tanto, la incertidumbre sobre las emisiones totales y su atribución nacional o sectorial es considerablemente mayor. Por esto, reducir las emisiones de metano implica un desafío importante que requiere un enfoque bien diseñado para controlar sus diversas fuentes de emisión. Un paso clave dado en la dirección de lograr reducciones de las emisiones de metano es el Compromiso Global de Metano (GMP, por sus siglas en inglés), un acuerdo internacional con el propósito de “reducir colectivamente las emisiones antropogénicas globales de metano en todos los sectores en al menos un 30 por ciento por debajo de los niveles de 2020 para 2030”. adoptado durante la COP26 en Glasgow. Actualmente, hay más de 155 países firmantes del GMP, entre ellos Colombia.

Metano y contaminación del aire. La conexión clave entre el metano y la contaminación del aire es su papel en la producción global de ozono (O_3). El ozono es un contaminante atmosférico asociado con efectos nocivos para la salud y con un aumento de la mortalidad prematura diaria (World Health Organization, 2021). El ozono se produce a través de reacciones químicas en la atmósfera que involucran óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COV) y luz solar. Aunque otros COV diferentes al metano son los principales contribuyentes a la formación de O_3 en áreas contaminadas, el metano es el principal COV antropogénico en la troposfera libre. Los estudios han sugerido que reducir las emisiones antropogénicas globales de metano en un 20% a partir de 2010 podría evitar más de 370,000 muertes prematuras entre 2010 y 2030 (West et al., 2006). Además, debido a que el metano reacciona en la atmósfera con el radical OH (es decir, ese mecanismo es el principal sumidero de metano atmosférico), la abundancia de metano controla en gran medida los niveles de OH en la atmósfera y luego puede afectar la química global de maneras inesperadas. Se ha especulado que se producirán mecanismos similares en caso de fugas de gas hidrógeno (H_2). Se cree que las fugas de H_2 por encima de un cierto umbral podrían agotar los radicales OH y, de hecho, conducir a un aumento del metano atmosférico (Bertagni et al., 2022). Dado que el metano es





un gas bien mezclado, las emisiones de cualquier sector específico o emitidas en cualquier jurisdicción específica tendrían el mismo efecto sobre las concentraciones de fondo de O_3 . El hecho de que los efectos negativos de las emisiones de metano sean globales (ya sea desde la perspectiva del cambio climático o de la contaminación del aire) pero las acciones para controlarlas sean locales, lo convierte en un desafío particularmente difícil, ya que esto podría ser una barrera para que los implementadores apliquen estrategias efectivas de control de emisiones.

Reconocer esta compleja interacción, el hecho de que los contaminantes del aire, los CCVC y los GEI de larga vida a menudo se coemiten e interactúan en la atmósfera, requiere adoptar políticas que no se centren en una especie específica, sino más bien en la colectiva. efecto que las emisiones antropogénicas tienen en la atmósfera, es decir, el llamado enfoque de *una-atmósfera*. En este informe de política, nuestro objetivo es proponer algunos primeros pasos clave necesarios para hacer realidad dicho enfoque, que permita gestionar las emisiones atmosféricas y diseñar estrategias de reducción de emisiones de manera consistente.

Tendencias de las emisiones de metano en Colombia. Colombia representa el 0.41% de las emisiones globales de GEI y se ve significativamente afectada por el cambio climático. El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) reportado en el BUR3 indica que en 2018 las emisiones de GEI de Colombia se estimaron en $302.9 \text{ MtCO}_{2\text{eq}}^1$, con absorciones en $23.7 \text{ MtCO}_{2\text{eq}}$ (Gobierno de Colombia, 2022). El INGEI engloba las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), CH_4 , óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). La contribución promedio de cada GEI de 1990 a 2018 fue de 72.43% para CO_2 , 22.86% para CH_4 , 4.40% para N_2O , 0.29% para HFC y 0.03% para SF_6 . En particular, la proporción de CH_4 ha aumentado del 19.8% en 1990 al 24.3% en 2018.

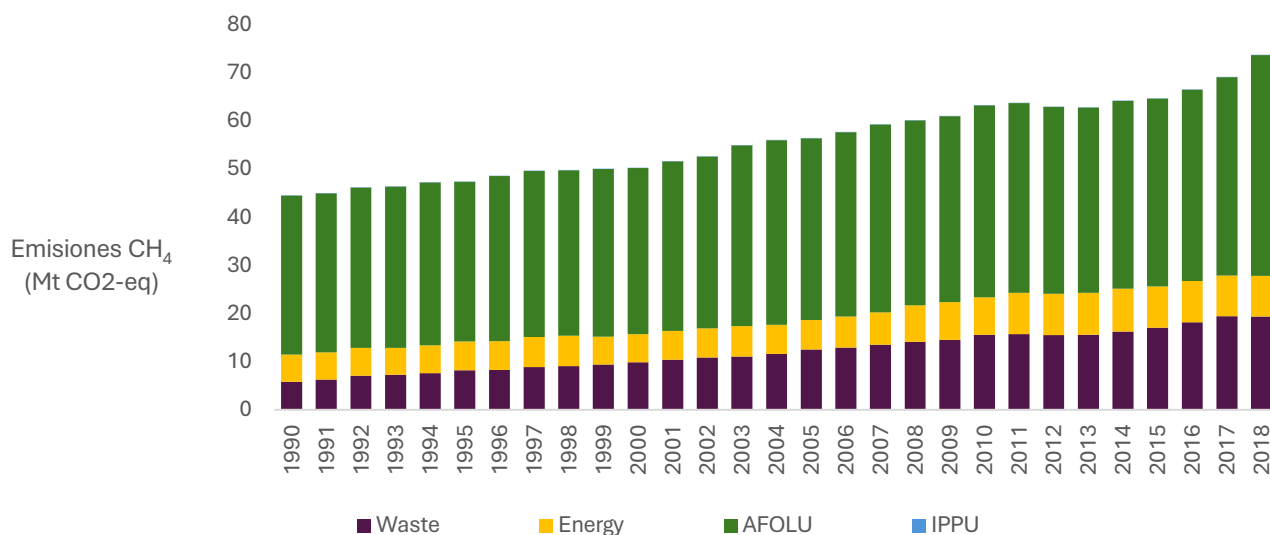


Figura 1. Emisiones de CH_4 en Colombia.

Fuente: datos del BUR3.

¹ 1 $\text{Mt CO}_2\text{-eq}$ es igual a 1 millón (10^6) de toneladas de CO_2 equivalente. El potencial de calentamiento global usado para el metano es 28 (siguiendo el lineamiento del 5to Reporte del IPCC).





Metodológicamente, el INGEI de Colombia y otros instrumentos técnicos se adhieren a las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) de 2006, que desglosan las emisiones y absorciones de GEI en cuatro sectores: Energía; Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU); Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU); y Residuos. En 2018, los aportes sectoriales en Colombia fueron 59.1% de AFOLU, 30.7% de Energía, 6.8% de Residuos y 3.5% de IPPU. La Figura 1 muestra las emisiones de CH₄ para el período 1990 – 2018 en Colombia. En 2018 alcanzó 73.6 MtCO₂-eq, lo que representa el 25% de las emisiones totales de GEI del país de 302.97 MtCO₂-eq para ese año (IDEAM et al., 2021). En el caso colombiano, el 64% de las emisiones de metano fueron por fermentación entérica mientras que el 21.4% se atribuyó (en partes iguales) al Tratamiento de Aguas Residuales y Disposición de Residuos Sólidos. El 15% restante de las emisiones fueron causadas principalmente por emisiones fugitivas (8.1%) seguidas de emisiones directas por quema de combustibles fósiles (4.1%).

Para el año 2020, las emisiones de metano de Colombia se estimaron en 80,1 MtCO₂-eq y se proyecta que crecerán un 14% más para 2030, alcanzando 91.6 MtCO₂-eq para ese año (VITO & Universidad de Los Andes, 2020). La partición sectorial proyectada de estas emisiones para 2030, según las categorías de emisiones del IPCC, es del 60% para AFOLU, del 29% para Residuos y el 11% restante se atribuye principalmente a Energía. Como se mencionó anteriormente, al ser un gas traza bien mezclado, todas las fuentes de metano, independientemente de su ubicación, tendrán un efecto similar en la química global. Sin embargo, este no es el caso de otros CCVC, en particular *Black Carbon* (BC). Como el BC es una fracción de material particulado, es un contaminante del aire local, y reducir sus emisiones tendrá un impacto local a través de la reducción de la carga de material particulado, así como implicaciones globales, al reducir el calentamiento causado por el BC. Según el Inventario Nacional de emisiones de BC, Colombia emitió 21.85 kt de BC² a la atmósfera (IDEAM, 2018).

3. Marco de políticas de metano y otros CCVC en Colombia

Colombia ha tomado varias medidas para abordar el desafío colectivo de limitar el calentamiento planetario. La NDC-2020 fijó una ambiciosa meta de reducir el 51% de las emisiones de GEI, en relación con un escenario de referencia, para 2030. Este compromiso fijó una meta de emisiones de 168.9 MtCO₂-eq, lo que significa que las emisiones colombianas deberían alcanzar su punto máximo en la década de 2020 y luego disminuir. reducido (en términos absolutos) en un 27,7% con respecto a 2015. Esta meta de mitigación está en línea con la estrategia de largo plazo trazada por el país (Gobierno de Colombia., 2021). Colombia también ha sido líder en América Latina y el Caribe en el establecimiento de estrategias y adhesión a acuerdos globales para reducir los CCVC. Algunas de estas iniciativas destacadas se detallan en las secciones 3.1 y 3.2.

Colombia y el Compromiso Global de Metano. Durante la COP26 Colombia se convirtió en uno de los 15 países de América Latina y el Caribe que adhirieron al GMP. El GPM indica que los países participantes acuerdan tomar medidas voluntarias para contribuir al esfuerzo colectivo para reducir las emisiones globales de metano. Este es un objetivo de reducción global, no nacional. Sin embargo, la NDC-2020 de Colombia, publicada en la misma COP26, no logró establecer objetivos específicos para la mitigación del metano (Malley et al., 2024).

² 1 kt = 1000 toneladas.





De hecho, si las acciones de mitigación específicas consideradas en la NDC-2020 se llegaran a implementar plenamente, se lograría una reducción del 37 % en las emisiones de GEI para 2030, lo que dejaría todavía una brecha hasta el compromiso del 51 %. Aún en ese caso, solo se lograría una modesta reducción de 2.6 MtCO₂-eq en las emisiones anuales de metano en relación con el escenario de referencia. Esta reducción relativa de las emisiones de metano constituiría un aumento del +11% con respecto al nivel de emisiones de 2020. Por lo tanto, aunque Colombia ha sido un líder regional en la incorporación de estrategias de CCVC y objetivos específicos en su NDC-2020, todavía existe una ventana de oportunidad sustancial para implementar reducciones de emisiones de metano para ayudar a cerrar la brecha de emisiones actual. La participación de Colombia en el GPM y la brecha de emisiones restante en su NDC probablemente catalicen la formulación y adopción de reducciones de emisiones específicas de metano que ayudarían a lograr ambos objetivos: cumplir con los compromisos de la NDC-2020 y contribuir al GMP. La falta de acciones específicas para el metano no es solo el caso de la política climática de Colombia. Si bien existen iniciativas que apuntan a acelerar la implementación de acciones (por ejemplo, el Programa de Acción de la Hoja de Ruta del Metano, de la Coalición por el Clima y el Aire Limpio), la mayoría de las relacionadas con la mitigación del metano aún no se han implementado o aún se encuentran en etapas iniciales.

1.1 Políticas de calidad del aire para que ayuden a emisiones de CH₄ y de otros CCVC

Los desafíos de la calidad del aire en Colombia son sustancialmente diferentes a los de muchas otras regiones del mundo. Debido a su combinación de generación de energía limpia, con una participación del 70 % procedente de centrales hidroeléctricas, las emisiones de contaminantes atmosféricos proveniente de las unidades de generación de energía no constituyen un problema de contaminación regional importante (McDuffie et al., 2021). De manera similar, y excepto en puntos críticos específicos dentro del país, la producción industrial y el consumo de energía de la industria no son lo suficientemente grandes como para configurar un problema regional de contaminación del aire. La fuente regional de contaminación del aire más relevante es la quema de biomasa proveniente de incendios forestales, incendios de pastizales y quemas agrícolas, lo que impacta la calidad del aire en la región durante las estaciones secas (Ballesteros-González et al., 2020). Además de la fuente regional de quema de biomasa, la mayoría de los desafíos de la contaminación del aire en Colombia están relacionados con el alto grado de urbanización y la lenta penetración de tecnologías de transporte más limpias. Sin embargo, mejorar la contaminación del aire en las ciudades densamente pobladas de Colombia ha sido una prioridad a nivel nacional y para las autoridades locales durante las últimas dos décadas. En 2017, una nueva Ley de Calidad del Aire estableció límites más estrictos para los contaminantes criterio y estableció límites aún más estrictos para PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ y NO₂ para 2030. La red de estaciones de monitoreo de la calidad del aire se ha ido expandiendo constantemente, pero la cobertura espacial sigue siendo deficiente.

Como se mencionó anteriormente, a pesar de su adopción relativamente lenta de estrategias de mitigación de metano, Colombia ha desempeñado un papel regional líder en la adopción de estrategias para mitigar el cambio climático y simultáneamente prevenir y controlar la contaminación del aire. En alianza con la Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC), Colombia desarrolló su Estrategia Nacional de Mitigación de Contaminantes Climáticos de Vida Corta (MinAmbiente, 2020). Además, el país publicó recientemente su primer inventario nacional de emisiones de carbono negro y contaminantes criterio. Estos son primeros pasos clave para luego establecer objetivos de reducción de emisiones y es uno de los pocos países que incluye objetivos explícitos de reducción de emisiones de carbono negro en su NDC-2020. El compromiso declarado es una reducción del 40% para 2030 en comparación con los niveles de 2014. Este compromiso es uno de los





más ambiciosos dentro de las NDC a nivel mundial, y refleja el deseo no solo de abordar el cambio climático, sino también la contaminación del aire y la salud pública.

Actualmente, Colombia avanza en la actualización de su Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA). La estrategia actual establece que el inventario de emisiones de Carbono Negro y Contaminantes Criterios debe articularse, a través de la participación del IDEAM, con el inventario Nacional de emisiones de GEI. La estrategia también considera la creación de un registro nacional para informar y consolidar las tasas de emisión de todas las fuentes de emisión industriales de benceno, metano, mercurio, COV, GEI y metales pesados. Por lo tanto, existe una gran oportunidad para incluir explícitamente en la ENCA actualizada una mayor integración de las emisiones de GEI, incluido el metano y otros CCVC, en esta estrategia, ya que podría ayudar en la adopción de estrategias efectivas de reducción de emisiones.

1.2 Acciones de mitigación de metano en los planes de gestión de la calidad del aire.

Como se ilustró en las secciones anteriores, Colombia y la región latinoamericana aún carecen de un enfoque sistemático para introducir estrategias de reducción de emisiones específicas de metano. Para ejemplificar algunas de las barreras actuales para incluir la mitigación del CH₄ en los planes de gestión de la calidad del aire: las emisiones provenientes del relleno sanitario más grande de Colombia, ubicado en las afueras de Bogotá, no se consideran en los informes de emisiones de la ciudad debido a cuestiones jurisdiccionales. Por lo tanto, las emisiones de GEI del vertedero se consideran en los inventarios nacionales de GEI, pero no forman parte de ninguna estrategia coordinada de gestión de la calidad del aire.

Sin embargo, con respecto a acciones de mitigación de otros CCVC, si existen algunos ejemplos de iniciativas que han demostrado ser efectivas. Por ejemplo, en Bogotá, la adopción de autobuses de transporte público totalmente eléctricos ha reemplazado a los autobuses diésel y sus altas emisiones de material particulado. Debido a la limpia matriz de generación de energía en Colombia, dicha intervención tiene claros beneficios climáticos y de contaminación del aire. De manera similar, muchas ciudades a nivel nacional han incorporado miles de autobuses a gas natural comprimido (GNC) a su flota de transporte público. Esos autobuses reemplazaron las antiguas flotas de autobuses diésel y, por lo tanto, los beneficios colaterales sustanciales de esta transición para la calidad del aire son claros (Morales Betancourt et al., 2022). Sin embargo, los beneficios climáticos de dicha adopción deben abordarse cuidadosamente, considerando las posibles fugas de metano y las emisiones directas de CO₂.

4. Panorama general del marco político de la Unión Europea relacionado con el CH₄ y lecciones clave de su aplicación

El marco político de la UE relacionado con las emisiones de GEI lo proporciona el *Pacto Verde Europeo*, un paquete de políticas destinado a transformar Europa en el primer continente climáticamente neutro para 2050. Dentro del *Pacto Verde Europeo*, se encuentra la estrategia de metano de la UE, que fue adoptada por la Comisión Europea, la cual considera varias medidas para reducir las emisiones de metano, mejorar la calidad del aire y promover el liderazgo de la UE en la reducción de las emisiones de GEI a nivel mundial. Se centra en profundizar la tendencia ya de varias décadas de reducción de las emisiones de metano de los estados miembros de la UE, que han experimentado una reducción del 36% entre 1990 y 2020. Casi todas las emisiones de metano en Europa se producen en los sectores de agricultura, gestión de residuos y energía. con una participación del 54%, 27% y 17% de las emisiones netas totales de metano en 2020. La implementación total de las políticas relacionadas con el metano a partir de 2020 daría como resultado una





reducción de las emisiones de CH₄ de alrededor del 12% para 2030 en comparación con 2020 (European Commission, 2022).

Sin embargo, el éxito en la reducción de las emisiones de CH₄ en la Unión Europea ha sido especialmente notable en los sectores de la energía y la gestión de residuos. Para el sector energético, por ejemplo, el marco regulatorio de la UE ha sido diseñado para mejorar la medición y la notificación de las emisiones de metano, reducir las emisiones de metano a través de medidas prescriptivas de reducción, aumentar la transparencia sobre las emisiones de metano a nivel mundial y promover que los socios internacionales de la UE midan e informen y reducir sus emisiones de metano. Estas acciones imponen requisitos estrictos a la industria del petróleo y el gas relacionados con la ventilación y requieren procedimientos estrictos de verificación de las emisiones de metano a nivel del sitio, así como de los pozos inactivos y taponados. Del mismo modo, se aplican normas estrictas sobre la detección de fugas a las emisiones de CH₄ de minas de carbón activas y cerradas.

Particularmente relevantes por su interacción con la calidad del aire son las reducciones de emisiones logradas en el sector de los residuos. Las principales fuentes de emisiones de metano en Europa para este sector son los gases de vertedero y las emisiones relacionadas con el tratamiento de lodos de depuradora. Las políticas de la UE han impactado tanto las fuentes como las emisiones. La Directiva marco sobre residuos establece cinco pasos en la gestión de residuos: prevención y reutilización de residuos, seguido de reciclaje (incluido el compostaje) y luego recuperación de energía, dejando la eliminación de residuos en vertederos como la opción menos preferida (European Commission, 2022). La experiencia de Europa en la captura de biogás en rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales, así como en el mejoramiento de la eficiencia energética de dichas instalaciones, podría beneficiar enormemente a Colombia, donde la penetración de la captura de metano y el aprovechamiento de la energía está apenas en sus etapas iniciales, lo que significa que hay un gran potencial de mitigación aún no explorado en ese sector.

5. Oportunidades para mitigar las emisiones de CH₄ y mejorar la calidad del aire

La Tabla 1 enumera las estrategias priorizadas para abordar el desafío de reducir efectivamente todos los CCVC, como resultado de los diálogos con expertos. A pesar de las múltiples iniciativas actualmente activas en las políticas colombianas sobre clima y contaminación del aire, el reconocimiento de estas acciones para reducir efectivamente las emisiones a la atmósfera resalta el hecho de que algunas de las estructuras fundamentales necesarias para implementar políticas coherentes aún no están completamente desarrolladas en Colombia. La implementación efectiva de estas estrategias priorizadas de mitigación de la contaminación del aire en las políticas de mitigación de contaminantes climáticos existentes o futuras (incluidas las de metano) están relacionadas con la verdadera adopción de un enfoque integral de las emisiones atmosféricas, de todo tipo, ya sean emisiones de GEI de larga duración o CCVC.

Tabla 1. Estrategias priorizadas por los expertos sectoriales para mitigación y monitoreo de CH₄ y otros CCVC.

Estrategias de Mitigación	
I.	Reconocer el vínculo entre las emisiones de GEI, los contaminantes climáticos de vida corta y la salud humana, mediante el desarrollo conjunto de inventarios e instrumentos de gestión de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos a diferentes niveles (nacional, local, público y corporativo) utilizando una metodología común.





Estrategias de Mitigación	
II.	Fortalecer canales y oportunidades para que los diferentes actores sectoriales puedan participar en la toma de decisiones gubernamentales (es decir, fortalecer la articulación intersectorial).
III.	Desarrollar un sistema conjunto de MRV y un marco regulatorio apropiado.

Fuente: Informe de los grupos de trabajo técnicos sobre los EUCD (Hill Consulting, 2024)

El enfoque de una atmósfera. Los contaminantes del aire (aquellos asociados con impactos negativos para la salud) y los contaminantes climáticos a menudo son coemitidos por las mismas fuentes. Por ejemplo, los procesos de combustión de combustibles fósiles emiten CO₂ junto con contaminantes criterio, así como metano. Dadas las fuentes comunes y las complejas transformaciones e interacciones que sufren los contaminantes del aire y los climáticos en la atmósfera, la mitigación de la contaminación atmosférica debería abordarse bajo el concepto de *Una Atmósfera*. Es decir, reconocer la necesidad de abordar la contaminación atmosférica (ya sean contaminantes climáticos o contaminantes del aire) de manera integral y comprender sus intrincadas interacciones, así como los beneficios compartidos asociados con la reducción de emisiones.

Un paso inicial clave en la implementación de estrategias de mitigación efectivas para los contaminantes criterio y los contaminantes climáticos bajo el concepto de *Una Atmósfera* es que las jurisdicciones produzcan inventarios de emisiones atmosféricas que cuantifiquen no solo los flujos de contaminantes criterio sino también los de los contaminantes climáticos (incluidos los contaminantes climáticos de vida corta). Es decir, integrar los inventarios de emisiones contaminantes al aire y los GEI y CCVC utilizando una metodología común. Se han logrado algunos avances en esa dirección, ya que algunos países ahora incluyen medidas de mitigación específicas en las NDC que pueden reducir simultáneamente los CCVC y los contaminantes atmosféricos coemitidos. En América Latina, dicha integración de inventarios de emisiones de GEI y contaminantes del aire ya se ha implementado para el caso de la Ciudad de México (Ver: “Compartir buenas prácticas en el contexto latinoamericano” más abajo)

Compartir buenas prácticas en el contexto latinoamericano. Dadas las circunstancias a menudo específicas del contexto de América Latina, algunas de las lecciones más valiosas que se pueden aprender son las de las políticas exitosas adoptadas dentro de la propia región. Un ejemplo de implementación exitosa podría encontrarse en la Ciudad de México, donde actualmente su inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos, que también se lleva para toda el área metropolitana, incluye emisiones de GEI³. Este paso clave ha permitido a la ciudad desarrollar Planes de Gestión de la Calidad del Aire que también incluyen la mitigación de emisiones de GEI y Contaminantes Climáticos de Vida Corta⁴, lo que la convierte en líder de la región en ese sentido. Esas innovaciones fueron posibles después del exitoso despliegue de políticas para mejorar la calidad del aire: la contaminación por PM₁₀ disminuyó de 100 µg/m³ a principios de la década de 1990 a aproximadamente 50 µg/m³ en 2010. Se observaron avances significativos similares en la contaminación por ozono, donde el máximo anual de concentración máxima en 8 horas pasó de 150 ppb a 75 ppb durante el mismo período. Sin embargo, el progreso se ha desacelerado desde entonces y las

³ [Inventario De Emisiones De La Zona Metropolitana Del Valle De México 2020](#)

⁴ [Programa de Gestión de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México](#)

Fortalecer la información sobre emisiones de metano para la toma de decisiones y facilitar el diálogo sectorial para apoyar la reducción de emisiones de metano en Colombia.





concentraciones han permanecido estancadas, con frecuencia en niveles inseguros, y la ciudad aún enfrenta comúnmente emergencias en la calidad del aire provocadas por el ozono.

Demostración de impactos locales positivos. La inclusión conjunta de los CCVC en las NDC-2020 es un primer paso, pero un análisis cuidadoso y con base científica de los beneficios colaterales para la calidad del aire y la salud de las acciones de mitigación podría aumentar la probabilidad de implementación de la mitigación del cambio climático al demostrar el potencial local. beneficios de la acción climática. Algunos ejemplos concretos podrían ser los siguientes:

- Captura de metano en rellenos sanitarios y plantas de tratamiento de aguas residuales. Además de su gran potencial de reducción de las emisiones de metano, tales iniciativas reducirían sustancialmente los problemas de calidad del aire local relacionados con los olores, ya que la quema del biogás capturado o su uso en la generación de energía, si se tratan adecuadamente, resultan en la destrucción de H_2S y otras sustancias nocivas.
- Reducir las emisiones relacionadas con el transporte. El apoyo local a estas iniciativas se fortalecería si se pudieran considerar los cobeneficios de la acción de mitigación para la calidad del aire. La estimación de cobeneficios podría variar en complejidad desde el enfoque más simple de estimar únicamente las emisiones de contaminantes de criterio evitadas hasta el enfoque más holístico (pero más complejo) de estimar los beneficios para la salud pública de esas reducciones de emisiones.
- Vincular la deforestación y la calidad del aire. La deforestación de los bosques tropicales, que es la principal fuente de emisiones de GEI en Colombia, suele ir acompañada de incendios inducidos en las zonas deforestadas. Estos incendios forestales son una fuente regional clave de contaminación del aire (afectando el $PM_{2.5}$ y el ozono a nivel regional), pero también son una fuente de metano. Estimar los beneficios para la salud pública derivados de las estrategias de control de la deforestación podría canalizar aún más el interés y los recursos hacia la implementación de esas medidas.

Sistema conjunto de MRV y marco regulatorio adecuado. Para que este enfoque tenga éxito, la implementación de las NDC debe garantizar que los contaminantes del aire y los CCVC se integren en los marcos de monitoreo del cambio climático. Así mismo, para que el enfoque de *Una Atmósfera* sea aplicable y eficaz, se deben establecer marcos legales sólidos, la coordinación entre múltiples ramas del gobierno debe ser madura y las estrategias ampliadas de MRV también deben incluir los CCVC.

Reforzar las políticas ya existentes. Estas acciones priorizadas para reducir los contaminantes del aire junto con los GEI y los CCVC son complementarias a lo ya ampliamente considerado en el Decreto 2169 de 2021 – Ley de Acción Climática. Sin embargo, el enfoque de *Una Atmósfera*, basado en el reconocimiento de que las emisiones atmosféricas pueden tener impactos en todas las escalas, requiere adaptar la legislación y los marcos regulatorios existentes. Fortalecer la articulación entre actores es clave y las barreras existentes deben superarse para la implementación efectiva de estrategias consistentes de reducción de emisiones de GEI, CCVC y contaminación del aire. Esto significa una mejor articulación, planificación e intercambio de información entre el gobierno local y nacional, así como con organismos de licenciamiento como la ANLA.

Los expertos también llevaron a cabo una evaluación cualitativa de los factores habilitantes para resaltar aquellas áreas que necesitan más atención para respaldar la implementación de las acciones de mitigación del CH_4 . La Tabla 2 presenta los resultados de la evaluación.





Tabla 2. Estado de los elementos habilitantes – estrategias de mitigación y monitoreo

Factores habilitantes	Estrategias priorizadas		
	Desarrollar inventarios e instrumentos de gestión conjuntos de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos utilizando una metodología común	Fortalecer canales y oportunidades para que los diferentes actores sectoriales puedan participar en la toma de decisiones gubernamentales	Sistema conjunto de MRV y marco regulatorio apropiado
Capacidad técnica	Δ	Δ	Δ
Marco legal y regulatorio	Δ	✓	×
Mecanismos de financiación	Δ	×	×
Acceso y escalabilidad	×	Δ	Δ
Coordinación entre actores	Δ	×	×
Aceptación pública	Δ	Δ	Δ
Investigación	×	×	×

Escala de evaluación de los elementos habilitantes			
Este elemento habilitante ya existe	✓	Este elemento habilitante no existe	×
Este elemento habilitante está parcialmente implementado	Δ	No hay información	¿?

Fuente: Informe de los grupos de trabajo técnicos sobre los EUCD (Hill Consulting, 2024)

6. Recomendaciones de política

6.1 Recomendaciones de políticas para la mitigación del CH4

La implementación exitosa de las acciones de mitigación prioritarias descritas en la Sección 4 debe ir acompañada de la garantía de que estén presentes los factores habilitantes necesarios. La recomendación de política con respecto a los factores habilitantes incluye:

Inventarios de emisiones atmosféricas. Construir inventarios conjuntos de emisiones atmosféricas (es decir, en los que las emisiones de GEI, CCVC y contaminantes del aire se reporten juntas), así como formular estrategias de reducción de emisiones que tengan en cuenta todas las emisiones atmosféricas relevantes. Esos inventarios de emisiones deben construirse a nivel regional (y no a nivel de municipios específicos) considerando las cuencas atmosféricas relevantes. Esto permitiría la introducción de ciertas fuentes de emisiones y sectores que actualmente quedan fuera de dichos inventarios, limitando así su inclusión en las estrategias de reducción de emisiones. Dos ejemplos de sectores que podrían beneficiarse de este enfoque conjunto incluyen las emisiones atmosféricas de los vertederos, así como las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de incendios forestales, que generalmente están relacionados con la deforestación y, por lo tanto, con las emisiones de CO2 relacionadas con el uso de la tierra. Se debe adoptar una metodología nacional unificada para construir los inventarios de emisiones, que incluya presentación, formatos, escalas, información y contenido comunes, para facilitar el análisis y la comparación entre ciudades y jurisdicciones.

Beneficios para la salud pública asociados con las estrategias de reducción de emisiones. Esto requeriría adoptar un marco común sobre la aplicación de CRF (funciones concentración-respuesta) para estimar los cambios en morbilidad y mortalidad asociados con las emisiones. Esto realmente resaltaría el impacto real de una determinada acción de mitigación, pero requiere una comunicación efectiva entre





diferentes sectores, ya que se requiere experiencia en modelización de la calidad del aire y epidemiología (consulte los puntos “Modelización conjunta” y “Coordinación interinstitucional” a continuación).

Únase a la modelización de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos. Este paso implica utilizar datos de actividad y factores de emisión consistentes para modelar conjuntamente las emisiones de GEI y los contaminantes del aire (cuando corresponda). Esto simplificaría el proceso de estimación de los beneficios colaterales asociados con las acciones de mitigación.

Coordinación interinstitucional. Para garantizar el acceso a datos de alta calidad, se debe desarrollar una base de datos integrada para que el flujo de información precisa sea de fácil acceso para los actores relevantes.

Invertir en el desarrollo de capacidades en las regiones. Si bien las capacidades técnicas y la disponibilidad de datos podrían existir para las ciudades capitales, este podría no ser el caso a nivel regional. Además, podría haber una falta de capacidad técnica a nivel local y corporativo para informar adecuadamente las emisiones o establecer estrategias de reducción de emisiones.

Factores de emisión locales. Factores de emisión para aquellos sectores en los que las condiciones locales podrían ser diferentes a las consideradas en el enfoque IPPC de nivel 1. Esto podría aplicarse principalmente a los residuos y al transporte.

Oportunidades para fortalecer el componente CCVC y contaminación del aire en la NDC-2025. Como se mencionó anteriormente, la NDC-2020 de Colombia no abordó ninguna estrategia de mitigación específica del metano ni estableció objetivos específicos para el metano. Dada la necesidad de formular acciones para cerrar la actual brecha de emisiones de 48,6 GtCO₂-eq entre el compromiso declarado de la NDC-2020 y las políticas declaradas, y la actual incompatibilidad de dichas políticas declaradas con el Compromiso Global de Metano, se deben realizar adiciones clave a la formulación de la NDC. -2025 sería para:

- ✓ Incluir explícitamente las emisiones de contaminantes criterio y todos los CCVC relevantes (incluidas las acciones específicas para el metano) en la formulación de acciones de mitigación de GEI existentes y nuevas de la NDC.
- ✓ Estimar explícitamente las implicaciones esperadas para la calidad del aire (es decir, identificar y cuantificar los beneficios colaterales incluso de posibles inconvenientes en la calidad del aire de la acción de mitigación de GEI propuesta).

6.2 Recomendaciones de políticas fortalecen el sistema MRV del metano

Estandarización de técnicas de seguimiento. Desde el punto de vista de la aplicación de la ley, aquellas agencias a cargo de la supervisión del cumplimiento o de los permisos (por ejemplo, la Agencia Nacional de Licencias Ambientales, ANLA), deberían confiar en técnicas estandarizadas para el monitoreo del metano. Por lo tanto, debería existir un conjunto de agencias que certifiquen el correcto funcionamiento de un dispositivo o técnica de monitoreo de metano (por ejemplo, IDEAM). La actual falta de tales estándares limita severamente la calidad de los datos reportados.

Definición de mecanismos sectoriales de MRV. Si los sistemas MRV para sectores específicos están claramente definidos e implementados, se podría hacer cumplir adecuadamente la implementación adecuada de medidas de mitigación y una verdadera reducción de emisiones.








Actualización del marco regulatorio. Dados los desafíos asociados con los objetivos de las NDC, el marco regulatorio debe actualizarse a medida que avanza la implementación de estas acciones de mitigación de las NDC.

Fondos. Se deben establecer y comunicar a los sectores pertinentes directrices claras sobre cómo priorizar la ejecución de los recursos disponibles. Además, el Gobierno debe garantizar la disponibilidad de recursos (públicos o privados) para la implementación efectiva de la NDC en caso de una disminución de los recursos de la cooperación internacional. Es decir, Colombia debe buscar la autosuficiencia para ejecutar su NDC-2025.

Financiamiento para iniciativas de calidad del aire. Dado que se podría percibir que otros sectores tienen mayor prioridad y urgencia (por ejemplo, la acción climática), garantizar una financiación adecuada para las estrategias de reducción de emisiones de contaminantes atmosféricos probablemente dependa de vincularlo con estrategias de mitigación del clima.

7. Mensajes clave

-  La adopción de un enfoque coherente de una atmósfera que vincule los contaminantes locales y las emisiones de GEI es fundamental, ya que esto permitiría destacar los beneficios para la salud de la reducción de las emisiones de GEI, incluidas las de CH₄. Esto, a su vez, probablemente mejoraría la aceptación de las políticas de reducción de GEI. Algunos pasos concretos en esa dirección son la inclusión de los CCVC en las NDC-2020, así como la necesidad de realizar modelos conjuntos de acciones de mitigación para dar cuenta de la reducción de GEI y las reducciones asociadas de la contaminación del aire.
-  Los expertos sectoriales priorizaron las acciones clave identificadas como las más relevantes y urgentes:
 - i) Reconocer el vínculo entre las emisiones de GEI, los contaminantes climáticos de vida corta y la salud humana mediante el desarrollo de inventarios conjuntos de emisiones de GEI y contaminantes del aire e instrumentos de gestión a diferentes niveles (nacional, local, público y corporativo) utilizando una metodología común.
 - ii) Fortalecer los canales y las oportunidades para que los diferentes actores sectoriales participen en la toma de decisiones gubernamentales (es decir, promoviendo la articulación intersectorial).
 - iii) Desarrollar un sistema conjunto de MRV para contaminantes de criterio y emisiones de GEI y crear un marco regulatorio adecuado.
-  Existe interés y voluntad de los actores relevantes del gobierno y del sector privado en adoptar un enfoque común para generar datos de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos locales. Los expertos sectoriales coincidieron abrumadoramente en que garantizar el acceso a datos de calidad y un intercambio fluido de información entre diferentes agencias gubernamentales son los factores clave para hacer realidad este enfoque de una sola atmósfera.





Referencias

- Ballesteros-González, K., Sullivan, A. P., & Morales-Betancourt, R. (2020). Estimating the air quality and health impacts of biomass burning in northern South America using a chemical transport model. *Science of The Total Environment*, 739, 139755. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139755>
- Bertagni, M. B., Pacala, S. W., Paulot, F., & Porporato, A. (2022). Risk of the hydrogen economy for atmospheric methane. *Nature Communications*, 13(1), 7706. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-35419-7>
- Colombian Government. (2022, January 14). *Colombia. Biennial update report (BUR). BUR3. | UNFCCC*. <https://unfccc.int/documents/424157>
- European Commission. (2022). *European Union Methane Action Plan*. <https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources//European%20Union%20Methane%20Action%20Plan.pdf>
- Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Landschützer, P., Le Quéré, C., Luijkx, I. T., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Sitch, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., ... Zheng, B. (2023). Global Carbon Budget 2023. *Earth System Science Data*, 15(12), 5301–5369. <https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>
- Gobierno de Colombia. (2021). *Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París*. MinAmbiente, DNP, Cancillería, AFD, Expertise France, WRI: Bogotá. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/COL_LTS_Nov2021.pdf
- IDEAM. (2018). *1er Inventario Indicativo Nacional de Emisiones de Contaminantes Criterio & Carbono Negro 2010-2014*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/INVENTARIO-BLACK-CARBON.pdf>
- IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA, & FMAM. (2021). *Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC)*. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Malley, C. S., Pedraza, J. I., González, L., del Carmen Cabeza, M., Gaitan, M., Melo, J. H., Ulloa, S., Kuylenstierna, J. C. I., Haeussling, S., & Lefèvre, E. N. (2024). Development of ambitious and realistic targets to reduce short-lived climate pollutant emissions in nationally determined contributions: case study for Colombia. *Environmental Research Communications*, 6(3), 035006. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ad2d77>
- McDuffie, E. E., Martin, R. V., Spadaro, J. V., Burnett, R., Smith, S. J., O'Rourke, P., Hammer, M. S., van Donkelaar, A., Bindle, L., Shah, V., Jaeglé, L., Luo, G., Yu, F., Adeniran, J. A., Lin, J., & Brauer, M. (2021). Source sector and fuel contributions to ambient PM_{2.5} and attributable mortality across multiple spatial scales. *Nature Communications*, 12(1), 3594. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23853-y>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Estrategia nacional para la mitigación de contaminantes climáticos de vida corta*. <https://www.ccacoalition.org/sites/default/files/resources//ESTRATEGIA%20MITIGACI%C3%93N%20CONTAMINANTES%20VIDA%20CORTA.pdf>
- Morales Betancourt, R., Galvis, B., Mendez-Molano, D., Rincón-Riveros, J. M., Contreras, Y., Montejo, T. A., Rojas-Neisa, D. R., & Casas, O. (2022). Toward Cleaner Transport Alternatives: Reduction in Exposure to Air Pollutants in a Mass Public Transport. *Environmental Science & Technology*, 56(11), 7096–7106. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c07004>
- Saunio, M., Stavert, A. R., Poulter, B., Bousquet, P., Canadell, J. G., Jackson, R. B., Raymond, P. A., Dlugokencky, E. J., Houweling, S., Patra, P. K., Ciais, P., Arora, V. K., Bastviken, D., Bergamaschi, P., Blake, D. R., Brailsford, G.,





- Bruhwyler, L., Carlson, K. M., Carrol, M., ... Zhuang, Q. (2020). The Global Methane Budget 2000–2017. *Earth System Science Data*, 12(3), 1561–1623. <https://doi.org/10.5194/essd-12-1561-2020>
- VITO, & Universidad de Los Andes. (2020). *Informe sobre el desarrollo y supuestos del escenario de mitigación*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/cambio-climatico-Informe-sobre-el-desarrollo-supuestos-del-escenario-de-mitigacion-ndc.pdf>
- West, J. J., Fiore, A. M., Horowitz, L. W., & Mauzerall, D. L. (2006). Global health benefits of mitigating ozone pollution with methane emission controls. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(11), 3988–3993. <https://doi.org/10.1073/pnas.0600201103>
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>

