

Cambio climático

México | Emisiones y fuentes de los Gases de Efecto Invernadero

Marco Antonio Lara Ramírez / Juan José Li Ng
18 de enero de 2024

- En 2021, las emisiones brutas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de México ascendieron a 714 millones de toneladas de CO₂ equivalente, contribuyendo con 1.4% del total mundial, ubicando al país en segundo lugar en América Latina, solamente superado por Brasil.
- En 2020, debido a la pandemia por COVID-19, la economía mundial se contrajo 2.8% y las emisiones brutas globales de GEI retrocedieron 3.7%. En ese mismo año, el PIB de México disminuyó 8.6%, pero sus emisiones de GEI bajaron solo 5.6%.
- El dióxido de carbono, originado principalmente por la quema de combustibles para energía, como electricidad, calor y combustibles para transportes, representó 63.9% de las emisiones brutas de GEI en México.
- Las emisiones de metano y óxido nitroso, que juntas representan el 32.8% de las emisiones de México en 2021, provienen principalmente del sector agropecuario, así como del manejo de aguas residuales y la descomposición de desechos orgánicos.
- La diversidad de gases y compuestos que contribuyen al efecto invernadero, así como de sus fuentes de origen, requieren de una serie de acciones, que, de forma integral favorezcan la reducción de emisiones y al mismo tiempo generen oportunidades de desarrollo económico sostenible e incluyente.

El cambio climático ha pasado de ser un tema exclusivo de las discusiones de académicos o de organizaciones medioambientales, a ser al día de hoy, uno de los asuntos que más atención reciben en distintos medios de comunicación. El aumento de heladas, sequías, inundaciones y ciclones de alta intensidad, ponen cada vez más en relieve la necesidad de actuar de manera conjunta para enfrentar uno de los grandes retos que enfrenta nuestra sociedad hoy en día.

En términos generales, el cambio climático es consecuencia del efecto invernadero. Una serie de gases y compuestos químicos, conocidos en su conjunto como Gases de Efecto Invernadero (GEI), son los protagonistas de esta historia. Al estar cada vez más presentes en la atmósfera, producen que ésta se caliente, de forma similar a como lo hace un invernadero en un jardín o cultivo. Este calentamiento de la atmósfera genera una serie de perturbaciones en el conjunto del sistema climático del planeta, las cuales conocemos hoy como cambio climático.

México, al ser parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) tiene la obligación de reportar sus emisiones de GEI, actividad recogida en el Inventario Nacional de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) a cargo del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Dado que existe una estandarización en la metodología de los inventarios, proporcionada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), es posible estimar el total de emisiones de GEI por país y realizar comparaciones anuales, por fuente de origen o por tipo de gas de efecto invernadero.¹

¹ En 2006 el IPCC publicó las Directrices (IPCC, 2006) y en 2019 los Refinamientos a estas directrices (IPCC, 2019).

En 2021, las emisiones brutas de GEI de México representaron el 1.4% del total global, ubicando al país en segundo lugar en América Latina, solamente superado por Brasil, que en el mismo año emitió el 2.5% (Emissions Database for Global Atmospheric Research [EDGAR], 2023). De acuerdo con el INECC, al año 2021, el total de emisiones brutas de GEI de México ascendió a poco más de 714 millones de toneladas de CO₂ equivalente (abreviado como tCO₂e). Cabe mencionar que, en la actualización del inventario a 2021 no se deducen las reducciones de emisiones por actividades de uso de suelo y productos forestales, sin embargo, en 2019, cuando sí fueron incorporadas, estas contabilizaron cerca del 26% de las emisiones brutas del país. A fin de homologar el análisis y comprender las distintas fuentes de generación de emisiones en México, todos los datos que se presentan a continuación consideran las emisiones brutas.

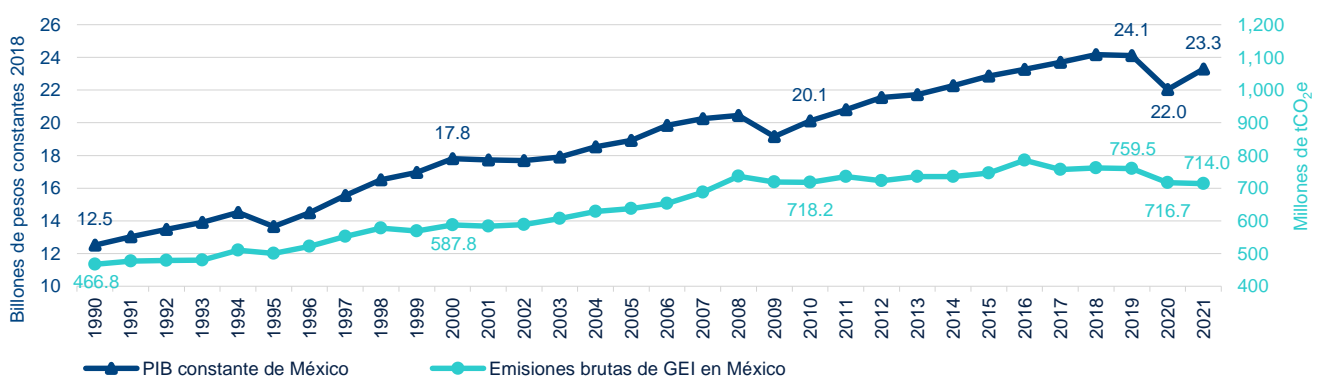
Debido a la pandemia, en 2020 las emisiones brutas globales de GEI retrocedieron 3.7% y en México disminuyeron 5.6%

Es importante señalar también el efecto de la pandemia de COVID-19 sobre las emisiones de GEI, ya que existe un vínculo intrínseco entre la actividad económica y la generación de emisiones a la atmósfera. Tal como puede notarse en la Gráfica 1, en el año 2020 se observa un descenso notorio de las emisiones de GEI en México, el cual coincide con la etapa más severa de la pandemia y el confinamiento, mientras que, en el año 2021, a pesar de la reapertura de la economía, las emisiones continúan en niveles previos a la pandemia. De esta forma, mientras que en 2020 la economía mexicana se contrajo en 8.6%, la reducción de emisiones de GEI fue de 5.6%.

Esto contrasta con los datos a nivel global, ya que en 2020 la contracción del PIB mundial por el efecto de la pandemia fue menor que en México, ubicándose en 2.8%, mientras que las emisiones globales de GEI en ese mismo año se redujeron en 3.7%, tal como puede observarse en la Gráfica 2.

Un efecto similar tuvo lugar con motivo de la crisis financiera de 2009, donde nuevamente puede advertirse, tanto en la Gráfica 1 para el caso de México, como en la Gráfica 2, para el caso de la economía mundial, cómo, una caída en actividad económica se traduce en un descenso de las emisiones de GEI. La variación interanual del PIB en México para el periodo de 2008 a 2009 fue de -6.3%, mientras que en ese mismo periodo las emisiones de GEI se redujeron en 2.4%. Algo similar ocurrió en México con la contracción de la actividad económica del año 1995. En aquel momento la contracción del PIB fue de 5.9%, mientras que las emisiones de GEI se redujeron en 1.9%.

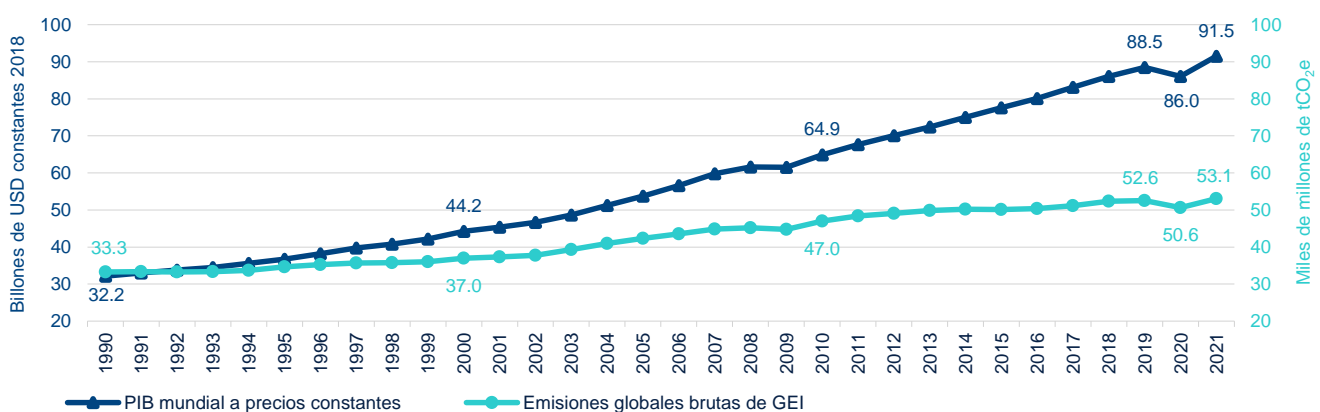
Gráfica 1. MÉXICO: PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) A PRECIOS CONSTANTES VS. EMISIONES BRUTAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI), 1990-2021



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Aunque aún es muy pronto para afirmarlo, en especial si se tiene en cuenta el efecto de la pandemia de COVID-19 sobre las emisiones de GEI, es posible que la economía mexicana se encuentre en transición hacia un descenso en la intensidad de emisiones asociadas a la actividad económica, efecto conocido en la literatura económica como la Curva Ambiental de Kuznets (Kaika y Zervas, 2013). Sin embargo, a pesar de que, hasta ahora el punto máximo de emisiones fue alcanzado en 2016, se necesitan mayores datos para afirmar con certeza que este efecto forma parte de una tendencia a largo plazo.

Gráfica 2. **GLOBAL: PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) A PRECIOS CONSTANTES VS. EMISIONES BRUTAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI), 1990-2021**



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Fondo Monetario Internacional (FMI) y de Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR).

Siete son los grupos de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que se vigilan en los acuerdos internacionales

Los gases de efecto invernadero se clasifican en dos categorías principales. En la primera están el **dióxido de carbono (CO₂)**, el **metano (CH₄)** y el **óxido nitroso (N₂O)**, los cuales tienen como rasgo común el encontrarse de forma natural en el planeta, aunque debe destacarse que actualmente se hallan en altas concentraciones debido a la actividad humana. En tanto, en la segunda categoría se encuentran los gases fluorados, conocidos también como gases F, los cuales a su vez se dividen en **hidrofluorocarbonos (HFC)**, **perfluorocarbonos (PFC)**, **hexafluoruro de azufre (SF₆)** y **trifluoruro de nitrógeno (NF₃)** (US EPA, 2023a). Los gases de esta segunda familia comparten el ser totalmente sintéticos y además que algunos llegan a ser hasta 23,000 veces más potentes en su contribución al calentamiento de la atmósfera, ello en comparación con el dióxido de carbono, que es empleado como estándar de referencia entre una total de 27 distintos gases y compuestos de efecto invernadero reportados por México.²

En la Tabla 1 en la sección de anexos de este documento, se presenta la lista completa de GEI reportados por México. Se incluye su nombre común, su nomenclatura química, su potencial de calentamiento y las emisiones brutas de México por GEI, así como su participación en el total bruto emitido por México al año 2021. Al ser el dióxido de carbono (CO₂) el primer GEI descrito en la literatura por su contribución al efecto invernadero, así como por ser

² Existen otros gases y compuestos que el IPCC reconoce por su contribución directa al efecto invernadero, como trifluorometil pentafluoruro de azufre (SF₅CF₃), éteres halogenados, así como otros halocarbonos y gases halogenados no cubiertos por el Protocolo de Montreal. Asimismo, se encuentra un conjunto de gases y compuestos denominados como precursores (monóxido de carbono [CO], óxidos de nitrógeno [NO_x], compuestos volátiles distintos del metano y dióxido de azufre [SO₂]), cuya contribución al efecto invernadero se da de forma indirecta. De acuerdo con el IPCC, los precursores deben ser reportados si el país cuenta con inventarios de éstos (IPCC, 2006).

el que mayor participación tiene en el total global de emisiones, se utiliza como marco de referencia para medir el impacto del resto de GEI.

De esta forma, el término potencial de calentamiento se refiere a la capacidad que tiene cada uno de estos gases en contribuir al calentamiento de la atmósfera, de acuerdo con sus propias características químicas. Ello también sirve como marco de referencia para los inventarios de GEI, ya que, al ser 27 gases y compuestos distintos, se requiere de una métrica unificada. Para ello se utiliza como unidad el **CO₂ equivalente**, abreviado como CO₂e. Por ejemplo, el metano (CH₄) tiene un potencial de calentamiento 28 veces superior al CO₂ (es decir es 28 veces más potente en su contribución al efecto invernadero que el CO₂). Así, una tonelada de metano (1 tCH₄) es equivalente a 28 toneladas de CO₂e (28 tCO₂e). Esta misma conversión puede realizarse para cualquier otro de los gases señalados en la Tabla 1.

Dada la preocupación mundial sobre las emisiones de GEI y con el fin de reducir los efectos del cambio climático, en 1992 se firma la **Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)**, la cual entra en vigor en 1994. Los países miembros de la CMNUCC se conocen como las “Partes”, mientras que las reuniones anuales, que son el principal mecanismo de decisión al interior de la CMNUCC se conocen como Conferencias de las Partes, o COP por sus siglas en inglés. En la COP3, celebrada en Japón en 1997, se firma el Protocolo de Kioto, acuerdo internacional clave sobre emisiones de GEI, el cual entra en vigor en el año 2005.

Una de las principales controversias del Protocolo de Kioto, y al mismo tiempo, una de las razones que comprometieron su implementación, fue que únicamente los países desarrollados tenían compromisos legalmente vinculantes de reducción de emisiones de GEI, ello debido al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, el cual apunta a la responsabilidad histórica de este grupo de países en el aumento de las concentraciones globales de GEI y en consecuencia, del cambio climático (CMNUCC, 2023a).

En su momento, Estados Unidos señaló que el Protocolo de Kioto inducía condiciones desventajosas para su economía, ello debido a que países como China e India, al considerarse como parte del mundo en vías de desarrollo no contaban con compromisos obligatorios de reducción de emisiones. De acuerdo con el entonces presidente, George W. Bush, la economía estadounidense se volvería mucho más vulnerable si este acuerdo entrara en vigor, argumentando un encarecimiento en la generación de energía eléctrica y daños para los consumidores (The White House, 2001). Esta situación fue corregida en el **Acuerdo de París de 2015** firmado durante la COP21 y sucesor del Protocolo de Kioto, en el cual nuevamente se reconoce la responsabilidad histórica del mundo desarrollado, pero ahora todos los países signatarios cuentan con compromisos de reducción de emisiones, conocidos como **Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional** (NDCs por sus siglas en inglés).

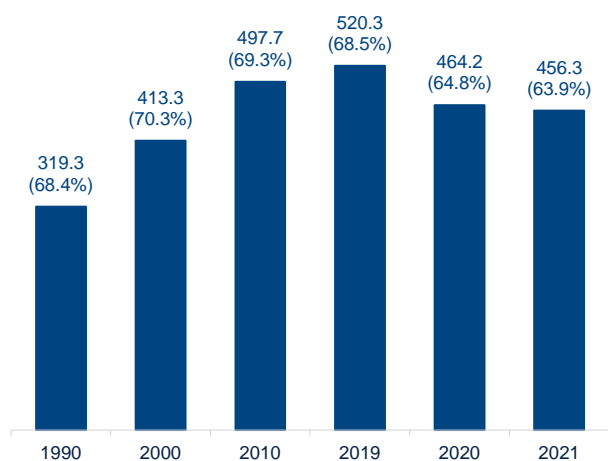
Tal como su nombre lo indica, las NDCs son objetivos de reducción de emisiones nacionalmente determinados, es decir, que previamente a la entrada en vigor del Acuerdo de París, cada país debe de haber consensuado y determinado a nivel nacional su objetivo de reducción de emisiones de GEI.

Para el caso de México, el compromiso es reducir por lo menos en 35% las emisiones nacionales GEI al año 2030, considerando un escenario tendencial sin cambios (business as usual). Dentro de esta meta, el 30% de la reducción de emisiones será mediante recursos nacionales y el 5% mediante cooperación y financiamiento internacional. La meta anterior podrá ampliarse hasta un 40% de reducción de emisiones si la cooperación y el financiamiento internacional y la transferencia tecnológica escalaran significativamente (SEMARNAT e INECC, 2022a). Cabe destacar que estos compromisos corresponden a una actualización realizada en 2022 por el Gobierno de México, ya que, en los objetivos originales, presentados en 2015, México se comprometía, a reducir el 22% de las emisiones de GEI de manera no condicionada y hasta el 36% de forma condicionada al incremento de los mecanismos de financiamiento y al fortalecimiento de la gobernanza climática internacional, ello bajo un horizonte al año 2030 (México. Gobierno de la República, 2015).

El dióxido de carbono, originado principalmente por la quema de combustibles para generar energía, representa 63.9% de las emisiones de GEI en México

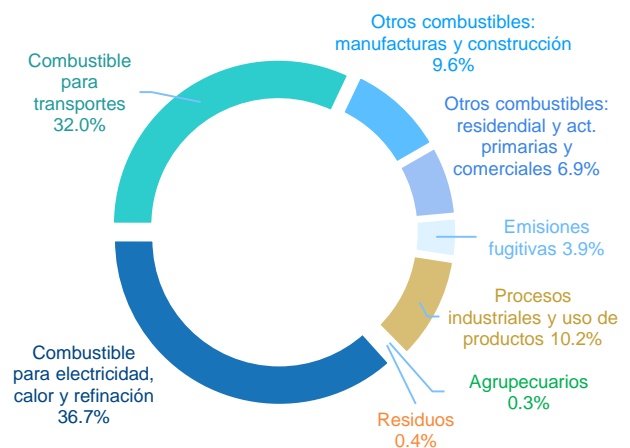
La emisión de dióxido de carbono (CO₂) es la principal fuente de GEI a nivel mundial y en México. En 1990, dichas emisiones en el país fueron de 319.3 millones de toneladas métricas, antes de la pandemia por COVID-19, en 2019 alcanzaron 520.3 millones y para 2021 llegaron a las 456.3 millones de toneladas métricas. Así, en 2021 México emitió 42.9% más dióxido de carbono que en 1990. El INECC estima que el dióxido de carbono representó 63.9% del total de las emisiones de GEI en México durante 2021.

Gráfica 3. **EMISIONES BRUTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EN MÉXICO, 1990-2021**
(Millones de tCO₂e y % del total de GEI)



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Gráfica 4. **FUENTES DE EMISIONES BRUTAS DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EN MÉXICO, 2021**
(%)



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

La producción de electricidad y calor y la refinación de petróleo es la principal fuente de emisiones de dióxido de carbono, representando 36.7% del total en México, siendo el gas natural el principal combustible utilizado, seguido del combustóleo y el carbón natural. Le siguen en importancia los combustibles usados en las actividades de transporte terrestre, aéreo y marítimo que generaron 32.0% de las emisiones de dióxido de carbono en el año 2021. Las gasolinas y naftas, el diésel y los querosenos (e.g. turbosina) son los principales combustibles usados en el sector transporte.

La quema de combustibles en las industrias manufactureras y de la construcción contribuyeron a 9.6% de las emisiones de dióxido de carbono en México. El gas seco es el combustible más usado, seguido del carbón y del coque de petróleo. La minería (con excepción de combustibles) y cantería, la fabricación de productos de hule, y la industria petroquímica y de fertilizantes fueron los principales sectores que emitieron dióxido de carbono en este rubro.

El uso de combustible en el sector residencial, comercial e institucional, y en las actividades primarias representó 6.9% de las emisiones de dióxido de carbono en 2021. En las actividades comerciales e institucionales y en el sector residencial destacan las emisiones por quema de gas licuado (gas LP) y en menor medida de gas seco, mientras

que en las actividades primarias (sectores agropecuarios, silvicultura, pesca y piscifactorías) sobresale el consumo de diésel.

En México, las emisiones fugitivas se explican principalmente por “la liberación intencional o no intencional de gases de efecto invernadero durante la extracción, procesamiento y entrega de petróleo y gas natural al punto de utilización final. Las emisiones pueden producirse durante procesos de venteo, quema en antorcha o cualquier otro tipo de fuga durante el transporte” (SEMARNAT e INECC, 2022b). Representaron 3.9% de las emisiones de dióxido de carbono en el año 2021.

Estas cinco fuentes mencionadas, cuatro de quema de combustible y una de emisiones fugitivas, pertenecen a la categoría de energía y suman 89.1% de las emisiones en México de dióxido de carbono en 2021. La categoría de procesos industriales y uso de productos generó 10.2% de las emisiones de dióxido de carbono; se originan principalmente de la industria del cemento y de la producción de hierro y acero.

Dado lo anterior, disminuir las emisiones de CO₂ implica tomar acciones para reducir la quema de combustibles, ello a fin de obtener energía de fuentes menos contaminantes. Entre las principales alternativas se encuentran la energía eólica y la solar fotovoltaica, así como la transición hacia equipos eléctricos de autotransporte. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), deduciendo los efectos de la pandemia aún presentes en 2022, la puesta en marcha de este tipo de tecnologías logró evitar, a nivel global, la emisión de 465 millones de tCO₂ en ese año (IEA, 2023a).

Sin embargo, la IEA indica también que México se encuentra aún con rezagos en términos de transición energética, en especial cuando se compara con el resto de los países de América Latina. Bajo las políticas actuales, la participación de los combustibles fósiles en la generación de energía permanece constante en términos absolutos hacia el año 2050, mientras que la contribución de fuentes renovables ayuda a absorber el impacto en el aumento de la demanda energética proyectado para los próximos 25 años, con lo cual México se aleja de sus compromisos de reducción de emisiones anunciados (IEA, 2023b).

El metano equivale a 27.7% de los GEI en México: con la tecnología actual es posible reducir sus emisiones a bajo costo o de forma rentable

El metano (CH₄) es el segundo gas de efecto invernadero que más se emite a la atmósfera, tanto en México como en el mundo, el cual surge principalmente como consecuencia de la descomposición de materia orgánica. Para nuestro país, el INECC (2023) reporta que en 1990 las emisiones de metano ascendieron a 117.9 millones de toneladas de CO₂e, representando el 25.3% del total de GEI emitido por México en dicho año. En cambio, para 2021 estas aumentaron a 198.0 millones de toneladas de CO₂e, teniendo una participación en el total de emisiones de GEI de 27.7%. Lo anterior se traduce en un aumento de las emisiones de metano de 67% entre 1990 y 2021.

Tal como se observa en la Gráfica 6, la ganadería representó el 52.5% de las emisiones brutas de metano en el año 2021. Dentro de esta categoría, se consideran tanto emisiones que resultan del proceso digestivo de los rumiantes (fermentación entérica), como aquellas que se originan por el manejo de estiércol. En la primera subcategoría, el ganado bovino ocupa el primer lugar, seguido de los ovinos y caprinos, mientras que en las emisiones que resultan del manejo de estiércol, nuevamente los bovinos ocupan la primera posición, pero seguidos de porcinos en segundo lugar y aves de corral en tercer sitio.

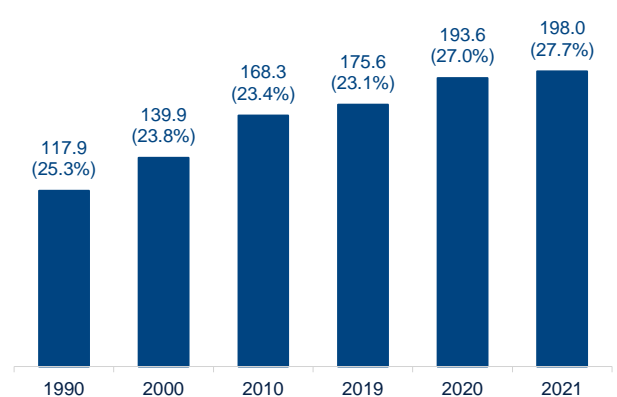
El segundo lugar en el total de emisiones de metano son las emisiones fugitivas, que como se mencionó anteriormente, son aquellas que accidental o deliberadamente se emiten como consecuencia de la extracción, procesamiento y entrega de petróleo o gas natural. En 2021 el 16.7% de las emisiones de metano provinieron de esta fuente. Cabe incluso señalar que, con un total de 33.2 millones de toneladas de CO₂e, las emisiones de metano representan el principal GEI emitido por emisiones fugitivas, superando en 87% a las emisiones por dióxido de carbono, correspondientes a 17.8 millones de toneladas de CO₂e.

En la tercera posición se encuentran las actividades de eliminación de residuos sólidos, con el 14.9% de las emisiones de metano, mientras que el tratamiento y eliminación de aguas residuales se encuentra en el cuarto lugar con 13.0% de las emisiones de este gas en 2021. De un total de 29.6 millones de toneladas de CO₂e de metano del sector de residuos, 14 millones corresponden a rellenos sanitarios, 10 millones a tiraderos a cielo abierto y 5.5 millones a sitios no controlados. En tanto que, para el tratamiento de aguas residuales, que aporta 25.8 millones de toneladas de CO₂e, 4.9 millones corresponde al tratamiento a nivel municipal, mientras que las restantes 20.9 millones se originan en plantas de tratamiento en el sector de la industria.

Finalmente, se encuentran otras fuentes, las cuales suman el 2.8% de emisiones de metano. Estas provienen principalmente de actividades relacionadas directamente con la quema de combustibles, de la quema de materia orgánica (biomasa) en tierras forestales, de cultivo y praderas, así como de actividades en los hogares.

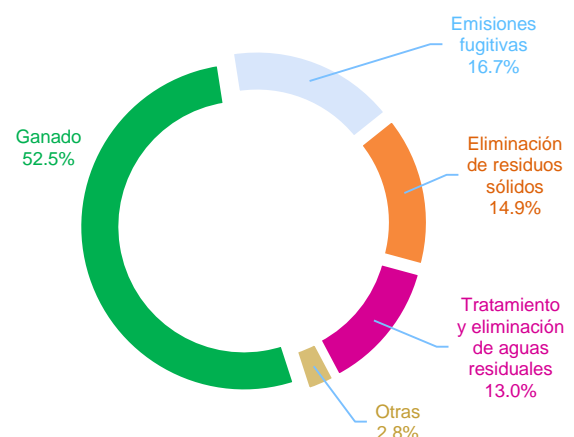
En todas las actividades mencionadas anteriormente, existen oportunidades significativas para lograr la reducción de emisiones por metano. Por ejemplo, para el caso de las emisiones fugitivas resultantes de la quema de combustibles, debe priorizarse una gestión más eficiente de las antorchas de quema en yacimientos de hidrocarburos, que es donde se origina la mayor parte estas emisiones; para ello, es clave la instalación de sistemas de monitoreo de emisiones *in situ*, así como la implementación de sistemas de doble quema, a fin de reducir al máximo las emisiones (Banco Mundial, 2023).

Gráfica 5. **EMISIONES BRUTAS DE METANO (CH₄) EN MÉXICO, 1990-2021**
(Millones de tCO₂e y % del total de GEI)



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Gráfica 6. **FUENTES DE EMISIONES BRUTAS DE METANO (CH₄) EN MÉXICO, 2021**
(%)



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

En tanto, para las emisiones de metano que resultan de la descomposición de materia orgánica como el estiércol en la ganadería, residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales, los digestores (contenedores en donde se lleva a cabo el proceso de descomposición por medio de bacterias), son una de las opciones con una mayor relación costo beneficio, ya que permiten transformar el metano en biogás para su posterior transformación en energía eléctrica, para su utilización en sistemas de calefacción o incluso para su empleo como combustible de vehículos motorizados (Global Methane Initiative, 2013).

Adicionalmente, para el caso específico de la ganadería, pueden llevarse a cabo actividades adicionales como la utilización del excremento como abono, composteo, su almacenamiento bajo tierra, secado o bien la reducción de tiempo que este se descompone previo a su manejo, ello a fin de disminuir las emisiones por su descomposición (US EPA, 2023b).

Con la tecnología actual es posible reducir una parte importante de las emisiones de metano a bajo costo o de forma rentable. Reconociendo esta oportunidad, a partir de la COP26, celebrada en Glasgow, Reino Unido, 111 países miembros de la CMNUCC se han comprometido a reducir de manera colectiva las emisiones de metano hasta en un 30% al año 2030, teniendo como base los niveles del año 2020. Con este acuerdo además se logra una reducción de alto impacto en el efecto invernadero, puesto que, como se mencionó anteriormente, este gas tiene un potencial de calentamiento 28 veces superior al dióxido de carbono, pero al mismo tiempo una vida de menor tiempo en la atmósfera, haciendo que los efectos de su reducción sean más perceptibles en la temperatura a corto y mediano plazo (IEA, 2022).

Las emisiones de óxido nitroso ascienden a 5.1% de los GEI en México: provienen principalmente de actividades agropecuarias y del tratamiento y eliminación de aguas residuales

Después del dióxido de carbono y el metano, el óxido nitroso (N_2O) es el tercer gas con mayor contribución al efecto invernadero, teniendo además un potencial de calentamiento 285 veces mayor que el dióxido de carbono. Tal como puede observarse en la Gráfica 8, las principales fuentes de origen de óxido nitroso son actividades de uso de suelo con 47.9% de las emisiones totales de este gas, seguido de la ganadería con 23%, el tratamiento de aguas residuales con el 15.3%, energía con el 5.7%, así como emisiones indirectas por la gestión de estiércol y otras fuentes, ambas con 4% del total emitido para este gas.

De forma similar al dióxido de carbono, se observa una tendencia de rápido crecimiento en las emisiones de óxido nitroso desde 1990 hasta el año 2010, mientras que en 2019 las emisiones de este gas hallaron un punto máximo, y a partir de la pandemia se contabiliza una reducción en las mismas.

Dado que el 47.9% de las emisiones de óxido nitroso emitidas en 2021 (17.4 millones de toneladas de CO_2e) provienen de la gestión del suelo, este sector es clave en la reducción de emisiones de este gas. En concreto, sus principales fuentes de origen son los fertilizantes sintéticos, el estiércol depositado en pasturas por animales de pastoreo y los residuos agrícolas reincorporados al suelo (SEMARNAT e INECC, 2022b).

También en el caso del óxido nitroso, al igual que con el metano, la descomposición de materia orgánica en actividades de ganadería y de tratamiento de aguas residuales representan una fuente importante de emisiones para este gas. Nuevamente, la gestión de estiércol en bovinos desempeña un papel preponderante, con el 88.1% del total de emisiones directas para este gas en el apartado correspondiente a ganado. En tanto que, para el

tratamiento de aguas residuales, prácticamente la misma proporción corresponde a emisiones tanto a nivel municipal como a nivel industrial (49.9% y 50.1% dentro de esta subcategoría, respectivamente).

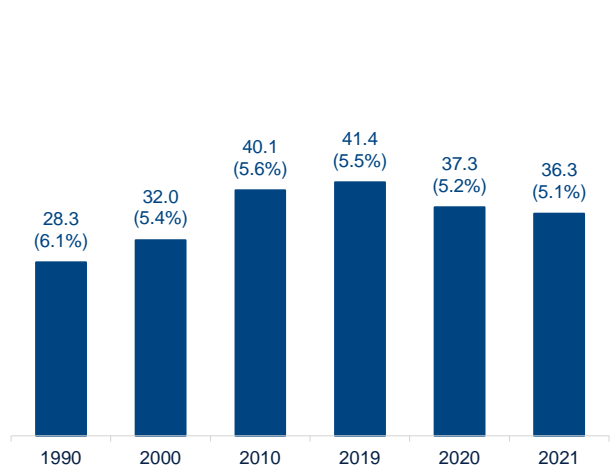
Igualmente, dentro de las actividades relacionadas con la descomposición de materia orgánica, se contabilizan las emisiones indirectas de óxido nitroso por la gestión de estiércol, mismas que ascienden a 1.5 millones de toneladas de CO₂e.

Para el sector de energía, las emisiones de óxido nitroso provienen del sector de autotransporte, ya que este concentra el 58.8% de las emisiones de esta categoría, mientras que el restante se distribuye principalmente en otras actividades de quema de combustibles.

Finalmente, en la categoría denominada como “otros”, una de las principales fuentes es la industria química, en concreto la producción de ácido nítrico, el cual, entre sus diversos usos se encuentra ser un insumo para la fabricación de fertilizantes, como el nitrato de amonio.

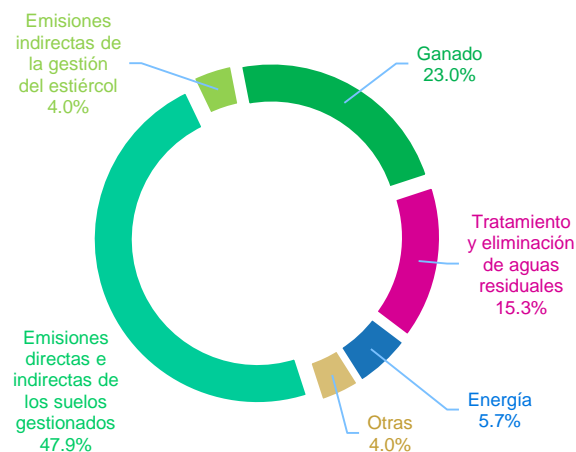
A partir de lo anterior, puede concluirse que, dado que el sector agropecuario concentra la mayor parte de las emisiones de óxido nitroso, las acciones de reducción de emisiones de este gas deben centrarse en mejorar la gestión en el tipo de fertilizante, su dosis, así como el tiempo y método de aplicación. De la mano con estas actividades, es importante promover prácticas mejoradas de labranza, irrigación, rotación de cultivos, utilización de fertilizantes de liberación prolongada o bien, su sustitución por insumos como cal o carbón vegetal (Hassan et al., 2022).

Gráfica 7. **EMISIONES BRUTAS DE ÓXIDO NITROSO (N₂O) EN MÉXICO, 1990-2021**
(Millones de tCO₂e y % del total de GEI)



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Gráfica 8. **FUENTES DE EMISIONES BRUTAS DE ÓXIDO NITROSO (N₂O) EN MÉXICO, 2021**
(%)



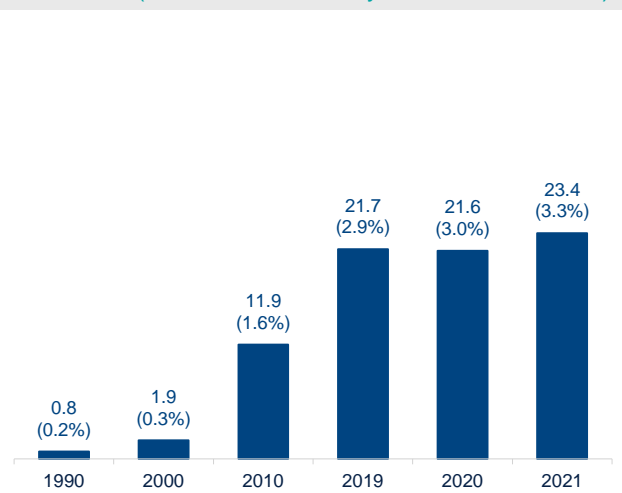
Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Los hidrofluorocarbonos representan 3.3% de las emisiones de GEI en México, se usan principalmente como refrigerantes y para aires acondicionados

Los hidrofluorocarbonos (HFCs) son compuestos que han tenido un auge muy importante a nivel mundial en los últimos 30 años, dado que han permitido sustituir el uso de sustancias que agotan la capa de ozono (e.g. clorofluorocarbonos [CFCs]). La adopción del Protocolo de Montreal en 1987 y sus posteriores enmiendas han permitido controlar la producción y consumo de estas sustancias que contienen cloro y bromo que destruyen el ozono estratosférico.

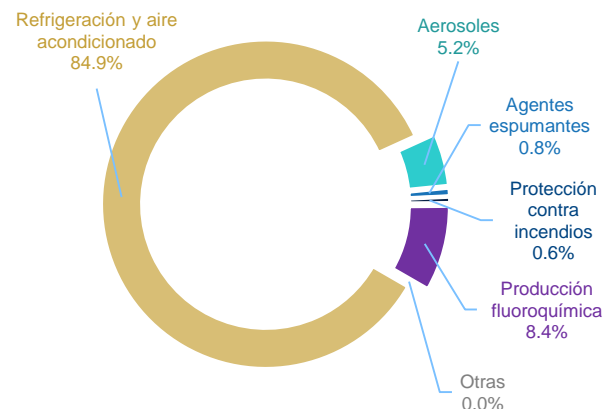
El mexicano Mario Molina, fue una figura clave en alertar sobre los efectos de los clorofluorocarbonos (CFCs) sobre la capa de ozono. Junto con Paul J. Crutzen y F. Sherwood Rowland, fue receptor del Premio Nobel de Química en 1995. En un primer momento sus investigaciones no fueron del todo bienvenidas, ya que se asumía que los CFCs podían ser buenos refrigerantes debido a no ser tóxicos para la salud humana, sin embargo Molina y sus colaboradores señalaron que el uso indiscriminado de los CFCs estaba cambiando la composición química de la capa de ozono, de forma que en el transcurso de algunas décadas, este componente de la atmósfera que protege el planeta de la radiación ultravioleta estaría completamente alterado químicamente, trayendo consigo serios impactos para la vida humana, así como para el conjunto de seres vivos y ecosistemas en el planeta (The Nobel Prize, 1995).

Gráfica 9. **EMISIONES BRUTAS DE HIDROFLUOROCARBURUOS (HFCs) EN MÉXICO, 1990-2021**(Millones de tCO₂e y % del total de GEI)



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Gráfica 10. **FUENTES DE EMISIONES BRUTAS DE HIDROFLUOROCARBURUOS (HFCs) EN MÉXICO, 2021 (%)**



Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Dicho esto, entre 1990 y 2000, los hidrofluorocarbonos representaron entre 0.2% y 0.3% de las emisiones de GEI de México. Para 2010 ya se observaba un incremento importante en su uso y en 2021 las emisiones de hidrofluorocarbonos ascendieron a 23.4 millones de toneladas de CO₂e, lo que representa el 3.3% de las emisiones brutas de GEI del país. En 2021, 84.9% de las emisiones de hidrofluorocarbonos en México provino de su uso (o fuga) de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Le siguen en importancia la industria fluoroquímica con 8.4% y los aerosoles con 5.2%. La metodología de los Inventarios de GEI en el país contempla el cálculo de las emisiones

de 16 hidrofluorocarbonos, de entre los que destacan el HFC-404A (para uso comercial, industrial y automotriz) con un potencial de calentamiento de 3,943 y el HFC-134a (para uso doméstico y automotriz) con un potencial de calentamiento de 1,300. Ambos compuestos representaron 73% de las emisiones de hidrofluorocarbonos de México en 2021.

Dado lo anterior, las principales opciones para la reducción de emisiones de HFCs parten de procesos de sustitución en el uso de refrigerantes. Entre las alternativas se encuentran sistemas de refrigeración a base de dióxido de carbono, que, si bien es también un GEI, su potencial de calentamiento es significativamente menor que el de los HFCs. Otros posibles reemplazos son el amoníaco o bien, sistemas a base de hidrocarburos como el propano o propileno (Comisión Europea, 2024).

Otros gases y compuestos (PFCs, NF₃ y SF₆)

La metodología de los Inventarios de GEI también contabiliza las emisiones de perfluorocarbonos (PFCs), trifluoruro de nitrógeno (NF₃) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Estos tres gases y compuestos se utilizan principalmente en la industria electrónica. Uno de los perfluorocarbonos más comunes es el tetrafluorometano (CF₄), con un potencial de calentamiento de 6,630, que se usa en la fabricación de células fotovoltaicas, circuitos integrados o semiconductores y pantallas planas (INECC, 2023). Por su parte, el trifluoruro de nitrógeno (NF₃) tiene un potencial de calentamiento de 16,100, mientras que el hexafluoruro de azufre (SF₆) tiene el potencial de calentamiento más alto hasta ahora conocido, de 23,500 (IPCC, 2013a).

En 1990, la suma de las emisiones en México de estos tres gases ascendía a medio millón de toneladas de CO_{2e}, representando 0.1% de los GEI. Para el dato de 2021, el INECC todavía no contaba con los cálculos más recientes. Estimamos que en 2021 las emisiones de estos tres gases y compuestos no han cambiado significativamente de lo observado hace más de 30 años, es decir, que rondan en cerca de medio millón de toneladas de CO_{2e}.

Consideraciones finales

Hacer frente al cambio climático demanda acciones significativas para lograr la reducción de emisiones de GEI. Al mismo tiempo, tal como se puede concluir a partir del presente análisis, la diversidad de gases y compuestos que contribuyen al efecto invernadero, así como sus fuentes de origen, requieren de una serie de acciones, que, de forma integral favorezcan la reducción de emisiones y al mismo tiempo generen oportunidades de desarrollo económico sostenible e incluyente.

Si bien la pandemia de COVID-19 contribuyó a la reducción de emisiones de GEI, tanto en México como en el mundo, es importante destacar que esta fue una caída atípica en actividad económica, por lo que es posible que en los próximos años las emisiones vuelvan a una tendencia al alza. Si bien en el caso de México se observa un punto máximo en las emisiones de GEI en el año 2016, es primordial estar al tanto del comportamiento que tendrá esta variable en los próximos años.

Asimismo, es esencial acelerar una transición tecnológica que permita generar energía a partir de fuentes menos intensivas en emisiones, como la energía solar o la eólica. También es fundamental promover la adopción de vehículos eléctricos, especialmente si se trata de modernizar las flotillas de transporte público. Otros combustibles, como el hidrógeno verde, se proyectan también como una alternativa para la generación de energía en los próximos años.

Además del sector energético, resulta crítico reducir las emisiones que surgen por actividades agropecuarias, así como por la descomposición de residuos. En este sentido, el manejo de las emisiones de metano para su posterior utilización en sistemas de calefacción o de generación de energía eléctrica, representa una oportunidad clave para reducir los efectos de este gas sobre la atmósfera, el cual debe recordarse que es 28 veces más potente que el dióxido de carbono. Asimismo, el óxido nitroso, cuyo potencial de calentamiento es 265 veces mayor que el dióxido de carbono, debe formar parte de los esfuerzos de reducción de GEI, en especial favoreciendo prácticas de agricultura sustentable.

Finalmente, en el caso de los hidrofluorocarbonos (HFCs), cabe recordar que estos empezaron a emplearse para sustituir a los clorofluorocarbonos (CFCs), los cuales agotan la capa de ozono. Sin embargo, debe mencionarse también el alto impacto que los HFCs tienen sobre el efecto invernadero, por lo que resulta clave promover sistemas de refrigeración a base de gases con menor impacto en el clima. Asimismo, es esencial la participación de la industria electrónica, a fin de promover alternativas o eficientar el uso de otros compuestos con un alto potencial de calentamiento utilizados en la fabricación de circuitos integrados, semiconductores y paneles solares.

Anexo 1: Listado de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Tabla 1. Gases de Efecto Invernadero (GEI), potencial de calentamiento, emisiones brutas de México por gas y porcentaje en el total bruto emitido, 2021

Nombre común	Nomenclatura	Potencial de calentamiento	Emisiones brutas en miles de toneladas de CO ₂ e	Porcentaje en el total bruto anual
Dióxido de carbono	CO ₂	1	456,265.9	63.9
Metano	CH ₄	28	198,041.6	27.7
Óxido nítrico	N ₂ O	265	36,315.6	5.1
Hidrofluorocarbonos	HFC-23	12,400	1,974.6	0.3
	HFC-410A	1,924	1,670.8	0.2
	HFC-43-10mee	1,650	5.9	<0.1
	HFC-125	3,170	34.8	<0.1
	HFC-134	1,120	0.3	<0.1
	HFC-134a	1,300	8,421.0	1.2
	HFC-404A	3,943	8,706.6	1.2
	HFC-407C	1,624	138.1	<0.1
	HFC-245fa	3,985	165.2	<0.1
	HFC-152a	138	510.8	0.1
	HFC-227ea	2,640	40.7	<0.1
	HFC-236fa	8,060	63.5	<0.1
	HFC-365mfc/227ea	982	60.0	<0.1
	HFC-365mfc	804	4.4	<0.1
	HFC-507a	858	1,589.4	0.2
	HFC-32	677	<0.1	<0.1
Perfluorocarbonos	CF ₄	6,630	28.7	<0.1
	C ₂ F ₆	11,100	3.2	<0.1
	C ₃ F ₈	8,900	0.3	<0.1
	C ₄ F ₆	1	<0.1	<0.1
	c-C ₄ F ₈	9,540	0.1	<0.1
	C ₅ F ₈	2	<0.1	<0.1
Trifluoruro de nitrógeno	NF ₃	16,100	3.0	<0.1
Hexafluoruro de azufre	SF ₆	23,500	2.5	<0.1
TOTAL		NA	714,047.3	100.0

Fuente: BBVA Research a partir de datos del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).

Anexo 2: Glosario

Cambio climático. Variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La CMNUCC, en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2013b).

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*. Fue adoptada en Nueva York el 9 de mayo de 1992 y rubricada ese mismo año en la Cumbre para la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, por más de 150 países más la Comunidad Europea. Su objetivo último es “la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático” (IPCC, 2013b). La CMNUCC entró en vigor el 21 de marzo de 1994. Hoy en día, tiene una membresía casi universal. Los 197 países que la han ratificado se denominan Partes en la Convención (CMNUCC, 2023b). Fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores el 3 de diciembre del mismo año (SEMARNAT e INECC, 2022b).

Efecto invernadero. Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) absorben eficazmente la radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera a causa de los propios gases, y por las nubes. La radiación atmosférica se emite en todas direcciones, incluida hacia la superficie de la Tierra. Por ello, los gases de efecto invernadero atrapan calor en el sistema superficie-troposfera. Este efecto se denomina efecto invernadero (IPCC, 2007).

Emisión de dióxido de carbono-equivalente (CO₂e). Cuantía de emisión de dióxido de carbono que causaría el mismo forzamiento radiativo integrado, en un plazo de tiempo dado, que cierta cantidad emitida de un gas de efecto invernadero o de una mezcla de gases de efecto invernadero. Las emisiones de dióxido de carbono equivalentes se calculan multiplicando la emisión de un gas de efecto invernadero por su Potencial de Calentamiento Mundial (PCM) en el plazo de tiempo especificado. En el caso de las mezclas de gases de efecto invernadero, se suman las emisiones de dióxido de carbono equivalentes correspondientes a cada gas. La emisión de dióxido de carbono equivalente constituye una escala típica para comparar las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero, aunque no implica una equivalencia en las respuestas correspondientes en términos de cambio climático (IPCC, 2013b).

Gas de Efecto invernadero (GEI), *Greenhouse gas (GHG)*. Componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero (IPCC, 2013b).

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Es el organismo de las Naciones Unidas creado en 1988 para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta (IPCC, 2023).

Inventarios, Inventarios de GEI, Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI). Documento que contiene la estimación de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2012). México es signatario y ratificó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). En su artículo 4 establece que todas las Partes deberán de “Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes” (Naciones Unidas, 1992). Las directrices de los inventarios son definidas por el IPCC y fueron publicadas en 2006 y su último refinamiento en 2019 (SEMARNAT e INECC, 2022b).

Potencial de calentamiento, Potencial de Calentamiento Mundial (PCM), *Global Warming Potential (GWP)*. Índice basado en las propiedades radiativas de los gases de efecto invernadero, que mide el forzamiento radiativo obtenido de los impulsos de emisión en la atmósfera actual, de una unidad de masa de cierto gas de efecto invernadero, integrado a lo largo de un plazo de tiempo dado, en comparación con el causado por el dióxido de carbono. El PCM representa el efecto conjunto del diferente periodo de permanencia de esos gases y de su eficacia relativa como causante de un forzamiento radiativo. Los Inventarios de GEI están basados en el PCM asociado a los impulsos de emisión en un periodo de 100 años (IPCC, 2013b).

Protocolo de Kioto. El Protocolo de Kioto de la CMNUCC fue adoptado en 1997 en Kioto, Japón, en el tercer periodo de sesiones de la Conferencia de las Partes. Contiene compromisos jurídicamente vinculantes, que vienen a sumarse a los contenidos en la CMNUCC. Los países señalados en el anexo B del Protocolo (la mayoría de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, y los países de economía en transición) acordaron reducir, entre 2008 y 2012, sus emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) en un 5% como mínimo respecto de los niveles de 1990. El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005 (IPCC, 2013b).

Protocolo de Montreal. El Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono fue adoptado en Montreal en 1987, y posteriormente retocado y enmendado en Londres (1990), Copenhague (1992), Viena (1995), Montreal (1997) y Beijing (1999). Controla el consumo y la producción de sustancias químicas que contienen cloro y bromo y que destruyen el ozono estratosférico, como los clorofluorocarbonos, el metilcloroformo, el tetracloruro de carbono, y muchas otras (IPCC, 2013b).

Referencias

Banco Mundial. (2023). *Global Gas Flaring Reduction Partnership (GGFR). How can we reduce methane emissions?* <https://www.worldbank.org/en/programs/gasflaringreduction/methane-explained>

Comisión Europea (2024). *Climate-friendly alternatives to HFCs*. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/fluorinated-greenhouse-gases/climate-friendly-alternatives-hfcs_en

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMNUCC]. (2023a). *¿Qué es el Protocolo de Kyoto?* https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

----- (2023b). *¿Qué es la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático?* <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/que-es-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-el-cambio-climatico>

Diario Oficial de la Federación [DOF]. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf>

Emissions Database for Global Atmospheric Research [EDGAR]. (2023). *GHG emissions of all world countries: 2023*. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/953322>

Fondo Monetario Internacional [FMI]. (2023). *World Economic Outlook, October 2023: Navigating Global Divergences*. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2023/10/10/world-economic-outlook-october-2023>

Global Methane Initiative (2013). *Municipal Wastewater Methane: Reducing Emissions, Advancing Recovery and Use Opportunities*. https://www.globalmethane.org/documents/ww_fs_eng.pdf

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC]. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>

----- (2007). *Informe del Grupo de Trabajo I - Base de las Ciencias Físicas—Glosario. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/annexsanexo-1-3.html

----- (2013a). *Anthropogenic and Natural Radiative Forcing*. En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 659–740). Cambridge University Press.

----- (2013b). *Glosario. Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

----- (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

----- (2023). *IPCC en español*. <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>

Hassan, M. U., Aamer, M., Mahmood, A., Awan, M. I., Barbanti, L., Seleiman, M. F., Bakhsh, G., Alkharabsheh, H. M., Babur, E., Shao, J., Rasheed, A., y Huang, G. (2022). Management Strategies to Mitigate N2O Emissions in Agriculture. *Life*, 12(3), 439. <https://doi.org/10.3390/life12030439>

International Energy Agency [IEA]. (2022). *Global Methane Tracker 2022*. OECD. <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2022>

----- (2023a). *CO2 Emissions in 2022*. OECD. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>

----- (2023b). *Latin America Energy Outlook 2023*. OECD. <https://doi.org/10.1787/fd3a6daa-en>

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC]. (2023). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (Inegycei), 2020-2021*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/853373/10-2023_INEGyCEI_2020_2021.xlsx

Kaika, D., y Zervas, E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Theory—Part A: Concept, causes and the CO2 emissions case. *Energy Policy*, 62, 1392-1402. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>

México. Gobierno de la República. (2015). *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf

Naciones Unidas. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (GE.05-62301)*. Naciones Unidas. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] e Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC]. (2022a). *Contribución Determinada a Nivel Nacional. Actualización 2022*. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-11/Mexico_NDC_UNFCCC_update2022_FINAL.pdf

----- (2022b). *México: Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI), 1990-2019*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737226/156_2022_INEGYCEI_1990-2019_NIR.pdf

The Nobel Prize. (1995). *Press release: The nobel prize in chemistry 1995*. <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1995/summary/>

The White House. (2001). *Text of a Letter from the President to Senators Hagel, Helms, Craig, and Roberts*. <https://georgewbush-whitehouse.archives.gov/news/releases/2001/03/20010314.html>

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (2023a). *Emisiones de gases fluorados*. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-gases-fluorados>

----- (2023b). *Practices to Reduce Methane Emissions from Livestock Manure Management*. <https://www.epa.gov/agstar/practices-reduce-methane-emissions-livestock-manure-management>

AVISO LEGAL

El presente documento no constituye una "Recomendación de Inversión" según lo definido en el artículo 3.1 (34) y (35) del Reglamento (UE) 596/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre abuso de mercado ("MAR"). En particular, el presente documento no constituye un "Informe de Inversiones" ni una "Comunicación Publicitaria" a los efectos del artículo 36 del Reglamento Delegado (UE) 2017/565 de la Comisión de 25 de abril de 2016 por el que se completa la Directiva 2014/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos organizativos y las condiciones de funcionamiento de las empresas de servicios de inversión ("MiFID II").

Los lectores deben ser conscientes de que en ningún caso deben tomar este documento como base para tomar sus decisiones de inversión y que las personas o entidades que potencialmente les puedan ofrecer productos de inversión serán las obligadas legalmente a proporcionarles toda la información que necesiten para esta toma de decisión.

El presente documento, elaborado por el Departamento de BBVA Research, tiene carácter divulgativo y contiene datos u opiniones referidas a la fecha del mismo, de elaboración propia o procedentes o basadas en fuentes que consideramos fiables, sin que hayan sido objeto de verificación independiente por BBVA. BBVA, por tanto, no ofrece garantía, expresa o implícita, en cuanto a su precisión, integridad o corrección.

El contenido de este documento está sujeto a cambios sin previo aviso en función, por ejemplo, del contexto económico o las fluctuaciones del mercado. BBVA no asume compromiso alguno de actualizar dicho contenido o comunicar esos cambios.

BBVA no asume responsabilidad alguna por cualquier pérdida, directa o indirecta, que pudiera resultar del uso de este documento o de su contenido.

Ni el presente documento, ni su contenido, constituyen una oferta, invitación o solicitud para adquirir, desinvertir u obtener interés alguno en activos o instrumentos financieros, ni pueden servir de base para ningún contrato, compromiso o decisión de ningún tipo.

El contenido del presente documento está protegido por la legislación de propiedad intelectual. Queda expresamente prohibida su reproducción, transformación, distribución, comunicación pública, puesta a disposición, extracción, reutilización, reenvío o la utilización de cualquier naturaleza, por cualquier medio o procedimiento, salvo en los casos en que esté legalmente permitido o sea autorizado expresamente por BBVA en su sitio web www.bbvaresearch.com.

INTERESADOS DIRIGIRSE A:

BBVA Research: Paseo de la Reforma 510, Colonia Juárez, C.P. 06600 Ciudad de México, México.
Tel.: +52 55 5621 3434
www.bbvaresearch.com