

Guía para el cálculo de Huella de Carbono

Sector
Transporte de personas



Mesa de Huella de Carbono

Esta Guía es el resultado de un trabajo colectivo realizado en el marco de la Comisión Público Privada de Sustentabilidad Ambiental CIMPAR. Diversas instituciones y empresas de la provincia se reunieron en la Mesa de Huella de Carbono para aportar su conocimiento, experiencia y compromiso en el desarrollo de instrumentos que faciliten la reducción de las emisiones de carbono.

Coordinación

Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe.
Proseind S.A.

Integrantes

Instituto de Estudios de Transporte (IET) - FCEIA - UNR
Instituto para el Desarrollo Sustentable de Rafaela - Municipalidad de Rafaela
INTI
La Segunda Seguros S.A.
Wabee Smart Energy.

Agradecemos el intercambio con la Secretaría de Estado de Cambio Climático de la provincia de Misiones por facilitarnos la interacción en la construcción de este proyecto.



Índice de Contenidos

1. Introducción.....	3
2. ¿Porqué es importante reducir la HC del sector Transporte?.....	5
3. Definiciones	11
4. Objetivos y Alcance de la Guía	15
5. Metodologías. IPCC - GHG - Normas ISO	16
6. Cálculo. Información necesaria y colecta de datos	26
7. Propuestas para reducir la HC en el transporte	38
8. Mecanismos de compensación	44
9. Caso práctico	47
10. Bibliografía y fuentes de información	49

Anexos

Anexo 1	52
Anexo 2	55
Anexo 3	59

CO₂

1. Introducción

La huella de carbono es un componente fundamental de lo que se conoce como huella ambiental. Se refiere a la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera como resultado de las actividades humanas, generalmente expresada en términos de toneladas de dióxido de carbono equivalentes (CO₂e).

El impacto de la huella de carbono es significativo, ya que los gases de efecto invernadero (GEI), especialmente el dióxido de carbono, contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. Las principales fuentes de emisiones incluyen:

- 1. Transporte:** El uso de vehículos, aviones, barcos, etc., que queman combustibles fósiles.
- 2. Industria:** La producción de bienes y la manufactura, que frecuentemente dependen de la quema de carbón, petróleo y gas.
- 3. Energía eléctrica:** Las centrales eléctricas que generan energía a partir de fuentes no renovables.
- 4. Agricultura y ganadería:** Actividades como el uso de fertilizantes y la cría de ganado, que producen metano, un potente gas de efecto invernadero.
- 5. Residuos:** El vertido y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, que generan metano cuando se descomponen.

Al incorporar la huella de carbono dentro de la huella ambiental, se está reconociendo que el cambio climático es solo una de las múltiples dimensiones del impacto ecológico que nuestras actividades producen. Sin embargo, abordar la huella de carbono de manera específica es crucial, ya que su reducción tiene un impacto directo en la mitigación del cambio climático.

Las huellas ambientales son diferentes análisis de potenciales impactos ambientales que se generan directa o indirectamente a lo largo del ciclo de vida de un producto u organización.

En las organizaciones, la huella ambiental sirve para:

- Identificar y evaluar los puntos críticos de un sistema productivo en pos de una mejora continua.
- Para comparar procesos, materias primas, etc.
- Fomentar la economía circular en la valorización de residuos.
- Desarrollar nuevos procesos, insumos, productos, etc.
- Generar información robusta para la comunicación y estrategias de comercialización.

2. ¿Porqué es importante reducir la Huella de Carbono del sector Transporte?

El Inventario de GEI del 2018 de la Argentina muestra que los GEI (gases de efecto invernadero) totales alcanzan los 366 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e). Por su parte, el sector energía representa el 51% del total (Figura N°1), donde se encuentra incluído el transporte (27%) y dentro de este encontramos la categoría terrestre, representando el 25% de las emisiones totales de ese sector. A nivel país, toda la categoría de transporte terrestre representa el 12,7% de las emisiones totales (Figura N°2). Con estos datos, se da cuenta de la importancia de la movilidad como una de las principales actividades consumidoras de combustibles fósiles y su influencia en el incremento de GEI.

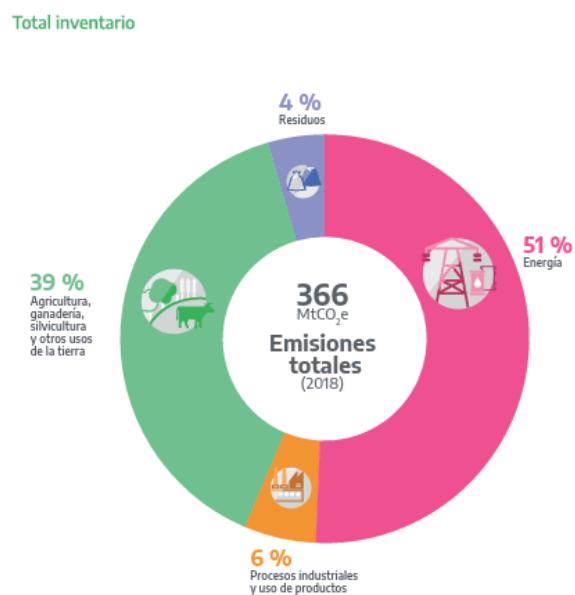


Figura N°1. Distribución de las emisiones del Inventario de GEI de la República Argentina (2018). Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2021.

El transporte terrestre es el responsable del 90,4% del total de emisiones de GEI del sub-sector Transporte en Argentina (Figura N°2). De esas emisiones, los autos particulares representan un porcentaje del 38,6%, los camiones ligeros el 41,7%, los camiones pesados el 3,3%, los colectivos el 2,7%, las motos el 2,5% y los colectivos interurbanos el 2,7%.

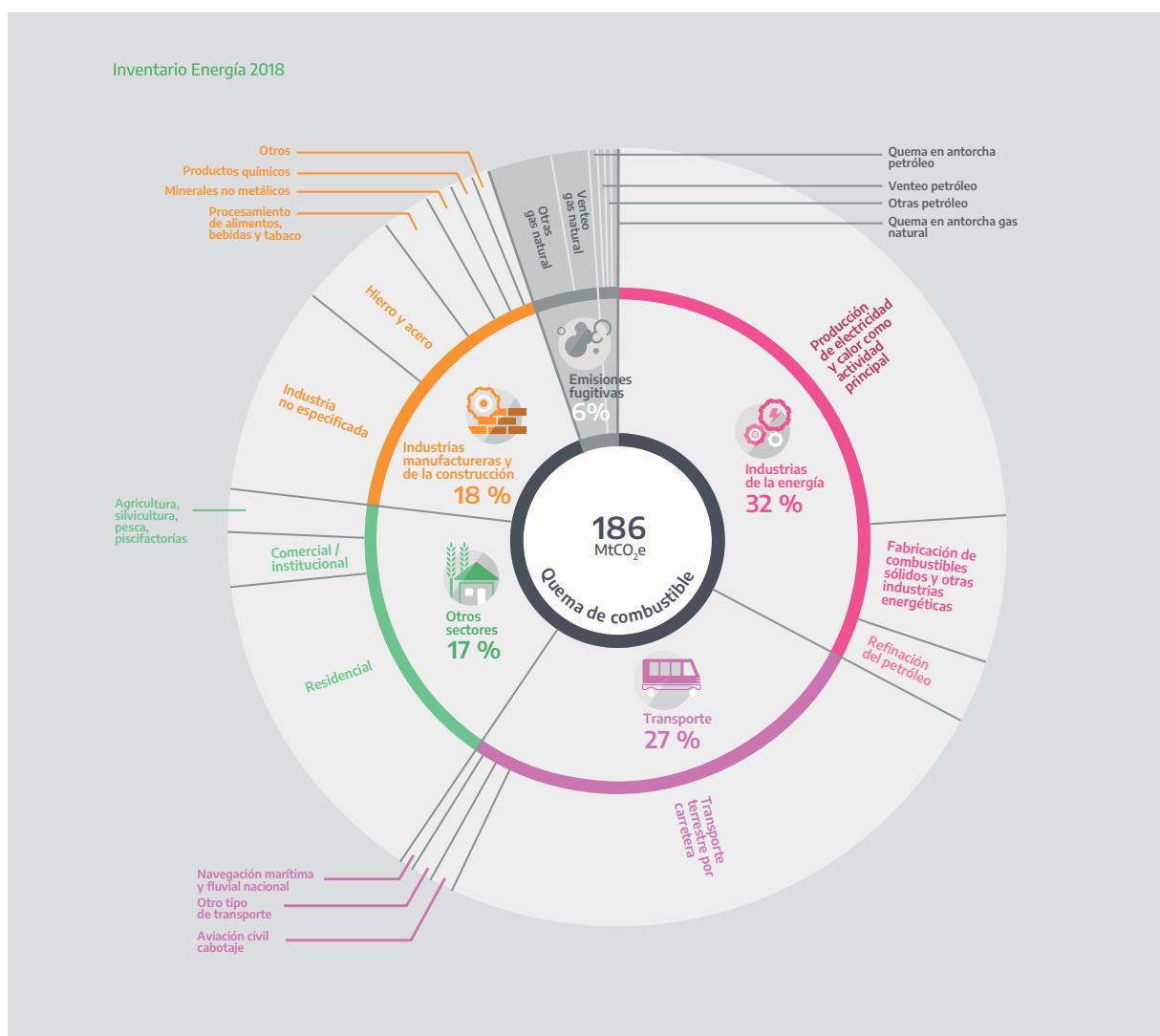


Figura N°2. Inventario de GEI - Sector Energía (2018). Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2021.

La cantidad de emisiones GEI que generan los autos es desproporcionada respecto a la cantidad de personas que los usan. En el Área Metropolitana de Buenos Aires el 23,2% de los viajes se realizan en auto particular y emiten el 49,3% de GEI. El 76,8% de los viajes restantes utilizan modos más eficientes de movilidad (colectivos, trenes, caminata, bicicletas, etc.) y generan el 50,7% de emisiones GEI.

Los datos de emisiones en Santa Fe reflejan un peso importante del subsector transporte, como uno de los principales emisores de GEI. En este sentido, el total de emisiones calculada al 2016, muestra un total de 25,403 Mtn de CO₂e, donde el sector energía tiene una participación del 49.3% de este total (Figura N°3). Dentro de este sector, el transporte tributa con un total de 3,972 Mtn de CO₂e, lo que representa un 34,4% del sector y un 17% aproximadamente, del total de emisiones calculadas en el territorio provincial.

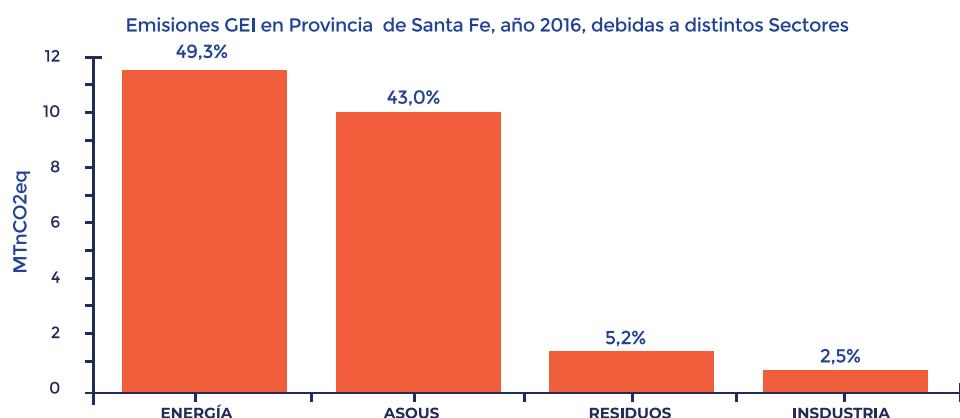


Figura N°3. Emisiones GEI Provincia de Santa Fe por sector, 2016. Fuente: Gobierno de Santa Fe, 2016

Energía - Emisiones de CO₂eq por subsector

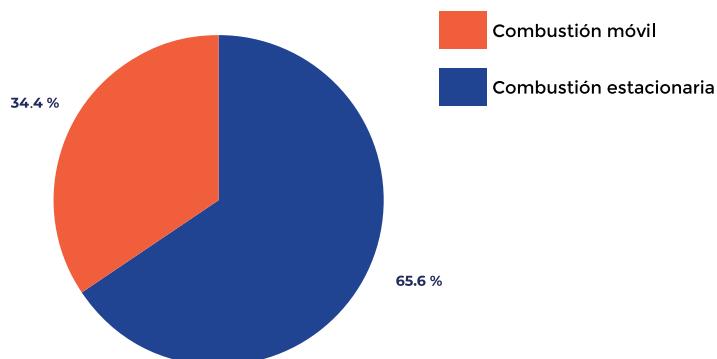


Figura N°4. Emisiones de CO₂e por subsector: combustión estacionaria y móvil (transporte). Fuente: Gobierno de Santa Fe, 2016.

Dentro de las diferentes formas de abordar la medición de la huella de carbono, se encuentra la denominada **huella de carbono organizacional** que representa una verificación puntual en un período de tiempo, generalmente se considera un año calendario. Por otra parte, la **huella de carbono del producto**, es el resultado de la aplicación del análisis del ciclo de vida (ACV) pensando en un solo impacto, el del calentamiento global (cambio climático). Por lo tanto, es un ACV de vida limitado, que modela solo una categoría de impacto. El ACV considera todas las categorías de impacto ambiental, mientras que la huella de carbono de un producto, solo contempla la que corresponde a emisiones de gases de efecto invernadero.

En ambos casos, ya sea para la huella de carbono organizacional o para la del producto, se deberá cuantificar las emisiones del transporte de personas ya sea las generadas de manera directa (como por ejemplo viajes que se generan por actividades propias de la organización) o de manera indirecta (como el traslado cotidiano de las personas que trabajan en la misma).

En este contexto, resulta evidente que la movilidad de las personas, es un componente fundamental en el cálculo de la huella de carbono debido a su elevado consumo de energía fósil y su impacto en las emisiones indirectas. La descarbonización del sector es indispensable para la transición hacia un modelo de movilidad sostenible. La dependencia de combustibles fósiles del modelo vigente y la infraestructura orientada al automóvil exacerbaban el cambio climático y fomentan un modelo de movilidad insostenible, cuyas externalidades afectan no solo al ambiente sino también a la calidad de vida de las comunidades.

Las consecuencias de este paradigma impactan negativamente en la salud y el bienestar de las personas, mediante las emisiones de CO₂, óxidos de nitrógeno (NO_x) y partículas finas (PM_{2.5}) agravan la calidad del aire, lo que aumenta la incidencia de enfermedades respiratorias y cardiovasculares entre la población. Estudios de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) señalan que la contaminación del aire es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en las ciudades, afectando principalmente a grupos vulnerables, infancias, adultos, adultos mayores y personas con condiciones de salud preexistentes.

La huella de carbono del sector se ve influenciada por las decisiones cotidianas de movilidad. Esas decisiones acumuladas, que las personas realizan al elegir el auto particular para sus viajes cotidianos en lugar de alternativas más sostenibles como el transporte público,

la bicicleta o caminar, refuerzan un patrón de movilidad insostenible para las comunidades y las personas. En igual sentido, la expansión urbana sin planificación, fomenta la dependencia del automóvil y aumenta las distancias que las personas deben recorrer para realizar sus actividades habituales, lo que se traduce en un incremento directo de la demanda de combustible y en mayores emisiones.

La transición hacia un sistema de movilidad sostenible, basada en la mayor utilización del transporte público de bajas emisiones y la movilidad activa, ayudan a mitigar las emisiones de GEI y mejoran la calidad del aire, favoreciendo entornos más saludables. Asimismo, un sistema de movilidad más eficiente en términos ambientales contribuye a la equidad urbana, ya que reduce la necesidad de tener un vehículo particular, haciendo las ciudades más accesibles y habitables para todas las personas. El cambio a un modelo de movilidad sostenible permite a las ciudades liberar espacio público y destinarlo a áreas verdes, zonas peatonales y ciclovías, lo que refuerza la cohesión social y el disfrute del espacio urbano (Gehl, 2010).

El proceso de cambio por una movilidad sostenible requiere de decisiones personales que no solo afectan las emisiones directas de la movilidad diaria, sino también de dinámicas más amplias que pueden comprenderse a través del análisis de huellas de carbono corporativas.

La movilidad, en sus múltiples formas, ocupa un lugar destacado en el perfil de emisiones de muchas empresas y organizaciones y pueden provenir de la logística de insumos y distribución de productos hasta los desplazamientos de empleadas y empleados y la entrega de bienes al consumidor final. Para abordar estas emisiones, las empresas tienen un rol crucial al incentivar opciones de transporte más sostenibles, para acompañar un cambio cultural en el que las personas prioricen alternativas más sostenibles en su vida diaria. De este modo, las pequeñas decisiones individuales —como elegir caminar o compartir un vehículo— se acumulan, reforzando la descarbonización de la movilidad corporativa y el modelo urbano en general.

En el marco de los compromisos ambientales internacionales (Protocolo de Kyoto, Acuerdo de París, Convención marco de la ONU sobre el CC) y el esquema normativo nacional (Ley de Presupuestos mínimos sobre CC, Ley de Presupuestos mínimos de adaptación y mitigación al cambio climático global), provincial y local, el sector movilidad representa una pieza clave para alcanzar las metas de reducción de emisiones, lo que implica una transformación estructural de los sistemas de movilidad, no sólo en términos tecnológicos, sino también en

cambios de comportamiento y en el fomento de decisiones individuales responsables. La adopción de modos de movilidad menos intensivos en carbono, como el transporte público y el desarrollo de infraestructura para bicicletas y peatones, son acciones esenciales para disminuir la huella de carbono del sector. Estos cambios contribuyen no solo a reducir las emisiones, sino a crear ciudades resilientes, capaces de enfrentar los retos del cambio climático de manera efectiva y equitativa.

En definitiva, reducir la huella de carbono en el transporte de personas y cargas, transformando nuestras decisiones cotidianas de movilidad, es esencial no solo para cumplir con compromisos climáticos globales, sino también para mejorar la calidad de vida de las comunidades. La transición hacia un sistema de movilidad limpio y accesible implica asumir que nuestras elecciones en movilidad tienen un impacto directo en el entorno urbano y, también, a escala global, como una cuestión de responsabilidad ambiental y de equidad para los desafíos ambientales y sociales que el cambio climático implica.

3. Definiciones

Cambio climático: Es una variación persistente del clima atribuída, directa o indirectamente, a la actividad humana durante períodos de tiempo comparables, y adicional a la variabilidad climática natural observada por cambios del equilibrio entre la energía solar entrante y la energía remitida por la Tierra hacia el espacio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina, 2021).

Cambio global: Es el conjunto de cambios ambientales que se derivan de las actividades humanas sobre el planeta, con especial referencia a cambios en los procesos que determinan el funcionamiento del sistema Tierra (Cabrera Silva, 2019).

Huella de Carbono: La Huella de Carbono (HC) es un instrumento que permite estimar la emisiones de gases efecto invernadero (GEI), liberadas a la atmósfera por los consumos directos e indirectos de materiales y energía, por un individuo, organización, evento o producto, traducidos en emisiones de CO₂ equivalente (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, s/f).

Gases de Efecto Invernadero (GEI): Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes (Norma ISO 14064-1:2018).

Fuente de Gases de Efecto Invernadero: Unidad o proceso físico que libera GEI hacia la atmósfera (Norma ISO 14064-1:2018).

Sumidero de Gases de Efecto Invernadero: Unidad o proceso físico que remueve GEI de la atmósfera (Norma ISO 14064-1:2018).

Reservorio de Gases de Efecto Invernadero: Unidad física o componente de la biosfera, la geosfera o la hidrosfera, con la capacidad para almacenar o acumular un GEI removido de la atmósfera por un sumidero de GEI o un GEI capturado de una fuente de GEI (Norma ISO 14064-1:2018).

Emisión de Gases de Efecto Invernadero: Masa total de GEI liberado a la atmósfera en un determinado período (Norma ISO 14064-1:2018).

Fuente de Emisión: Actividad, equipo o proceso dentro de una organización que genera GEI (Norma ISO 14064-1:2018).

Remoción de Gases de Efecto Invernadero: Masa total de GEI removido de la atmósfera en un determinado período (Norma ISO 14064-1:2018).

Dato Actividad: Parámetro que define el grado o nivel de actividad generadora de emisiones de GEI (Norma ISO 14064-1:2018).

Factor de Emisión o Remoción de Gases de Efecto Invernadero: Factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones o remociones de GEI. Supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro “Dato Actividad”. Los mismos, varían en función de la actividad que se trate. Con respecto a los gases fluorados, el factor de emisión es equivalente al potencial de calentamiento global (Norma ISO 14064-1:2018).

Emisión Directa de GEI (Alcance 1): Emisión de GEI que proviene de fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por la organización (Norma ISO 14064-1:2018).

Emisión Indirecta de GEI por Energía (Alcance 2): Emisión de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización (Norma ISO 14064-1:2018).

Otras Emisiones Indirecta de GEI (Alcance 3): Emisión de GEI diferente de la emisión indirecta de GEI por energía, que es una consecuencia de las actividades de la organización, pero que se originan en fuentes de GEI que pertenecen o son controladas por otras organizaciones (Norma ISO 14064-1:2018).

Año Base: Período histórico especificado, para propósitos de comparar emisiones o tanto de GEI u otra información relacionada con los GEI en un período de tiempo (Norma ISO 14064-1:2018).

Definición de CO₂e: unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono. El equivalente de dióxido de carbono se calcula utilizando la masa de GEI determinada, multiplicada por su potencial de calentamiento global. La unidad de medida universal para indicar el potencial de calentamiento global (PCG) [global warming potential, GWP] de cada GEI, expresada en términos del PCG de una unidad de dióxido de carbono. Se utiliza para evaluar el impacto climático de la liberación (o evitar la liberación) de diferentes gases de efecto invernadero sobre una base común (Norma ISO 14064-1:2018).

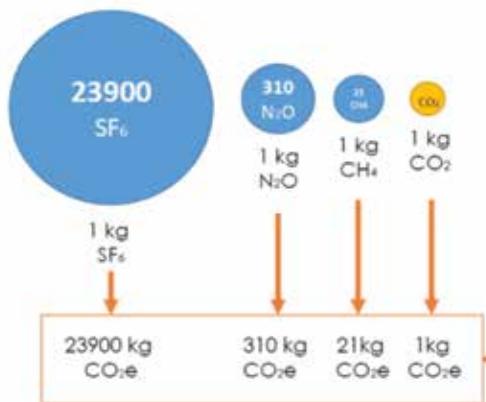


Figura N°5. Dióxido de carbono equivalente. Fuente: ISO 14064-1:2018

Potencial de Cambio de Temperatura Global: factor de caracterización que mide el cambio en la temperatura superficial global media en un punto elegido en el tiempo en respuesta a un impulso de emisión de GEI en relación con el cambio de la temperatura atribuida al CO₂ (Norma ISO 14064-1:2018).

Nota: se basa en el cambio de temperatura para un año seleccionado.

Potencial de Calentamiento Global: índice basado en las propiedades radiactivas de los GEI que mide el forzamiento radiativo después de una emisión de pulso de una unidad de masa de un GEI dado en la atmósfera actual integrado, en un horizonte temporal elegido relativo al CO₂ (Norma ISO 14064-1:2018).

Notas: “índice” en un “factor de caracterización”. “Emisión de pulso” es una emisión en un punto en el tiempo.

Factor de Emisión de Gas de Efecto Invernadero: Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la emisión de GEI (Norma ISO 14064-1:2018).

Mitigación: se refiere a acciones y estrategias que buscan reducir o prevenir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en el futuro. Su objetivo principal es evitar o minimizar el impacto negativo del cambio climático.

Reducción de emisiones: es un concepto más específico dentro de la mitigación, que se refiere directamente a disminuir las emisiones de GEI de manera tangible y efectiva.

Compensación de emisiones: se refiere a equilibrar las emisiones de GEI generadas en un sector o actividad específica mediante la inversión en proyectos que reduzcan, capturen o eviten emisiones en otra parte del mundo o en otro sector. La compensación no elimina las emisiones en su origen, sino que busca contrarrestar su impacto.

Reforestación: La reforestación es el proceso de plantar árboles en áreas donde el bosque ha sido destruido o degradado, con el objetivo de restaurar el equilibrio ecológico, recuperar la biodiversidad y mejorar los ecosistemas. Esta práctica es clave para combatir los efectos del cambio climático, pues los árboles absorben dióxido de carbono (CO_2), mejoran la calidad del aire y ayudan en la regulación del clima.

Aforestación: La aforestación es el proceso de plantar árboles en áreas donde no existía previamente un bosque o en terrenos que no han sido cubiertos por bosques de manera natural. Busca crear nuevos bosques en terrenos que no tenían cobertura forestal, como tierras agrícolas o áreas desérticas.

4. Objetivos y Alcance de la guía

Objetivo general

Informar los principales términos, definiciones y métodos de la medición de huella de carbono en el transporte terrestre y aéreo de las personas hacia y desde el trabajo, y el asociado a sus actividades laborales, para organizaciones públicas y privadas.

Objetivos específicos

- Establecer un marco de referencia de principios, conceptos y terminología básica.
- Brindar diferentes metodologías de cuantificación acorde a la accesibilidad de la información del usuario.
- Fomentar la reducción de las emisiones mediante la promoción del cambio de comportamiento en el uso del transporte.
- Promover la mitigación de la huella de carbono a través de acciones concretas.

Alcance

Orientado a técnicos y profesionales de organismos públicos, empresas, consultoras que requieran de herramientas para la estimación de la huella de carbono de actividades de transporte de personas, ya sea individual o corporativa.

Esta Guía pretende abordar el cálculo de huella de carbono del transporte, para empresas y organizaciones abordando las emisiones directas generadas por la combustión de combustibles en vehículos propios, ya sea en actividades cotidianas y operativas vinculadas al ámbito laboral; y las emisiones indirectas vinculadas a actividades como los desplazamientos laborales, los viajes de negocios o los traslados eventuales de personas. Cabe mencionar que dentro de esta categoría se tiene en cuenta el consumo eléctrico (alcance 2) para vehículos que utilicen este tipo de energía.

Teniendo en cuenta esto, la guía puede brindar herramientas metodológicas a empresas, organizaciones y personas para identificar sus principales fuentes de emisión, aplicar estrategias adaptadas de cuantificación y fomentar cambios hacia prácticas de movilidad más sostenibles y bajas en carbono.

5. Metodologías

Se presentan distintas metodologías para la cuantificación de emisiones y el inventario de GEI, como también para reportar e informar los resultados de la medición. Estas son las principales fuentes oficiales internacionales utilizadas en este proceso de cálculo y reporte. Se menciona al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) y sus Directrices del 2006, que se presentan como una guía para las organizaciones y gobiernos que deseen desarrollar inventarios de GEI. Estas directrices proporcionan una metodología estandarizada para los países para recopilar datos y medir las emisiones de GEI en diversas categorías de actividades humanas, como la agricultura, la energía, la industria, el transporte, etc. Este organismo desempeña un rol clave en la normalización y orientación científica, posibilitando un mecanismo estandarizado y datos fiables. Por otro lado, GHG Protocol, enfocado en brindar herramientas a gobiernos y empresas para la medición y la posterior reducción de emisiones. Por último, la Norma ISO 14064-1:2018, una metodología específica para la estimación de las emisiones de organizaciones, el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero y la presentación de los informes correspondientes.

IPCC

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) es el organismo de las Naciones Unidas encargado de evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático. (IPCC, 2024)

El IPCC proporciona evaluaciones periódicas de la base científica del cambio climático, sus impactos y riesgos futuros, y las opciones de adaptación y mitigación. (IPCC, 2024)

Creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el objetivo del IPCC es proporcionar a los gobiernos de todos los niveles información científica que puedan utilizar para desarrollar políticas climáticas. Los informes del IPCC también son un insumo clave en las negociaciones internacionales sobre el cambio climático. (IPCC, 2024)

El IPCC proporciona directrices que ayudan a los gobiernos, científicos y otros actores clave a entender cómo medir, informar y abordar el cambio climático. Estas directrices cubren una amplia gama de temas, desde la medición de las emisiones de gases de efecto invernadero hasta las estrategias de mitigación y adaptación.

Las Directrices del IPCC 2006 (Intergovernmental Panel on Climate Change - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) son un conjunto de directrices técnicas desarrolladas para ayudar a los países a preparar inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (GEI). Estas directrices proporcionan métodos y procedimientos estándar para la recopilación, el cálculo y el informe de las emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que los países puedan cumplir con sus compromisos internacionales de informe de emisiones bajo el Protocolo de Kioto y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Componentes:

1. Metodologías para el cálculo de emisiones de GEI.

2. Categorías de fuentes de emisiones.

- Sector energético (emisiones por uso de combustibles fósiles en electricidad, transporte, calefacción, etc.).
- Procesos industriales y uso de productos (como las emisiones de los procesos de fabricación de cemento, acero y otros productos químicos).
- Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU) (emisiones asociadas con el uso de la tierra, agricultura, ganadería, y cambios en el uso del suelo).
- Residuos (emisiones de la gestión de residuos sólidos y líquidos).

3. Enfoques de cálculo (Niveles de enfoque TIER):

En la práctica, es muy probable que el transporte sea una categoría clave en todos los países. Por lo tanto, el enfoque de Nivel 1 (TIER 1) sólo debe utilizarse en ausencia de información más detallada, que las estadísticas de combustible. Además, en tal situación, el país debe hacer todo lo posible, para recopilar las estadísticas detalladas necesarias para su uso con los enfoques de Nivel superior, preferiblemente el Nivel 3.

TIER 1: Es el enfoque más simple, basado en los factores de emisión generales (promedios globales) y se utiliza cuando los datos nacionales son limitados. Es adecuado para países con capacidades de datos menos avanzadas.

La metodología de Nivel 1 (TIER 1) utiliza el consumo de combustible como indicador de actividad, en combinación con factores de emisión promedio específicos del combustible.

Esta metodología es similar a la descrita en las directrices del IPCC 2006, y proporciona un inventario desglosado para emisiones de escape.

Este enfoque permite que los factores de emisión sean aplicables a una amplia gama de contextos, aunque se debe tener en cuenta que para países con regulaciones más estrictas y flotas más modernas, los factores de Nivel 1 pueden no reflejar con precisión las emisiones reales.

TIER 2: Utiliza factores de emisión más específicos y datos nacionales más detallados, lo que aumenta la precisión en el cálculo de las emisiones.

El enfoque de Nivel 2 tiene en cuenta el combustible utilizado por las diferentes categorías de vehículos y sus normas de emisión. Así, las diferentes categorías de vehículos que se utilizan en el enfoque de Nivel 1 se subdividen en diferentes tecnologías según la legislación de control de emisiones (Convencional, Euro 1, Euro 2, Euro 5, Euro 6, etc).

Esta subdivisión permite un análisis más detallado y preciso de las emisiones, ya que se considera no solo el tipo de vehículo, sino también las especificaciones tecnológicas y normativas que afectan a sus emisiones. Al identificar las tecnologías específicas, se pueden aplicar factores de emisión más precisos y relevantes, lo que mejora la exactitud del inventario de emisiones y permite una mejor evaluación de las políticas de control de emisiones. Este enfoque es especialmente útil para países con una mezcla variada de tecnologías de vehículos, ya que proporciona una base más sólida para el cálculo y la gestión de las emisiones de gases contaminantes. Podría ser indicado para Argentina, donde se experimenta una transición de tecnologías vehiculares.

TIER 3: Es el enfoque más avanzado, que involucra modelos complejos y específicos del país o sector, para estimaciones muy precisas de las emisiones.

En el enfoque Nivel 3, las emisiones de escape se calculan utilizando una combinación de datos técnicos firmes (por ejemplo, factores de emisión) y datos de actividad (por ejemplo, kilómetros totales del vehículo).

Es importante señalar que la metodología de Nivel 3 permite calcular las emisiones con un análisis más detallado, ya que considera más características, como la carga, la pendiente, la velocidad, la condición de circulación, las condiciones de funcionamiento del motor, etc.

Por lo tanto, se recomienda encarecidamente seguir la metodología de Nivel 3 para el cálculo de emisiones. Esto aseguraría una mayor precisión y relevancia en los resultados obtenidos. Las emisiones de los vehículos dependen en gran medida de las condiciones de funcionamiento del motor. Diferentes situaciones de conducción imponen diferentes condiciones de funcionamiento del motor y, por tanto, un comportamiento de emisiones distinto. A este respecto se distingue entre conducción urbana, rural y por carretera.

Las emisiones totales se calculan combinando datos de actividad para cada categoría de vehículos con factores de emisión apropiados. Los factores de emisión varían según los datos de entrada (situaciones de conducción, condiciones climáticas).

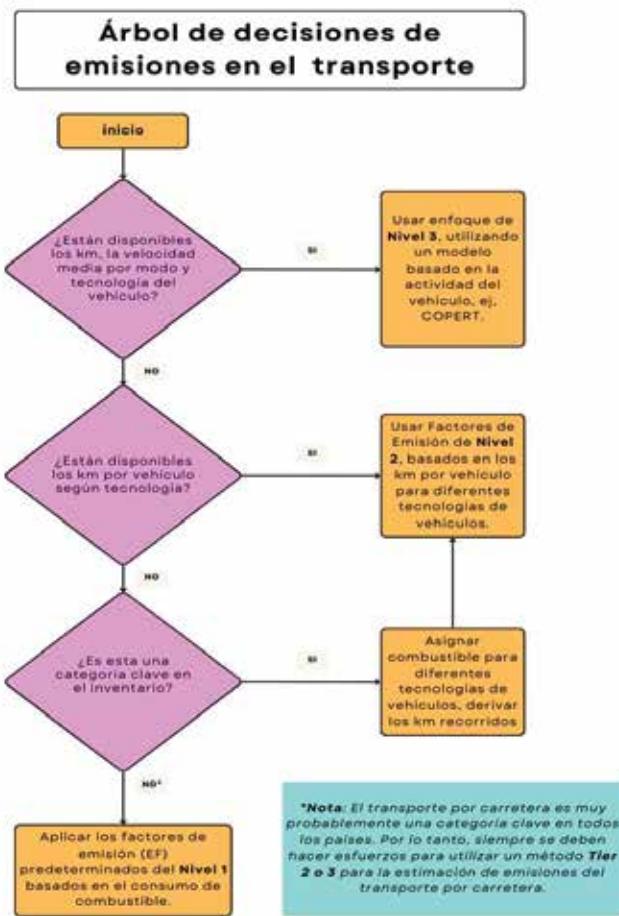


Figura N°6. Diagrama de niveles de enfoque del IPCC.

4. Revisión y control de calidad: Las directrices incluyen procedimientos de revisión y control de calidad para asegurar que los datos y los cálculos sean precisos y transparentes. Esto garantiza que los informes nacionales sean confiables y consistentes, y que puedan ser utilizados para evaluar el progreso global en la reducción de emisiones de GEI.

5. Cálculos de emisiones de GEI: Proporcionan métodos detallados para calcular las emisiones de cada tipo de gas de efecto invernadero en cada fuente de emisión. Esto incluye fórmulas y factores de emisión que se aplican a los datos de actividad nacional.

El Quinto Informe Bienal de Actualización - Informe Nacional de Inventario de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (IBA 5) utiliza dos de sus cuatro fuentes para estimar las emisiones y los factores de emisión correspondientes, las Directrices del IPCC (2006).

GHG Protocol

El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero proporciona estándares, orientación, herramientas y capacitación para que las empresas y los gobiernos midan, gestionen y reporten las emisiones que provocan el cambio climático (Greenhouse Gas Protocol). El Protocolo asiste en la evaluación del impacto ambiental y contribuye para implementar medidas de mitigación de estas emisiones.

Fue desarrollado por dos organizaciones claves:

- World Resources Institute (WRI): una ONG con sede en Estados Unidos.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD): una coalición global de líderes empresariales.

El Protocolo GHG se divide en dos partes principales:

- 1. Estándar de Contabilidad y Reporte Corporativo de GHG:** Proporciona directrices para que las empresas y otras organizaciones midan e informen sobre sus emisiones de gases de efecto invernadero. Se enfoca en cómo las organizaciones deben contabilizar e informar sobre las emisiones, considerando tanto las emisiones directas como las indirectas.
- 2. Estándar de Cuantificación de Proyectos de GHG:** Ofrece un enfoque estandarizado para cuantificar y reportar las reducciones de GHG derivadas de proyectos específicos. Ayuda a las organizaciones a estimar el impacto de sus acciones para reducir las emisiones de GHG.

GHG Protocol clasifica las emisiones en tres alcances (Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, s/f):

- **Alcance 1** (emisiones directas): Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., que son propiedad o están controlados por la empresa; emisiones provenientes de la producción química en equipos de proceso propios o controlados.
- **Alcance 2** (emisiones indirectas asociadas a la electricidad): El alcance 2 incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. La electricidad adquirida se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones del alcance 2 ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada.
- **Alcance 3** (otras emisiones indirectas): El alcance 3 es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos.

Norma ISO 14064-1: 2018

“Este documento detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI para organizaciones, y para la presentación de informes sobre estos inventarios. Incluye los requisitos para determinar los límites de la emisión y remoción de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de la organización, e identificar las actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de los GEI. También incluye requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación”. (Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2018)

Categorización de las emisiones directas e indirectas de GEI:

La Norma desarrolla seis categorías de emisiones (alcance) para realizar el inventario de GEI de la organización. Estas son:

1. Emisiones y remociones directas de GEI.
2. Emisiones indirectas de GEI por energía importada.
3. Emisiones indirectas de GEI por transporte.
4. Emisiones indirectas de GEI por productos utilizados por la organización.
5. Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización.
6. Emisiones indirectas de GEI por otras fuentes.

La organización debe cuantificar sus emisiones directas de GEI por separado para CO₂, CH₄, N₂O, NF₃, SF₆ y otros grupos de GEI apropiados (HFC, PFC, etc.) en toneladas de CO₂e.

La organización debe aplicar y documentar un proceso para determinar cuáles emisiones indirectas va a incluir en su inventario de GEI. Debe identificar y evaluar sus emisiones indirectas para seleccionar las significativas.

Principios:

- Pertinencia
- Integridad
- Coherencia
- Exactitud
- Transparencia

"La familia ISO 14060 ofrece claridad y coherencia en la cuantificación, el seguimiento, el informe y la validación o verificación de emisiones y remociones de GEI para apoyar el desarrollo sostenible mediante una economía baja en carbono y beneficiar a organizaciones, proponentes de proyectos y partes interesadas de todo el mundo. Específicamente, el uso de la familia ISO 14060 (beneficios):

- Aumenta la integridad ambiental de la cuantificación de los GEI.
- Aumenta la credibilidad, coherencia y transparencia de la cuantificación, el seguimiento, el informe, la verificación y la validación de los GEI.
- Facilita el desarrollo y la implementación de estrategias y planes de gestión de los GEI.
- Facilita el desarrollo y la implementación de acciones de mitigación mediante reducciones de las emisiones o aumentos de las remociones.
- Facilita la capacidad de seguir el desempeño y progreso de la reducción de emisiones de GEI y/o del aumento de las remociones de GEI.

Entre las aplicaciones de la familia ISO 14060 se incluyen:

- Decisiones corporativas, tales como la identificación de oportunidades de reducir las emisiones y el aumento de la rentabilidad mediante la reducción del consumo de energía.
- Gestión de riesgos y oportunidades, tales como los riesgos relacionados con el clima, incluyendo los financieros, reglamentarios, así como los relativos a la cadena de suministro, el producto y el cliente, los litigios, los riesgos reputacionales y sus oportunidades de negocio (por ejemplo, nuevos mercados, nuevos modelos de negocio).
- Iniciativas voluntarias, tales como la participación en los registros voluntarios de GEI o las iniciativas de informes de sostenibilidad.
- Mercados de GEI, tales como la compra y venta de derechos o créditos de GEI.
- Programas reglamentarios/gubernamentales de GEI, tales como el crédito para la acción temprana, acuerdos negociados o iniciativas de informes nacionales y locales.

Norma ISO 14064-2

La Norma ISO 14064-2 detalla los principios y requisitos para determinar las líneas base, y hacer seguimiento, cuantificar e informar emisiones del proyecto. Se centra en los proyectos de GEI o en actividades basadas en proyectos diseñados específicamente para reducir las emisiones de GEI o aumentar las remociones de GEI. Proporciona una base para los proyectos de GEI a verificar y validar.

Norma ISO 14064-3

La Norma ISO 14064-3 detalla los requisitos para la verificación de las declaraciones de GEI relacionadas con los inventarios de GEI, los proyectos de GEI, y las huellas de carbono de los productos. Describe el proceso para la verificación o validación, incluyendo la planificación de la verificación o validación, los procedimientos de evaluación, y la valoración de declaraciones de GEI de organizaciones, proyectos y productos.

Norma ISO 14065

La Norma ISO 14065 define los requisitos para organismos que validan y verifican declaraciones de GEI. Sus requisitos abarcan la imparcialidad, la competencia, la comunicación, los procesos de validación y verificación, las apelaciones, las quejas y el sistema de gestión de los organismos de validación y verificación. Se puede utilizar como base para la acreditación y otras formas de reconocimiento relacionadas con la imparcialidad, la competencia y la coherencia de los organismos de validación y verificación.

Norma ISO 14066

La Norma ISO 14066 especifica los requisitos de competencia para los equipos de validación y los equipos de verificación. Incluye principios y especifica requisitos de competencia basados en las tareas que los equipos de validación o los equipos de verificación tienen que ser capaces de realizar.

Norma ISO 14067

La Norma ISO 14067 define los principios, los requisitos y las directrices para la cuantificación de la huella de carbono de los productos. El propósito de la Norma ISO 14067 es cuantificar emisiones de GEI asociadas con las etapas del ciclo de vida de un producto, comenzando con la extracción de recursos y la adquisición de materias primas y extendiéndose luego a la producción, el uso y el fin de la vida útil del producto". (Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2018).

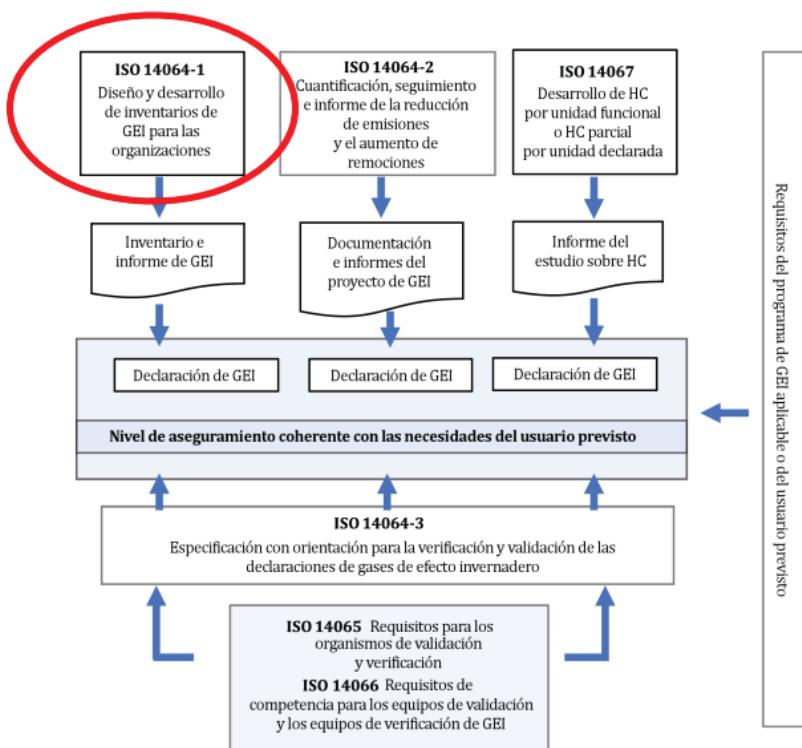


Figura N°7. Relación entre las normas de GEI de la familia ISO 14060. Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2018.

6. Información necesaria y colecta de datos

Factores de Emisión

El cálculo de la huella de carbono del transporte es una herramienta para conocer las emisiones de gases de efecto invernadero originadas por traslados en vehículos motorizados, dentro de empresas u organizaciones. Si bien como se mencionó en el objetivo de esta guía, lo que se busca es brindar una herramienta para facilitar el cálculo a este tipo de destinatario, es importante mencionar que la metodología permite también la medición de la huella personal.

Fórmula general de estimación de emisiones de GEI:

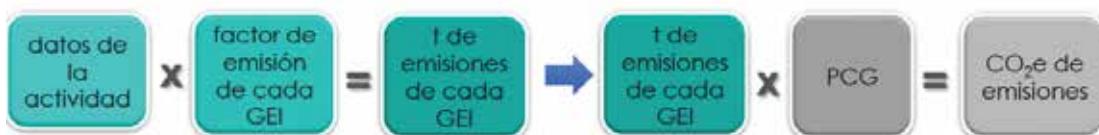


Figura N°8. Fórmula general para el cálculo de emisiones de GEI.

En función de los datos e información disponible, las variables que se tienen en cuenta son las siguientes:

- **Combustible consumido:** Litros de combustibles consumidos en el transporte utilizado.
- **Tipo de vehículo:** Transporte utilizado para la movilidad de personas (a pie, bicicleta, automóvil, vehículos eléctricos/híbridos, motocicletas, colectivos, avión). Además, se puede tener en cuenta como información adicional, el etiquetado vehicular que demuestra la categoría de eficiencia del mismo (ver anexo).
- **Distancia:** recorrida en km.
- **Tipo de combustible:** Distintas categorías según el combustible consumido (nafta, diesel, GNC, electricidad) y el motor del vehículo utilizado (litros o cc).
- **Número de pasajeros por vehículo:** Esta variable determina la distribución de emisiones por individuo dentro del vehículo.
- **Factores de emisión:** Es un valor que se utiliza para estimar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) o contaminantes emitidos a la atmósfera por una actividad específica. Se expresa en unidades de masa de gas emitido por unidad de actividad o unidad de consumo (por ej: kgCO₂/litro de combustible).

Alternativas de cálculo de acuerdo a los datos disponibles:

- Combustible consumido en un vehículo motorizado:



Figura N°9. Fórmula para cálculo de emisiones de GEI mediante consumo de combustible (litros).

En un vehículo eléctrico se utiliza la misma fórmula, y el factor de emisión es de la energía eléctrica (kgCO2e/kWh).

- Distancia recorrida en un vehículo:

En el caso de contar con la variable de distancia (km), se necesita conocer el rendimiento del motor, condicionado por la eficiencia energética del vehículo (etiquetado vehicular) y la eficiencia de la conducción. Este dato se puede conseguir en la etiqueta del vehículo o estimar el consumo promedio de acuerdo al tipo de vehículo. Al tener este rendimiento (km/L) se realiza la conversión, obteniendo los litros de combustible consumidos. A partir de allí, se utiliza la fórmula mencionada anteriormente.

- Tipo de motor:

Esta variable está relacionada con el factor de emisión utilizado en la fórmula. De acuerdo a la cilindrada del motor (litros), el factor de emisión será distinto. Este dato se puede visualizar en la Tabla 2 y el mismo, posibilita tener un resultado más exacto y certero.

- Tipo de combustible:

El tipo de combustible definirá el factor de emisión a utilizar. En el caso de la nafta y diesel, existe un corte de biocombustibles sancionado por ley nacional N° 27640/21

Corte de biocombustibles

En Argentina, el corte de biocombustibles se refiere a la mezcla obligatoria de biocombustibles (principalmente biodiésel y bioetanol) con los combustibles fósiles (diésel y gasolina) para su uso en el transporte. Este tipo de políticas tiene como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, promover el uso de fuentes de energía renovables y fortalecer la industria local de los biocombustibles.

La Ley N° 27640/21 establece un corte obligatorio de biocombustibles en los combustibles fósiles para el transporte. Esto implica, la mezcla mínima de 12% de bioetanol con nafta y un 5% de biodiesel con gasoil.

La Resolución N° 438/2022 de la Secretaría de Energía establece que todo combustible líquido clasificado como gasoil o diésel oil que se comercialice dentro del territorio nacional, deberá contener un porcentaje obligatorio de biodiésel de 7,5%, en volumen, medido sobre la cantidad total del producto final.

Actualmente, el corte se encuentra en el 12% para la nafta y el 7,5% para el gasoil, según los surtidores en las estaciones de servicio.

El Corte legal según la Ley 27640/21 y la Resolución N° 438/22 es 12% bioetanol (nafta) y 7,5% biodiesel (gasoil).

El Corte real 2022 según datos brindados por el 5to Informe Bienal de Actualización de la República Argentina, es 11,4% bioetanol y 5,7% biodiesel.

El corte de biocombustibles en la medición de la huella de carbono se refiere a la inclusión de los biocombustibles dentro de las evaluaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y su impacto en el cambio climático. Al calcular las emisiones de GEI derivadas del transporte, se debería tener en cuenta este porcentaje de biocombustibles ya que permiten la reducción del impacto.

Alternativa 1

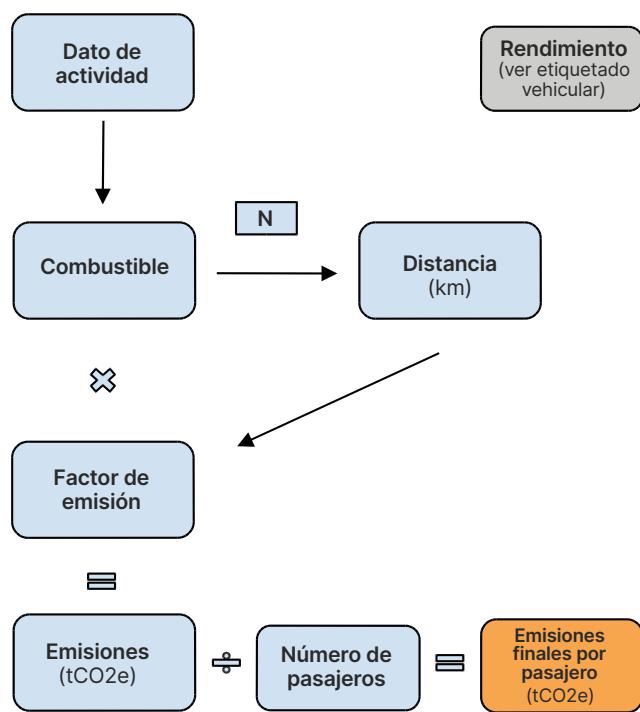


Figura N°10. Diagrama para cálculo de emisiones de GEI mediante 2 variables (volumen de combustible y distancia/rendimiento). Fuente: elaboración propia, 2025.

Alternativa 2

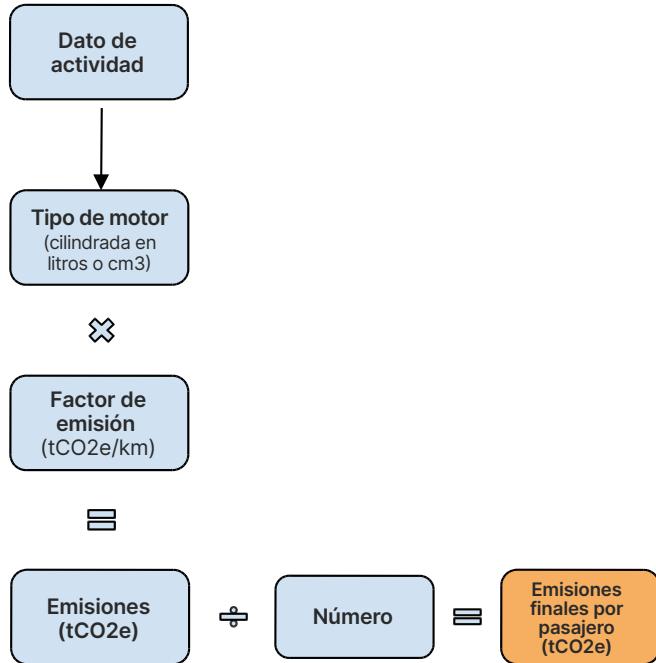


Figura N°11. Diagrama para cálculo de emisiones de GEI mediante tipo de motor y distancia. Fuente: elaboración propia, 2025.

La medición de huella de carbono se realiza en un período de tiempo determinado por la empresa, organización o persona que calcula sus emisiones. Por lo general, este cálculo es anual y se tiene en cuenta toda la actividad empresarial (según alcances de la medición) dentro de ese período. En el caso de la huella individual, el plazo es fijado por el receptor.

Ejemplos

Cálculo individual

La Figura N°8 es un ejemplo de cálculo de emisiones de GEI, utilizando 3 variables distintas, para calcular una huella de carbono individual. El primer cálculo (izquierda) utiliza como dato de actividad el volumen de combustible consumido por el vehículo para luego multiplicarlo por el factor de emisión. El segundo cálculo (medio) considera como dato de actividad la distancia y el rendimiento del vehículo. A partir de estos datos y el factor de emisión del combustible, se calculan las emisiones. Por último, el tercer cálculo (derecha) tiene encuentra el tipo de motor y la distancia: conociendo esta información se multiplica la distancia por un factor de emisión específico de acuerdo al motor del vehículo.

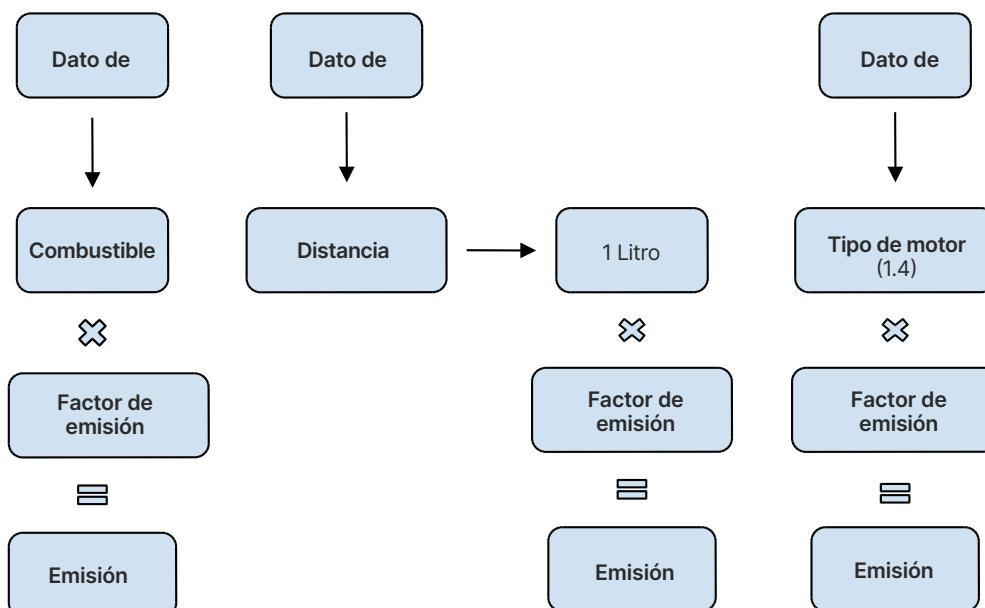


Figura N°12. Ejemplo de cálculo de emisiones de GEI (individual) mediante 3 variables. Fuente: elaboración propia, 2025.

Por último, las emisiones resultantes se dividen por el número de pasajeros, lo que da como resultado las emisiones finales por pasajero.

Cálculo corporativo

Alcance 1 (combustión móvil - flota de vehículos).

En este caso, el cálculo se realiza para una organización que cuenta con una flota de vehículos propia (emisiones directas) que utilizan los empleados para las distintas actividades administrativas y operacionales de la empresa. Se cuenta con los litros de combustible consumidos.

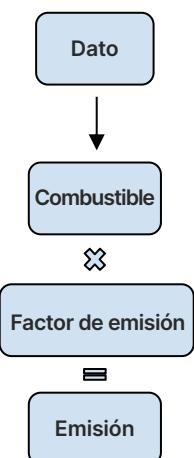


Figura N°13. Ejemplo de cálculo de emisiones de GEI para alcance 1 (corporativo). Fuente: elaboración propia, 2025.

Alcance 3 (desplazamiento de empleados, viajes de negocios)

En este caso, el cálculo es también organizacional, pero considera las emisiones indirectas provenientes del desplazamiento de empleados hacia y desde el trabajo y los viajes de negocios, donde los mismos utilizan sus vehículos particulares. Se tiene como dato la distancia y el rendimiento de cada vehículo para obtener el consumo de combustible.

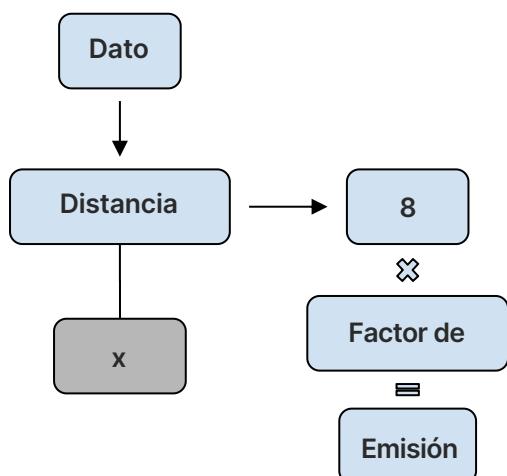


Figura N°14. Ejemplo de cálculo de emisiones de GEI (corporativo) para alcance 3. Fuente: elaboración propia, 2025.

Factores de emisión

En el contexto del transporte, los factores de emisión se utilizan para calcular las emisiones de CO₂ y otros GEI a partir del consumo de combustible o de la distancia recorrida. Los factores de emisión dependen de varias variables, como el tipo de combustible utilizado, el tipo de vehículo, las condiciones operativas (por ejemplo, conducción en ciudad vs. en rutas), y las tecnologías de los vehículos.

Cada tipo de combustible utilizado en el transporte tiene un factor de emisión diferente, es decir, la cantidad de CO₂ emitido por unidad de energía o volumen de combustible consumido.

A continuación, se puede visualizar una tabla con los distintos factores de emisión, según combustible y fuente bibliográfica.

Factores de emisión			
Fuente energética	Valor	Unidad	Fuente bibliográfica
Gas Natural	2,1	kg CO ₂ e/m ³	Inventario Nacional (2023)
Nafta	2,38	kg CO ₂ e/litro	
Gasoil	2,67	kg CO ₂ e/litro	
Biodiesel ¹	0,0369	kg CO ₂ e/litro	
Bioetanol ²	0,0392	kg CO ₂ e/litro	
Energía Eléctrica ³	0,23	tCO ₂ e/MWh	Secretaría de Energía de la Nación (2023)
Aviación	0,23	kg CO ₂ e/km/pasajero	ICAO (Naciones Unidas)

Tabla 1. Factores de emisión en el transporte. Fuente: elaboración propia, 2024

¹ Este valor no considera las emisiones de CO₂ (solo CH₄ y N₂O) ya que es considerado como biogénico.

² Este valor no considera las emisiones de CO₂ (solo CH₄ y N₂O) ya que es considerado como biogénico.

³ Este FE fue consultado en la Secretaría de Energía de la Nación y considera las energías térmica, hidroeléctrica, nuclear, renovables y de importación.

En el caso de los biocombustibles (biodiesel y bioetanol) se consideran dentro de una categoría aparte en la contabilización de emisiones de GEI. Las emisiones de estos biocombustibles se consideran como CO₂ biogénico antropogénico, es decir, dióxido de carbono (CO₂) que se emite a la atmósfera como resultado de actividades humanas (antropogénicas) relacionadas con la biomasa o fuentes orgánicas renovables. Este tipo de CO₂ se considera parte de un ciclo cerrado, ya que las plantas capturan CO₂ durante su crecimiento y lo liberan al quemarse o descomponerse.

En las normativas y métodos de medición de la huella de carbono, como el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) y la Norma ISO 14064, las emisiones de CO₂ biogénico se deben separar de las emisiones de CO₂ fósil. Esto se hace porque el CO₂ biogénico, en un ciclo ideal, no contribuye al aumento neto de CO₂ en la atmósfera, mientras que el CO₂ fósil sí lo hace. Por lo tanto, estas emisiones deben ser reportadas por separado como emisiones de CO₂ biogénicas antropogénicas.

Es importante mencionar que el CO₂ biogénico puede ser considerado como "neutral" bajo ciertas condiciones, es decir, si el carbono que se libera al quemar o descomponer la biomasa es absorbido nuevamente por las plantas a través del ciclo de fotosíntesis. Sin embargo, si las prácticas humanas como la deforestación o el uso insostenible de la biomasa interrumpen este ciclo cerrado, las emisiones de CO₂ biogénico pueden contribuir al cambio climático de manera indirecta, sumando a la huella de carbono.

Combustible del vehículo	Cilindrada	Emisiones según tipo de recorrido (kgCO ₂ /km)		
		Urbano	Rural	Interurbano
Nafta	< 1,4 L	0,192	0,136	0,154
	1,4 - 2,01 L	0,232	0,159	0,170
	> 2,01 L	0,310	0,191	0,217
Diesel	< 2 L	0,199	0,135	0,157
	> 2 L	0,246	0,170	0,198
Híbrido	Cualquiera	0,103	0,100	0,127

Tabla 2. Factores de emisión según combustible, cilindrada y tipo de recorrido del vehículo. Fuente: Oficina Catalana de Cambio Climático, 2011.

En el Anexo 2 se pueden ver las tablas del Inventario Nacional 2023, donde se incluyen los factores de emisión de cada GEI por separado, correspondientes a transporte terrestre por carretera y transporte aéreo.

Lubricantes (motocicletas de 2 tiempos):

La mezcla de aceite y nafta (gasolina) en una moto es un procedimiento fundamental para el funcionamiento de los motores de dos tiempos, que son comunes en motocicletas de menor cilindrada y en ciertos vehículos pequeños. Los motores de dos tiempos requieren que el aceite se mezcle con la gasolina para lubricar las partes internas del motor, ya que en estos motores no existe un sistema de lubricación separado, como ocurre en los motores de cuatro tiempos.

Una de las proporciones más comunes es 50:1, es decir, 50 partes de gasolina por 1 parte de aceite. Esto significa que por cada litro de gasolina, se debe agregar 20 ml de aceite.

La Resolución [14/2023](#) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina prohíbe la venta y fabricación de motocicletas de dos tiempos a partir de 2026. Esta medida tiene como objetivo reducir la contaminación ambiental, ya que las motocicletas de dos tiempos son conocidas por sus altos niveles de emisión de gases contaminantes, como el dióxido de carbono (CO_2) y otros compuestos nocivos, en comparación con los vehículos de cuatro tiempos.

La resolución establece que las motocicletas de dos tiempos deben cumplir con ciertos límites de emisiones hasta el 2026, fecha en la que quedará prohibida su comercialización y producción en el país.

Por lo tanto, este tipo de vehículo no se tendrá en cuenta en esta guía.

Tipo de vehículo:

Rendimientos (variable a tener en cuenta para realizar el cálculo, según tipo de vehículo)

- **Auto nafta: 10 km/litro (Fuente: iProfesional, 2021)**

<https://www.iprofesional.com/autos/331098-consumo-de-nafta-por-km-como-calcularlo>

- **Auto diesel: 12 km/litro (Fuente: iProfesional, 2021)**

<https://www.iprofesional.com/autos/331098-consumo-de-nafta-por-km-como-calcularlo>

- **Moto 110cc: 40 km/litro (Complejo Ferial Córdoba, 2024)**

<https://complejoferialcordoba.com.ar/cuantos-kilometros-puedo-hacer-con-una-moto-110/>

- **Moto 150cc: 35 km/litro (Fuente: Yamaha, 2024)**

<https://yamahaizabal.com/blog/cuanto-rinde-litro-gasolina-moto-150/>

- **Auto GNC: 10 km/m3 (Fuente: EuroGNC, s/f)**

<https://eurognc.com.ar/gnc/calculadora-de-ahorro/#:~:text=Qu%C3%A9%20autonom%C3%ADa%20tiene%20un%20veh%C3%ADculo,km%2Fm%20dependiendo%20del%20veh%C3%ADculo>

- **Auto híbrido: 20 km/litro (Fuente: La Nación, 2022)**

<https://www.lanacion.com.ar/autos/cual-es-el-ahorro-de-un-auto-hibrido-frente-a-uno-a-combustion-nid11082022/>

- **Auto eléctrico: 0,16 kWh/km (Fuente: Renault, 2023)**

<https://www.renault.es/blog/trucos-consejos/kw-y-coches-electricos-todo-lo-que-debes-saber-sobre-consumo-y-potencia.html>

- **Moto eléctrica: 0,2 kWh/km (Fuente: Electyum, 2024)**

<https://electyum.com/cuanto-consume-una-moto-electrica/>

- **Bici eléctrica: 0,015 kWh/km (Repsol, s/f)**

<https://www.repsol.es/particulares/asesoramiento-consumo/consumo-bicicleta-electrica/>

- **Monopatín eléctrico: 0,015 kWh/km (Fuente: Yup Mobility, 2025)**

<https://yupmobility.com/cuanto-consume-un-patinete-electrico/>

El Ministerio de Energía de Chile posee una herramienta de cálculo para conocer las emisiones de los vehículos (grCO₂/km) y el consumo de combustible (km/litro). Las variables que utiliza son la marca y modelo del automotor y el tipo de combustible.

<https://www.consumovehicular.cl/#/>

Etiquetado:

La etiqueta de eficiencia energética vehicular constituye un suministro de información precisa y relevante sobre el consumo específico de combustible y las emisiones de CO₂ generadas por dicho consumo. Esta información asiste al consumidor en el momento de la compra de un vehículo y puede influir en su elección final.

La nueva etiqueta, denominada, etiqueta vehicular comparativa, clasifica los vehículos en categorías que van desde "A+" (más eficiente) hasta "D" (menos eficiente), basándose en las emisiones de CO₂ (gr/km) y el consumo energético en distintos ciclos de conducción: mixto, urbano y extraurbano.

Implementada conforme a la norma IRAM/AITA 10274-1 para la medición de las emisiones de CO₂, la misma establece que los procedimientos para obtener los factores corresponde con el procedimiento de ensayo tipo I establecido en el Reglamento N° 83 o 101 de la Comisión Económica Para Europa de las Naciones Unidas (CEPENU). A su vez el formato de etiqueta está estandarizado según la IRAM 10274-2.

La etiqueta permite:

- Comparar vehículos similares según su consumo y desempeño.
- Realizar una compra inteligente, eligiendo el vehículo de menor consumo energético con idénticas prestaciones. Es decir, el más eficiente.
- Optimizar el gasto económico maximizando el rendimiento del combustible.
- Optimizar el desempeño ambiental: un vehículo más eficiente contribuye a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero.

**ETIQUETA
VEHICULAR
COMPARATIVA**

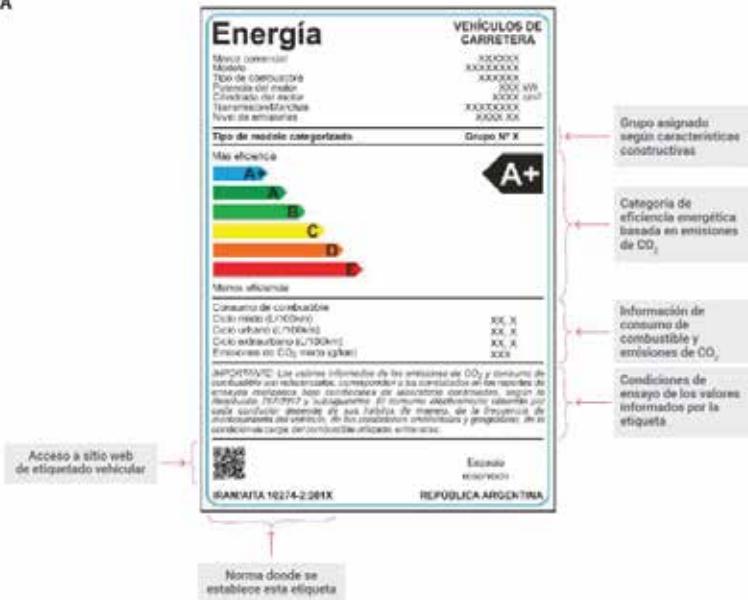


Figura N° 15. Etiqueta vehicular. Fuente: Ministerio de Economía de la Nación Argentina, s/f.

El cálculo de la huella de carbono de los vehículos livianos en Argentina puede realizarse utilizando los factores de emisión derivados de la Ley de Etiquetado Vehicular y los datos disponibles sobre el parque automotor. Sin embargo, esta metodología presenta algunas limitaciones: los vehículos pesados (más de 3.500 kg de peso bruto) no están contemplados en la ley, y los modelos anteriores a 2018 tampoco están incluidos, ya que no cuentan con valores estandarizados de emisiones dentro del marco normativo.

7. Propuestas para reducir la HC en el transporte.

Cabe mencionar en este apartado que CIMPAR cuenta con una **Guía de Eficiencia en Transporte**, donde se puede consultar qué acciones y buenas prácticas se pueden implementar para reducir las emisiones de GEI.

La eficiencia energética permite reducir los costos, aprovechar mejor los recursos, extender la vida útil del vehículo y aportar al cuidado del ambiente.

La Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética desarrolló una guía de gestión eficiente para el transporte automotor de cargas y propone facilitar herramientas accesibles para aprovechar el gran potencial de mejora que hay en el sector de transporte. (Secretaría de Energía de la Nación, 2019).

Las medidas se presentan a continuación:

Compra óptima de vehículos:

1. Dimensión adecuada de la unidad: A mayor tamaño del vehículo, mayor es el consumo. Un motor pequeño consume más si es muy exigido por la carga.
2. Combustibles alternativos: Gas Licuado de Petróleo (GLP), Gas Natural Comprimido (GNC), híbridos.
3. Caja de velocidades manual vs automática: la caja automática elimina la dependencia del consumo de combustible del estilo de conducción del chofer, generando ahorros. La caja automática corrige la conducción ineficiente y permite un ahorro de un 5%.
4. Unidad tractora: el mercado local prefiere unidades tractoras frontales, que consumen más combustible por la resistencia aerodinámica.

Mantenimiento:

Mantenimiento preventivo:

- Es la forma más económica para mantener el vehículo en buenas condiciones.
- Llevar el vehículo al taller brinda confiabilidad técnica.
- El vehículo con piezas desgastadas, consume más combustible de lo normal, pierde rendimiento y seguridad operacional.
- Evita imprevistos que afecten el presupuesto.

Mantenimiento predictivo:

- Los componentes son revisados o reemplazados antes de mostrar cualquier desperfecto de acuerdo a la información estadística de fallas de los mismos.

Mantenimiento correctivo:

- Es cuando el vehículo está descompuesto y requiere reparación.
- No es la opción más recomendable.
- Es más costoso en términos de consumo de combustible y reparación.

Mantenimiento preventivo de filtros:

Filtro de aire:

Un filtro sucio genera temperaturas más altas, demandando mayor trabajo para el enfriamiento.

Esto incrementa el consumo de combustible hasta un 1,5%.

Filtro de aceite:

La falta de reemplazo periódico o cambio de aceite disminuye la capacidad de retener impurezas, ocasionando daños importantes en el motor y aumentando el consumo de combustible hasta un 0,5%.

Se recomienda cambiar este filtro al menos una vez al año.

Filtro de combustible:

La falta de mantenimiento puede incrementar el consumo hasta un 0,5%, debido a que la bomba debe hacer más fuerza para llevar el combustible al motor y eventualmente no se contará con la cantidad necesaria ante una exigencia de aceleración al motor, lo cual generaría una combustión incompleta, es decir, donde no se aprovecha toda la energía disponible. Se recomienda cambiarlo, si es posible, a la mitad de los kilómetros aconsejados por el fabricante.

Reducción potencial de consumo de combustible: 2,5%.

Lubricantes:

Los efectos combinados de aceites lubricantes sintéticos de baja viscosidad en el motor y caja de cambio pueden mejorar el rendimiento de los vehículos en al menos 3%.

Neumáticos:

Una presión adecuada no solo reduce la resistencia a la rodadura, sino que también brinda mayor seguridad en la conducción, pues se tiene menor riesgo de que el neumático reviente y mejora el agarre en las curvas. Si la presión de los neumáticos es un 10% menos de la óptima, el consumo de combustible será 1% mayor.

La resistencia a la rodadura también es generada por el desgaste de la cubierta. Según pasa el tiempo, la rueda se deforma (perdiendo el dibujo), y se desliza más en la vía. Por lo tanto, las recomendaciones del mantenimiento son:

- Controlar la presión de todos y cada uno de los neumáticos.
- Verificar la uniformidad de las ruedas.

Reducción potencial de consumo de combustible: 2%

Alineación y balanceo:

La correcta alineación del vehículo es necesaria para que exista un desgaste parejo de la banda de rodamiento del neumático y una dirección precisa. Una falta de alineación de las ruedas (especialmente las delanteras) trae como consecuencia un contacto inadecuado de la banda derodadura del neumático contra la calzada, generando desgastes desparejos en la banda y un acortamiento de la durabilidad del mismo.

La mayoría de los fabricantes recomiendan realizar una alineación de las cuatro ruedas por lo menos dos veces al año o cada 10.000 km.

El balanceo, por su parte, es necesario para reducir la vibración del volante ocasionado por la distribución desigual del peso en los neumáticos.

Reducción potencial de consumo de combustible: 3 a 6%

Conducción eficiente:

Una conducción eficiente alarga la vida útil del vehículo y reduce el consumo de combustible. Una mayor anticipación para evitar aceleraciones y frenadas innecesarias es una de las técnicas más importantes.

Aceleraciones y desaceleraciones sucesivas afectan severamente el consumo. Por ejemplo, ir variando entre 75 km/h y 85 km/h cada 18 segundos puede aumentar el rendimiento de combustible en un 20%. Conducir de manera constante, evitando aceleraciones y frenadas innecesarias reduce el consumo de combustible.

También existe un rango de velocidades óptimas para cada tipo de vehículo donde, si se mantiene una marcha constante, se viaja consumiendo la cantidad de combustible más baja posible.

- Circular en el cambio más largo y a bajas revoluciones.
- Mantener la velocidad de circulación lo más uniforme posible.
- En los procesos de aceleración, pasar de cambio entre 1500 y 2000 en los motores diesel.
- Conducir con anticipación y dejando espacio para anticipar las maniobras de otros conductores.
- Recordar que mientras no se pisa el acelerador, manteniendo una marcha engranada, y una velocidad cercana a los 50 km/h se obtiene el mayor ahorro de combustible.
- Evitar arranques y paradas repentina.

Reducción potencial de consumo de combustible:

10% para interurbano y 15% para urbano aproximadamente.

Las personas que habitan áreas urbanas tienen la posibilidad de optar por formas de movilidad sostenible para realizar sus viajes cotidianos y acceder a sus espacios de trabajo, educación, salud, etc., para transicionar a un esquema de mejora de calidad ambiental y social. En el ámbito empresarial, accionar en la movilidad resulta un espacio complejo que debe abordarse mediante un compromiso amplio y con mirada colaborativa debido de sus propias características, ya que abarca la cadena logística de materias primas y productos elaborados hasta los traslados diarios de sus empleadas y empleados.

El cambio de conducta en movilidad no es únicamente un desafío individual o empresarial, es una responsabilidad colectiva. Mientras las personas y las empresas deben ser protagonistas de esta transición, los gobiernos tienen el rol clave de establecer las condiciones necesarias para que las elecciones sostenibles sean viables, convenientes y atractivas.

Las políticas públicas son habilitadoras y articuladoras de este cambio y deben permitir la generación de infraestructura adecuada -ciclovías seguras, redes de transporte público integradas y accesibles, y zonas urbanas que prioricen la movilidad activa-; la creación de incentivos económicos, para movilizar la inversión al sector y potenciar la asequibilidad; la implementación de esquemas normativos acordes a esas políticas de movilidad sustentable y el desarrollo de acciones de concientización y sensibilización que pongan en la agenda social los beneficios de la movilidad sostenible.

Con todo lo expuesto, es posible pensar en acciones de buenas prácticas en movilidad sostenible desde el ámbito individual y empresarial, que pueden acelerar los cambios para un nuevo paradigma.

Movilidad individual:

- Usar modos activos de transporte, incorporando la caminata o bicicleta en los desplazamientos cotidianos, especialmente para trayectos cortos. Combinar distintos modos para trayectos más largos.
 - Optimizar el uso del automóvil, compartiendo viajes con otras personas, eligiendo vehículos eficientes y minimizar viajes innecesarios.
 - Usar aplicaciones que prioricen rutas multimodales o menos contaminantes.
 - Reducir la cantidad de desplazamientos físicos, aprovechando reuniones virtuales o teletrabajo cuando sea posible.
 - Participar en programas de movilidad escolar o a centros laborales y de propuestas de sensibilización para pensar a la movilidad en clave ambiental y social.
 - Incorporar hábitos de servicios de movilidad compartidos (bicicletas compartidas, autos y taxis compartidos).
 - Preferir productos o servicios que sean de proximidad, lo que implica una reducción de emisiones asociadas al transporte de mercancías.
- A continuación, se listan una serie de recomendaciones de acciones empresariales para reducir la huella de carbono en movilidad y logística.
- Fomentar la movilidad sostenible entre empleadas y empleados, implementando programas de beneficios para quienes usen bicicleta, transporte público o vehículos compartidos.
 - Adherirse a programas de energías renovables y poner a disposición estaciones de carga para vehículos eléctricos en oficinas.

- Promover el uso eficiente de flotas de vehículos, mediante la implementación y sostenimiento de una serie de acciones que estén centradas en la eficiencia en el consumo de combustible:
 - selección del vehículo adecuado
 - operación
 - mantenimiento.
- Transicionar hacia vehículos eléctricos o híbridos en flotas corporativas.
- Adoptar estrategias de logística sostenible, vinculadas a implementar centros de distribución urbanos para minimizar recorridos en la última milla y coordinar entregas agrupadas o colaborativas con otras empresas.
- Desarrollar estrategias de movilidad sostenible que se traduzcan en la medición y reporte de la huella de carbono, con metas de reducción específicas para emisiones derivadas de viajes laborales y transporte de productos.
- Capacitar a empleadas/os en prácticas de movilidad sostenible.
- Incentivar el teletrabajo y reuniones virtuales, lo que redunda en la reducción de desplazamientos diarios y viajes laborales mediante políticas internas de teletrabajo. En igual sentido, se pueden promover este tipo de reuniones virtuales para reducir la necesidad de viajes de larga distancia.
- Integrar criterios de sostenibilidad en la cadena de suministro, priorizando a proveedores locales para minimizar distancias de transporte.

8. Mecanismos de Compensación

Los mecanismos de compensación de la huella de carbono son estrategias y acciones que permiten a las empresas, organizaciones e individuos balancear las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por sus actividades mediante la inversión en proyectos que reduzcan, capturen o eviten la emisión de estos gases. Estos mecanismos buscan equilibrar o neutralizar las emisiones de carbono, compensando el impacto ambiental de las actividades humanas. Sin embargo, es fundamental entender que, aunque la compensación es una herramienta útil, la reducción de emisiones debe ser siempre la prioridad. En lugar de depender exclusivamente de soluciones compensatorias, el sector del transporte debe centrarse en la descarbonización mediante la adopción de tecnologías

más limpias, la mejora de la eficiencia energética y el cambio hacia modos de transporte sostenibles. Solo a través de la reducción directa de las emisiones es posible lograr una verdadera sostenibilidad a largo plazo en el transporte.

Los mecanismos de compensación pueden ser:

- Proyectos de Energías Renovables: Invertir en proyectos que promuevan el uso de energías renovables, como la energía solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa y geotérmica, ayuda a reducir las emisiones de carbono al sustituir fuentes de energía fósil (carbón, petróleo, gas). Estos proyectos son una forma efectiva de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a gran escala.
- Reforestación y Agricultura Sostenible: Los proyectos de reforestación y aforestación implican la plantación de árboles en áreas deforestadas, lo que captura CO₂ de la atmósfera. Además, la agricultura sostenible que fomenta la conservación del suelo, la reducción del uso de productos químicos y la mejora de la biodiversidad puede ayudar a disminuir las emisiones y aumentar la captura de carbono en los suelos.

Para estimar la tasa de absorción de CO₂, debemos tener conocimiento sobre la tasa de crecimiento de la especie (cuántos cm o mm crece por año en diámetro y en altura). Este último aspecto puede ser muy variable dependiendo de la especie y de la zona donde se encuentre.

Para poder calcular la biomasa aérea vegetal y luego el carbono de la misma, es necesario contar con los datos de diámetro a la altura del pecho, altura y densidad de la madera de los individuos arbóreos.

Cálculo de absorción de CO₂:

$$(\text{Biomasa vegetal aérea}) \text{ AGBest} = 0.0559 \times (p \times D^2 \times H)$$

Donde:

- p es la densidad de la madera de la especie determinada (gr cm³).
- D es el diámetro de la altura del pecho (DAP) en cm (al cuadrado).
- H es la altura en metros.

Para el cálculo de carbono en biomasa vegetal que utiliza UNRAF recomendada por el Inventario Forestal Nacional y el IPCC son las ecuaciones de Chave, J. et al. 2005.

- Proyectos de Conservación de la Biodiversidad: Invertir en proyectos que protejan los ecosistemas y la biodiversidad también puede ayudar a compensar las emisiones. Los ecosistemas saludables, como los pantanos, turberas y manglares, actúan como sumideros de carbono, absorbiendo grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera.

Mercados de carbono:

Los créditos de carbono son certificados que representan la reducción, eliminación o evitación de una tonelada de CO₂ o su equivalente en otros gases de efecto invernadero (CO₂e). Estos créditos pueden ser comprados y vendidos en mercados de carbono y son una de las formas más comunes de compensar la huella de carbono.

Los créditos de carbono provienen de proyectos verificados, que cumplen con estándares internacionales como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) bajo el Protocolo de Kioto o iniciativas voluntarias como el Verified Carbon Standard (VCS) o el Gold Standard.

Mercados de carbono voluntarios:

Empresas y consumidores pueden comprar créditos de carbono de proyectos específicos para compensar sus emisiones de manera voluntaria, sin una obligación legal.

Mercados regulados:

En algunos países, las empresas tienen que cumplir con límites de emisiones establecidos por los gobiernos, y pueden comprar créditos de carbono de proyectos que cumplen con esos límites.

Herramienta de cálculo de compensación de emisiones a través de la plantación de especies arbóreas.

[i-Tree](#) es una herramienta de evaluación y análisis perteneciente a USDA Forest Service, que sirve para orientar a aquellos que quieran conocer su compensación de emisiones mediante la plantación de especies. Este software provee un análisis forestal urbano y rural que cuantifica la estructura forestal (absorción de carbono) y los beneficios ambientales que estos árboles proporcionan.

9. Caso Práctico

La importancia de la medición de las emisiones del transporte para una empresa.

Caso: LA SEGUNDA SEGUROS

El transporte es uno de los principales factores que contribuyen a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro del cálculo de la huella de carbono corporativa. En empresas de servicios, como las aseguradoras, donde la operativa depende en gran medida del desplazamiento de colaboradores, su impacto puede ser especialmente significativo.

Transporte y emisiones corporativas:

En el contexto del transporte, se incluyen dos tipos principales de emisiones:

- Emisiones directas: Generadas por los vehículos de la flota corporativa.
- Emisiones indirectas: Asociadas a los desplazamientos de empleados, ya sea por viajes laborales, transporte diario al lugar de trabajo, vuelos y otras actividades.

En sectores como el asegurador, el transporte es una de las principales fuentes de emisiones. Aunque estas empresas no generan emisiones industriales significativas, el movimiento constante de empleados, tanto para llegar al trabajo como para visitar clientes, representa una proporción importante del total de su huella de carbono.

Impacto del transporte en empresas aseguradoras:

En empresas aseguradoras y del sector servicios, el transporte puede llegar a representar entre un 50% y un 70% de las emisiones totales de GEI.

Actividades como:

- Movilidad diaria de los empleados hacia el lugar de trabajo.
- Operaciones de tasadores, que requieren desplazamientos para realizar inspecciones y atender a clientes.
- Viajes laborales, relacionados con reuniones, eventos y otros compromisos de negocio.

Estas cifras convierten al transporte en uno de los principales focos de atención para la gestión ambiental corporativa. Su impacto desproporcionado, en comparación con otros procesos organizacionales, subraya la importancia de identificar y mitigar estas emisiones.

Beneficios de reducir las emisiones del transporte:

- Mejora del desempeño ambiental de la empresa.
- Optimización de costos operativos, al reducir el uso de combustibles fósiles y los gastos relacionados con viajes.
- Incremento de la reputación y la competitividad en un mercado que valora la sostenibilidad.
- Estrategias para mitigar el impacto del transporte.

Para reducir el impacto ambiental asociado al transporte, las empresas pueden implementar las siguientes estrategias:

- Fomentar el teletrabajo.
- Reducir los desplazamientos diarios de los empleados disminuye significativamente las emisiones de GEI.
- Impulsar la movilidad sostenible.
- Incentivar el uso de transporte público, bicicletas o vehículos compartidos.
- Incorporar flotas de vehículos eléctricos o híbridos dentro de la empresa.
- Optimizar los viajes laborales.
- Promover reuniones virtuales como alternativa a los desplazamientos físicos.
- Consolidar visitas a clientes para minimizar la cantidad de viajes necesarios.

10. Bibliografía y fuentes de información

- Aviación Civil Argentina. (2021). Plan de Acción del Estado Argentino para la Reducción de Emisiones de CO₂ en la Aviación.

Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_de_accion_del_estado_argentino_para_la_reduccion_de_emisiones_de_co2_en_la_aviacion.pdf

- Bolsa de Comercio de Rosario. (2024). Camino a un nuevo Régimen de Biocombustibles en la República Argentina.

Recuperado de: <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/camino-un#:~:text=Bioetanol%20actualmente%3A%20corte%20obligatorio%20del%2012%25>.

- Chave, J. et al. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10). Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>

- Chave, J. et al. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests.

- European Environment Agency. (2023). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023. Technical guidance to prepare national emissions inventories.

Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023>

- European Environment Agency. (2023). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023. 1.B.2.a.i, 1.B.2.b Fugitive emissions - exploration production transport 2023.

Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-b-fugitive-emissions-from-fuels/1-b-2-a-i/view>

- European Environment Agency. (2023). 1.A.3.b.i-iv Road transport 2024.

Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-i/view>

- Gobierno de Santa Fe. (2016). Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la Provincia de Santa Fe, Año 2016. Recuperado de: <https://www.concejostantafe.gov.ar/wp-content/uploads/2022/10/Inventario-de-Gases-de-Efecto-Invernadero.pdf>

- Honorable Congreso de la Nación Argentina. (2021). Marco Regulatorio de Biocombustibles. Ley 27.640. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27640-352587/texto>

- International Civil Aviation Organization. (s/f). ICAO Carbon Emissions Calculator.

Recuperado de: <https://www.icao.int/environmental-protection/CarbonOffset/Pages/default.aspx>

- **IPCC. (2024). Acerca del IPCC.** Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/about/>
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y Monitoreo de Medidas de Mitigación.** Recuperado de: <https://inventariogei.ambiente.gob.ar/>
- **Ministerio de Economía de la Nación Argentina. (s/f). Etiqueta vehicular.**
Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/etiqueta-vehicular>.
- **Ministerio de Energía de Chile. (s/f). Etiqueta de Eficiencia Energética. Para vehículos livianos y medianos.** Recuperado de: <https://www.consumovehicular.cl/#/>
- **Municipalidad de Rosario. (2022). Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero.**
Recuperado de: <https://www.rosario.gob.ar/inicio/sites/default/files/2024-01/INVENTARIO%20DE%20EMISIONES%20DE%20GASES%20EFECTO%20INVERNADERO%202021-2022.pdf>
- **Oficina Catalana de Cambio Climático. (2011). Guía Práctica para el Cálculo de Gases de Efecto Invernadero (GEI).** Recuperado de: <https://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&id=97531>
- **Organización Internacional de Normalización. (2018). ISO 14064-1:2018: Gases de efecto invernadero — Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.**
Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>
- **Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. (s/f). Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte.**
Recuperado de: <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>
- **Sub Dirección de Medio Ambiente de Santiago de Chile. (2019). Manual de Buenas Prácticas Ambientales.** Recuperado de: <https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/10/Manual-de-Buenas-Practicas-Ambientales.pdf>
- **Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética. Secretaría de Energía de la Nación. (2019). Guía de gestión eficiente para el transporte automotor de cargas de la República Argentina.**
Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/4.guias_gestion_eficiente_de_flotas_2019.pdf
- **UNFCCC. (2023). Quinto Informe Bienal de Actualización. Informe Nacional de Inventario de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.**
Recuperado de: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/argentina-bur5.pdf>
- **UK DEFRA (2024). Greenhouse gas reporting: conversion factors 2024.**
Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2024>

CO₂

Anexos

Anexo 1: Etiquetado Vehicular

A continuación, se describen las normativas y resoluciones que establecen metodologías y requisitos para la medición y etiquetado de las emisiones de CO₂ y el consumo de combustible de los vehículos livianos en Argentina.

1. Norma IRAM/AITA 10274-1

Establece la metodología que debe seguirse para realizar la medición de las emisiones de CO₂ y el consumo de combustibles de los vehículos livianos. Los datos obtenidos de la misma son los informados en la etiqueta.

2. Resolución 797- E/2017 del MAyDS

La misma establece que los fabricantes e importadores de vehículos livianos deben informar por declaración jurada los consumos de combustible y las emisiones de CO₂ por km recorrido.

3. Norma IRAM/AITA 10274-2

Establece las características y el contenido de la etiqueta informativa y de la etiqueta comparativa.

4. Resolución 85/2018 de SGAyDS

Determina cronogramas de implementación para ambas etiquetas, informativa y comparativa.

5. Resolución 383/2021 de MAD

Establece la implementación del etiquetado vehicular comparativo y define las características del mismo.

<https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/etiqueta-vehicular/resoluciones-y-normas>.

- 1. Ley Etiquetado Vehicular:** donde se encuentran todas las etiquetas de vehículos livianos. Tiene la desventaja de que cada marca de autos ensaya sus motores en distintos laboratorios pudiendo variar los resultados obtenidos. Además clasifica cada vehículo en función del tipo de tracción, transmisión y demás variantes de un mismo modelo, siendo estos únicamente vehículos livianos (de hasta 3500kg).

2. European Monitoring and Evaluation Programme- European Environment Agency (EMEP-EEA): brinda los factores de emisión para cada tipo de vehículo según tipo de combustible que consumen. Además brinda información de los tipos vehiculares qué se muestran en la Figura 1 actualizado al año 2024.

Category		Title
NFR	1.A.3.b.i	Passenger cars
	1.A.3.b.ii	Light commercial trucks
	1.A.3.b.iii	Heavy-duty vehicles including buses
	1.A.3.b.iv	Mopeds & motorcycles
SNAP	0701	Passenger cars
	0702	Light commercial vehicles < 3.5 t
	0703	Heavy-duty vehicles > a3.5 t and buses
	0704	Mopeds and motorcycles < 50 cm ³
	0705	Motorcycles > 50 cm ³

Tabla 3. Consumo en ciclo urbano de combustible. Fuente: EMEP-EEA

Tipo de transporte	Dióxido de Carbono (grCO2/km)
Automóvil Naftero Euro V 1,5 L	214,9
Automovil Diesel Euro V 1,5 L	168,7
Transporte Urbano Diesel <=15 t	662,9
Motos 4-tiempos <250 cm ³ Euro 1	81,2

Tabla 4. Emisiones de dióxido de carbono por km según tipo de transporte. Fuente: EMEP-EEA

[1. 110301_Guia practica calculo emissions_rev_ES.pdf](#)

2. Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la Oficina Catalana por el Cambio Climático. (página 19) Se presentan 3 metodologías para calcular la emisión:

- A. Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos; o, si no disponemos de este dato, opción B.
- B. Cuantía económica (euros) asociada al consumo de combustible (diésel o gasolina); o, si tampoco disponemos de este dato, opción C.
- C. Kilómetros recorridos y marca y modelo del automóvil (diésel o gasolina).

Para cada metodología se adjuntan los distintos factores, como se muestra en la Figura 2.

COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO	CILINDRADA	Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO ₂ /km)		
		URBANO	RURAL	INTERURBANO
Gasolina	< 1,4 l	192,12	136,90	154,18
	1,4 – 2,01 l	232,78	159,65	170,99
	> 2,01 l	310,19	191,85	217,95
Diésel	< 2 l	199,81	135,56	157,73
	> 2 l	246,06	170,51	198,71
Híbrido	Cualquiera	103,43	100,13	127,29

Tabla 5. Emisiones de dióxido de carbono según combustible, cilindrada y tipo de recorrido. Fuente: EMEP-EEA.

Anexo 2: Factores de emisión del transporte del Inventario Nacional 2023 (IBA 5)

Tablas de referencia de transporte terrestre por carretera: páginas 223 y 224.

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO ₂ Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Gas/Diésel Oil	tCO ₂ /tep	3,10	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
FE CO ₂ Gasolina para motores	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Gasolina para motores	tCO ₂ /tep	2,90	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Motonafta Total Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CO ₂ Gas Natural	Factor de emisión de CO ₂ Gas Natural Distribuido por Redes	tCO ₂ /tep	2,351	FE local para Argentina	Gas Natural
FE CO ₂ Biodiésel	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Biodiésel	tCO ₂ /tep	2,963	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Biodiésel
FE CO ₂ Biogasolina	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Biogasolina	tCO ₂ /tep	2,963	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Bioetanol
FE CH ₄ Gas/Diésel oil	Factor de emisión de CH ₄ – Gas/Diésel Oil	tCH ₄ /tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
FE CH ₄ Gasolina para motores	Factor de emisión de CH ₄ – Gasolina para motores	tCH ₄ /tep	0,00138	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gasolina para motores sin controlar – Cambio de unidades	Motonafta Total Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE CH ₄ Gas Natural	Factor de emisión de CH ₄ – Gas Natural	tCH ₄ /tep	0,00385	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas Natural – Cambio de unidades	Gas Natural
FE CH ₄ Biodiésel	Factor de emisión de CH ₄ – Biodiésel	tCH ₄ /tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Biodiésel

Figura N°16. Factores de emisión del transporte terrestre por carretera. Fuente: IBA 5, 2023.

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CH ₄ Biogasolina	Factor de emisión de CH ₄ – Biogasolina	tCH ₄ /tep	0,00075	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Etanol automóviles Brasil – Cambio de unidades	Bioetanol
FE N ₂ O Gas/Diésel oil	Factor de emisión de N ₂ O – Gas/Diésel Oil	tN ₂ O/tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Diésel Oil + Gas Oil Diésel Oil Gasoil Grado 2 (Común) Gasoil Grado 3 (Ultra) Otros Tipos de Gasoil
FE N ₂ O Gasolina para motores	Factor de emisión de N ₂ O – Gasolina para motores	tN ₂ O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gasolina para motores sin controlar – Cambio de unidades	Motonafta Total Nafta Grado 1 (Común) Nafta Grado 2 (Súper) Nafta Grado 3 (Ultra)
FE N ₂ O Gas Natural	Factor de emisión de N ₂ O – Gas Natural	tN ₂ O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas Natural – Cambio de unidades	Gas Natural
FE N ₂ O Biodiésel	Factor de emisión de N ₂ O – Biodiésel	tN ₂ O/tep	0,00016	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gas/Diésel Oil – Cambio de unidades	Biodiésel
FE N ₂ O Biogasolina	Factor de emisión de N ₂ O – Biogasolina	tN ₂ O/tep	0,00013	IPCC 2006 – Cuadro 3.2.2 – Gasolina para motores sin controlar – Cambio de unidades	Bioetanol

Figura N°17. Continuación de Figura N°2. Fuente: IBA 5, 2023.

Emisiones por transporte aéreo:

PLAN DE ACCIÓN DEL ESTADO ARGENTINO PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2 EN LA AVIACIÓN - ANAC 2021

Para el cálculo de las emisiones de las aerolíneas con matrícula registrada en Argentina se utilizaron los datos estadísticos operacionales reportados por el Sistema Integral de Aviación Civil (SIAC) de ANAC. Las variables utilizadas fueron: tipo de aeronave, ruta y frecuencias, y se procesaron la herramienta CERT provista por la OACI. Dicho instrumento calcula el consumo de combustible total de cada vuelo asociando la distancia entre los aeropuertos de origen y destino con el consumo promedio de combustible de cada aeronave. Para transformar el consumo de combustible en emisiones de CO2 convierte el volumen de combustible consumido (l) a masa (kg) utilizando un factor de conversión de 0,8 kg/l; posteriormente, utilizando un factor de conversión de 3,16 kg transforma esa masa de combustible (kg) a masa de emisiones de CO2 (kg de CO2). Finalmente, y a fin de utilizar la misma unidad de medida, se expresa ese valor en toneladas de CO2 (tCO2).

Factores de emisión de aviación civil de cabotaje:

Acrónimo	Descripción	Unidades	Valor	Fuente de información	Equivalencia con combustibles nacionales
FE CO ₂ Queroseno para motor a reacción	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Queroseno para motor a reacción	tCO ₂ /tep	2,99	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene
FE CO ₂ Gasolina para la aviación	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Gasolina para la aviación	tCO ₂ /tep	2,93	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Aeronftas
FE CO ₂ Otro queróseno	Factor de emisión de CO ₂ eficaz (Medio) – Otro queróseno	tCO ₂ /tep	3,01	IPCC 2006 – Cuadro 1.3 / 1.4 – Cambio de unidades	Kerosene
FE CH ₄ Queroseno para motor a reacción FE CH ₄ Gasolina para la aviación FE CH ₄ Otro queróseno	Factor de emisión de CH ₄ – Queroseno para motor a reacción, Gasolina para la aviación y Otro queróseno	tCH ₄ /tep	0,00002	IPCC 2006 – Cuadro 3.6.5 – Todos los combustibles – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene Aeronftas Kerosene
FE N ₂ O Queroseno para motor a reacción FE N ₂ O Gasolina para la aviación FE N ₂ O Otro queróseno	Factor de emisión de N ₂ O – Queroseno para motor a reacción, Gasolina para la aviación y Otro queróseno	tN ₂ O/tep	0,00008	IPCC 2006 – Cuadro 3.6.5 – Todos los combustibles – Cambio de unidades	Aerokerosene (Jet) Kerosene y Aerokerosene Aeronftas Kerosene

Figura N°18. Factores de emisión de aviación civil de cabotaje. Fuente: IBA 5, 2023

Anexo 3: Ejemplo de cálculo de factor de emisión Inventario Nacional 2023 (conversión de unidades: t CO2/tep a tCO2/litro)

NAFTA: Conversión de unidades Inventario Nacional (tCO2/tep a kgCO2/litro)	0,0011 kg CH4 x 29,8 = 0,03278 kg CO2e/l nafta 0,0001 kg N2O x 273 = 0,0273 kg CO2e/l nafta 2,32 kg CO2e + 0,0011 kg CO2e + 0,0001 kg CO2e = 2,38 kg CO2e/l nafta
1 m3 de nafta ----- 0,80 tep 1000 l nafta ----- 0,80 tep 1 tep-----2,90 tCO2 0,80 tep----- x= 2,32 tCO2/1000 l nafta 2,32 kg CO2/l nafta 0,0011 kg CH4/l nafta 0,0001 kg N2O/l nafta	

Factor de emisión de la nafta, considerando el corte de biocombustibles (bioetanol) del 11,4% (última medición del 2022).

$$\text{FE Nafta} + \text{corte: } 88,6\% \text{ (nafta)} + 11,4\% \text{ (bioetanol)}$$

$$(\text{FE nafta} \times 0,886) + (\text{FE bioetanol} \times 0,114) = \text{FE}$$

$$(2,38 \times 0,886) + (0,0369 \times 0,114) = \text{FE}$$

$$2,1086 + 0,0042 = \mathbf{2,11 \text{ kg CO2e/litro}}$$

