

# Toolkit

## de Metodologías para Cuantificar la Mitigación

MEDIDAS DE PROTECCIÓN CLIMÁTICA  
PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

# Toolkit

## de Metodologías para Cuantificar la Mitigación

### MEDIDAS DE PROTECCIÓN CLIMÁTICA PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

Esta publicación fue financiada en el marco del proyecto de cooperación bilateral “Programa Transporte Sustentable” (PTS) entre el Gobierno Federal Mexicano y el Gobierno de Alemania, a través de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ), que trabaja por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México.

Primera edición 2023.

Elaborado en México.

#### Publicada por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn/Alemania  
T + 49 61 96 79-0  
F + 49 61 96 79-11 15  
E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

#### Agencia de la GIZ en México

Torre Hemicor, PH,  
Av. Insurgentes Sur 826,  
Col. del Valle, Alcaldía Benito Juárez,  
03100,  
Ciudad de México, México.  
T + 52 55 55 36 23 44  
F + 52 55 55 36 23 44  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I <https://www.giz.de/en/worldwide/33041.html>

#### Programa

Programa Transporte Sustentable

D.R. © 2023 Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

#### Deslinde de responsabilidad

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en este documento están basados en la metodología y recopilación de insumos facilitados por la GIZ México y sus consultores. No obstante, GIZ México no puede ser responsable del contenido de este documento, ni garantiza la precisión o integridad de la información por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

## .Coordinación institucional

#### Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) en México

Stephanie Hartmann  
Directora Programa Transporte Sustentable (PTS)  
Uriel Arias  
Asesor técnico Jr. Programa Transporte Sustentable (PTS)

#### Ricardo Energy & Environment

John Watterson  
Aleix Pons  
Sabino del Vento

#### SEMARNAT

Judith Trujillo

#### INECC

Eduardo Olivares

#### SICT

Carlos Gil

#### Centro Mario Molina

Salvador Montero  
Julieta Leo  
Daniel León

#### Diseño editorial y revisión

Instituto Contenidos Digitales S. A. S.

#### Derechos de autor

Se permite la reproducción, total o parcial, por razones educacionales o sin ánimo de lucro de esta publicación, sin la autorización especial del portador de los derechos de autor, siempre y cuando la fuente sea citada.

#### Forma de citar

GIZ-Ricardo (2023). Toolkit de Metodologías para Cuantificar la Mitigación- Medidas de protección climática para el transporte de mercancías

# .Contenido

4 Abreviaturas y acrónimos

6 Introducción

## **CAPÍTULO 1**

### **EL MRV EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE Y LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES**

9 MRV en el sector del transporte

13 Métodos para estimar las emisiones de GEI

## **CAPÍTULO 2**

### **MRV: DEFINICIÓN, PLANTILLA Y APLICACIÓN A LAS ACTUACIONES EN EL SECTOR**

26 Definición del sistema MRV y la plantilla MRV

30 Aplicación de la plantilla MRV a las actuaciones en el sector del transporte de mercancías

## **CAPÍTULO 3**

### **ACCIONES DE MITIGACIÓN EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS**

32 Acción 1 - Cuantificación de los beneficios ambientales del Programa Transporte Limpio (PTL)

48 Acción 2 - Programas de descarbonización del transporte de última milla

69 Acción 3 - Reparto modal óptimo entre ferrocarril y autotransporte carretero

87 Acción 4 - Cuantificación de los beneficios ambientales de la renovación de flota

107 Conclusión

109 Índice de ecuaciones

110 Índice de figuras

110 Índice de tablas

111 Anexo - Plantilla del sistema MRV

# Abreviaturas y acrónimos

<b>A</b>	Actividad
<b>AIE</b>	Agencia Internacional de la Energía
<b>ANTP</b>	Asociación Nacional de Transporte Privado
<b>ARTF</b>	Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario
<b>ASIF</b>	Actividad, Reparto Modal, Intensidad del Vehículo y Combustible (ASIF, por sus siglas en inglés- <i>Activity, Structure, Intensity y Fuel</i> )
<b>BMZ</b>	Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ, por sus siglas en alemán- <i>Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung</i> )
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CN</b>	Carbón Negro
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de Carbono
<b>CO<sub>2</sub>e</b>	Dióxido de Carbono Equivalente
<b>COPERT</b>	Programa Informático para Calcular las Emisiones del Transporte por Carretera (COPERT, por sus siglas en inglés- <i>Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport</i> )
<b>DA</b>	Datos de Actividad
<b>DGAF</b>	Dirección General de Autotransporte Federal
<b>DGIELGCA</b>	Dirección General de Industria, Energías Limpias y Gestión de la Calidad del Aire
<b>DFM</b>	Desarrollo Ferroviario y Multimodal
<b>DGDFM</b>	Dirección General de Desarrollo Ferroviario y Multimodal
<b>EPA</b>	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés- <i>Environmental Protection Agency</i> )
<b>FE</b>	Factor de emisión-+
<b>GC/CC</b>	Garantía de calidad/Control de calidad
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GIZ</b>	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ, por sus siglas en alemán- <i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> )
<b>GyCEI</b>	Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
<b>HC</b>	Hidrocarburos
<b>IMT</b>	Instituto Mexicano del Transporte
<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés- <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> )
<b>KFW</b>	Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania (KFW, por sus siglas en alemán- <i>Kreditanstalt für Wiederaufbau</i> )
<b>km</b>	Kilómetro
<b>kWh</b>	Kilovatio/hora
<b>MJ</b>	Megajulio
<b>MOVES</b>	Simulador de Emisiones de Vehículos de Motor (MOVES, por sus siglas en inglés- <i>Motor Vehicle Emission Simulator</i> )
<b>MRV</b>	Monitoreo, Reporte y Verificación
<b>MyPT</b>	Micro y Pequeño Transportista
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido Nitroso
<b>NAFIN</b>	Nacional Financiera
<b>NAMA</b>	Acciones de Mitigación Apropriadas Nacionalmente (NAMA, por sus siglas en inglés- <i>Nationally Appropriate Mitigation Actions</i> )
<b>NDC</b>	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés- <i>Nationally Determined Contributions</i> )
<b>NO<sub>x</sub></b>	Óxido de Nitrógeno
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>pkm</b>	Pasajero kilómetro
<b>PMACP</b>	Programa de Modernización del Autotransporte de Carga y Pasaje
<b>PTL</b>	Programa de Transporte Limpio
<b>PT</b>	Pequeños Transportistas
<b>PTS</b>	Programa Transporte Sustentable
<b>PyMES</b>	Pequeñas y Medianas Empresas
<b>SAT</b>	Sistema de Administración Tributaria
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SENER</b>	Secretaría de Energía
<b>SEN</b>	Sistema Eléctrico Nacional
<b>SHCP</b>	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
<b>SICT</b>	Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes
<b>TIC</b>	Tecnologías de la Información y la Comunicación
<b>tkm</b>	Tonelada-kilómetro
<b>VCN</b>	Valores Caloríficos Netos
<b>VKT</b>	Kilómetro-vehículo recorridos (VKT, por sus siglas en inglés- <i>Vehicle Kilometers Traveled</i> )
<b>WRI</b>	Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés- <i>World Resources Institute</i> )

El concepto de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) es clave dentro del marco de trabajo de la mitigación del cambio climático. Su objetivo es incrementar la transparencia de las acciones de mitigación desarrolladas por los países, así como promover la confianza mutua entre todas las naciones.

## INTRODUCCIÓN

En este sentido, el MRV es un requisito indispensable para que las acciones de mitigación sean atractivas para el financiamiento climático, al mismo tiempo es un elemento central en la implementación de las Contribuciones Determinadas a nivel Nacional (NDC).

Por otro lado, el sector del autotransporte es uno de los mayores emisores de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) en México. Hasta el 2019, este sector generó un total de 136,401 Gg de CO<sub>2</sub>e y 9.128 Gg de Carbono Negro (CN). Adicionalmente, se reporta que, para el mismo año, el autotransporte generó 392 Gg de metano (CH<sub>4</sub>) y 1,261 Gg de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), lo que corresponde al 98% y 85% del total nacional de las emisiones del sector transporte, respectivamente (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [INECC], 2019).

Considerando lo anterior, el Programa de Transporte Sustentable (PTS) busca estandarizar metodologías que permitan estimar la reducción de emisiones para las medidas de protección climática enfocadas al autotransporte, financiadas por el Estado.

En este sentido, este documento, denominado *Toolkit de Metodologías para Cuantificar la Mitigación-Medidas de protección climática para el transporte de mercancías* recopila métodos de cálculo fácilmente entendibles y aplicables para medidas de protección climáticas de interés nacional y subnacional.



**CAPÍTULO**

**1**

**EL MRV**

**EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE  
Y LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES**





En esta sección, se explican los conceptos de MRV en el sector del transporte, los datos típicos requeridos y el enfoque general para definir un sistema MRV en este sector.

La Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) ha desarrollado un Documento de referencia sobre *Medición, Presentación de informes y Verificación*<sup>1</sup> (MRV) en el sector del transporte.

## MRV EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE

<sup>1</sup> [https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document\\_transport-mrv\\_final\\_0.pdf](https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document_transport-mrv_final_0.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.wri.org/research/policy-and-action-standard>

Este documento es exhaustivo y está diseñado para aplicarse en países en los que los sistemas MRV en el sector del transporte aún no están presentes, están en desarrollo o se están perfeccionando los sistemas simples existentes. Por lo tanto, los enfoques expuestos en este documento de referencia son ideales para los requerimientos actuales.

Para complementar el enfoque GIZ, también se han utilizado elementos del Estándar de Política y Acción<sup>2</sup> de *World Resources Institute* para ayudar a definir el sistema MRV.

### ¿Qué es MRV y por qué es importante?

Un elemento clave del marco internacional para la mitigación del cambio climático es el concepto de Monitoreo, Reporte y Verificación. El Acuerdo de París, en virtud de la Convención sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC), ha introducido el concepto de Transparencia, pero éste no reemplaza al MRV. El MRV, como enfoque para

garantizar que las acciones planificadas de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) se ejecuten en la práctica, sigue siendo plenamente aplicable. En su forma más pura, el MRV se puede pensar como un conjunto de principios aplicables a una amplia gama de cuestiones.

A continuación, se presenta la definición de MRV.

**Figura 1** | Definición de MRV



Fuente: Elaboración propia.

Si bien el sector del transporte es un actor clave para el desarrollo y el crecimiento económico, también genera importantes emisiones de GEI. Dar seguimiento a cualquier acción de mitigación en este sector es un desafío dada la falta de sistemas de recolección de información en muchos países, así como la multitud de pequeños emisores de fuentes dispersas, es decir, vehículos.

Un sistema de MRV bien diseñado aumenta la transparencia sobre el impacto de los esfuerzos de mitigación. Además, mejora y hace más eficiente la planificación y ejecución del transporte, y proporciona datos e información para los requisitos de presentación de informes previstos por la CMNUCC (ver Figura 1).

Los sistemas de MRV incluyen también una dimensión temporal. Tienen en cuenta no solo los niveles de emisión actuales y cómo se desarrollaron las emisiones en el pasado, sino también los cambios en los niveles de emisión relacionados con las medidas seleccionadas.

El desarrollo a largo del tiempo de los niveles de emisión incluye una perspectiva *ex post* (¿qué se ha logrado?) y una perspectiva *ex ante* (¿qué es probable que se logre?) relacionada con medidas individuales o grupos de medidas para el sector del transporte.

Uno de los mayores desafíos es la falta de datos sobre esta actividad, pues esto permitiría dar sostén a los sistemas MRV. Además, un problema adicional es la mala calidad de algunos de estos datos.

**Figura 2** | Objetivos del MRV en el sector del transporte



Fuente: Documento de referencia sobre MRV en el sector transporte.<sup>3</sup>

## ¿Qué datos se necesitan?

**3** El marco ASIF es un concepto desarrollado por GIZ para apoyar el MRV en el sector transporte. ASIF, por sus siglas en inglés, significa Actividad, Reparto Modal, Intensidad del Vehículo y Combustible. Se requieren datos sobre la cantidad de personas o carga que realmente viajan, cómo y qué tan lejos están viajando, el uso de combustible por pasajero-km o kWh por tonelada-km, y la cantidad de GEI liberados por unidad de energía consumida.

Los principios clave para la recopilación de datos y MRV son:

- La relevancia
- La consistencia de las series temporales
- La transparencia

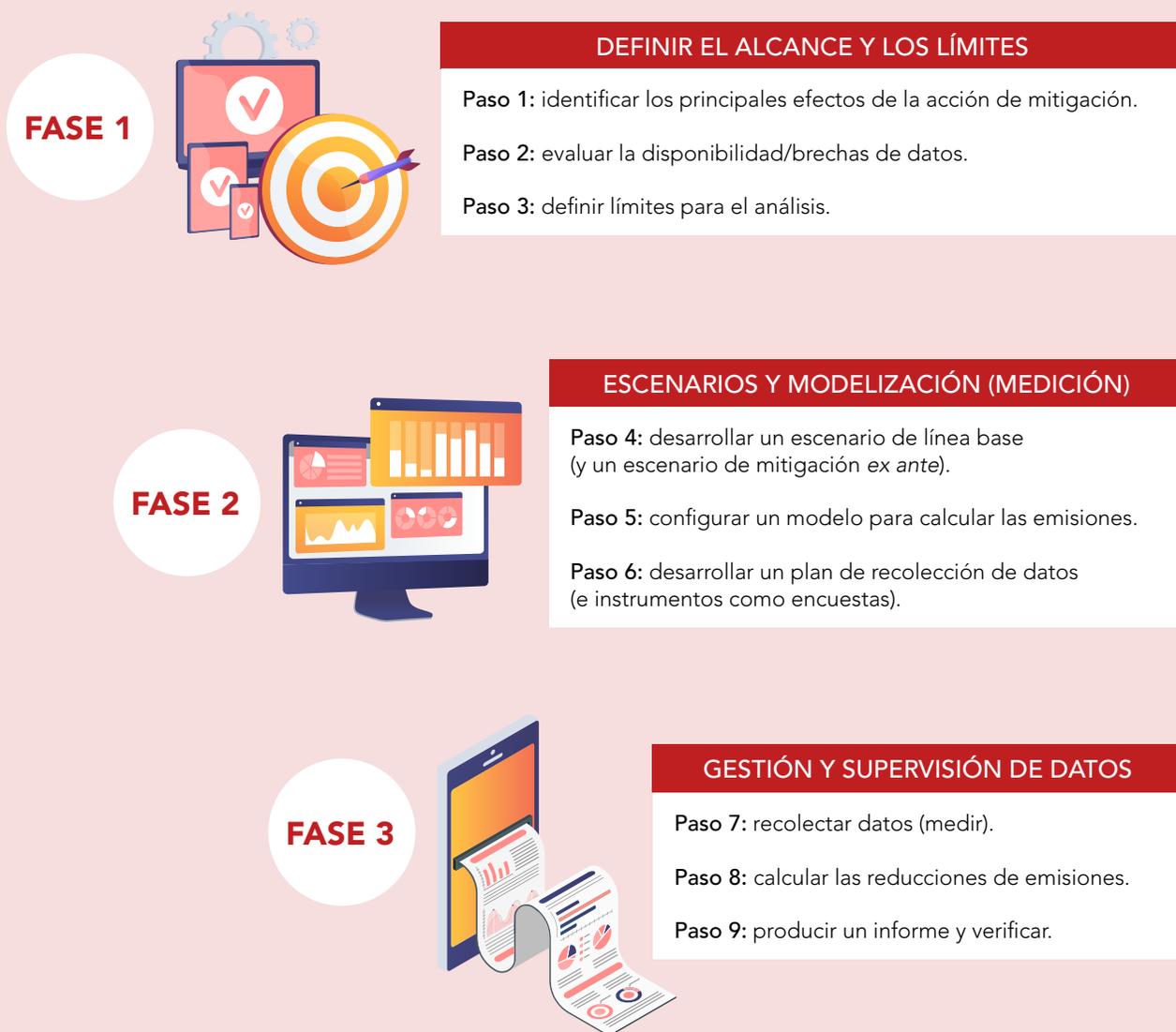
[https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document\\_transport-mrv\\_final\\_0.pdf](https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document_transport-mrv_final_0.pdf)

- La precisión
- La accesibilidad
- Los costos
- La efectividad

Además, la garantía de calidad y control de calidad (GC/CC) son elementos importantes para fortalecer la confianza entre los responsables de la toma de decisiones y las partes interesadas.

En el marco del ASIF, hay nueve pasos que definen al sistema MRV:

**Figura 3** | Pasos que definen al sistema MRV



4  
<https://www.wri.org/research/policy-and-action-standard>

Se han utilizados elementos de este enfoque, modificados para adaptarlo a los objetivos de este documento. También se emplearon elementos de la norma del Estándar de Política y Acción<sup>4</sup>, por ejemplo, para proporcionar el marco de una definición exhaustiva de las políticas de mitigación del transporte y para mapear la “cadena causal”.



## MÉTODOS PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE GEI

### Consideraciones generales

En esta sección se resumen los métodos que podrían utilizarse para estimar las emisiones de GEI del sector de transporte de mercancías.

En el sector transporte, la metodología de cálculo de “arriba hacia abajo” se basa en el cálculo de las emisiones de GEI en función de la cantidad de “combustible empleado” o “vendido” (en litros o toneladas), y los factores de emisión de diferentes tipos de combustible (por ejemplo, g CO<sub>2</sub>/litro).

Se requieren, además, datos de consumo de combustible, por ejemplo, los correspondientes a un país (ventas de combustible) o específicos para una flota de vehículos (todos los camiones de una empresa logística).

El enfoque de “arriba hacia abajo” es necesario para los inventarios nacionales de GEI, ya que la mayoría de los combustibles diésel y gasolina se utiliza en el sector transporte. El hecho de que las ventas de combustible se monitoreen en la mayoría de los países a efectos fiscales hace que esta sea una forma aparentemente simple y fácil de diseñar un balance energético.

Además, los países también informan sus balances energéticos generales a la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Los enfoques de “arriba hacia abajo”, especialmente si se basan en conjuntos de datos consistentes a nivel internacional, también permiten la comparación entre países.

Sin embargo, hay una cantidad de limitaciones en este enfoque. El documento de referencia de la GIZ de MRV en el sector transporte proporciona una lectura más detallada de las limitaciones, pero, en el contexto de este documento, la principal limitación es la falta de detalles sobre el uso detallado del combustible para cada modo de transporte, específicamente para la carga.

La recolección de datos sobre el consumo de combustible por sí sola no proporciona ninguna información sobre los detalles del sistema de transporte o la política pública que se está implementando.

El combustible vendido puede ser consumido por cualquier modo de transporte motorizado y se vuelve imposible aislar el impacto específico del modo, una política pública o un nivel de inversión. Por ejemplo, los datos de consumo de combustible publicados por la AIE o por países individuales, a través de balances de energía, solo incluyen cuatro tipos de modos (carretera, ferrocarril, vías navegables y aviación). Todos los modos mezclan transporte de pasajeros y carga.

## Métodos de cálculo

Por su parte, el sistema MRV se basa en una modificación de las metodologías de cálculo de emisiones de GEI según las directrices del Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). El enfoque del IPCC utiliza un enfoque escalonado en lo relativo a la complejidad metodológica (Figura 4). El Nivel 1 es el método básico, el Nivel 2 es intermedio y el Nivel 3 es el más exigente en términos de complejidad y tratamiento de datos. Los métodos de nivel superior mejoran la precisión y reducen la incertidumbre.

La distinción de “arriba hacia abajo” o de “abajo hacia arriba” también se refleja en las directrices del IPCC, las cuales realizaron los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC 2006, que especifican los procedimientos para el sector energético, del que forma parte el transporte.

Las directrices del IPCC enumeran tres niveles de enfoques de cuantificación de las emisiones de GEI. Los enfoques del nivel 1 y 2 son de “arriba hacia abajo”, mientras que las metodologías de nivel 3 las complementan con enfoques de “abajo hacia arriba”.

5  
[https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document\\_transport-mrv\\_final\\_0.pdf](https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document_transport-mrv_final_0.pdf)

Los niveles se diferencian por la fuente de los factores de emisión. El nivel 1 utiliza los valores predeterminados del IPCC, y el nivel 2 utiliza datos específicos de cada país. Las metodologías de nivel 3 reducen las incertidumbres en los datos de ventas de combustible.

El enfoque elegido y los procedimientos y fuentes de datos específicos suelen definirse con más detalle en directrices a nivel nacional o en “sistemas de calidad” para notificar las emisiones.

**Figura 4** | Niveles metodológicos del IPCC para los inventarios nacionales de GEI<sup>5</sup>



### NIVEL 3 (Avanzado)

El enfoque del **nivel 3** representa el método más detallado y va más allá de las estadísticas de venta de combustible. Sin embargo, el IPCC no proporciona una metodología del nivel 3.

En cambio, el IPCC fomenta nuevas mejoras en la determinación de los datos de ventas de combustible.

Existen diferentes niveles de detalle en estos cálculos, desde muy aproximados (kilómetros medios recorridos por vehículos —VKT— multiplicados por el número de vehículos y los factores de emisión promedio en  $\text{gCO}_2/\text{km}$ ) hasta modelos de emisiones muy detallados como el Programa Informático para Calcular las Emisiones del Transporte por Carretera (COPERT).

Dichos datos se complementan con cálculos del consumo de energía de los vehículos basados en datos de actividad. Los enfoques del nivel 3 también aplican factores de conversión específicos de cada país. Este enfoque proporciona las mejores estimaciones, principalmente, para las emisiones de gases de efecto invernadero diferentes al  $\text{CO}_2$ .

### NIVEL 2 (Intermedio)

El enfoque del **nivel 2** también describe inventarios basados en balances energéticos de ventas de combustibles, pero aplica factores de emisión específicos de cada país, los cuales consideran la naturaleza localmente específica de los combustibles (densidad, valores caloríficos netos [VCN], etcétera).

Debido al uso de factores de conversión específicos de cada país, la incertidumbre es mucho menor. Para las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  se requieren indicadores ascendentes adicionales para el nivel 2 sobre la distancia recorrida y las emisiones en la fase de preparación del vehículo con diferentes niveles de detalle.

### NIVEL 1 (Básico)

El enfoque del **nivel 1** es el método predeterminado, que suele utilizar datos generales de “arriba hacia abajo” junto con factores de conversión predeterminados (a veces también llamados factores de emisión).

La energía consumida se convierte utilizando factores de conversión predeterminados para determinar el contenido de carbono en  $\text{CO}_2$ . Para otras emisiones de GEI (por ejemplo,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), también se utilizan factores de conversión por defecto basados en combustibles, aunque estos dependen de las tecnologías de combustión y las condiciones de funcionamiento y no del contenido de carbono de los combustibles. Por lo tanto, el enfoque de nivel 1 tiene grandes incertidumbres con respecto a las emisiones de GEI que no son  $\text{CO}_2$ .

El enfoque de “arriba hacia abajo” es difícilmente aplicable para el monitoreo de acciones de mitigación específicas. Solo unas pocas acciones de mitigación permiten informar cambios basados en estadísticas de energía, ya que los datos son extremadamente agregados.

Únicamente en los casos en que puede rastrearse el consumo de combustible por vehículo o una flota claramente definida, el enfoque es útil para monitorear las acciones de mitigación.

Este es, por ejemplo, el caso de la renovación de las flotas de autobuses de transporte público. Los operadores generalmente recopilan datos de consumo de combustible, a veces incluso para cada vehículo individual. Esto les permite utilizar los datos también para informar sobre reducciones de emisiones.

Sin embargo, para cualquier evaluación *ex ante* de las posibles reducciones de emisiones, sigue siendo necesario tener en cuenta los cambios previstos en la flota, el kilometraje y el consumo de combustible con la finalidad de estimar las reducciones de emisiones.

6

Schipper L.,  
Marie-Lilliu C. y  
Gorham R. (2000).  
*Flexing the Link  
Between Transport  
and Greenhouse  
Gas Emissions.*  
International Energy  
Agency.

También es importante considerar estos datos de “abajo hacia arriba”, si las operaciones están más allá del rango de evaluación y no se sabe dónde se producen las emisiones. El enfoque ascendente proporciona un mecanismo para cuantificar las emisiones con mucho más detalle.

7

[https://unfccc.int/files/focus/mitigation/application/pdf/giz\\_mrv\\_of\\_transport\\_namas.pdf](https://unfccc.int/files/focus/mitigation/application/pdf/giz_mrv_of_transport_namas.pdf)

Permite, además, monitorear las emisiones de carbono de diferentes políticas, programas y proyectos. El marco ASIF<sup>6</sup> establece una conexión entre las acciones de mitigación y las emisiones de GEI, y fue desarrollado para proporcionar un marco comprensible para las metodologías de “abajo hacia arriba” en el sector del transporte. Además, se presenta en el *Manual de NAMA de Transporte*.<sup>7</sup>



## Ecuación 1 | Acrónimo ASIF

$$GEI = A * S * I * F$$

La actividad y la estructura (A y S) describen cuánto y cómo viajan realmente las personas y la carga. Se miden en términos de kilómetro-vehículo recorrido (VKT), pasajero-kilómetro (pkm) o tonelada-kilómetro (tkm) y se desglosan por tipo de modo, incluido el transporte no motorizado.

El pasajero-kilómetro (o tonelada-kilómetro) se calcula utilizando el número de vehículos, el número de viajes, las distancias recorridas y la ocupación (o carga) de los vehículos.

La intensidad del combustible (I) de un modo se mide generalmente en unidades de energía por unidad de actividad, por ejemplo, litros de combustible por vehículo/kilómetro (o pkm) o kWh por tkm. La intensidad del combustible depende de muchas variables, entre las que se encuentran, la ocupación, la práctica efectiva de conducción, la tecnología del motor, el peso, el diseño aerodinámico y la resistencia a la rodadura de los neumáticos, así como la congestión en la carretera.

El factor de emisión de GEI según combustible (F) es la cantidad de GEI liberado por unidad de energía consumida (en gramos de carbono o contaminante por litro de combustible consumido), y básicamente se utilizan los mismos valores que en los enfoques de “arriba hacia abajo”.

Se debe realizar un análisis separado de las emisiones de biocombustibles, ya que estos absorben carbono a medida que la biomasa crece, y suelen tratarse por separado, por ejemplo, en los informes de la CMNUCC. Por otra parte, la combinación de electricidad en la red es una información crucial —tomada de las estadísticas del sector energético—, por ejemplo, para calcular la electricidad utilizada en el sector del transporte, y para los sistemas ferroviarios o de metro.

Los enfoques de “abajo hacia arriba” no son *per se* más detallados que los de “arriba hacia abajo”, pero pueden variar desde cálculos aproximados de datos promedio o predeterminados hasta modelos muy detallados. Un ejemplo de un modelo aproximado sería multiplicar el número total de automóviles en un país por el kilometraje promedio de los automóviles y el consumo de combustible predeterminado de los automóviles.

Por el contrario, los modelos avanzados de “abajo hacia arriba” pueden, por ejemplo, cuantificar los impactos de la congestión y la parada y marcha del tráfico, con la consecuente aceleración y desaceleración en las emisiones en un corredor vial específico. Sin embargo, un modelo más detallado requiere datos de mayor diferenciación.

En consecuencia, para analizar los impactos de las políticas y medidas, depende en gran medida del tipo de impactos esperados, cuyo nivel de detalle en la modelización de “abajo hacia arriba” es necesario.

Modelar los impactos de la motorización puede permitir el uso de un enfoque aproximado, pero el análisis de los impactos de la reducción de la congestión requiere modelos más avanzados y datos más detallados. En resumen, las desventajas de los enfoques de “abajo hacia arriba” son las siguientes:

- El cálculo aproximado de “abajo hacia arriba” incluye altas incertidumbres.
- Los cálculos detallados de “abajo hacia arriba” requieren una gran cantidad de recolección y manejo de datos. Los datos deben recolectarse de diversas fuentes y garantizar cuidadosamente su calidad para evitar la presencia de conjuntos de datos de baja calidad.
- Los modelos que normalmente se utilizan para el cálculo de “abajo hacia arriba” deben adaptarse al contexto local y requieren una participación relativamente alta de expertos.
- Las bases de datos pueden ser inconsistentes y recolectarse usando diferentes categorías (por ejemplo, diferentes definiciones de categorías de vehículos), así como diferentes límites (por ejemplo, solo para el centro de la ciudad o el límite administrativo de una jurisdicción).

## Límites

Establecer límites es una tarea crucial en el desarrollo de un enfoque MRV. La definición de límites precisos es necesaria para los inventarios y la evaluación de las acciones de mitigación. El término “límites” se refiere al alcance de un análisis o evaluación. Un parámetro clave aquí es el área geográfica que en la mayoría de los casos está definida por las fronteras administrativas de un país (especialmente para los inventarios nacionales). Sin embargo, hay otras dimensiones de los límites.

En resumen, entre los diferentes elementos que requieren definirse para establecer el límite, las siguientes categorías son relevantes:

- **Límites territoriales**, como el alcance geográfico para el que se evalúan las emisiones (y otros efectos). Un problema común en relación con los límites territoriales es si los combustibles se consumen en la misma área donde se venden. Tales efectos generalmente ocurren debido a las diferencias de precios, lo que podría causar importaciones grises (cada vez que el conductor llena su tanque en el extranjero) o incluso las diferencias de precios de contrabando de combustible son un incentivo para que las personas se agencien el combustible en lugares donde es económico.





- **Límites sectoriales, como los modos de transporte y las actividades cubiertas.** Un ejemplo común de las dificultades que entregan los límites sectoriales es que las ventas de diésel no pueden vincularse completamente al transporte, ya que podrían utilizarse para maquinaria fuera de la carretera, por ejemplo, máquinas de construcción, vehículos agrícolas o de uso industrial. Esto lleva a la pregunta de si tales emisiones se incluyen en el sector del transporte u otros sectores como la construcción o la agricultura. Al evaluar las acciones de mitigación, la inclusión o exclusión de (otras) políticas públicas y medidas en el sistema evaluado es muy relevante. En consecuencia, es importante evitar el doble conteo.
- **Los límites temporales describen en qué periodo se evalúan los efectos.** Si bien los inventarios generalmente describen las emisiones en un año específico, los límites temporales son especialmente importantes para la evaluación de las acciones de mitigación, ya que los impactos pueden ocurrir solo a largo plazo y se excluyen potencialmente al limitar la evaluación a un periodo de tiempo más corto.

Otra dimensión importante en el establecimiento de límites es identificar qué efectos analizar. Esto incluye las siguientes dos dimensiones:

# 1

Cuáles GEI se incluyen, es decir, si es solo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) el principal gas de efecto invernadero u otros GEI, como el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) u otros gases fluorados, integrados en el Protocolo de Kyoto (gases fluorados). Esta llamada "canasta de gases de Kioto" (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y gases F) generalmente se convierte a equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e), mediante la aplicación del indicador de "potencial de calentamiento global" del IPCC a los diferentes gases.

Sin embargo, hay otros elementos que deben considerarse especialmente para el sector del transporte, por ejemplo, hay un debate cada vez mayor sobre el carbono negro (CN) y otros contaminantes climáticos de vida corta como importantes contribuyentes al cambio climático. Otro tema, especialmente en la evaluación del NAMA, es si es necesario considerar las emisiones en instancias anteriores (por ejemplo, en los procesos de refinación de combustible) o en instancias posteriores (por ejemplo, en la chatarrización de vehículos).

# 2

Los efectos sobre la sostenibilidad pueden considerarse en la evaluación de las acciones de mitigación. En consecuencia, es necesario definir en la evaluación los beneficios que se buscan.

Un ejemplo bastante simple sobre los problemas de límites es el uso de diferentes factores de emisión (contenido de carbono del combustible en kg CO<sub>2</sub>/unidad de energía). Es importante comprender los límites sectoriales de una acción de mitigación, al compararla con otras o al informar sobre los cambios en las emisiones a lo largo del tiempo, por ejemplo, los inventarios para el sector del transporte que siguen las directrices del IPCC no incluyen el uso de electricidad y las emisiones, sino que las contabilizan en el sector energético.

La razón de esto es evitar la doble contabilización, pero el resultado es el hecho de que las emisiones de GEI del transporte en las comunicaciones nacionales son exclusivamente las emisiones del transporte basado en electricidad.

Si no se considera esta característica, la electrificación del transporte (por ejemplo, el ferrocarril) podría aparecer como una disminución de las emisiones (de "arriba hacia abajo"), mientras que, desde una perspectiva estricta del sector, la emisión de GEI puede desarrollarse de manera diferente. Aun si la producción de electricidad es intensiva en carbono, las emisiones incluso podrían aumentar.

Debido a las cuestiones de límites descritas anteriormente, así como a otros problemas con la calidad de los datos, los resultados de los inventarios de "arriba hacia abajo" y de "abajo hacia arriba" generalmente no coinciden. Incluso diferentes análisis de "abajo hacia arriba" de una acción de mitigación específica pueden variar considerablemente porque los límites no son los mismos.

Con respecto a los cálculos de "abajo hacia arriba" que utilizan diferentes fuentes de datos, esto significa que los límites para cada conjunto de datos pueden ser diferentes. En consecuencia, cada fuente de datos debe analizarse con bastante cuidado. Esto generalmente se conoce como sistema de calidad.

Tal sistema de calidad garantiza que las diferencias puedan atribuirse claramente a cuestiones de límites sectoriales o explicarse a través de procesos socioeconómicos. En pocas palabras, las diferencias pueden manejarse sistemáticamente a través de factores de corrección.

A fin de desarrollar sistemas MRV a lo largo del tiempo y permitir mejoras que incrementen, el IPCC sugirió un enfoque escalonado (véase la Tabla 1). Comenzar de una manera más simple con los datos predeterminados genera conceptos básicos sobre datos que se pueden mejorar con el tiempo.

En el sector del transporte, esto puede implicar "a veces" un cambio de límites (por ejemplo, el combustible vendido en un área puede ser utilizado en otro lugar). La transparencia sobre tales cambios en las metodologías es la clave para una buena producción de informes y verificación.

## Métricas e indicadores

Sobre la base de la clasificación introducida anteriormente y utilizando el marco ASIF, se puede derivar un conjunto de indicadores principales para el análisis de las emisiones de GEI y los efectos de GEI de las medidas para el transporte.

Para la evaluación de los impactos de desarrollo más amplios, como resultado de las acciones, se requieren más indicadores (por ejemplo, factores de costos, factores de emisión de ruido, etcétera).

En la Tabla 1 se enumeran los indicadores clave que suelen aplicarse y también las opciones para una mayor diferenciación.

**Tabla 1** | Indicadores clave para el MRV el sector transporte

	Categoría de datos	Indicadores generales	Opciones para una mayor diferenciación	
Arriba hacia abajo	Uso de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Combustibles vendidos/consumidos</li> <li>Cantidad de diversos combustibles vendida/utilizada (en litro o MJ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por región</li> <li>Por tipos/clases de vehículos</li> </ul>	
	Factores de emisión para combustibles (F)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contenido de carbono</li> <li>Factor de emisión neto (kgCO<sub>2</sub>/MJ) para cada tipo de combustible</li> <li>Factores de emisión de la red para la electricidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Factores de corrección para las emisiones indirectas (basado en la evaluación del ciclo de vida)</li> <li>Calidad del combustible, por ejemplo, contenido de azufre</li> </ul>	
Abajo hacia arriba	Composición de la flota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de vehículos por tipo de vehículo (coche, camión, motocicleta, etcétera)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por clases de vehículo/tamaño del motor</li> <li>Por antigüedad/tecnología del vehículo</li> </ul>	
	Actividad (A) y Cambio modal (S)	Distancias recorridas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vehículo-kilómetro por tipo de vehículo (en VKT)</li> <li>Pasajero-kilómetro (pkm)</li> <li>Tonelada-kilómetro (tkm)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por modo</li> <li>Por clases de vehículo/tamaño del motor</li> <li>Por antigüedad/tecnología del vehículo</li> </ul>
	Viajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de viajes</li> <li>Toneladas transportadas</li> <li>Duración del viaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por modo</li> <li>Por propósitos de viaje (por eje, trabajo, ocio, etcétera)</li> </ul>	
	Factor de carga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocupación (en personas/vehículo)</li> <li>Carga de vehículos de mercancías (en porcentaje)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por modo</li> <li>Por clases de vehículo/tamaño del motor</li> </ul>	

	Categoría de datos	Indicadores generales	Opciones para una mayor diferenciación
Abajo hacia arriba	Intensidad (I)	Consumo de combustible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de combustible (en litro o kwh/km) por tipo de vehículo</li> <li>• Por clases de vehículos (tamaño generalmente relacionado con el peso)</li> <li>• Por la tecnología del motor de la antigüedad del vehículo (por ejemplo, normas Euro)</li> <li>• Velocidad y/o congestión en la carretera (nivel de servicio)</li> <li>• Por carga (para camiones)</li> <li>• Por gradiente (para camiones)</li> <li>• Diseño aerodinámico y resistencia a la rodadura de los neumáticos</li> </ul>
	Otras estadísticas útiles (por ejemplo, utilizados como factores normalizadores)		
	Población	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de habitantes</li> <li>• Tamaño (promedio) del hogar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por urbano vs. rural</li> <li>• Población activa por edad con licencia de conducir</li> </ul>
	Desarrollo económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto Interno Bruto (PIB) (o PIB per cápita)</li> <li>• Ingresos (del hogar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por (sub) sector</li> </ul>
	Red	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitud o carreteras, rieles, etcétera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por tipo de carretera</li> </ul>

Fuente: Documento de referencia sobre MRV en el sector transporte.<sup>8</sup>

[https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document\\_transport-mrv\\_final\\_0.pdf](https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document_transport-mrv_final_0.pdf)

**8** Además de las emisiones de referencia de diferentes países o ciudades, otras estadísticas, como los parámetros socioeconómicos (PIB per cápita y población) podrían utilizarse como factores normalizadores de los indicadores.

Las emisiones de GEI pueden vincularse con los insumos de la actividad de transporte para enfatizar la eficiencia y el rendimiento de las medidas e inversiones. Indicadores como las emisiones de GEI por pasajero-km o tonelada-km a menudo se denominan “intensidad modal de carbono”. Varios de los indicadores de este sistema MRV han sido utilizados para el transporte de mercancías.

## Principios clave para la supervisión de los sistemas de transporte

La gestión de datos e información es un proceso importante para el monitoreo de un sistema de transporte, ya que influencia las tendencias clave sobre el estado del sistema y las direcciones del desarrollo.

Además, el monitoreo apoya las decisiones sobre las acciones. En consecuencia, los indicadores son los elementos más importantes para monitorear y medir el progreso hacia una meta definida. Un indicador simple, utilizado para el monitoreo, puede albergar un gran volumen de información. En un sistema ideal de seguimiento y contabilidad, la calidad de los datos debería reflejar a los principios presentados en la Tabla 2.

## Garantía de calidad, control de calidad y verificación

El IPCC define la garantía de calidad, el control de calidad y la verificación, estas definiciones se utilizan en el sistema MRV para el transporte de mercancías. A continuación, se explicará cada una.

**Tabla 2** | Principios clave para una buena gestión de datos

Principio	Descripción	Ejemplo "persona-km recorrido"
<b>Exhaustividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los datos están completos y disponibles para todos los indicadores pertinentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Series temporales completas sin interrupciones.</li> <li>Datos para todos los tipos de vehículos pertinentes.</li> </ul>
<b>Pertinencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los datos coinciden con los requisitos del sistema de monitoreo y con los indicadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La distribución de la actividad a lo largo del año puede ser pertinente a efectos de planificación del transporte, pero no para los cálculos de las emisiones de GEI.</li> </ul>
<b>Consistencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las metodologías y normas se aplican de la misma manera en el sistema MRV.</li> <li>Los datos de diversas fuentes son consistentes y comparables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se utilizan los mismos factores de emisión que en los inventarios nacionales.</li> <li>Los límites de los diferentes conjuntos de datos coinciden o se ajustan a través de factores de corrección.</li> <li>Los datos de los proveedores de servicios públicos coinciden con los resultados de los datos de la encuesta.</li> </ul>
<b>Transparencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los metadatos sobre los datos de actividad del vehículo están disponibles (quién adquirió los datos, cuándo y con qué frecuencia).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las suposiciones sobre los factores de emisión asumidos están fundamentadas (por ejemplo, las referentes a las directrices del IPCC).</li> </ul>
<b>Exactitud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La agregación, precisión e incertidumbre de los datos coincide con los requisitos del sistema MRV.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por ejemplo, si se dispone de datos locales necesarios a nivel desagregado (como los diferenciados en consumo por tipos de vehículos y tecnología).</li> <li>Las incertidumbres siempre deben estimarse (si es posible cuantitativamente).</li> </ul>
<b>Accesibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los datos requeridos son accesibles para todas las partes interesadas e involucradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Por ejemplo, a través de plataformas de datos compartidos, de la publicación de estadísticas o de acuerdos sobre confidencialidad.</li> </ul>
<b>Rentabilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El gasto (económico, recursos humanos y tiempo) para la adquisición de datos debe coincidir con su pertinencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Priorizar los datos relevantes puede reducir los costos de recopilación de datos, por ejemplo, cuando se requiere una topografía costosa.</li> <li>Los datos a veces pueden recopilarse junto con los datos que ya se están recopilando, por ejemplo, agregando preguntas a las encuestas.</li> </ul>
<b>Frecuencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algunos datos requieren una obtención continua, mientras que otros se pueden adquirir solo una vez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La recopilación regular de datos es un requisito previo para las estimaciones de tendencias.</li> <li>Los factores de emisión de los combustibles tienden a variar poco y no tienen que medirse continuamente.</li> </ul>

Fuente: Documento de referencia sobre MRV en el sector transporte.<sup>9</sup>

<sup>9</sup>  
[https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document\\_transport-mrv\\_final\\_0.pdf](https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document_transport-mrv_final_0.pdf)

10  
<https://www.wri.org/research/policy-and-action-standard>

- El control de calidad suele ser un conjunto de actividades técnicas rutinarias, realizadas por el personal que recolecta los datos, y que se enfoca en la calidad del producto final.
- La garantía de calidad es un proceso de revisión planificado llevado a cabo por personal que no participa directamente en la recolección y el procesamiento de datos. Las actividades se realizan normalmente dentro del grupo de instituciones responsables de la recolección de datos, por miembros del personal que no participan directamente, otros departamentos u organismos relacionados.
- La verificación normalmente se lleva a cabo por entidades externas independientes para aumentar la confianza en que los datos son relevantes, completos, precisos, consistentes y transparentes.<sup>10</sup> Buenos ejemplos de verificación son los procedimientos de auditoría para las empresas que cotizan en el mercado de valores. Estas corporaciones publican informes de sostenibilidad que son verificados por auditores externos.

Muchos indicadores de “abajo a arriba” en el sector del transporte son difíciles de medir y, por lo tanto, deben derivarse utilizando una variedad de técnicas de muestreo, extrapolación y modelización.

Para garantizar datos sólidos, los procedimientos de garantía y control de calidad son extremadamente importantes. Deben ir más allá de los controles técnicos sobre la coherencia de los datos y revisar críticamente los procedimientos de muestreo, las ubicaciones, los métodos utilizados, etcétera.

Esto generalmente se describe en las directrices o sistemas de gestión de datos, pero podría ser un desafío para las instituciones de los países en desarrollo. Además, los datos de “arriba hacia abajo” de los balances de energía pueden ser útiles para verificar y equilibrar los errores en los modelos de inventario de este tipo.

En consecuencia, el control de calidad en su sentido más amplio debe ser una parte central del sistema MRV.

**CAPÍTULO**

**2**

**MRV:  
DEFINICIÓN, PLANTILLA Y APLICACIÓN  
A LAS ACTUACIONES EN EL SECTOR**





Un sistema de monitoreo sólido requiere la cooperación de una amplia gama de actores y la coordinación entre procesos, los cuales explicaremos en este capítulo.

## DEFINICIÓN DEL SISTEMA MRV Y LA PLANTILLA MRV

11 [https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document\\_transport-mrv\\_final\\_0.pdf](https://transparency-partnership.net/sites/default/files/reference-document_transport-mrv_final_0.pdf)

Como se ha indicado en el documento de referencia sobre MRV,<sup>11</sup> los principales elementos de los sistemas de monitoreo que requieren coordinación y cooperación incluyen:

- **Recolección de datos.** Las definiciones de los indicadores deben armonizarse para garantizar que los datos recolectados sean comparables y puedan agregarse; por ejemplo, las metodologías de recogida de las encuestas de viajes deben normalizarse para garantizar la calidad, la comparabilidad y la representatividad de los datos. Además, los formatos de datos deben ser compatibles y estar alineados con el calendario para la recolección anual de datos. Sólo de esta manera los mecanismos de control de calidad pueden beneficiarse de la armonización y el intercambio.
- **Presentación de informes.** Las herramientas y la coordinación de los programas informáticos pueden mejorar la eficiencia del sistema, reducir los costos y permitir un

mejor intercambio de información. Además, los métodos de agregación deben estar bien descritos. Por otra parte, la coordinación de la garantía de calidad puede aumentar la eficiencia y garantizar la comparabilidad de los datos a diferentes niveles, por lo tanto, los requisitos de presentación de informes internos y externos a diferentes niveles deben alinearse para minimizar las necesidades de recursos y mejorar la calidad general.

- **Planificación y diseño.** Los sistemas deben garantizar que el tipo correcto de información y el nivel de detalle requeridos, se entreguen en el momento adecuado para la planificación, el diseño y la evaluación de las acciones de mitigación en los diferentes niveles de administración. Esto significa tener en cuenta los ciclos legislativos, los plazos presupuestarios y los ciclos de planificación a nivel nacional y local, para establecer la frecuencia y el calendario de las actividades de MRV.
- **Financiación y capacidad.** Cuando la aplicación de medidas de mitigación del transporte y los esfuerzos de MRV se sostienen en fuentes internacionales, puede ser necesaria una coordinación adicional. Los flujos financieros, las actividades de desarrollo de capacidades y los requisitos de MRV derivados de este apoyo se benefician de la coordinación. Los requisitos de información de los financiadores suelen ser similares y es necesario coordinar la recolección, el procesamiento y la presentación de informes relacionados con dichos requisitos.

La necesidad de cooperación entre diferentes actores y entre diferentes niveles (nacional a local) aumentará con sistemas de MRV más complejos. Los sistemas integrados pueden crear sinergias, mejorar la eficiencia y proporcionar la base para una acción reforzada.

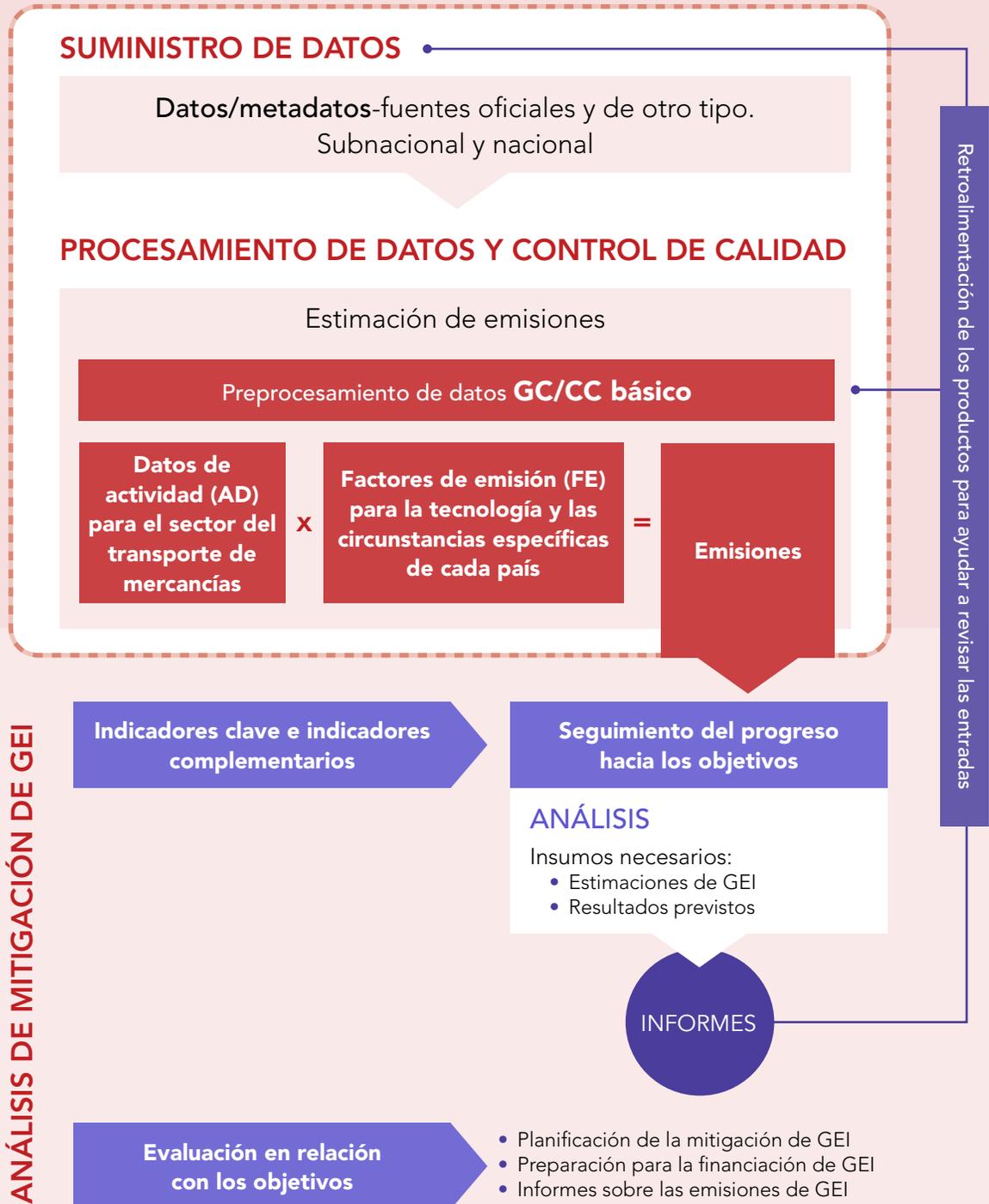
Algunas recomendaciones para una mejor cooperación son:

- Asignación de una institución central de coordinación para el seguimiento del sector del transporte.
- Definición de un coordinador técnico o equipo de coordinación.
- Definiciones armonizadas de indicadores, procedimientos de recolección, tratamiento de datos, etcétera.
- Desarrollo de capacidades técnicas e institucionales.
- Procesos claros para compartir datos entre diferentes instituciones y niveles de gobernanza.
- Tener normas acordadas de garantía/control de calidad.
- La cooperación es especialmente pertinente si es necesario armonizar bases de datos de diferentes niveles geográficos o regiones.

## Sistema MRV general

La Figura 5 ilustra un sistema general del MRV para acciones de mitigación de GEI para el transporte de mercancías.

**Figura 5** | Sistema general de MRV



Para garantizar la efectividad del sistema, es importante identificar los siguientes elementos:

- Los proveedores de datos para poder coleccionar los datos necesarios que cuenten con la calidad adecuada.
- Las organizaciones implicadas y los arreglos institucionales, que serán los responsables de monitorear los indicadores y los datos necesarios para cada una de las medidas particulares.

Asimismo, los siguientes aspectos también deberían tenerse en cuenta:

- La asignación de una institución central de coordinación para el seguimiento del sector del transporte.
- La definición de un coordinador técnico o equipo de coordinación.
- Las definiciones armonizadas de indicadores, procedimientos de recolección, tratamiento de datos, etcétera.
- El desarrollo de capacidades técnicas e institucionales.
- Procesos claros para compartir datos entre instituciones y niveles de gobernanza.

## Un sistema MRV: un enfoque *diagramado*

En lugar de una larga descripción con alta densidad de texto del sistema MRV, se ha creado un sistema basado en plantillas simples y diagramas, que faciliten la comprensión de los flujos de datos y de los arreglos institucionales.

Actualmente, el número de diagramas disponibles para las medidas presentadas en la siguiente sección de este documento es limitado. En consecuencia, se recomienda que la entidad responsable de cada acción genere más. Los elementos clave de la plantilla son los siguientes:

### ELEMENTOS CLAVE

- Identificación y explicación de las interacciones entre políticas públicas
- Estimación de las emisiones de línea base
- Supervisión del comportamiento a lo largo del tiempo: métricas
- Producción de informes
- Verificación
- Identificación de efectos y mapeo de la cadena causal

La estructura de la plantilla desarrollada para este proyecto se encuentra en el anexo.

## APLICACIÓN DE LA PLANTILLA MRV A LAS ACTUACIONES EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

En este apartado, se presentan las plantillas para cada una de las cuatro acciones de mitigación en el sector de transporte de mercancías.

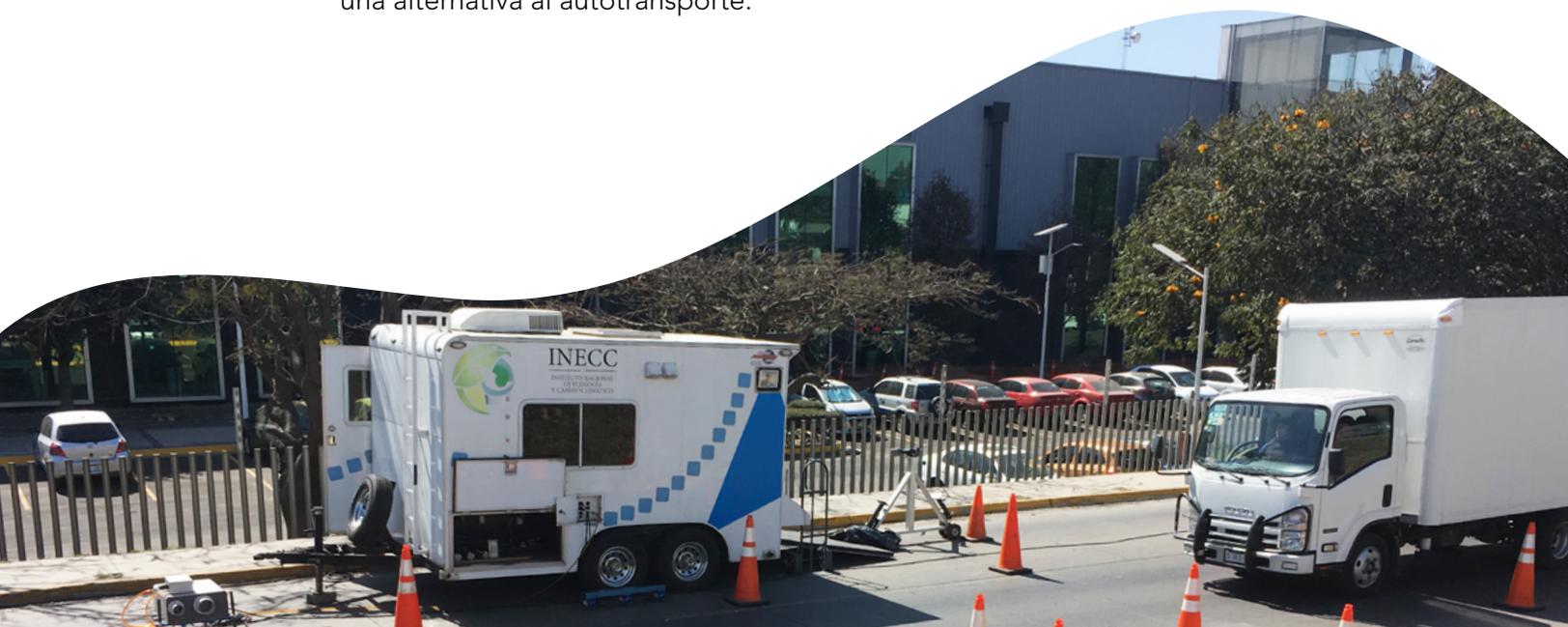
Además, se analizan las siguientes cuatro medidas de transporte de mercancías:

- Programa de Transporte Limpio (PTL). Es un programa para monitorear e incentivar la reducción de combustibles y las emisiones de contaminantes del aire en auto-transporte de carga.
- Programas de descarbonización del transporte de última milla. Es la renovación de vehículos eléctricos para repartir mercancías de última milla.
- Reparto modal óptimo entre ferrocarril y autotransporte carretero.
- Cuantificación de los beneficios ambientales de la renovación de la flota.

Estas acciones de mitigación se han elegido como ejemplos de aplicación de la plantilla de MRV, y fueron desarrolladas con el objetivo de representar un rango amplio de posibles medidas.

Además, pretenden representar otras actualmente aplicadas en México, como el PTL, y medidas que actualmente se están desarrollando, como las acciones de promoción de vehículos eléctricos en última milla.

Asimismo, las acciones seleccionadas pretenden cubrir diferentes segmentos del auto-transporte de carga, como el modo de transporte de carga principal, desde larga distancia hasta distribución de última milla. Por último, se cubre también el modo ferroviario como una alternativa al autotransporte.



CAPÍTULO

3

ACCIONES  
DE MITIGACIÓN EN EL TRANSPORTE  
DE MERCANCÍAS



# ACCIÓN 1

## CUANTIFICACIÓN

DE LOS BENEFICIOS  
AMBIENTALES DEL PROGRAMA  
TRANSPORTE LIMPIO (PTL)

INFORMACIÓN BÁSICA  
SOBRE POLÍTICAS



ARREGLOS  
INSTITUCIONALES



METODOLOGÍA  
DE CÁLCULO



INDICADORES



INCERTIDUMBRES



INFORMES Y GC/CC  
(GARANTÍA DE CALIDAD  
Y CONTROL DE CALIDAD)



INFORMACIÓN  
COMPLEMENTARIA

## CUANTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DEL PROGRAMA DE TRANSPORTE LIMPIO (PTL)

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
Política única o paquete de medidas	<p><b>PAQUETE</b></p> <p><b>Nota:</b> Programa que tiene por objetivo incentivar la adopción de varias medidas de eficiencia energética, por lo que se considera un paquete de medidas.</p>
Resumen de la política o paquete	<p>Programa voluntario y gratuito dirigido a empresas de transporte de carga y pasajeros, y desarrollado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y por la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT), en 2010.</p> <p>Por su participación en el programa, las empresas obtienen el reconocimiento por parte de la SEMARNAT.</p> <p>Por el momento, el PTL no cuenta con incentivos económicos para la adopción de medidas de ahorro de combustible.</p> <p>Con base en la información que reportan las empresas, la SEMARNAT calcula las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> y CN del conjunto de empresas transportistas que proporcionan información al programa.</p> <p><b>Nota:</b> Hasta marzo de 2022, 662 empresas están adheridas al programa, de las cuales 87% son transportistas.</p>



## INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE POLÍTICAS

### Medidas específicas

Medidas de ahorro de combustible y reducción de emisiones:

1. Formación del operador
2. Velocidad reducida en carretera
3. Reducción del ralentí
4. Vehículos híbridos
5. Mejoras aerodinámicas en las unidades
6. Envío intermodal
7. Inflado automático de neumáticos
8. Lubricantes de baja viscosidad
9. Ruedas de baja resistencia a la rodadura
10. Mantenimiento de la presión adecuada de los neumáticos
11. Peso unitario reducido
12. Logística mejorada

**Nota:** Hay una gran mezcla de medidas en esta acción. Si hay planes individuales de MRV para las 12 medidas, esto podría significar un sistema complejo, pero su combinación en un paquete simplifica las cosas. En consecuencia, se pueden seleccionar métricas sensibles a la combinación de los impactos de las medidas.

## Tipo de política o acción

Normas, acuerdos o medidas voluntarias, e instrumentos de información.

## Estado de la política o acción

IMPLEMENTADA

**Nota:** A partir de 2023, se prevé una actualización significativa del programa. En línea con el programa *SmartWay*, liderado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés-*Environmental Protection Agency*) se decide priorizar datos de consumo de combustible, así como características de flota y de operación, y se prescinde de recopilar información sobre la adopción de medidas de reducción de emisiones.

## Fecha de aplicación

El programa se inició en 2010.

## Fecha de término (si corresponde)

No se prevé una fecha de término en el corto plazo.

## Entidad o entidades ejecutoras

La SEMARNAT y la SICT.

## Objetivo(s) de la política o acción

1. Reducir el consumo de combustible de las empresas de transporte.
2. Reducir los costos operativos de las empresas de transporte.
3. Reducir los contaminantes atmosféricos y las emisiones de GEI de las empresas usuarias.

## Cobertura geográfica

FEDERAL

## Sectores primarios, subsectores y categorías de fuentes de emisión/sumideros destinatarios

Sector transporte y subsector de transporte de carga.

## Gases de efecto invernadero específicos (si procede)



## ARREGLOS INSTITUCIONALES

### Institución central de coordinación para el seguimiento del sector de transporte

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través de la Dirección General de Industria, Energías Limpias y Gestión de la Calidad del Aire (DGIELGCA).
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), a través de la Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF).

### Coordinador técnico o equipo de coordinación

La Subdirección de Transporte de la SEMARNAT.

**Nota:** [Judith Trujillo](#)

Subdirectora del Sector Transporte  
[judith.trujillo@semarnat.gob.mx](mailto:judith.trujillo@semarnat.gob.mx)

[Rodrigo Perrusquía](#)

Jefe del Departamento de Gestión Ambiental del Sector Transporte  
[rodrigo.perrusquia@semarnat.gob.mx](mailto:rodrigo.perrusquia@semarnat.gob.mx)

### Procesos para compartir datos entre instituciones y niveles de gobernanza

A través del correo electrónico se le informa a la SICT los avances mensuales del PTL.

**Nota:** Los avances del PTL que incluyen empresas adheridas, unidades evaluadas y resultados en emisiones, se comparten a través de un documento en PDF denominado "Informe mensual del Programa Transporte Limpio".

### Aprobación general y aceptación

La aprobación de la metodología está a cargo de la Subdirección de Transporte, la cual es el área técnica encargada de coordinar y controlar el PTL.

## Planificación de contingencias y sucesiones

Actualmente no se cuenta con un Plan de contingencias y sucesiones.

**Nota:** Para garantizar que el trabajo continúe si el personal no está disponible y cuando haya cambio de personal.

## Plan de desarrollo y mejora

Actualmente no se cuenta con un Plan de desarrollo y mejora.

**Nota:** Explicar el proceso de desarrollo y refinamiento de la metodología.

## Arreglos de almacenamiento y archivado

Actualmente, se archivan en la computadora de la persona encargada de hacer la evaluación técnica de la información. Sin embargo, una vez que se termine la Plataforma del PTL, la información se archivará en una base de datos que estará en el servidor de la SEMARNAT.

**Nota:** [Rodrigo Perrusquía](#)

Jefe del Departamento de Gestión Ambiental del Sector Transporte  
[rodrigo.perrusquia@semarnat.gob.mx](mailto:rodrigo.perrusquia@semarnat.gob.mx)

## Diagrama de flujo de datos

Actualmente, no se cuenta con un diagrama, sin embargo, el proceso es el siguiente:



## Diagrama de arreglos institucionales

Actualmente el PTL no cuenta con diagramas de arreglos institucionales.



## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### Enfoques de cálculo

Métodos de cálculo con niveles de complejidad creciente.

**Nota:** Con la nueva estrategia de recolección de datos, las emisiones de la flota de empresas adheridas se calculan con base en el consumo reportado por las empresas y el factor de emisión de los diferentes carburantes, ya que no se reporta la implementación de medidas de eficiencia energética.

Por esta razón, el cálculo del beneficio en términos de reducción de emisiones depende esencialmente de la correcta definición de la línea base.

Para mayor detalle en el enfoque de la línea base, ver el apartado sobre la línea base.

### Nivel 1

Esta metodología se basa únicamente en el histórico de datos de actividad (en toneladas-km y eficiencia energética), reportados en el marco del PTL.

Para estimar la reducción de emisiones se emplea la siguiente ecuación:

#### Ecuación 2 | Reducción de emisiones nivel 1

$$RGEI = tkm_v * (CC_{v,actual} - CC_{v,base}) * FE$$

Donde:

**RGEI** = Reducción de emisiones respecto a la línea base.

**tkm<sub>v</sub>** = toneladas-kilómetro al año por categoría de vehículo, según reportes del PTL de parte de empresas adheridas.

**CC<sub>v, actual</sub>** = Consumo de combustible (litro diésel por tonelada-km), según la categoría del vehículo en el año actual, basado en los reportes del PTL.

Consumo de combustible medio por vehículo ponderado, según tonelada-km recorridos por empresa.

**CC<sub>v, base</sub>** = Consumo de combustible (litro diésel por tonelada-km), según la categoría del vehículo en el año base del programa.

Consumo de combustible medio por vehículo ponderado, según tonelada-km recorridos por empresa.

**FE** = Factor de emisión diésel (kgCO<sub>2</sub>/litro diésel).

**Nota:** La metodología se basa en la definición de un año base a partir del cual se comparan mejoras en el consumo de combustible de vehículos que forman parte del programa.

El año base podría ser el año de inicio del programa: 2010.

Para mayor detalle en el enfoque de la línea base, ver el apartado sobre la línea base.

Categorías de vehículos propuestas:

- 2B y 3
- 4 y 5
- 6 y 7
- 8A y 8B

## Nivel 2

Esta metodología requiere de herramientas que permitan estimar los consumos de combustibles y las actividades de la flota media nacional año con año, por ejemplo, mediante el modelo MOVES.

Para estimar la reducción de emisiones se emplea la siguiente ecuación:

### Ecuación 3 | Reducción de emisiones nivel 2

$$RGEI = tkm_v * (CC_{v,actual} - CC_{v,modelo}) * FE$$

Donde:

**RGEI** = Reducción de emisiones respecto a la línea base.

**tkm<sub>v</sub>** = toneladas-km al año por categoría del vehículo, según reportes del PTL de parte de empresas adheridas.

**CC<sub>v, actual</sub>** = Consumo de combustible (litro diésel por tonelada-km), según la categoría del vehículo en el año actual, basado en reportes del PTL.

Consumo de combustible medio por vehículo ponderado, según tonelada-km recorridos por empresa.

**CC<sub>v, modelo</sub>** = Consumo de combustible (litro diésel por tonelada-km), según la categoría del vehículo en el año actual, basado en los resultados del modelo de flota nacional (e.g. MOVES).

**FE** = Factor de emisión diésel (kgCO<sub>2</sub>/litro diésel).

**Nota:** La metodología se basa en la hipótesis de que la modelización de la flota media nacional representa el escenario contrafactual (flota no afectada por el programa). Para mayor detalle en el enfoque de la línea base, ver el apartado sobre la línea base.

Categorías de vehículos propuestas:

- 2B y 3
- 4 y 5
- 6 y 7
- 8A y 8B

### Nivel 3

Esta metodología se basa en la del Nivel dos, pero se añade la capacidad de capturar diferentes tipos de combustible y sistemas de propulsión (híbridos, eléctricos, hidrógeno, etcétera).

Además, se propone medir el consumo energético de todos los sistemas de propulsión en unidades energéticas (kWh), para luego aplicar factores de emisión por unidad de energía consumida.

De esta forma se utiliza una metodología aplicable a todos los sistemas de propulsión por igual.

Para estimar la reducción de emisiones se emplea la siguiente ecuación:

#### Ecuación 4 | Reducción de emisiones nivel 3

$$RGEI = \sum_{v,c} tkm_{v,c} * (CE_{v,c,actual} * FE_{v,c,actual} - CE_{v,c,modelo} * FE_{v,c,modelo})$$

Donde:

**RGEI** = Reducción de emisiones respecto a la línea base.

**tkm<sub>v,c</sub>** = tonelada-km al año por categoría de vehículo y tipo de combustible (o sistema de propulsión), según reportes del PTL de parte de empresas adheridas.

**CE<sub>v,c, actual</sub>** = Consumo energético (kWh por tonelada-km), según la categoría del vehículo y el tipo de combustible (o sistema de propulsión) en el año actual, basados en los reportes del PTL.

Consumo energético medio por vehículo ponderado, según tonelada-km recorridos por empresa. Para vehículos diésel o híbridos se propone convertir el consumo de litros de diésel a kWh, según el poder calorífico neto del diésel (10.04 kWh/litro).

**CE<sub>v,c, modelo</sub>** = Consumo energético (kWh por tonelada-km), según la categoría del vehículo y el tipo de combustible (o sistema de propulsión) en el año actual, basado en los resultados del modelo de flota nacional (e.g. MOVES).

Para vehículos diésel o híbridos se propone convertir el consumo de litros de diésel a kWh, según el poder calorífico neto del diésel (10.04 kWh/litro).

$FE_{v,c,actual}$  = Factor de emisión (kgCO<sub>2</sub>/kWh), según el tipo del vehículo y el tipo de combustible, así como el sistema de propulsión de la flota del PTL.

El factor de emisión del diésel en kgCO<sub>2</sub>/litro diésel se convierte a kgCO<sub>2</sub>/kWh, según el poder calorífico neto del diésel (10.04 kWh/litro).

$FE_{v,c,modelo}$  = Factor de emisión (kgCO<sub>2</sub>/kWh), según el tipo del vehículo y el tipo de combustible, así como el sistema de propulsión basado en el modelo de flota nacional (e.g. MOVES).

El factor de emisión del diésel en kgCO<sub>2</sub>/litro diésel se convierte a kgCO<sub>2</sub>/kWh, según el poder calorífico neto del diésel (10.04 kWh/litro).

**Nota:** Categorías de vehículos propuestas:

- 2B y 3
- 4 y 5
- 6 y 7
- 8A y 8B

## Datos de actividad disponibles y sus fuentes

Información disponible, a partir de 2023:

- Número de vehículos, desagregado por clase de vehículo (clase 2B a 8B según tonelaje), y año modelo.
- Porcentaje de vehículos, según tipo de combustible (diésel/gasolina/GLP/GNL/GNC/eléctrico/híbrido).
- Kilómetros totales recorridos por año y por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).
- Kilómetros en vacío por año y por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).
- Combustible consumido (en litros) por año y por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).
- Porcentaje de manejo, según tipo de vía (autopista o ámbito urbano) y por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).
- Horas de ralentí por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).
- Días en carretera por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).
- Camiones con trampa de partículas por clase de camión (clase 2B a 8B según tonelaje).

**Nota:** Para el periodo 2010-2022, el cuestionario recoge los siguientes datos:

- Sobre vehículos: número de vehículos; desagregado por tipo (unitario o tractocamión); clase (clase 2B a 8B según tonelaje), tipo de combustible que utiliza (diésel/gasolina/GNC); año, y modelo.
- Sobre kilometraje: kilómetros totales recorridos por año y por tipo de combustible y de camión (unitario o tractocamión).
- Sobre combustible: combustible consumido (en litros) por año y por tipo de combustible (diésel/gasolina/GNC) y tipo de camión (unitario o tractocamión).
- Promedio de carga útil (en toneladas) por camión y por viaje.
- Horas de marcha mínima por año por tipo de combustible (diésel/gasolina/GNC) y tipo de camión (unitario o tractocamión).
- Rendimiento promedio (km/litro) por tipo de combustible (diésel/gasolina/GNC) y tipo de camión (unitario o tractocamión).
- Adopción de estrategias de eficiencia energética (según horas de uso o número de vehículos).

A partir de estos datos, se busca simplificar la información reportada por las empresas. En línea con el programa *SmartWay* liderado por la EPA se decide priorizar datos de consumo de combustible, así como características de flota y de operación, y se prescinde de recopilar información sobre la adopción de medidas de reducción de emisiones.

Las diferencias principales son las siguientes:

- Se prioriza la clase de vehículo (clase 2B a 8B según tonelaje) como criterio básico de desagregación de vehículos.
- Se añaden nuevas categorías de combustible, como eléctrico e híbrido.
- Se limita la información sobre adopción de estrategias de reducción a trampas de partículas.

## Gestor de obtención de datos

SEMARNAT

## Procedimientos para la recopilación de datos

Cuestionario en hoja de cálculo reportado por empresas adheridas.

A partir de 2023, cuestionario a través de plataforma web.

**Nota:** El PTL recibe información de parte de empresas de transporte a través de un cuestionario y de forma anual. Sin embargo, esta se ofrece de forma voluntaria, por lo que las empresas adheridas que reportan información pueden variar de un año a otro, lo que sig-

nifica que la muestra de empresas que reportan información no es totalmente uniforme a través del periodo de operación del PTL.

Desde 2008 hasta 2022, la información se ha reportado a través de un cuestionario en formato de hoja de cálculo a nivel de flotilla de cada empresa transportista adherida al PTL. Este formato dificultaba el proceso para agregar datos a nivel de flota conjunta de las empresas del programa.

En consecuencia, a partir de 2023, se prevé que la información se recopile mediante una plataforma web, que facilitará el proceso de tratamiento y adhesión de datos.

## Procedimientos para el tratamiento de datos

Actualmente, los datos se almacenan como hojas de cálculo en el repositorio de la SEMARNAT.

La plataforma web permitirá integrar la información proporcionada por las empresas adheridas al PTL en una base de datos integrada.

## Estimación de la(s) línea(s) base

La línea base debe representar las emisiones de la flota en la situación hipotética de que esta no se haya beneficiado del programa, con el fin de constituir un escenario contrafactual en el que se puedan comparar los datos observados de la flota adherida al programa. A continuación, se proponen dos formas distintas de definir la línea base:

- **Nivel 1: Nivel de emisiones del año base de inicio del programa.**  
Esta metodología es la más simple posible, ya que solo requiere establecer un histórico de emisiones para la flota adherida al programa como contrafactual. Su simplicidad es su mayor ventaja, pues no requiere otras fuentes de información más allá de las proporcionadas por el propio programa.  
Su limitación principal es que se pueden atribuir reducciones de emisiones al PTL, las cuales, en realidad, se den de forma "natural" por renovación de flota. Esto tendería a sobredimensionar los beneficios del programa.
- **Nivel 2: Nivel de emisiones de la flota media en el año de evaluación.**  
Esta metodología se basa en la idea de que la flota media a nivel nacional representa la tendencia general y no se ve afectada significativamente por el PTL. Es por esto que la flota media a nivel nacional se puede considerar como el escenario contrafactual. Se espera que dicha metodología ofrezca un nivel de precisión mayor respecto a la anterior, ya que permite comparar emisiones año con año, sin incluir tendencias "naturales", que se producen con la propia renovación de la flota.

Su limitación es la necesidad de establecer las emisiones para la flota nacional media año con año, que requiere, a su vez, de modelos específicos. Es la metodología adoptada por *SmartWay*, que usa el modelo MOVES para estimar las emisiones de la flota media y, por lo tanto, de la línea base. Con base en esta metodología, las emisiones de la flota nacional se escalan a la flota reportada según el kilometraje total. Para el uso de esta, se necesita el modelo MOVES (o similar) correctamente calibrado para la flota nacional, así como una estimación del kilometraje a nivel nacional.



## INDICADORES

### Indicadores actuales

Indicadores actuales del PTL, medidos sobre la flota total de empresas miembros:

- Vehículos evaluados.
- Estimaciones anuales de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>.
- Toneladas anuales de emisiones de CO<sub>2</sub>, evitadas por medidas de ahorro de combustible.

### Indicadores adicionales propuestos

Indicadores de seguimiento del programa:

- Variación en empresas adscritas al programa, respecto al año anterior.
- Variación en vehículos evaluados, respecto al año anterior.
- Porcentaje de empresas con errores significativos identificados en la información proporcionada.
- Indicadores de impacto del programa.
- Consumo de combustible (litros) por tonelada-km por año, según el tipo del vehículo y el combustible.
- Emisiones por año de la flota adherida al PTL.
- Ahorros en emisiones por año (diferencia entre emisiones de la flota adherida al programa y la línea base).
- Porcentaje de reducción de emisiones por año.

### Estimación del progreso de los objetivos de la política de mitigación

No se dispone de un objetivo de reducción establecido.



## INCERTIDUMBRES

**Nota:** Incertidumbres sobre los datos de actividad, factores de emisión, otros parámetros sobre las emisiones totales.

Expresar como 95%ile.

### Nivel 1

Por defecto, el del IPCC o INECC (2014): “Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México”.

### Nivel 2

Modelación con MOVES.

### Nivel 3

Modelación con MOVES.



## INFORMES Y GC/CC (Garantía de calidad y control de calidad)

### Forma del informe

Base de datos en formato de Excel que facilite la captura de información numérica y estandarice las unidades de medida, los periodos de reporte, los datos para la caracterización de la flota, los kilómetros recorridos, la carga transportada, el consumo y el tipo de combustible.

**Nota:** Por ejemplo, documento de Word u hoja de cálculo de Excel.

### Mecanismos de presentación de informes

**Formato digital.** Se sugiere la creación de una plataforma para el registro de datos, que facilite la conformación de bases de datos.

### Frecuencia de los informes

ANUAL

## Control de Calidad (CC) y Garantía de Calidad (GC)

Los cálculos deberán incluir una memoria descriptiva para conocer de origen el método, las fuentes de información, las fórmulas y las referencias utilizadas.

**Nota:** Se debe realizar una gama de control de calidad y garantía de calidad.

### Verificación

Procedimientos establecidos en el programa PTL, para validar la veracidad de la información ofrecida.

Si no está implementado, se recomienda establecer un sistema de procesamiento de datos que controle la coherencia entre datos reportados por una misma empresa y la media de empresas adheridas. Los datos que queden fuera de un rango de confianza establecido (*outliers*) deberían ser eliminados.

Para verificar la trazabilidad en el tiempo de los resultados del PTL, sería útil implementar un mecanismo de verificación *in situ* de los datos reportados por las empresas; por ejemplo, con visitas aleatorias a una muestra representativa de las empresas.



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### Nivel previsto de mitigación que debe alcanzarse y/o nivel objetivo de otros indicadores (si procede)

**Nota:** Las emisiones y absorciones totales de las fuentes y sumideros a los que se dirige; la cantidad objetivo de emisiones que deben reducirse, o las absorciones que deben aumentarse como resultado de la política o acción, tanto anual como acumulativamente durante la vida de la política o acción (o en una fecha determinada). Y/o el nivel objetivo de indicadores clave.

### Título del establecimiento de la legislación, los reglamentos u otros documentos fundacionales

El título del establecimiento de la legislación, los reglamentos u otros documentos fundacionales deben complementarse.

## Procedimientos para el monitoreo, reporte y verificación

Una plataforma web de reporte de información anual sirve como método de monitoreo y reporte.

Por su parte, la verificación se establece mediante sistemas de procesamiento de datos y control de desviaciones.

## Mecanismos para la observación

Plataforma web de reporte de información.

**Nota:** Los mecanismos para la acción deben ser establecidos.

## Referencia a los documentos de orientación pertinentes

Documentos de interés en la página del PTL

(<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-transporte-limpio-190236>).

Metodología desarrollada por el programa *SmartWay*, liderado por la EPA

(<https://www.epa.gov/smartway>).

## Contexto más amplio/importancia de la política o acción

**Nota:** Contexto más amplio para comprender la política o acción, como otras políticas o acciones que la política/acción reemplaza, o el contexto político de la política/acción.

## Esquema de los efectos no GEI o los beneficios colaterales de la política o acción

Reducción en el consumo de combustibles fósiles y ahorro de costes.

**Nota:** Cualquier beneficio anticipado que no sea la mitigación de GEI, como la seguridad energética, la mejora de la calidad del aire, los beneficios para la salud o el aumento de los empleos, y cualquier indicador objetivo relevante.

## Otra información relevante

**Nota:** El PTL recibe anualmente información de las empresas de transporte a través de un

cuestionario. El cuestionario cubre información sobre la flota de vehículos (número, tipo, antigüedad), operativa (kilometraje total, carga media, consumo medio, horas en movimiento) y estrategias de ahorro de combustible. Sin embargo, la información se ofrece de forma voluntaria, por lo que no es uniforme a lo largo de los años.

Con base en la información disponible, la SEMARNAT modela las emisiones de CO<sub>2</sub> (totales y evitadas con las medidas) para toda la flota de las empresas usuarias.

Hasta marzo de 2022, 662 empresas se adhirieron al programa, de las cuales 87% son empresas de transporte.

Por su participación en el programa, las empresas obtienen el reconocimiento de la SEMARNAT. Sin embargo, por el momento, el PTL no tiene incentivos económicos para las medidas de ahorro de combustible.

La información está a nivel de flota de cada empresa, pero no hay información del cuestionario disponible en forma agregada.



# ACCIÓN 2

## PROGRAMAS DE DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE ÚLTIMA MILLA

INFORMACIÓN BÁSICA  
SOBRE POLÍTICAS



ARREGLOS  
INSTITUCIONALES



METODOLOGÍA  
DE CÁLCULO



INDICADORES



INCERTIDUMBRES



INFORMES Y GC/CC  
(GARANTÍA DE CALIDAD  
Y CONTROL DE CALIDAD)



INFORMACIÓN  
COMPLEMENTARIA

## PROGRAMAS DE DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE DE ÚLTIMA MILLA

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
El título de la política o acción	<p><b>Programas de Descarbonización del Transporte de Última Milla</b></p> <p><b>Nota:</b> Actualmente, en México no existen políticas públicas expresamente orientadas hacia la descarbonización del transporte de última milla, aunque los incentivos fiscales existentes apliquen a todo tipo de vehículo eléctrico.</p> <p>En fase de planeación se encuentran los programas subnacionales de Jalisco y Puebla, que buscan incentivar la renovación del transporte de carga ligera con vehículos de tecnologías de bajas emisiones, incluidos los eléctricos.</p>
Política única o paquete de medidas	<p><b>Paquete</b></p> <p><b>Nota:</b> Si consideramos que en México un amplio número de unidades económicas requieren un vehículo de carga para el reparto de mercancías de última milla y que pertenecen a los segmentos de personas físicas o particulares, así como a pequeñas y medianas empresas, entonces los estímulos fiscales pueden ser la opción para la transición a la renovación vehicular eléctrica.</p> <p>De esta manera, se contribuye, además, al problema estructural de acceso al financiamiento para la actualización de la flota por unidades eléctricas.</p>
Resumen de la política o paquete	<p>Diseño e integración de un paquete de medidas, que acompañen el otorgamiento de un bono de chatarrización, para la sustitución de transporte de carga de última milla con vehículos eléctricos.</p> <p>Además del bono otorgado a los beneficiarios, se debe realizar el acompañamiento y vinculación con los entes financieros.</p> <p><b>Nota:</b> El principal reto identificado durante la ejecución de otros programas de renovación de transporte de carga es que los pequeños y medianos transportistas no siempre son sujetos de crédito ante la banca comercial, por ello es importante la vinculación de las instituciones de gobierno con los actores relacionados al financiamiento, así como con la comercialización de las tecnologías.</p>



## INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE POLÍTICAS

### Medidas específicas

La sustitución de vehículos de carga ligeros se recomienda para aquellas unidades que han cumplido su vida útil.

Este periodo se puede estandarizar para las unidades con más de 10 años de antigüedad, las cuales podrán reemplazarse por vehículos eléctricos idealmente.

**Nota:** Estos programas podrán incorporar la renovación del parque vehicular, a través de bonos para la chatarrización que se designen en función del tipo de tecnología seleccionada por el beneficiario.

### **Tipo de política o acción**

Bono de chatarrización a pequeños y medianos transportistas, así como la vinculación con actores que promuevan/financien la tecnología eléctrica para vehículos de carga de última milla.

**Nota:** El otorgamiento *per se* no es suficiente para lograr la renovación de la flota.

Se requiere un trabajo de vinculación con otros actores, principalmente para garantizar que los beneficiarios sean sujetos de crédito.

Además, es importante considerar que paralelamente se debe atender el tema de la infraestructura de recarga de los vehículos y la atención postventa; particularmente, para satisfacer puntos de acceso y costos de mantenimiento atractivos.

### **Estado de la política o acción**

Es una política adoptada, con antecedentes y similitudes con otros programas de renovación de flota del autotransporte a nivel federal.

### **Fecha de aplicación**

No aplica, pues no existe actualmente una política específica en el país que ya se esté ejecutando.

### **Fecha de término (si corresponde)**

El escenario ideal es que el programa esté sujeto a actualizaciones periódicas, sin embargo, la gestión para la constitución de los fondos para el programa no ha logrado consolidarse.

### **Entidad o entidades ejecutoras**

A nivel estatal, los programas pueden ser encabezados por las secretarías encargadas de los temas ambientales y con la coparticipación de las instituciones relacionadas con los temas de fomento económico y finanzas.

A nivel nacional, otros actores que pueden abanderar el programa, considerando los ejercicios similares, son la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como Nacional Financiera (NAFIN).

Algunas de las entidades que han tenido una participación importante en la parte de acompañamiento, asesoría técnica y recursos financieros relacionados con el tema del impulso a la descarbonización del sector son la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) y el Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania (KfW), de manera enunciativa más no limitativa.

**Nota:** El abanderamiento de un programa de renovación del parque vehicular dependerá de si es de índole estatal o nacional.

### Objetivo(s) de la política o acción

Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y contaminantes criterio, asociados con el transporte de carga de última milla.

**Nota:** Diseñar los mecanismos para la renovación del parque vehicular con unidades impulsadas con energía eléctrica requiere un paquete de acciones que atiendan las necesidades propias del sector.

Además, es necesario que se tenga la suficiente oferta tecnológica en el país.

### Cobertura geográfica

Puede variar dependiendo de quién impulse el programa; ya sea el gobierno federal o los gobiernos estatales.

### Sectores primarios, subsectores y categorías de fuentes de emisión/sumideros destinatarios

De acuerdo con la clasificación de fuentes del Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC):

- **Sector 1:** Energía.
- **Subsector 1A:** Quema de combustible.
- **Categoría 1A3:** Transporte.
- **Subcategoría 1A3b:** Transporte terrestre.
- **Fuente 1A3bii:** Camiones para servicio ligero.

**Nota:** Algunos sectores principales identificados como posibles beneficiarios son los siguientes:

- Comercio al por menor.
- Construcción.
- Industria alimentaria.
- Industria electrónica.
- Industria de las bebidas.
- Industria del plástico y del hule.
- Industria del metal.
- Industria del vestido.
- Sector primario.
- Autotransporte.

### Gases de efecto invernadero específicos (si procede)



**Nota:** Los beneficios ambientales serán considerados por el cambio tecnológico de los vehículos que utilicen como combustible gasolina, diésel y gas natural, y sean reemplazados por aquellos que consumen energía eléctrica como su fuente principal de generación.

### Interacciones de políticas/Otras políticas o acciones relacionadas

- Mejoramiento de la calidad del aire.
- Reducción de niveles de ruido.
- Aprovechamiento de residuos de los vehículos chatarrizados, mediante el enfoque de economía circular.
- Fomento a la infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.

**Nota:** Un programa de renovación vehicular, que sustituya las unidades obsoletas por vehículos eléctricos, debe tener un enfoque integral.

Dicho programa debe considerar, por un lado, el destino final de los vehículos que salgan de circulación y, por el otro, que garanticen el abastecimiento de energía eléctrica, a través de la adecuada cobertura de estaciones con tecnología estandarizada de recarga.



## ARREGLOS INSTITUCIONALES

### Institución central de coordinación para el seguimiento del sector del transporte

Instituciones encargadas de temas ambientales, de economía y de transporte.

**Nota:** Dependerá de quién lidere el programa y el nivel de gobierno que lo promueva.

## Coordinador técnico o equipo de coordinación

Responsables de las áreas relacionadas con la calidad del aire, el control vehicular y el financiamiento a Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES), principalmente.

## Procesos para compartir datos entre instituciones y niveles de gobernanza

Primero, reuniones de coordinación y planeación para definir los alcances del programa, la selección de posibles beneficiarios y la vinculación multisectorial.

Después, el registro de los interesados en ser beneficiarios, mediante la presentación de la información requerida, que compruebe el cumplimiento de los requisitos para ingresar al programa.

Por último, una vez seleccionados los beneficiarios, la institución que lidere el programa deberá informar al resto de los actores la existencia de un dictamen aprobatorio para continuar con los siguientes posibles pasos:

- Chatarrización de las unidades que salen de circulación.
- Entrega del bono.
- Liberación del crédito para el financiamiento de la unidad.
- Financiamientos complementarios para la instalación de infraestructura de recarga.

**Nota:** Se recomienda la existencia de un sistema que permita administrar el proceso de selección de beneficiarios y concentrar la información, para garantizar la trazabilidad y transparencia del programa.

Esta recomendación busca enfocarse particularmente en el proceso de chatarrización de las unidades a sustituir y en el aviso automático al resto de actores involucrados en algunos de los procesos directos o complementarios; por ejemplo, el otorgamiento de créditos para la instalación de los sistemas de recarga.

## Aprobación general y aceptación

Revisión de la documentación presentada para el registro al programa, la cual deberá proporcionar la persona propietaria de las unidades.

**Nota:** La institución que coordine, impulse y lidere el programa se encargará de realizar el dictamen e informar a la persona interesada.

## Planificación de contingencias y sucesiones

- Seguimiento por parte de actores externos, como el KfW y la GIZ de manera enunciativa, mas no limitativa.
- Convenios de colaboración.

**Nota:** Los convenios de colaboración y la documentación que comprueban el carácter aprobatorio de los programas, términos y condiciones, deberán ser generados mediante los procesos legales reglamentarios y obligatorios de cada institución, para garantizar su durabilidad sin importar cambios administrativos internos.

## Plan de desarrollo y mejora

Implementación de programas de renovación vehicular por unidades eléctricas que busquen poner en marcha acciones enfocadas en la reducción de emisiones del transporte de carga de última milla, así como al mejoramiento de la calidad del aire.

Se recomienda que los programas de este tipo consideren el destino final de las unidades que saldrán de circulación, con un enfoque de economía circular, además de los requerimientos relacionados con los sistemas de recarga de las unidades, tanto en instalaciones privadas como en espacios públicos.

Esta recomendación debe considerar que las unidades de transporte de mercancías de última milla se encuentran en continua circulación, por lo que requerirán una distribución en el territorio de los sistemas de recarga.

### Nota:

- Realizar un diagnóstico del panorama actual, mediante la identificación detallada y la caracterización de los beneficiarios potenciales, así como del parque vehicular susceptible a la renovación.
- Definir los criterios con los que deberán contar, tanto los beneficiarios como los vehículos que se busca sustituir, para ser considerados dentro del programa, así como aquellos relacionados con el incentivo y el proceso para acceder al mismo.
- Planear estratégicamente el destino final de los vehículos que salgan de circulación y el apoyo a la instalación de sistemas de recarga públicos y privados.

## Arreglos de almacenamiento y archivado

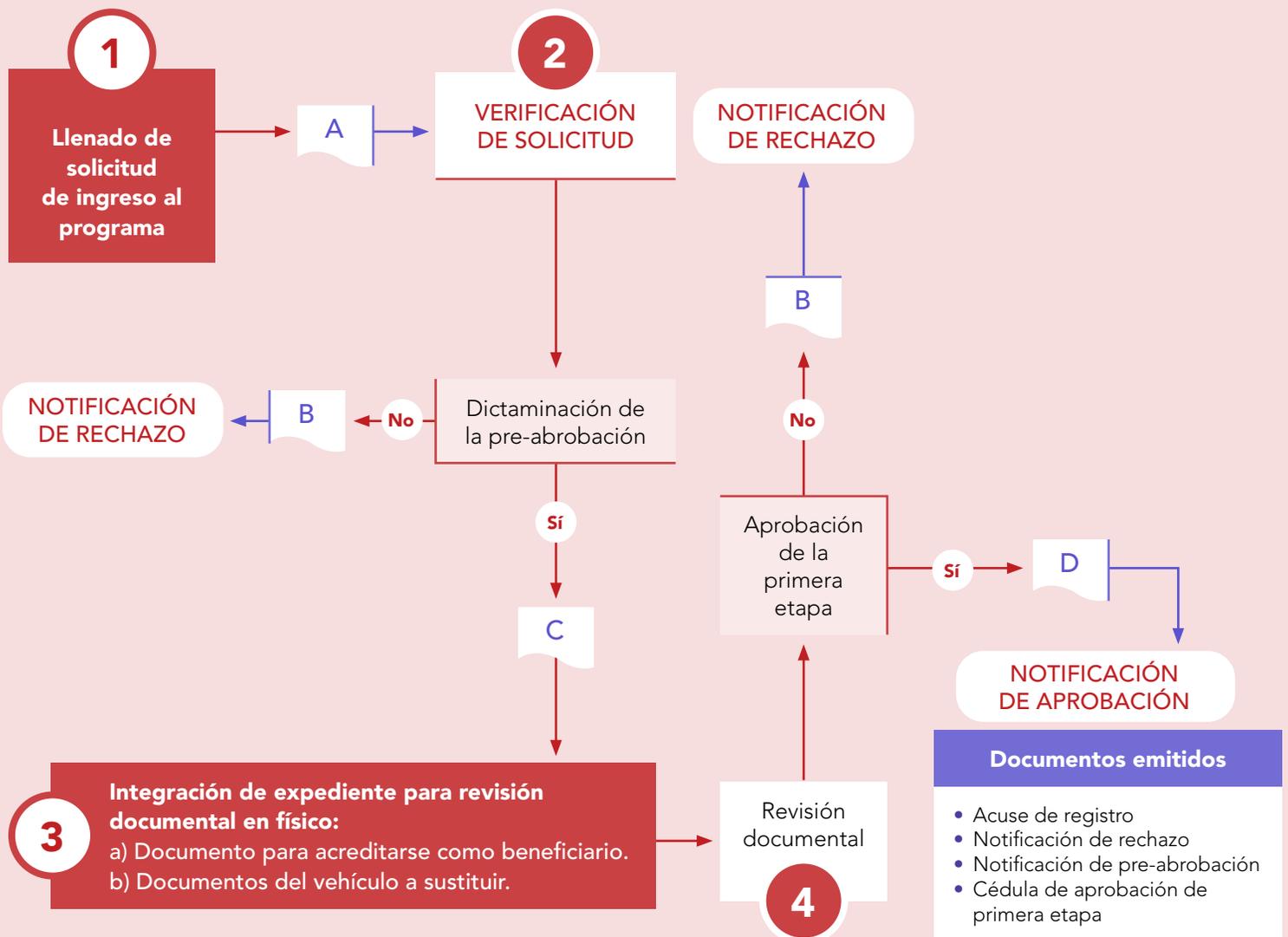
Se requiere un sistema que administre el proceso, permita el resguardo y almacenamiento de la documentación, así como la generación de reportes para el seguimiento del programa.

**Nota:** El sistema será albergado dentro de los servidores de la institución que abandere el programa de renovación, la cual, además, será la responsable de salvaguardar la información y documentación proporcionada por los posibles beneficiarios.

## Diagrama de flujo de datos

Procedimiento para la solicitud de ingreso al programa y documentación general emitida tras el proceso de registro.

**Figura 6** | Diagrama de flujo de datos



## Diagrama de arreglos institucionales

Un Programa de Renovación y Chatarrización Vehicular para Unidades de Última Milla deberá ser liderado por alguna institución de gobierno de la entidad, sin embargo, dada su complejidad, será acompañado por algunas otras instituciones gubernamentales, que se encarguen de las acciones complementarias.

Además, deberán existir convenios de colaboración con entes financieros, los cuales serán los encargados de ofrecer, de manera total o parcial, el financiamiento de las nuevas unidades.

Finalmente, se debe considerar la importancia del papel de los organismos internacionales de cooperación y desarrollo, para promover acciones que contribuyan al desarrollo sostenible y a mejorar el nivel de vida de la población mundial, a través de la transferencia, recepción e intercambio de información, conocimientos, tecnología, experiencias y recursos.

**Figura 7** | Diagrama de arreglos institucionales





## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### Enfoques de cálculo

#### Nivel 1

Para estimar las emisiones de la línea base, se emplea las siguientes ecuaciones:

#### Ecuación 5 | Emisiones de línea base nivel 1

$$E_{LB} = \sum E_{GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{LB}$  = Emisiones de la línea base.

$E_{GEI}$  = Emisiones por tipo de GEI en unidades nativas ( $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$ ).

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

$$E_{GEI} = V_t * km * CC_t * FE_C$$

Donde:

$E_{GEI}$  = Emisiones por tipo de GEI en unidades nativas.

$V_t$  = Número total de vehículos registrados por tipo de vehículo.

$km$  = Kilómetros recorridos al año.

$CC_t$  = Consumo de combustible (l/km de combustible por tipo de vehículo).

$FE_C$  = Factor de emisión del combustible por GEI (kg/l).

Las emisiones de la flota renovada se calculan con base en el rendimiento de los vehículos nuevos y en el factor de emisión eléctrico del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), suponiendo la misma distancia recorrida. Para esto, se utiliza la siguiente ecuación:

#### Ecuación 6 | Emisiones de flota renovada nivel 1

$$E_{ve} = V_e * km * CE_t * FE_{SEN}$$

Donde:

$E_{ve}$  = Emisiones de la flota eléctrica.

$V_e$  = Número de vehículos eléctricos por tipo.

$km$  = kilómetros recorridos al año.

$CE_t$  = Consumo eléctrico por tipo de vehículo (kWh/km).

$FE_{SEN}$  = Factor de emisión eléctrico del SEN ( $kgCO_2/kWh$ ).

**Nota: Clasificación de vehículos:** Se incluyen los vehículos de cuatro ruedas como los pick-up, camionetas de carga, vehículos utilitarios con características menores a las de un camión tipo C2, conforme a la NOM-012-SCT-2-2017.

Clase	Nomenclatura	Número de ejes	Número de llantas
Camión unitario	C2	2	6

**Fuente:** NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.*

## Nivel 2

Para estimar las emisiones de la línea base, se emplean las siguientes ecuaciones:

### Ecuación 7 | Emisiones de línea base nivel 2

$$E_{LB} = \sum E_{GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{LB}$  = Emisiones de la línea base.

$E_{GEI}$  = Emisiones por tipo de GEI en unidades nativas ( $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$ ).

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

$$E_{GEI} = V_t * km * CC_t * FE_C$$

Donde:

$E_{GEI}$  = Emisiones por tipo de GEI en unidades nativas.

$V_t$  = Número total de vehículos registrados por tipo de vehículo.

$km$  = Kilómetros recorridos al año.

$CC_t$  = Consumo de combustible (l/km de combustible por tipo de vehículo).

$FE_C$  = Factor de emisión del combustible por GEI (kg/l).

Las emisiones de la flota eléctrica deben estimarse empleando factores de emisión específicos para la fuente de generación de energía eléctrica, particularmente si se usan fuentes eólicas o solares cero emisiones. Para esto, se utiliza la siguiente ecuación:

### Ecuación 8 | Emisiones de flota eléctrica nivel 2

$$E_{ve} = V_e * km * CE_t * FE_f$$

Donde:

$E_{ve}$  = Emisiones de la flota eléctrica.

$V_e$  = Número de vehículos eléctricos por tipo.

$km$  = Kilómetros recorridos al año.

$CE_t$  = Consumo eléctrico por tipo de vehículo (kWh/km).

$FE_f$  = Factor de emisión específico de la fuente de generación de electricidad (kgCO<sub>2</sub>/kWh).

### Nivel 3

La estimación de emisiones de la línea base supone la disponibilidad de factores de emisión específicos por tipo de vehículo, en combinación con factores de emisión específicos para la fuente de generación de energía eléctrica como en el nivel 2. Para calcular esta estimación, se utilizan las siguientes ecuaciones:

### Ecuación 9 | Emisiones de la línea base nivel 3

$$E_{LB} = \sum E_{GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{LB}$  = Emisiones de la línea base.

$E_{GEI}$  = Emisiones por tipo de GEI en unidades nativas (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

$$E_{GEI} = V_t * km_v * CC_t * FE_{vGEI}$$

Donde:

$E_{GEI}$  = Emisiones por tipo de GEI en unidades nativas.

$V_t$  = Número total de vehículos por tipo, combustible y año modelo del vehículo (vehículos de cuatro ruedas como los pick-up, camionetas de carga, vehículos utilitarios con características menores a las de un camión tipo C<sub>2</sub>).

$km_v$  = kilómetros recorridos al año, por tipo y año modelo.

$CC_t$  = Consumo de combustible (l/km de combustible por tipo de vehículo)

$FE_{vGEI}$  = Factor de emisión para cada GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) por tipo, combustible y año modelo con MOVES (gGEI/km).

Las emisiones de la flota eléctrica deben estimarse empleando factores de emisión específicos para la fuente de generación de energía eléctrica, particularmente si se emplean fuentes eólicas o solares cero emisiones. Para calcular estas emisiones, se utiliza la siguiente ecuación:

### Ecuación 10 | Emisiones de la flota eléctrica nivel 3

$$E_{ve} = V_e * km * CE_t * FE_{fi}$$

Donde:

$E_{ve}$  = Emisiones de la flota eléctrica.

$V_e$  = Número de vehículos eléctricos por tipo.

$km$  = Kilómetros recorridos al año.

$CE_t$  = Consumo eléctrico por tipo de vehículo (kWh/km).

$FE_{fi}$  = Factor de emisión específico de la fuente de generación de electricidad (kgCO<sub>2</sub>/kWh).

**Nota:** Se requiere la modelación de factores de emisión con el programa MOVES, de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés-*Environmental Protection Agency*).

**Fuente:** Environmental Protection Agency. (2014). *Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES)*. United States Environmental Protection Agency. Recuperado de: <https://www.epa.gov/moves>

### Datos de actividad disponibles y sus fuentes

- Número de vehículos (tipo y clase de vehículo, año modelo).
- Tipo de ruta: corta (menos de 320 km o 200 millas) y no corta (distancias superiores a 320 km o 200 millas).
- Número de vehículos por ruta.
- Promedio de kilómetros recorridos por tipo de vehículo al año.
- Tipo de combustible consumido por vehículo (diésel/gasolina/GNC).
- Rendimiento de combustible (km/l).
- Factor de emisión por GEI por tipo de combustible y vehículo (tipo, combustible y año modelo).

**Nota:** La información requerida no se encuentra alojada en un sitio específico. En el caso de los padrones vehiculares registrados, para conocer el total de vehículos y sus caracte-

terísticas generales, deberán proporcionarse por el gobierno de la entidad en donde se aplique el programa.

Los factores de emisión por tipo de unidad o vehículo deberán encontrarse en el inventario de emisiones correspondiente a la entidad. En caso de que la entidad no cuente con un inventario, se podrán utilizar los factores de emisión contenidos en el inventario nacional.

Finalmente, los datos relacionados con la operación de los vehículos podrán calcularse para la línea base con supuestos diseñados según las características de la flota existente y sus posibles patrones de movilidad. Sin embargo, para la etapa posterior a la renovación, idealmente, deberá contarse con mecanismos para que los propietarios puedan proporcionar de primera fuente información que permita conocer la operación de las unidades.

## Gestor de obtención de datos

La recopilación de la información es indispensable para realizar la cuantificación de emisiones tras el cambio tecnológico.

Para medir la reducción de las emisiones, una vez dada la sustitución de las unidades, es necesario contar con una línea base antes de la renovación y, posteriormente, recopilar datos tanto operativos de las unidades como de eficiencia tecnológica para calcular el beneficio.

## Procedimientos para la recopilación de datos

La información para la línea base no es pública, por lo que deberá solicitarse a las instancias correspondientes directamente por la institución que promueve el programa.

La información de seguimiento deberá requerirse a los beneficiarios.

**Nota:** Una vez que las unidades nuevas se encuentren operando, deberán registrarse periódicamente.

Los encargados de proporcionar la información serán directamente los beneficiarios, mientras que los responsables de diseñar el medio para recopilarla, salvaguardarla y procesarla será la instancia que abandere el programa.

## Procedimientos para el tratamiento de datos

Para el control y monitoreo de datos se requiere el diseño de una herramienta que permita el almacenamiento y la captura de información de manera periódica, y que automática-

mente se genere el cálculo de emisiones que se estarían dejando de emitir, tras el crecimiento del padrón vehicular eléctrico.

## Estimación de la(s) línea(s) base

Se detalla en la sección de metodología de cálculo.



## INDICADORES

### Indicadores actuales

- Número total de beneficiarios potenciales.
- Número de unidades a sustituir por tipo de vehículo y año modelo.
- Emisiones contaminantes de vehículos de carga ligera por tipo de combustible y año modelo del Programa de Verificación Vehicular.

### Indicadores adicionales propuestos

- Consumo total de combustible (por tipo de combustible) sin sustitución tecnológica (línea base).
- Consumo total de energía tras la sustitución tecnológica.
- Número de puntos de recarga públicos instalados en la ciudad.
- Ahorro medio de combustible (reducción porcentual del consumo por km).

## Estimación del progreso de los objetivos de la política de mitigación

Se podrá cuantificar el volumen de emisiones que dejaron de emitirse por el cambio tecnológico pasando de vehículos de combustión interna a vehículos eléctricos.

En un escenario ideal, deberá considerarse el consumo de energía eléctrica, identificando de dónde proviene y su fuente de generación para poder calcular el avance.

**Nota:** Se recomienda incorporar las emisiones de GEI por la generación de energía eléctrica para obtener un balance real.



## INCERTIDUMBRES

### Nivel 1

- Por defecto, la del IPCC de 2006: *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volume 2 Energy. Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- La del INECC, de 2014: *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México*. México: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- La de la SEMARNAT, de 2022: *Aviso sobre el factor de emisión eléctrico por año, Registro Nacional de Emisiones*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

### Nivel 2

- Las que considere el IPCC.
- Las que considere el INECC, por fuente de generación de energía eléctrica.

### Nivel 3

Modelación con MOVES.



## INFORMES Y GC/CC (Garantía de calidad y control de calidad)

### Forma del informe

Mediante la sistematización del proceso, se espera la generación automática del reporte periódicamente.

**Nota:** De manera ideal, se recomienda que los reportes sean emitidos en hoja de cálculo de Excel, para su posterior procesamiento o complementación con otras bases de datos.

### Mecanismos de presentación de informes

Gráficos y tablas.

**Nota:** Se recomienda que sean archivos editables para que puedan trabajarse, en caso de ser necesario.

## Frecuencia de los informes

ANUAL

## Control de Calidad (CC) y Garantía de Calidad (GC)

Los cálculos deberán incluir una memoria descriptiva para conocer de origen el método, las fuentes de información, las fórmulas y las referencias.

**Nota:** La información empleada para los cálculos deberá contener la fuente de origen y el periodo o corte comprendido.

Además, en caso de ser una serie atípica, deberá acompañarse de una nota descriptiva para su mayor entendimiento.

## Verificación

Se puede considerar la inclusión de un “equipo observador” que revise los reportes y valide los avances. En este sentido, puede ser un modelo semejante a un consejo consultivo, el cual tendrá la facultad de opinar, asesorar y monitorear el programa de renovación, además de que podría emitir opiniones generales en relación con su planeación.

**Nota:** Para que este órgano tenga un carácter imparcial, se puede elegir a sus integrantes a través de una convocatoria pública emitida por el gobierno de la entidad.

Estos grupos son integrados por al menos seis representantes, los cuales cuentan con experiencia en temas relacionados al programa.



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### Nivel previsto de mitigación que debe alcanzarse y/o nivel objetivo de otros indicadores (si procede)

Las emisiones de GEI debidas al transporte terrestre (categoría [1A3b]) contabilizaron 136,401.55 Gg CO<sub>2</sub>e en 2019.

## Título del establecimiento de legislación, reglamentos u otros documentos fundacionales

- NOM-044-SEMARNAT-2017 para la regulación de límites permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoníaco
- Programas de Verificación Vehicular
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica vigente
- Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional
- Inventarios de emisiones estatales y nacional
- Programa Institucional de Nacional Financiera
- Programa de Modernización del Autotransporte de Carga y Pasaje SCT-NAFIN

## Procedimientos de monitoreo, reporte y verificación

El mecanismo de seguimiento puede realizarlo el equipo observador del programa, el cual debe establecer cortes temporales para identificar avances en el proceso de la renovación de la flota.

Los reportes deben proporcionarse por la institución de gobierno promovente.

**Nota:** Mediante el sistema en el que operará el programa, se podrá obtener información valiosa en función de la cantidad de vehículos sustituidos.

Idealmente, en ese mismo sistema se podrá reportar periódicamente datos operativos de las mismas unidades, para el cálculo de indicadores de control y seguimiento.

## Mecanismos de observación

Integración de un equipo observador con personas externas, que conozcan acerca del tema.

**Nota:** Se recomienda que el equipo observador funcione como un consejo consultivo, el cual podrá sesionar de manera ordinaria anualmente.

Después de cada sesión, se deberá realizar el corte del periodo y generar el reporte de avance por parte de la institución promovente.

## Referencia a los documentos de orientación pertinentes

- Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable. (2004). *Manual para el diseño de programas de renovación de flotas*. <https://ciudadesytransporte.mx/wp-content/>

uploads/2021/06/Manual-para-el-disen%C3%83o-de-programas-de-renovacio%C%81n-de-flotas.pdf

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2021). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero actualizado al momento*. <https://cambioclimatico.gob.mx/estadosymunicipios/Emisiones.html#:~:text=El%20Inventario%20Nacional%20de%20Emisiones,en%20todo%20el%20territorio%20nacional>.
- Nacional Financiera. Programa Institucional de Nacional Financiera vigente al momento. [https://www.nafin.com/portalfn/files/secciones/Acerca\\_de\\_Nafin/Programa-Institucional-NAFIN-2020-2024.pdf](https://www.nafin.com/portalfn/files/secciones/Acerca_de_Nafin/Programa-Institucional-NAFIN-2020-2024.pdf)
- Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica vigente al momento. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395715/6\\_SEMARNAT\\_EstElectroMovilidad.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/395715/6_SEMARNAT_EstElectroMovilidad.pdf)
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte. (2015). Programa de Modernización del Autotransporte de Carga y Pasaje SCT-NAFIN. <https://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/programas-y-proyectos/programa-de-modernizacion-del-autotransporte-de-carga-y-pasaje-sct-nafin/>
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte. (2021). *Estadística Básica del Autotransporte Federal*. <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/>
- Secretaría de Energía. (2020-2034). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional. <https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional>
- Normas mexicanas vigentes que aplican al sector del autotransporte. <https://www.sct.gob.mx/informacion-general/normatividad/transporte-terrestre/normas-oficiales-mexicanas/>
- Programas de Verificación Vehicular.
- Inventarios de emisiones estatales.

Todos los documentos deberán ser publicados en sitios oficiales de cada entidad federativa.

## El contexto más amplio/importancia de la política o acción

La electrificación del transporte de última milla contribuye a la mejora de calidad del aire de las ciudades, ya que el transporte de carga es mayoritariamente prestado por pequeños y medianos transportistas, los cuales, en la mayoría de los casos, no son sujetos de crédito ante la banca comercial.

Esta situación impide la renovación oportuna de sus unidades por lo que deben diseñarse mecanismos que les permitan acceder a un crédito para la renovación vehicular.

Además, esta electrificación debe formar parte de una estrategia integral que incluya temas de innovación tecnológica, capacitación para la formación de capital humano, vinculación con proveedores, programas complementarios para el desarrollo de infraestructura y, sobre todo, una estructura de gobernanza consolidada.

Lograr la electrificación del sector transporte requiere del diseño de una hoja de ruta y el establecimiento de metas, para tener mayor certidumbre de que el objetivo que se busca se alcance a corto, mediano y largo plazos.

El reparto de mercancías en las ciudades no ha sido medido ni analizado a profundidad, por ello, este tipo de programas permitirá tener un acercamiento al sector y conocer sus implicaciones de manera directa en la generación de emisiones y, de manera indirecta, en otros temas relacionados, por ejemplo, la congestión vehicular, la modificación en los patrones de consumo, el uso de nuevas tecnologías, entre otros.

### **Esquema de los efectos no GEI o los beneficios colaterales de la política o acción**

- Reducciones en el consumo de combustibles fósiles.
- Impulso a las energías limpias y el incremento en los sistemas de recarga para vehículos eléctricos.
- Mejoras en la calidad del aire.
- Acceso al mercado de la electromovilidad
- Generación de información de un sector poco explorado, como el reparto de mercancías en las ciudades mexicanas.

**Nota:** Es necesario diseñar mecanismos innovadores para recopilar información que pueda complementar los datos ya existentes.

Se debe reconocer que la movilidad en las ciudades tiene procesos dinámicos, que pueden variar de un día a otro, por lo tanto, realizar reportes periódicos puede corresponder a un panorama generalizado.

Por esta razón, para conocer con mayor detalle los patrones de movilidad de los sectores involucrados hay que considerar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para tener información al momento.

### **Otra información relevante**

En enero de 2022, el gobierno mexicano presentó el grupo de trabajo para la electrificación, el cual declaró que...

“la posición de liderazgo de México en materia de producción de vehículos y autopartes, y de atracción de inversiones para promover la transición hacia la electromovilidad coordinada, eficiente y que brinde oportunidades incluyentes de desarrollo para las comunidades y las personas en nuestro país con una visión de desarrollo económico regional”.

El evento contó con la participación virtual de:

- David Turk, subsecretario del Departamento de Energía de los Estados Unidos;
- Patty Monahan, comisionada de Energía del estado de California;
- Liane Randolph, presidente de la Junta de Recursos del Aire de California; y
- José W. Fernández, subsecretario de Crecimiento Económico, Energía y Medio Ambiente del Departamento de Estado de los Estados Unidos.

La iniciativa incluye a actores relevantes de los sectores gubernamentales, industriales y académicos de México y EE.UU. y aborda los retos planteados a la industria automotriz en el contexto de la transición eléctrica.

**Nota:**

**Fuente:** <https://www.gob.mx/sre/articulos/el-canciller-ebrard-presenta-grupo-binacional-para-la-electrificacion-del-transporte?idiom=es>



# ACCIÓN 3

## REPARTO MODAL ÓPTIMO ENTRE FERROCARRIL Y AUTOTRANSPORTE CARRETERO

INFORMACIÓN BÁSICA  
SOBRE POLÍTICAS



ARREGLOS  
INSTITUCIONALES



METODOLOGÍA  
DE CÁLCULO



INDICADORES



INCERTIDUMBRES



INFORMES Y GC/CC  
(GARANTÍA DE CALIDAD  
Y CONTROL DE CALIDAD)



INFORMACIÓN  
COMPLEMENTARIA

## REPARTO MODAL ÓPTIMO ENTRE FERROCARRIL Y AUTOTRANSPORTE CARRETERO

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción				
<p>El título de la política o acción</p>	<p><b>Reparto Modal Óptimo entre Ferrocarril y Autotransporte Carretero</b></p> <p><b>Nota:</b> La aplicación de una política de reparto modal óptimo entre ferrocarril y autotransporte carretero requiere desarrollar el sistema ferroviario en distintos aspectos, entre ellos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la interconexión de las vías en el Sistema Nacional, particularmente con relación a los derechos de paso y conectividad.</li> <li>• Ampliar la infraestructura ferroviaria (longitud, capacidad y densidad de las vías), para mejorar su eficiencia y elevar su resiliencia.</li> <li>• Activar el uso de tramos férreos que no estén siendo operados por los concesionarios.</li> <li>• Conformar un organismo de representación de usuarios del ferrocarril, que actúe en defensa y contrapeso de estos ante problemáticas en el servicio y factores políticos externos que bloquean el flujo de mercancías.</li> </ul>				
<p>Política única o paquete de medidas</p>	<p><b>Única</b></p>				
<p>Resumen de la política o paquete</p>	<p>Actualmente, no existe un programa de reparto modal óptimo entre ferrocarril y autotransporte carretero, pero el tema ha sido de interés para la Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF), perteneciente a la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), y es pertinente para la planeación del sistema de transporte nacional.</p> <p>Si bien ambos modos de transporte están desregulados, tienen ventajas y desventajas para competir o complementarse y pueden enforzarse a nichos de mercado bien identificados. Por ejemplo, existe la posibilidad de transferir carga usualmente movida por carretera al ferrocarril, el cual tiene una mejor eficiencia operativa y de consumo energético.</p> <p>A continuación, se enlistan las principales características de ambos modos de transporte.</p> <table border="1" data-bbox="604 1528 1500 1906"> <thead> <tr> <th data-bbox="604 1528 1068 1570">Autotransporte</th> <th data-bbox="1068 1528 1500 1570">Ferrocarril</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="604 1570 1068 1764"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores tiempos de entrega.</li> <li>• Servicio puerta a puerta y flexibilidad para alcanzar destinos.</li> <li>• Tarifas más altas.</li> <li>• Menor eficiencia operativa y energética.</li> <li>• Mayores emisiones contaminantes.</li> <li>• Ocasiona congestión de las carreteras.</li> </ul> </td> <td data-bbox="1068 1570 1500 1906"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de entrega más largos y puede tener retrasos en las entregas.</li> <li>• Frecuentemente, no tiene servicio puerta a puerta.</li> <li>• Tarifas menores.</li> <li>• Mayor capacidad de carga y manejo de economías de escala.</li> <li>• Menores emisiones contaminantes.</li> <li>• Requiere un volumen de carga mayor y flujo constante.</li> <li>• Está sujeto a bloqueos, asaltos y saqueos.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Autotransporte	Ferrocarril	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores tiempos de entrega.</li> <li>• Servicio puerta a puerta y flexibilidad para alcanzar destinos.</li> <li>• Tarifas más altas.</li> <li>• Menor eficiencia operativa y energética.</li> <li>• Mayores emisiones contaminantes.</li> <li>• Ocasiona congestión de las carreteras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de entrega más largos y puede tener retrasos en las entregas.</li> <li>• Frecuentemente, no tiene servicio puerta a puerta.</li> <li>• Tarifas menores.</li> <li>• Mayor capacidad de carga y manejo de economías de escala.</li> <li>• Menores emisiones contaminantes.</li> <li>• Requiere un volumen de carga mayor y flujo constante.</li> <li>• Está sujeto a bloqueos, asaltos y saqueos.</li> </ul>
Autotransporte	Ferrocarril				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menores tiempos de entrega.</li> <li>• Servicio puerta a puerta y flexibilidad para alcanzar destinos.</li> <li>• Tarifas más altas.</li> <li>• Menor eficiencia operativa y energética.</li> <li>• Mayores emisiones contaminantes.</li> <li>• Ocasiona congestión de las carreteras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempos de entrega más largos y puede tener retrasos en las entregas.</li> <li>• Frecuentemente, no tiene servicio puerta a puerta.</li> <li>• Tarifas menores.</li> <li>• Mayor capacidad de carga y manejo de economías de escala.</li> <li>• Menores emisiones contaminantes.</li> <li>• Requiere un volumen de carga mayor y flujo constante.</li> <li>• Está sujeto a bloqueos, asaltos y saqueos.</li> </ul>				



## INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE POLÍTICAS

### Medidas específicas

Propiciar el reparto modal óptimo del transporte terrestre de carga, mediante la redistribución de flujos de carga del autotransporte al ferrocarril.

### Tipo de política o acción

Se visualiza como parte de un Plan de Transporte Multimodal, que permita identificar los corredores logísticos donde las condiciones de infraestructura y de mercado sean propicias para la sustitución de flujos de carga del autotransporte al ferrocarril.

**Nota:** Entre las condiciones de infraestructura deben considerarse las siguientes:

- Información de la ruta.
- Las redes de transporte.
- Los puntos de transferencia.
- La tecnología disponible para realizar el cambio modal.

Entre las condiciones de mercado se identifican las siguientes:

- La clasificación de las unidades de transporte (tipo, peso bruto vehicular, otros).
- La tecnología de propulsión.
- El consumo de combustible.
- La categoría de los productos y consideraciones específicas de la carga (refrigeración).
- Factores de ocupación, como el volumen/peso de carga por tipo de producto.
- Condiciones particulares de carga/descarga por producto.
- Tiempos logísticos.
- Carga de compensación.
- Viajes en vacío.

### Estado de la política o acción

PLANIFICADO

### Fecha de aplicación

Sin fecha

## Fecha de término (si corresponde)

Sin fecha

## Entidad o entidades ejecutoras

- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte (SICT)
- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF)
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
- Sistema de Administración Tributaria (SAT)

## Objetivo(s) de la política o acción

1. Reducir los costos, mediante una estrategia logística que optimice todas las operaciones.
2. Flexibilizar las opciones de transporte.
3. Reducir los tiempos de traslado.
4. Elevar la competitividad del sector, a través de contratos multimodales.
5. Reducir las emisiones contaminantes y de Gases de Efecto Invernadero (GEI), a través de la optimización del consumo de combustibles.

## Cobertura geográfica

MÉXICO

## Sectores primarios, subsectores y categorías de fuentes de emisión/sumideros destinatarios

De acuerdo con la clasificación de fuentes del Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC):

- **Sector 1.** Energía.
- **Subsector 1A.** Quema de combustible.
- **Categoría 1A3.** Transporte.
- **Subcategoría 1A3b.** Transporte terrestre.
- **Fuente 1A3biii.** Camiones para servicio pesado y autobuses.

## Gases de efecto invernadero específicos (si procede)



## Interacciones de políticas/Otras políticas o acciones relacionadas

Complemento Carta Porte. Documento jurídico de carácter declarativo que prueba la existencia de un contrato de transporte.

Este documento contiene toda la información relacionada a los bienes o mercancías, ubicaciones de origen, puntos intermedios y destinos, así como lo referente al medio por el que se transportan, ya sea por vía terrestre, aérea, marítima o fluvial; y en su caso, incorpora la información para el traslado de hidrocarburos y petrolíferos.



## ARREGLOS INSTITUCIONALES

### Institución central de coordinación para el seguimiento del sector de transporte

Representantes de las siguientes entidades de la SICT:

**Ing. Manuel Eduardo Gómez Parra**

Director general de Desarrollo Ferroviario y Multimodal (DGDFM).

**L. P. T Laura Nohémi Muñoz Benítez**

Directora general de Autotransporte Federal.

**Evaristo Iván Ángeles**

Titular de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF).

### Coordinador técnico o equipo de coordinación

Los detalles del coordinador técnico o equipo de coordinación deben ser agregados.

### Procesos para compartir datos entre instituciones y niveles de gobernanza

Base de datos con campos seleccionados que respeten la confidencialidad de la información restringida.

### “Aprobación” general y aceptación

Entidades dependientes de la SICT:

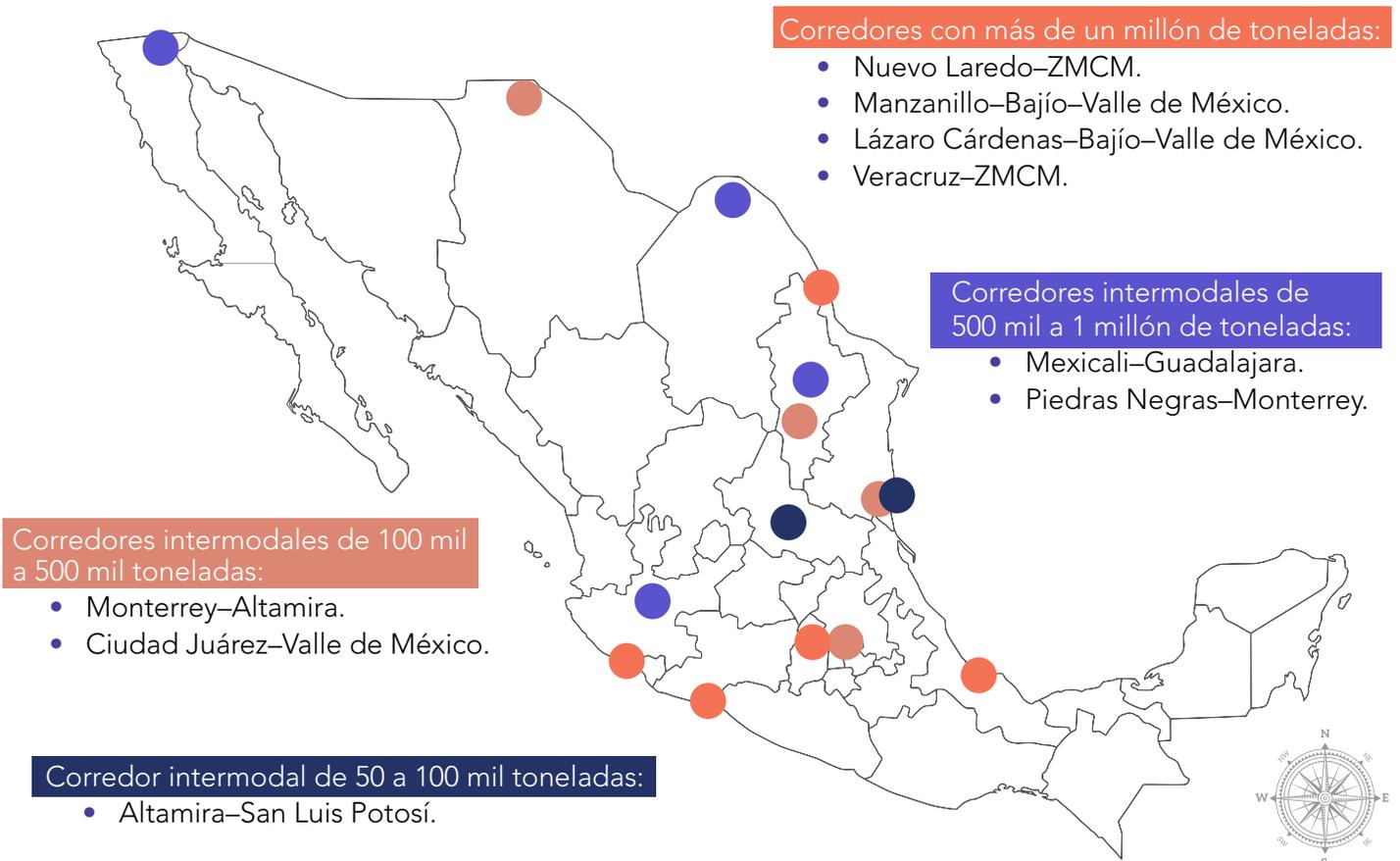
- Dirección General de Desarrollo Ferroviario y Multimodal (DGDFM).
- Director General de Autotransporte Federal (DGAF).
- Titular de la Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF).

## Planificación de contingencias y sucesiones

Actualmente no se cuenta con un plan de contingencias y sucesiones.

## Plan de desarrollo y mejora

A través de la modelación del reparto óptimo de mercancías, que puede incluir distintas fases por corredor de transporte de acuerdo con los flujos de carga intermodal, se consideraron los siguientes corredores (Instituto Mexicano del Transporte [IMT], 2020).



**Nota:** Explicar el proceso de desarrollo y refinamiento de la metodología.

**Fuente:** Instituto Mexicano del Transporte. (2020). *Características de los corredores y flujos ferroviarios de carga intermodal en México, datos 2017*. México: Instituto Mexicano del Transporte. <<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt611.pdf>>.

## Arreglos de almacenamiento y archivado

Entidades dependientes de la SICT:

- Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal (DGDFM).
- Dirección General del Autotransporte Federal (DGAF).
- Agencia Reguladora del Transporte Ferroviario (ARTF).

## Diagrama de flujo de datos

El diagrama deberá ser creado una vez definido el proceso de intercambio de información.

## Diagrama de arreglos institucionales

El diagrama deberá ser creado una vez definida la participación de cada actor.



# METODOLOGÍA DE CÁLCULO

## Enfoques de cálculo

La siguiente sección describe tres niveles de metodologías de cálculo.

### Nivel 1

La línea base, es decir, las emisiones asociadas a los recorridos realizados por el autotransporte para el corredor intervenido, se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 11** | Emisiones asociadas a los recorridos realizados por el autotransporte nivel 1

$$E_{LB} = \sum E_{GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{LB}$  = Emisiones de la línea base.

$E_{GEI}$  = Emisiones en unidades nativas de GEI.

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

$GEI$  = Gas de Efecto Invernadero ( $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$ ).

$$E_{GEI} = \sum CombAut_j * FE_j$$

Donde:

$E_{GEI}$  = Emisiones en unidades nativas de GEI (kg).

$CombAut_j$  = Combustible consumido por el autotransporte (TJ).

$FE_j$  = Factor de emisión por tipo de combustible (kg/TJ).

$$\sum CombAut_j = V_j * CC_j * km * PC_j$$

Donde:

$CombAut_j$  = Combustible consumido por el autotransporte por tipo (TJ).

$V_j$  = Número de unidades de autotransporte por tipo (clase y combustible).

$CC_j$  = Consumo de combustible por tipo de unidad de autotransporte (tipología y combustible) (l/km).

$km$  = Distancia recorrida por el autotransporte (total del corredor).

$PC_j$  = Poder calorífico por tipo de combustible (TJ/l).

Las emisiones del reparto óptimo, es decir, emisiones del autotransporte en recorrido acotado más emisiones del transporte ferroviario, se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

## Ecuación 12 | Emisiones del reparto óptimo nivel 1

$$E_{RO} = \sum ComAutOp_j * FE_j + \sum ComFerr_j * FE_j$$

Donde:

$E_{RO}$  = Emisiones del reparto óptimo.

$CombAutOp_j$  = Combustible consumido por el autotransporte en recorrido óptimo (TJ).

$FE_j$  = Factor de emisión por tipo de combustible (kg/TJ).

$CombFerr_j$  = Combustible consumido por el ferrocarril (TJ).

$$\sum CombAutOp_j * V_j * CC_j * km * PC_j$$

Donde:

**CombAutOP<sub>j</sub>** = Combustible consumido por el tipo de autotransporte, en recorrido óptimo (TJ).

**V<sub>j</sub>** = Número de unidades de autotransporte por tipo (clase y combustible).

**CC<sub>j</sub>** = Consumo de combustible por tipo de unidad de autotransporte (tipología y combustible) (l/km).

**km** = Distancia recorrida por el autotransporte (segmento del corredor intervenido).

**PC<sub>j</sub>** = Poder calorífico por tipo de combustible (TJ/l).

$$\sum CombFerr_j = V_j * CC_j * km * PC_j$$

Donde:

**CombFerr<sub>j</sub>** = Combustible consumido por el transporte ferroviario (TJ).

**V<sub>j</sub>** = Número de locomotoras por clase y combustible.

**CC<sub>j</sub>** = Consumo de combustible promedio de las locomotoras (l/km).

**km** = Distancia recorrida por el transporte ferroviario (segmento del corredor intervenido)

**PC<sub>j</sub>** = Poder calorífico por tipo de combustible (TJ/l).

**Nota:** Se requiere incorporar un factor de equivalencia entre los kilómetros recorridos originalmente por el autotransporte y los recorridos por el ferrocarril, pues no necesariamente las rutas y distancias son equivalentes uno a uno.

## Nivel 2

La línea base se calcula mediante las siguientes ecuaciones:

### Ecuación 13 | Emisiones de línea base nivel 2

$$E_{LB} = \sum EAut_{GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

**E<sub>LB</sub>** = Emisiones de la línea base.

**EAut<sub>GEI</sub>** = Emisiones totales en unidades nativas de GEI.

**PCG<sub>GEI</sub>** = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

**GEI** = Gas de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

$$EAut_{GEI} = \frac{FE_i * t * km}{ET_i}$$

Donde:

**EAut<sub>GEI</sub>** = Emisiones del autotransporte en unidades nativas de GEI (kg).

**FE<sub>i</sub>** = Factor de emisión por tipo de combustible (kg/l).

**t** = Toneladas transportadas por el autotransporte (t).

**km** = Distancia recorrida por el autotransporte (total del corredor) (km).

**ET<sub>i</sub>** = Eficiencia técnica del movimiento de mercancías por tipo de vehículo (t-km/l).

Las emisiones del reparto óptimo, es decir, las emisiones del autotransporte en recorrido acotado más las emisiones del transporte ferroviario, se calculan con base en las siguientes ecuaciones:

#### Ecuación 14 | Emisiones del reparto óptimo nivel 2

$$E_{RO} = \sum EAutOp_{GEI} + \sum EF_{GEI}$$

Donde:

**E<sub>RO</sub>** = Emisiones del reparto óptimo (kg).

**EAutOp<sub>GEI</sub>** = Emisiones del autotransporte en recorrido óptimo (kg).

**EF<sub>GEI</sub>** = Emisiones del ferrocarril (kg).

$$EAutOp_{GEI} = \frac{FE_i * t * km}{ET_i}$$

Donde:

**EAutOp<sub>GEI</sub>** = Emisiones del autotransporte en unidades nativas de GEI (kg).

**FE<sub>i</sub>** = Factor de emisión por tipo de combustible (kg/l).

**t** = Toneladas transportadas por el autotransporte (t).

**km** = Distancia recorrida por el autotransporte (total del corredor) (km).

**ET<sub>i</sub>** = Eficiencia técnica del movimiento de mercancías por tipo de vehículo (t-km/l).

$$EF_{GEI} = \frac{FE_i * t * km}{ET_i}$$

Donde:

$EF_{GEI}$  = Emisiones del ferrocarril.

$ET_i$  = Eficiencia técnica del movimiento de mercancías por ferrocarril (t-km/l).

$FE_i$  = Factor de emisión por tipo de combustible (kg/l).

$t$  = Toneladas transportadas por el ferrocarril.

$km$  = Distancia recorrida por el ferrocarril (total del corredor).

### Nivel 3

Las emisiones por etapa de viaje, donde la línea base sólo incluiría los modos autotransporte y/o marítimo, y el reparto óptimo que adiciona el modo ferrocarril, se calculan utilizando la siguiente ecuación:

#### Ecuación 15 | Emisiones por etapa de viaje nivel 3

$$E = \sum_{etapa}^n M * km * FE_{ijk}$$

Donde:

$E$  = Emisiones de CO<sub>2</sub>e.

$M$  = Masa de productos transportados por viaje (t).

$km$  = Distancia recorrida por etapa de viaje (km).

$FE_{ijk}$  = Factor de emisión por tipo de combustible, modo, vehículo (kgCO<sub>2</sub>e/t-km).

Los ajustes de factores de emisión para el autotransporte se calculan con base en las siguientes ecuaciones:

### Ecuación 16 | Ajustes de factores de emisión nivel 3

$$FE_{ijk} = FE_{base_{ijk}} * A_R * A_{Ref}$$

Donde:

$FE_{ijk}$  = Factor de emisión base por categoría i, combustible j y modo k (kgCO<sub>2</sub>e/t-km).

$FE_{base_{ijk}}$  = Factor de emisión base por categoría i, combustible j y modo k (kgCO<sub>2</sub>e/t-km).

$A_R$  = Ajuste en el factor de emisión por diferencias en rutas urbana/interurbana.

$A_{Ref}$  = Ajuste en el factor para considerar el aumento en el consumo de combustible por transporte refrigerado.

$$FE_{base_{ijk}} = CCET_{ijk} * FEC_j$$

Donde:

$FE_{base_{ijk}}$  = Factor de emisión base por categoría i, combustible j y modo k (kgCO<sub>2</sub>e/t-km).

$CCET_{ijk}$  = Consumo de combustible específico teórico por categoría i, combustible j y modo k (l/t-km) o (kg/t-km).

$FEC_j$  = Factor de emisión del combustible (kgCO<sub>2</sub>e/l) o (kgCO<sub>2</sub>e/g).

$$CCET_{ijAutoT} = \left[ \frac{CCE_{0\%}}{CU * \frac{FO}{1 + FVV}} + \frac{CCE_{100\%} - CCE_{0\%}}{CU} \right]$$

Donde:

$CCET_{ijAutoT}$  = Consumo de combustible específico teórico (l/t-km).

$FVV$  = Factor de viajes en vacío.

$FO$  = Factor de ocupación (relación entre el peso neto de la carga transportada [M] y la carga útil [CU]).

$M$  = Peso de la carga transportada (t).

$CU$  = Carga útil (t).

$CCE_{0\%}$  = Consumo de combustible específico del vehículo en vacío (l/km).

$CCE_{100\%}$  = Consumo de combustible específico del vehículo con 100% de carga (l/km).

Para calcular los factores de emisión (FE) del ferrocarril, es necesario, debido a sus características, considerar si las vías son planas; el uso exclusivo de diésel; el empleo de valores predeterminados en función del tipo de tren (tamaño y tonelaje); el tipo de mercancía (granel, general volumen), y parámetros logísticos (FO y FWV).

De la misma forma, para el CCET se emplean valores predeterminados en función del tipo de tren y mercancía. Los valores para FE y CCET se pueden consultar en el estudio publicado por la consultora en transportes GSD+, la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) y la Asociación Nacional de Transporte Privado (ANTP), del año 2022.

Igualmente, para determinar el FE del modo marítimo deben obtenerse valores predeterminados a partir del tipo de barco; el factor de utilización; el tamaño; el tipo de combustible, y la velocidad del motor (GSD+/GIZ/ANTP, 2022).

El CCET para el transporte marítimo emplea la siguiente ecuación:

#### Ecuación 17 | CCET para el transporte marítimo nivel 3

$$CCET_{ijMarítimo} = \frac{CCE * \frac{NP * LF_{DS}}{DS}}{DWT * CU}$$

Donde:

**CCET<sub>ijMarítimo</sub>** = Consumo de combustible específico teórico (g/t-km).

**CCE** = Consumo específico de energía (g/kWh).

**NP** = Promedio de la potencia nominal (kWh).

**LF<sub>DS</sub>** = Factor de carga en la velocidad de diseño.

**DS** = Velocidad de diseño (km/h).

**DWT** = Promedio de la carga útil (dwt).

**CU** = Factor de utilización de carga.

**Nota:** Se incorporó la metodología del estudio de GSD+ que incorpora un enfoque de emisiones por etapa de viaje según modo de transporte (autotransporte, ferrocarril y marítimo), y diferenciando la etapa del recorrido que se realiza en entorno urbano frente al interurbano.

El factor de emisión para el autotransporte representa la cantidad de contaminante emitido por unidad de distancia y masa de carga transportada, y depende de diferentes variables (características del vehículo estudiado, los parámetros logísticos, las características del terreno, el tipo de carga transportada, entre otras variables particulares del tipo de modo evaluado).

## Datos de actividad disponibles y sus fuentes

Información disponible:

- Número de vehículos (tipo y clase de vehículo).
- Carga útil media (en toneladas) por camión.
- Rendimiento promedio de combustible (km/litro).
- Factor de emisión para contaminantes criterio y GEI por tipo de combustible.
- Longitud de corredores multimodales.

**Nota:** Se recomienda caracterizar la flota de autotransporte por corredor, así como los factores de emisión y carga transportada.

## Gestor de obtención de datos

Entidades dependientes de la SICT:

- Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal (DGDFM).
- Dirección General del Autotransporte (DGA).

## Procedimientos para la recopilación de datos

Se dispone de diversas fuentes de información que emplean procesos varios para su compilación (aforos, estudios de campo, encuestas, entre otros), como las siguientes:

- Volúmenes de tránsito de la Red Nacional de Carreteras, (SCIT). <http://datosviales2020.routedev.mx/login>
- Factores de emisión (INECC, 2014).
- Mapa Digital del Sistema Ferroviario Mexicano (ARTF, 2020). <http://artf.centrogeo.org.mx/mviewer/sfm>
- Bases de datos Transporte Limpio (SEMARNAT). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf)

## Procedimientos para el tratamiento de datos

Se emplean factores de emisión promedio en los niveles 1 y 2, y se estima el consumo de combustible a partir de la flota del autotransporte y el rendimiento promedio.

### Estimación de la(s) línea(s) base

Se definen tres líneas base para cada uno de los niveles metodológicos.



## INDICADORES

### Indicadores actuales

Indicadores estimados por el Instituto Mexicano del Transporte para los principales corredores de transporte (IMT, 2014):

- Toneladas/kilómetro por corredor.
- Factores de emisión por corredor (CO<sub>2</sub> y contaminantes criterio).
- Longitud por corredor.
- Capacidad por modo de transporte (t/vehículo).
- Emisiones de CO<sub>2</sub> y contaminantes criterio por corredor.

**Nota:** <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt400.pdf>

### Indicadores adicionales propuestos

- Consumo de combustible por t/km por modo de transporte (autotransporte, ferrocarril y ferri), para el corredor completo.
- Emisiones en año base para el corredor completo (tonelada de CO<sub>2</sub>e/km).
- Consumo de combustible por t/km por modo de transporte (autotransporte, ferrocarril y ferri).
- Emisiones por año (tonelada de CO<sub>2</sub>e/km) por corredor.
- Emisiones evitadas en autotransporte por el cambio modal (toneladas) por corredor.

### Estimación del progreso de los objetivos de la política de mitigación

Las metas deberán responder a condicionantes de aplicación de la medida, como las distancias mínimas de recorridos en transporte ferroviario, el número de paradas a lo largo del corredor ferroviario, así como consideraciones específicas de la carga (refrigerada), carga de compensación y viajes en vacío.



## INCERTIDUMBRES

### Nivel 1

- FE Gasolina (kgCO<sub>2</sub>/TJ): 1.47% (95%ile).
- FE Diésel (kgCO<sub>2</sub>/TJ): 1.18% (95%ile).

**Nota:** [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf)

**Fuente:** INECC, 2014.

### Nivel 2

Datos para consultar con el IMT (2014).

**Nota:** <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt400.pdf>

### Nivel 3

Modelación con MOVES.



## INFORMES Y GC/CC (Garantía de calidad y control de calidad)

### Forma del informe

Base de datos en formato Excel, que facilite la captura de información numérica y estandarice:

- Las unidades de medida.
- Los periodos de reporte.
- Los datos para la caracterización de la flota.
- Los kilómetros recorridos.
- La carga transportada.
- El consumo y tipo de combustible.

### Mecanismos de presentación de informes

**Formato digital.** Se sugiere la creación de una plataforma para el registro de datos, que facilite la conformación de una base de datos.

## Frecuencia de los informes

ANUAL

## Control de Calidad (CC) y Garantía de Calidad (GC)

Deberá desarrollarse una memoria descriptiva de la metodología, fuentes de información y referencias.

Este documento puede contener anotaciones con relación al comportamiento de la serie de datos para explicar saltos o anomalías.

## Verificación

Los mecanismos de verificación, deben establecerse.



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

### Nivel previsto de mitigación que debe alcanzarse y/o nivel objetivo de otros indicadores (si procede)

Deberá definirse con base en las modelaciones del reparto de carga por corredor, tomando en cuenta las condicionantes de aplicación de la medida, como:

- Las distancias mínimas de recorridos en transporte ferroviario.
- El número de paradas a lo largo del corredor ferroviario.
- Los tiempos. Las consideraciones específicas de la carga (refrigerada), carga de compensación y viajes en vacío.

## Mecanismos para la observación

**Nota:** Los mecanismos para la acción deben ser establecidos.

## Referencia a los documentos de orientación pertinentes

- Instituto Mexicano del Transporte. (2014). *Reparto Modal Óptimo del Transporte Terrestre de Carga en México. 1ª etapa*. México: Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt413.pdf>
- Instituto Mexicano del Transporte. (2014). *Reparto Modal Óptimo del Transporte Terrestre de Carga en México. 2ª etapa*. México: Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt435.pdf>

- Instituto Mexicano del Transporte. (2014). *Inventario de emisiones en los principales corredores de transporte carretero en México*. México: Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt400.pdf>
- Instituto Mexicano del Transporte. (2017). *Características de los corredores y flujos ferroviarios de carga intermodal en México, datos 2017*. México: Instituto Mexicano del Transporte. <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt611.pdf>

## Contexto más amplio/importancia de la política o acción

El tema ha sido de interés para la DGAF, de la SICT y es pertinente para la planeación del sistema de transporte nacional.

Este interés se relaciona con la búsqueda de soluciones a los problemas de congestión carretero, accidentes viales, contaminación ambiental, uso racional de combustibles y modernización del sistema de transporte.

Si bien los dos modos están desregulados, estos tienen ventajas y desventajas para competir o complementarse, y tienen nichos de mercado bien identificados. Por ejemplo, existe la posibilidad de transferir carga usualmente movida por carretera al ferrocarril, el cual tiene una mejor eficiencia operativa y de consumo energético.

## Esquema de los efectos no GEI o los beneficios colaterales de la política o acción

- Aumento de la capacidad de toneladas de mercancías transportadas en largos recorridos.
- Reducción en los costos de operación.
- Reducción de la siniestralidad en carreteras.
- Reducción de emisiones contaminantes y de GEI.
- Reducción de problemas de congestión de tráfico y ruido.

# ACCIÓN 4

## CUANTIFICACIÓN

DE LOS BENEFICIOS  
AMBIENTALES DE LA  
RENOVACIÓN DE LA FLOTA

INFORMACIÓN BÁSICA  
SOBRE POLÍTICAS



ARREGLOS  
INSTITUCIONALES



METODOLOGÍA  
DE CÁLCULO



INDICADORES



INCERTIDUMBRES



INFORMES Y GC/CC  
(GARANTÍA DE CALIDAD  
Y CONTROL DE CALIDAD)



INFORMACIÓN  
COMPLEMENTARIA

## CUANTIFICACIÓN DE LOS BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA RENOVACIÓN DE LA FLOTA

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
El título de la política o acción	<b>Cuantificación de los Beneficios Ambientales de la Renovación de Flota</b>
Política única o paquete de medidas	<b>Paquete</b>
Resumen de la política o paquete	<p>Impulsar la modernización de la flota del autotransporte federal, a través del esquema de sustitución vehicular, el cual brinde estímulos fiscales por la destrucción de un vehículo obsoleto y por la adquisición de uno nuevo o seminuevo, de hasta seis años de antigüedad.</p> <p>Esta acción se realiza mediante esquemas de financiamiento que faciliten el acceso a nuevas y mejores tecnologías a las micros, pequeñas y medianas empresas del sector.</p>



## INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE POLÍTICAS

### Medidas específicas

Chatarrización y sustitución de vehículos de carga.

**Nota:** Se debe considerar que el Programa de Modernización del Autotransporte de Carga y Pasaje no sólo está dirigido al transporte de mercancías, sino también al transporte de pasajeros.

### Tipo de política o acción

Disposiciones aplicables: Estímulo fiscal para la chatarrización, así como esquemas de financiamiento bajo mecanismos *pari passu* que garanticen los créditos otorgados a hombres-camión (H-C) y pequeños transportistas (PT), en hasta 80%.

Esta acción debe ser a cambio de que los intermediarios financieros presenten productos crediticios con bajas tasas de interés, de acuerdo con las características de este segmento.

### Estado de la política o acción

PLANIFICADO

## Fecha de aplicación

Sin reactivación desde 2017.

## Fecha de finalización (si corresponde)

Debe señalarse una vez publicada la nueva convocatoria.

## Entidad o entidades ejecutoras

### L.P.T Laura Nohémi Muñoz Benítez

Directora general de Autotransporte Federal (DGAF), de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).

### Mtra. Raquel Buenrostro Sánchez

Titular del Servicio de Administración Tributaria (SAT), de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

### Luis Antonio Ramírez Pineda

Director general de Nacional Financiera (NAFIN).

## Objetivo(s) de la política o acción

1. Renovación de la flota vehicular obsoleta.
2. Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y contaminantes criterio asociados.
3. Incrementar la competitividad de los servicios de autotransporte.
4. Mejorar la seguridad de los usuarios, tanto de los que ocupan los servicios de autotransporte de pasaje como de los usuarios de las carreteras.
5. Apoyar a la red de intermediarios financieros, mediante el otorgamiento de garantías para incentivar mejores esquemas de financiamiento a los transportistas (tasas de interés competitivas).

## Cobertura geográfica

FEDERAL

## Sectores primarios, subsectores y categorías de fuentes de emisión/sumideros destinatarios

De acuerdo con la clasificación de fuentes del Grupo Internacional de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC):

- **Sector 1.** Energía.
- **Subsector 1A.** Quema de combustible.
- **Categoría 1A3.** Transporte.
- **Subcategoría 1A3b.** Transporte terrestre.
- **Fuente 1A3biii.** Camiones para servicio pesado y autobuses.

### Gases de efecto invernadero específicos (si procede)



### Interacciones de políticas/Otras políticas o acciones relacionadas

Chatarrización de vehículos obsoletos, mediante el enfoque de economía circular.



## ARREGLOS INSTITUCIONALES

### Institución central de coordinación para el seguimiento del sector de transporte

- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).
- Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF).

### Coordinador técnico o equipo de coordinación

Carlos Gil Jiménez

Subdirector de Desarrollo Tecnológico y Seguridad

## Procesos para compartir datos entre instituciones y niveles de gobernanza

Las recomendaciones derivadas de las ediciones anteriores del programa de modernización señalan la necesidad de crear un nuevo “Decreto de Renovación”, que permita la destrucción de vehículos obsoletos.

Este decreto debe contener lineamientos que contemplen un proceso, totalmente electrónico, enlazado con los sistemas informáticos de las otras dependencias.

De ser así, se incrementa el control y la confiabilidad del proceso, además de mitigar la participación del servidor público, lo que brinda mayor certidumbre del programa.<sup>12</sup>

**12**  
(SICT, s/f)  
Modernización del  
Autotransporte  
Federal. Memoria  
Documental.

### Aprobación general y aceptación

La aprobación y aceptación consta de las siguientes dos etapas:

1. **Etapas de registro.** La realiza el Centro Metropolitano o los Departamento de Autotransporte Federal de la SICT.
2. **Etapas de aceptación.** La ejecuta la SHCP a través del SAT e intermediarios financieros acreditados por NAFIN.

### Planificación de contingencias y sucesiones

Los decretos y lineamientos del programa definen sus características y alcances, así como los requisitos para los transportistas y distribuidores, y han permitido modificar las condiciones de operación, para mejorar los incentivos fiscales y el acceso de los HC y PT a mejores esquemas de financiamiento.

### Plan de desarrollo y mejora

La primera etapa consistió en una estimación realizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en 2011, con base en la “Encuesta complementaria del sector autotransporte de carga”, la cual recopiló información sobre:

- Subclasificación de vehículos pesados por peso y uso (pasajeros o carga).
- Año/modelo.
- Tecnología del motor.
- Potencia del motor.
- Kilómetros recorridos por año.
- Consumo de combustible por año.

- Rendimiento de combustible.
- Tipo de combustible que utiliza.
- Tipo de mercancía que transporta.
- Vehículos con control de emisiones y no controlados.
- Costos y beneficios privados derivados del uso del vehículo.
- Precio en el mercado de la unidad encuestada.
- Disponibilidad del dueño a aceptar una oferta monetaria por su vehículo.
- Principales rutas de recorrido de la unidad.

La siguiente etapa del programa debe contemplar la participación de la SEMARNAT para incorporar algunos de estos parámetros relacionados con las unidades a chatarrizar, como parte de los requerimientos de información solicitados a los distribuidores de vehículos de carga.

- Marca.
- Submarca.
- Año modelo.
- Número de cilindros.
- Tipo de vehículo (C2, C3, T2, T3, B).
- Tipo de servicio.
- Clase de vehículo.
- Carrocería.
- Peso vehicular.
- Tipo de combustible.
- Consumo de combustible promedio al año.
- Kilometraje del odómetro.
- Carga útil media (en toneladas) por camión y trayecto.

Se sugieren los siguientes parámetros para las unidades nuevas o seminuevas:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| • Marca.                                      | • Tipo de servicio.    |
| • Submarca.                                   | • Clase de vehículo.   |
| • Año/modelo.                                 | • Carrocería.          |
| • Número de cilindros.                        | • Peso vehicular.      |
| • Tipo de vehículo (C2, C3, T2, T3, autobús). | • Tipo de combustible. |

Adicionalmente, se mencionan los siguientes requerimientos, señalados por programas similares y operados en otros países:

- Permitir a las autoridades ambientales verificar el registro e inspeccionar el vehículo por tres años (Programa VIP Carl Moyer, California, EE. UU.).
- Entregar un reporte anual, para el cual se sugiere la siguiente información:
  - Consumo de combustible promedio al año.
  - Kilometraje del odómetro.
  - Carga útil media (en toneladas) por camión y trayecto.

**Nota:** Revisar la siguiente tabla.

**Tabla 3** | Clasificación de vehículos

Clase	Nomenclatura	Número de ejes	Número de llantas
Autobús	B2	2	6
Autobús	B3	3	8-10
Autobús	B4	4	10
Camión unitario	C2	2	6
Camión unitario	C3	3	8-10
Camión-remolque	C2-R2	4	14
Camión-remolque	C3-R2	5	18
Camión-remolque	C2-R3	5	18
Camión-remolque	C3-R3	6	22
Tractocamión	T2-S1	3	10
Tractocamión	T2-S2	4	14
Tractocamión	T2-S3	5	18
Tractocamión	T3-S1	4	14
Tractocamión	T3-S2	5	18
Tractocamión	T3-S3	6	22

**Fuente:** NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2017, *Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.*

## Arreglos de almacenamiento y archivado

El SAT es la autoridad que recopila la información sobre los vehículos a chatarrizar, para determinar el monto del bono o incentivo fiscal.

Por su parte, NAFIN recupera información sobre las unidades nuevas o seminuevas que se financiaron con el fondeo a intermediarios financieros.

Se sugiere ampliar la información a recabar, tanto de las unidades a chatarrizar como de las unidades nuevas o seminuevas, para mejorar la caracterización de los parámetros que definen la estimación de emisiones. De esta manera, se podrán generar acuerdos para compartir la información con la SICT y la SEMARNAT.

### Diagrama de flujo de datos

Actualizar de acuerdo con la siguiente convocatoria.

### Diagrama de arreglos institucionales

Actualizar de acuerdo con la siguiente convocatoria.



## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

### Enfoques de cálculo

La siguiente sección describe tres niveles de metodologías de cálculo.

- El nivel 1 emplea factores de emisión por tipo de combustible y el rendimiento.
- El nivel 2 considera el "efecto rebote", el cual ocurre cuando la unidad nueva recorre más kilómetros sin transportar productos, o cuando es más costo/eficiente que otros medios de transporte más sustentables. En estos casos, el potencial de mitigación sería inferior al impacto calculado por los efectos directo e indirecto.
- El nivel 3, además de estimar el "efecto rebote", incorpora factores de emisión específicos para cada GEI por tipo de vehículo/año-modelo/combustible.

### Nivel 1

La línea base se calcula con base en las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 18** | Emisión de línea base nivel 1

$$E_{LB} = \sum E_{t,GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{LB}$  = Emisiones de la línea base.

$E_{t,GEI}$  = Emisiones por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

$t$  = Tipo de vehículo

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

**GEI** = Gas de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

$$E_{t,GEI} = V_t * km_t * CC_t * FE_c$$

Donde:

$E_{t,GEI}$  = Emisiones por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

$t$  = Tipo de vehículo.

$V_t$  = Número total de vehículos registrados por tipo de vehículo.

$km_t$  = Kilómetros recorridos al año por tipo de vehículo.

$CC_t$  = Consumo de combustible por tipo de vehículo (l/km).

$FE_c$  = Factor de emisión del combustible (kg/l) por GEI.

$c$  = Tipo de combustible.

Las emisiones de la flota renovada se calculan con base en el rendimiento del consumo de combustible de los vehículos nuevos y el factor de emisión del combustible. Para esto, se utilizan las siguientes ecuaciones:

**Ecuación 19** | Emisiones de flota renovada nivel 1

$$E_{FR} = \sum EVn_{t,GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{FR}$  = Emisiones de la Flota Renovada.

$EVn_{t,GEI}$  = Emisiones de vehículos nuevos por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

$t$  = Tipo de vehículo.

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

**GEI** = Gas de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

$$EVn_{t,GEI} = V_{n,t} * km_t * CC_t * FE_C$$

Donde:

**EVn<sub>t,GEI</sub>** = Emisiones de vehículos nuevos por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

**t** = Tipo de vehículo.

**V<sub>n,t</sub>** = Número de vehículos nuevos por tipo de unidad.

**km<sub>t</sub>** = Kilómetros recorridos al año por tipo de vehículo.

**CC<sub>t</sub>** = Consumo de combustible por tipo de vehículo (l/km).

**FE<sub>c</sub>** = Factor de emisión del combustible (kg/l) por GEI.

**c** = Tipo de combustible.

**Nota:** La línea base debe representar las emisiones de la flota en la situación hipotética sin que se haya beneficiado del programa de renovación para poder constituir un escenario contrafactual con el que comparar los datos observados de la flota renovada.

## Nivel 2

Las emisiones de la línea base consideran la flota a sustituir y un Factor de Estimación (FE) por combustible (diésel). Se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

### Ecuación 20 | Emisiones de la línea base nivel 2

$$E_{LB} = \sum E_{t,GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

**E<sub>LB</sub>** = Emisiones de la línea base.

**E<sub>t,GEI</sub>** = Emisiones por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

**t** = Tipo de vehículo

**PCG<sub>GEI</sub>** = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

**GEI** = Gas de Efecto Invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

$$E_{t,GEI} = V * km * CC_t * FE_{C,GEI}$$

Donde:

**V** = Número de vehículos.

**km** = Kilómetros recorridos al año.

**CC<sub>t</sub>** = Consumo de combustible por tipo de vehículo (l/km).

**FE<sub>C,GEI</sub>** = Factor de emisión del combustible (kgCO<sub>2</sub>e/l).

13  
<http://transferproject.org/wp-content/uploads/2015/12/GIZ-TRANSfer-Documento-NAMA-Autotransporte-Federal-Carga.pdf>

Las emisiones de la flota renovada consideran los siguientes efectos, como sugieren las Acciones de Mitigación Apropriadas Nacionalmente (NAMA), del Autotransporte Federal de Carga en México<sup>13</sup>, que brindan información adicional de toneladas por kilómetro al año.

El Efecto Directo (ED) supone que la unidad nueva recorre los mismos kilómetros y transporta la misma carga, pero emite menos CO<sub>2</sub>.

Estas emisiones se calculan mediante la siguiente ecuación:

### Ecuación 21 | Emisiones de la flota renovada nivel 2

$$E_{ED} = tkm_v * (FE_{viejos} - FE_{nuevos})$$

Donde:

$E_{ED}$  = Emisiones asociadas al efecto directo de la renovación de la flota.

$tkm_v$  = Toneladas/kilómetro transportadas por vehículo al año.

$FE_{viejos}$  = Factor de emisión promedio (kgCO<sub>2</sub>/t-km) de vehículos viejos por tipo de unidad al año.

$FE_{nuevos}$  = Factor de emisión promedio (kgCO<sub>2</sub>/t-km) de los vehículos nuevos/seminuevos por tipo de unidad al año.

El Efecto Indirecto (EI) supone que la unidad nueva transporta más toneladas por kilómetro que la unidad a sustituir, y también recorre más kilómetros que el promedio de la flota dado que es más eficiente. Para calcularlo, se utiliza la siguiente ecuación:

### Ecuación 22 | Emisiones de la flota renovada (EI) nivel 2

$$E_{EI} = (tkm_n - tkm_v) * (FE_{viejos} - FE_{nuevo})$$

Donde:

$E_{EI}$  = Emisiones asociadas al efecto indirecto o rebote de la renovación de la flota

$tkm_n$  = Toneladas/kilómetro al año del vehículo nuevo/seminuevo.

$tkm_v$  = Toneladas/kilómetro al año del vehículo viejo.

$FE_{viejos}$  = Factor de emisión promedio (kgCO<sub>2</sub>e/tkm) de vehículos viejos por tipo de unidad.

$FE_{nuevo}$  = Factor de emisión promedio (kgCO<sub>2</sub>e/tkm) de vehículos nuevos/seminuevos por tipo de unidad.

**Nota:** Las emisiones estimadas en este nivel no se agregan, sino que sustituyen las calculadas por la metodología del Nivel 1, para evitar un efecto de doble contabilidad.

Por lo anterior, también se especifica la metodología de la línea base.

A su vez, la metodología permite la estimación del “efecto rebote”.

### Nivel 3

Las emisiones de la línea base consideran la flota actual a sustituir, y un FE para cada GEI por tipo de vehículo/año-modelo/combustible. La modelación del FE permite obtener estimadores para emisiones de contaminantes criterio ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ ,  $NO_x$ , CO, COV,  $SO_2$ ). Se utilizan las siguientes ecuaciones para calcular estas emisiones:

#### Ecuación 23 | Emisiones de la línea base nivel 3

$$E_{LB} = \sum E_{t,GEI} * PCG_{GEI}$$

Donde:

$E_{LB}$  = Emisiones de la línea base.

$E_{t,GEI}$  = Emisiones por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

$t$  = Tipo de vehículo

$PCG_{GEI}$  = Poder de Calentamiento Global por tipo de GEI.

$GEI$  = Gas de Efecto Invernadero ( $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$ ).

$$E_{t,GEI} = V_{t,año-modelo} * km_t * FE_{t,c}$$

Donde:

$E_{t,GEI}$  = Emisiones por tipo de vehículo en unidades nativas de GEI.

$t$  = Tipo de vehículo.

$V_{t,año-modelo}$  = Número total de vehículos registrados por tipo de vehículo/año-modelo/combustible.

$km_t$  = Kilómetros recorridos al año por tipo de vehículo.

$FE_{t,c}$  = Factor de emisión por vehículo/año-modelo/combustible/GEI (g/km).

14  
<http://transferproject.org/wp-content/uploads/2015/12/GIZ-TRANSfer-Documento-NAMA-Autotransporte-Federal-Carga.pdf>

Las emisiones de la flota renovada consideran el “efecto rebote”<sup>14</sup> según factores de emisión específicos para cada GEI, y por tipo de vehículo/año-modelo/combustible.

El Efecto Directo (ED) supone que la unidad nueva recorre los mismos kilómetros y transporta la misma carga, pero emite menos CO<sub>2</sub>. Para calcular estas emisiones, se utiliza la siguiente ecuación:

#### Ecuación 24 | Emisiones de la flota renovada (ED) nivel 3

$$E_{ED} = tkm_{t,año} * (FE_{viejos} - FE_{nuevos})$$

Donde:

$E_{ED}$  = Emisiones asociadas al efecto directo de la renovación de la flota.

$tkm_{t,año}$  = Toneladas/kilómetro transportadas por vehículo al año.

$FE_{viejos}$  = Factor de emisión de la unidad a sustituir (g/tkm por vehículo/año-modelo/combustible/GEI).

$FE_{nuevos}$  = Factor de emisión de la unidad a sustituir (g/tkm por vehículo/año-modelo/combustible/GEI).

El Efecto Indirecto (EI) supone que la unidad nueva transporta más toneladas por kilómetro que la unidad a sustituir, y recorre más kilómetros que el promedio de la flota dado que es más eficiente. Para calcularlo, se utiliza la siguiente ecuación:

#### Ecuación 25 | Emisiones de la flota renovada (EI) nivel 3

$$E_{EI} = (tkm_{nuevos} - tkm_{viejos}) * (FE_{viejos} - FE_{nuevos})$$

Donde:

$E_{EI}$  = Emisiones asociadas al efecto indirecto o rebote de la renovación de la flota.

$tkm_{nuevos}$  = Toneladas/kilómetro al año del vehículo nuevo/seminuevo.

$tkm_{viejos}$  = Toneladas/kilómetro al año del vehículo viejo.

$FE_{nuevos}$  = Factor de emisión de la unidad a sustituir (g/tkm por vehículo/año-modelo/combustible/GEI).

$FE_{viejos}$  = Factor de emisión de la unidad a sustituir (g/tkm por vehículo/año-modelo/combustible/GEI).

**Nota:** Las emisiones estimadas en este nivel no se agregan, sino que sustituyen las calculadas por la metodología del Nivel 1 y Nivel 2 para evitar un efecto de doble contabilidad. Por lo anterior, también se especifica la metodología de la línea base.

Se requiere la modelación de factores de emisión con el Simulador de Emisiones de Vehículos de Motor (MOVES) (EPA, 2014).

## Datos de actividad disponibles y sus fuentes

Información disponible del programa de renovación:

- Número total de vehículos nuevos/seminuevos de carga y pasaje.
- Edad del vehículo a chatarrizar.
- Tipo de vehículo.
- Clase de vehículo.
- Tipo de servicio.

Información disponible del programa de financiamiento:

- Montos financiados.
- Unidades financiadas.
- Empresas beneficiadas.

Dada la actual falta de información sobre las condiciones de operación de los vehículos chatarrizados y nuevos/seminuevos, se sugiere emplear los datos de actividad del Programa Transporte Limpio (PTL): kilómetros recorridos, consumo de combustible y toneladas transportadas.

## Gestor de obtención de datos

- Servicio de Administración Tributaria (SAT), cuando aprueba el estímulo fiscal.
- Nacional Financiera (NAFIN), cuando solicita información a los intermediarios financieros sobre los créditos colocados.

## Procedimientos para la recopilación de datos

Actualmente, los datos recopilados no se gestionan a través de sistemas informáticos ni se dispone de bases de datos compartidas entre diferentes dependencias usuarias de la información.

## Procedimientos para el tratamiento de datos

El análisis de la base de datos del PTL puede ser un referente de comportamiento para determinar tendencias que se empleen en el llenado de brechas, así como para revisar la consistencia de los datos recabados.

## Estimación de la(s) línea(s) base(s)

Se pueden emplear datos procedentes del PTL como referente, ya que ofrecen una descripción del tipo de vehículo.

La compilación de información de la nueva Carta Porte también podría proveer información para la integración de una línea base anualizada, con datos reales del tonelaje de mercancías transportadas, modos de transporte y rutas, entre otros datos.

Se detalla la estimación de las líneas base en la metodología de cálculo.



## INDICADORES

### Indicadores actuales

Indicadores estimados para el programa de renovación:

- Número de unidades destruidas (carga y pasaje).
- Número de unidades financiadas.
- Número de empresas beneficiadas.
- Monto financiado.
- Emisiones ahorradas de contaminantes/criterio por la destrucción de unidades (HC, CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>).
- Costo social de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Emisiones ahorradas de CO<sub>2</sub> por el esquema de chatarrización.
- Valor de las emisiones ahorradas de CO<sub>2</sub> por el esquema de chatarrización.
- Beneficios sociales por emisiones evitadas (HC, CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO<sub>2</sub>).
- Beneficios por reducción del gasto público por concepto de ahorro en subsidios al consumo de combustible.
- Beneficios monetarios por impactos evitados en materia de salud pública.

Indicadores estimados para el programa de financiamiento:

- Número de unidades financiadas.
- Número de empresas beneficiadas.
- Monto financiado.
- Beneficios sociales por emisiones evitadas (CO<sub>2</sub>).
- Beneficios monetarios por impactos evitados en materia de salud pública.
- Beneficios por reducción del gasto público por concepto de ahorro en subsidios al consumo de combustible.

## Indicadores adicionales propuestos

Número de vehículos chatarrizados y renovados por unidades nuevas:

- Todos los vehículos del transporte de carga y pasaje registrados.
- Variación en vehículos evaluados respecto al año anterior.
- Kilómetros recorridos al año, por clase y edad del vehículo.

Toneladas anuales de emisiones de CO<sub>2</sub> sin renovación del parque vehicular (línea base):

- Consumo de combustible (litros) por tonelada/kilómetro en año base, según tipo de combustible.
- Emisiones en año base.

Toneladas anuales de emisiones evitadas de CO<sub>2</sub> por chatarrización y renovación del parque vehicular:

- Consumo de combustible (litros) por tonelada/kilómetro por año (según estimaciones de modelo de flota nacional), según tipo de combustible.
- Emisiones por año (según estimaciones de modelo de flota nacional).

## Estimación del progreso de los objetivos de la política de mitigación

El ahorro de emisiones debe estimarse mediante el seguimiento del cambio en uno de más indicadores, en particular, porque los vehículos nuevos pueden incrementar el número de kilómetros recorridos o su carga, debido a las mejoras en la eficiencia energética y a posibles ventajas de circulación por ser vehículos menos contaminantes.

Los avances deben también evaluarse conforme a las metas definidas por el programa, normalmente relacionadas con el número de unidades chatarrizadas y financiadas.



## INCERTIDUMBRES

### Nivel 1

Por defecto, el del IPCC o el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2014): *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México.*

**Nota:**

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf)

**Nivel 2**

IPCC e INECC.

**Nivel 3**

Modelación con MOVES.



## **INFORMES Y GC/CC** (Garantía de calidad y control de calidad)

**Forma del informe**

Base de datos en formato Excel que facilite la captura de información numérica y estandarice las unidades de medida, periodos de reporte, datos para la caracterización de la flota, kilómetros recorridos, carga transportada, consumo y tipo de combustible.

**Mecanismos de presentación de informes**

Formato digital. Se sugiere la creación de una plataforma para el registro de datos, que facilite la conformación de bases de datos.

**Frecuencia de los informes**

El programa de financiamiento estableció reportes mensuales, un informe final y boletines mensuales.

Se recomienda la consolidación de reportes anuales.

**Control de Calidad (CC) y Garantía de Calidad (GC)**

Los cálculos deberán incluir una memoria descriptiva para conocer de origen del método, las fuentes de información, las fórmulas y las referencias.

## Verificación

Programa de renovación:

- Procedimiento para verificar que las unidades vehiculares a destruir son susceptibles para acceder al estímulo fiscal que otorga el decreto.
- Procedimiento para solicitar la baja de las unidades vehiculares que han sido destruidas de conformidad con el decreto.
- Procedimiento para notificar a fabricantes, ensambladores o distribuidores autorizados que se ha otorgado el alta vehicular a unidades que fueron adquiridas mediante el estímulo fiscal que otorga el decreto.

Programa de financiamiento:

- Informes mensuales y final.



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

La actualización de los programas de modernización del autotransporte federal, que permita la destrucción de vehículos obsoletos, deberá incluir lineamientos que contemplen un proceso totalmente electrónico.

Este proceso debe llevarse a cabo mediante el enlace de los sistemas informáticos de las dependencias participantes, para incrementar su control y confiabilidad, mitigando la participación del servidor público, lo que da mayor certidumbre al programa.

### **Nivel previsto de mitigación que debe alcanzarse y/o nivel objetivo de otros indicadores** (si procede)

Debe definirse a partir del presupuesto autorizado para el programa, los incentivos o bonos para la chatarrización y las condiciones de financiamiento que permitan definir una cantidad objetivo de vehículos a renovar.

### **Título del establecimiento de legislación, reglamentos u otros documentos fundacionales**

Decretos actualizados.

## Procedimientos de monitoreo, reporte y verificación

Se recomienda la generación de una plataforma que facilite la trazabilidad y transparencia del programa, así como la captura de las características y datos de operación de los vehículos chatarrizados y de los vehículos financiados.

## Mecanismos de observación

**Reportes e informes.** Captura de videos y fotografías de los procesos de chatarrización.

## Referencia a los documentos de orientación pertinentes

NAMA del Autotransporte Federal de Carga.

**Nota:** <http://transferproject.org/wp-content/uploads/2015/12/GIZ-TRANSfer-Documento-NAMA-Autotransporte-Federal-Carga.pdf>

## El contexto más amplio/importancia de la política o acción

Los programas de modernización del autotransporte federal permiten incrementar la competitividad en los servicios de carga, pasaje y turismo, y amplian su participación en la actividad económica nacional.

Esta ampliación disminuye la proporción que representan los programas en los costos logísticos de los usuarios y fomentan la formalidad en el subsector. En consecuencia, tienen incidencia ambiental, de competitividad y, sobre todo, en la seguridad vial, ya que los vehículos modernos cuentan con un mejor equipamiento y dispositivos de seguridad, además de que cumplen con normas nacionales e internacionales sobre condiciones físico-mecánicas.

## Esquema de los efectos no GEI o los beneficios colaterales de la política o acción

Se han reportado beneficios a la salud, a la calidad del aire y económicos.

**Nota:** Se debe considerar cualquier beneficio anticipado que no sea la mitigación de GEI, como la seguridad energética, la mejora de la calidad del aire, a la salud o el aumento de los empleos, así como otros indicadores objetivos relevantes.

## Otra información relevante

El documento “Modernización del Autotransporte Federal. Memoria Documental” ofrece una detallada descripción de la implementación de los programas de chatarrización y de renovación entre 2002 y 2018.

**Nota:** [https://www.sct.gob.mx/fileadmin/Transparencia/rendicion-de-cuentas/MD/48\\_MD.pdf](https://www.sct.gob.mx/fileadmin/Transparencia/rendicion-de-cuentas/MD/48_MD.pdf)





En el presente documento se establecieron diferentes metodologías que podrían emplearse para estimar la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

## CONCLUSIÓN

Estas metodologías fueron plasmadas en cuatro medidas de protección climática, enfocadas al autotransporte: 1) implementación del Programa Transporte Limpio; 2) programas de descarbonización de la última milla, a través del uso de vehículos eléctricos; 3) el reparto modal óptimo entre ferrocarril, y 4) los programas de renovación de flota.

Sin embargo, como puede observarse en la lectura del *toolkit*, el estado de desarrollo e implementación de estas medidas es variable, ya que algunas están fuertemente afianzadas, mientras que otras se encuentran en un estado de exploración inicial.

Por lo anterior, se resalta la necesidad de analizar las condiciones de partida de cada medida específica y, preferentemente, comenzar en el nivel metodológico más bajo e ir incrementando de nivel, conforme se obtenga experiencia en la implementación de las medidas, y en la aplicación de las metodologías.

Adicionalmente, deberá considerarse que para aplicar el nivel metodológico más avanzado, es probable que se requiera llevar a cabo acciones adicionales en paralelo. Por ejemplo, aquellas que permitan aumentar la disponibilidad de datos, como el levantamiento de información en sitio.

Finalmente, también se recalca la necesidad de ejecutar acciones de carácter institucional, que permitan fortalecer la implementación de las medidas. Un ejemplo sería fortalecer el marco de cooperación entre instituciones, y establecer mecanismos de colaboración claros, para cimentar la aplicación y el monitoreo de aquellas medidas, en las que más de un actor esté involucrado.

En el documento se enlistan algunos aspectos que deben reforzarse para asegurar una implementación exitosa de las distintas medidas. No obstante, no se puede considerar este análisis como exhaustivo, sino como un punto de partida para la detección y ejecución de este tipo de acciones.

# Índice de ecuaciones

- 17 Ecuación 1. Acrónimo ASIF
- 37 Ecuación 2. Reducción de emisiones nivel 1
- 38 Ecuación 3. Reducción de emisiones nivel 2
- 39 Ecuación 4. Reducción de emisiones nivel 3
- 57 Ecuación 5. Emisiones de línea base nivel 1
- 57 Ecuación 6. Emisiones de flota renovada nivel 1
- 58 Ecuación 7. Emisiones de línea base nivel 2
- 59 Ecuación 8. Emisiones de flota eléctrica nivel 2
- 59 Ecuación 9. Emisiones de la línea base nivel 3
- 60 Ecuación 10. Emisiones de la flota eléctrica nivel 3
- 75 Ecuación 11. Emisiones asociadas a los recorridos realizados por el autotransporte nivel
- 76 Ecuación 12. Emisiones del reparto óptimo nivel 1
- 77 Ecuación 13. Emisiones de línea base nivel 2
- 78 Ecuación 14. Emisiones del reparto óptimo nivel 2
- 79 Ecuación 15. Emisiones por etapa de viaje nivel 3
- 80 Ecuación 16. Ajustes de factores de emisión nivel 3
- 81 Ecuación 17. CCET para el transporte marítimo nivel 3
- 95 Ecuación 18. Emisión de línea base nivel 1
- 95 Ecuación 19. Emisiones de flota renovada nivel 1
- 96 Ecuación 20. Emisiones de la línea base nivel 2
- 97 Ecuación 21. Emisiones de la flota renovada nivel 2
- 97 Ecuación 22. Emisiones de la flota renovada (EI) nivel 2
- 98 Ecuación 23. Emisiones de la línea base nivel 3
- 99 Ecuación 24. Emisiones de la flota renovada (ED) nivel 3
- 99 Ecuación 25. Emisiones de la flota renovada (EI) nivel 3

# Índice de figuras

- 10 Figura 1. Definición de MRV
- 11 Figura 2. Objetivos del MRV en el sector del transporte
- 12 Figura 3. Pasos que definen al sistema MRV
- 15 Figura 4. Niveles metodológicos del IPCC para los inventarios nacionales de GEI
- 28 Figura 5. Sistema general de MRV
- 55 Figura 6. Diagrama de flujo de datos
- 56 Figura 7. Diagrama de arreglos institucionales

# Índice de tablas

- 21 Tabla 1. Indicadores clave para el MRV el sector transporte
- 23 Tabla 2. Principios clave para una buena gestión de datos
- 93 Tabla 3. Clasificación de vehículos

# ANEXO PLANTILLA DEL SISTEMA MRV

INFORMACIÓN BÁSICA  
SOBRE POLÍTICAS



ARREGLOS  
INSTITUCIONALES



METODOLOGÍA  
DE CÁLCULO



INDICADORES



INCERTIDUMBRES



INFORMES Y GC/CC  
(GARANTÍA DE CALIDAD  
Y CONTROL DE CALIDAD)



INFORMACIÓN  
COMPLEMENTARIA



## INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE POLÍTICAS

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
El título de la política o acción	
Política única o paquete de medidas	
Resumen de la política o paquete de medidas	
Medidas específicas	
Tipo de política o acción	<p><b>Nota:</b> Ejemplos de disposiciones aplicables, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglamentos y normas.</li> <li>• Impuestos y tasas.</li> <li>• Subvenciones e incentivos.</li> <li>• Programas de comercio de derechos de emisión.</li> <li>• Acuerdos o medidas voluntarias.</li> <li>• Instrumentos de información.</li> <li>• Políticas de investigación, desarrollo y despliegue (I+D).</li> <li>• Políticas de contratación pública.</li> <li>• Programas de infraestructura.</li> <li>• Tecnologías, procesos o prácticas.</li> <li>• Financiación e inversión.</li> </ul>
Estado de la política o acción	<p><b>Nota:</b> Indicar si la política o acción está planificada, adoptada o implementada.</p>
Fecha de aplicación	<p><b>Nota:</b> Indicar la fecha en que la política o acción entra en vigor (no la fecha en que se promulga cualquier legislación de apoyo).</p>
Fecha de finalización (si corresponde)	<p><b>Nota:</b> Incluir la fecha en que la política o acción cesa, por ejemplo, la fecha en que ya no se recaudan impuestos o la fecha de finalización del plan de incentivos con una duración limitada (no la fecha en que la política o acción cesa de tener un impacto en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero [GEI]).</p>
Entidad o entidades ejecutoras	<p><b>Nota:</b> ¿Qué entidad o entidades implementan la política o acción? Se debe incluir el papel de las entidades locales, subnacionales, nacionales, internacionales o de cualquier otra índole.</p>

**Objetivo(s) de la política o acción** **Nota:** Los efectos o beneficios previstos que la política o acción pretende lograr, por ejemplo, el propósito establecido en la legislación o regulación.

**Cobertura geográfica** **Nota:** La jurisdicción o el área geográfica donde se implementa o hace cumplir la política o acción, que puede ser más limitada que todas las jurisdicciones donde la política o acción tiene un impacto.

**Sectores primarios, subsectores y categorías de fuentes de emisión/sumideros destinatarios** **Nota:** ¿A qué sectores, subsectores y categorías de fuentes/sumideros se dirigen? Se deben considerar los sectores y subsectores de las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) más recientes para los inventarios nacionales de GEI u otras clasificaciones sectoriales.

**Gases de efecto invernadero específicos (si procede)** **Nota:** ¿Qué GEI pretende controlar la política o acción? Estos pueden ser más limitados que el conjunto de GEI a los que afecta la política o acción.

**Interacciones de políticas/  
Otras políticas o acciones relacionadas**



## ARREGLOS INSTITUCIONALES

### Elemento del sistema MRV

### Definición/Descripción

**Institución central de coordinación para el seguimiento del sector de transporte** **Nota:** Añadir datos de contacto.

**Coordinador técnico o equipo de coordinación** **Nota:** Añadir datos de contacto.

**Procesos para compartir datos entre instituciones y niveles de gobernanza** **Nota:** Resúmenes.

**Aprobación general y aceptación** **Nota:** ¿Quién es el responsable?

**Planificación de contingencias y sucesiones** **Nota:** La planificación debe garantizar que el trabajo continúe si el personal no está disponible o cuando haya cambio de personal.



Plan de desarrollo y mejora	<b>Nota:</b> El plan debe explicar el proceso de desarrollo y refinamiento de la metodología.
Arreglos de almacenamiento y archivado	<b>Nota:</b> ¿Dónde se archivan los datos y quién es el responsable?
Diagrama de flujo de datos	<b>Nota:</b> El diagrama debe ser creado.
Diagrama de arreglos institucionales	<b>Nota:</b> El diagrama debe ser creado.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
Enfoques de cálculo	<b>Nota:</b> La siguiente sección describe los tres posibles niveles de metodologías de cálculo.
Nivel 1	
Nivel 2	
Nivel 3	
Datos de actividad disponibles y sus fuentes	
Gestor de obtención de datos	<b>Nota:</b> ¿Quién es el responsable de recopilar los datos?
Procedimientos para la recopilación de datos	<b>Nota:</b> ¿Cómo se recopilan los datos? ¿Cuáles son las fuentes de los datos?
Procedimientos para el tratamiento de datos	<b>Nota:</b> Incluir enfoques generales para el llenado de brechas y la consistencia de las series temporales.

Estimación de la(s) línea(s) base(s)

**Nota:** Preguntas clave:

1. ¿Para qué año o años debe calcularse la emisión de GEI de referencia del transporte de mercancías? Sería preferible una serie temporal para permitir estimar las tendencias, pero sólo puede ser posible estimar las emisiones de un solo año.
2. Las emisiones de GEI de los movimientos de vehículos pesados probablemente se pueden calcular y se asociarán casi exclusivamente con el movimiento de mercancías, pero ¿hay suficientes datos para permitir las emisiones del transporte de mercancías de vehículos más pequeños?
3. ¿Qué pasa con las emisiones de GEI de la carga transportada por ferrocarril? ¿Hay que considerarlas?



## INDICADORES

**Elemento del sistema MRV**

**Definición/Descripción**

Indicadores actuales

Indicadores adicionales propuestos

Estimación del progreso de los objetivos de la política de mitigación



## INCERTIDUMBRES

**Elemento del sistema MRV**

**Definición/Descripción**

Nivel 1

Nivel 2

Nivel 3



## INFORMES Y GC/CC (GARANTÍA DE CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD)

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
Forma del informe	<b>Nota:</b> Por ejemplo, documento de Word, hoja de cálculo de Excel, etcétera.
Mecanismos de presentación de informes	
Frecuencia de los informes	<b>Nota:</b> Por ejemplo, semanal, mensual, trimestral o anual.
Control de Calidad (CC) y Garantía de Calidad (GC)	<b>Nota:</b> Se debe realizar una gama de control de calidad y garantía de calidad.
Verificación	



## INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Elemento del sistema MRV	Definición/Descripción
	<b>Nota:</b> Consideraciones para calcular este nivel:
Nivel previsto de mitigación que debe alcanzarse y/o nivel objetivo de otros indicadores (si procede)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las emisiones y absorciones totales de las fuentes y sumideros a los que se dirige.</li> <li>2. La cantidad objetivo de emisiones que deben reducirse o las absorciones que deben aumentarse como resultado de la política o acción, tanto anual como acumulativamente, durante la vida de la política o acción (o en una fecha determinada).</li> <li>3. El nivel objetivo de indicadores clave.</li> </ol>
Título del establecimiento de legislación, reglamentos u otros documentos fundacionales	
Procedimientos de MRV	
Mecanismos de observancia	

---

Referencia a los documentos de  
orientación pertinentes

---

El contexto más amplio/importancia de  
la política o acción

**Nota:** Contexto más amplio para comprender la política o acción, por ejemplo, otras políticas o acciones que la política o acción reemplaza, o el contexto político de la política o acción.

Esquema de los efectos no GEI  
o los beneficios colaterales de la  
política o acción

**Nota:** Cualquier beneficio anticipado que no sea la mitigación de GEI, por ejemplo, la seguridad energética, la mejora de la calidad del aire, los beneficios para la salud, el aumento de los empleos, o cualquier indicador objetivo relevante.

---

Otra información relevante

---



**MEDIO AMBIENTE**  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH