

# IV La evaluación de los flujos de inversión y de financiamiento para mitigación en el sector del transporte



## 4.1 Introducción

El calentamiento global es uno de los más serios desafíos del desarrollo para la humanidad, además de ser otro problema ambiental. Las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) del sector del transporte son uno de los principales aportes al calentamiento global. Dan cuenta de alrededor de un cuarto de las emisiones globales totales de GEI y actualmente están experimentando un rápido aumento, particularmente en los países en desarrollo. El mundo en desarrollo dará cuenta de la porción más grande de este crecimiento, con tasas de crecimiento pronosticadas (2000-2030) entre 3,5% y 5,3% anuales, en comparación con el 1,2% a 1,4% de la OCDE<sup>1</sup>.

En las últimas décadas, el sector del transporte se ha vuelto un tema crucial para el desarrollo y la productividad de las ciudades y los países, particularmente el transporte público, debido a: a) un abrupto crecimiento económico, b) políticas económicas hacia la apertura de mercados extranjeros con automóviles a bajo precio y bajos precios de los combustibles (por ejemplo, los subsidios a los combustibles) c) una alta tasa de crecimiento de la motorización d) un sistema de transporte público frágil que fomenta el uso de vehículos particulares e) un desarrollo espacial que no toma en cuenta un desarrollo orientado al tránsito e f) instituciones públicas débiles.

La reducción de las emisiones en el sector del transporte se puede alcanzar básicamente a través de tres medios diferentes (consulte la Tabla 4-2):

- La reducción de emisiones por kilómetro conducido: Esto conduce a una mejor eficiencia en el transporte de mercancías o personas, sin cambiar las estructuras de los desplazamientos, la cantidad de desplazamientos o los motivos para éstos. Las medidas en esta área incluyen el cambio de tecnologías (por ejemplo, el uso de vehículos híbridos), un cambio en el tipo de combustible (por ejemplo, el uso de biocombustibles), los cambios conductuales/operacionales como la conducción ecológica o eficiente [*eco-drive*] o una mejor gestión de la flota (por ejemplo, un mejor mantenimiento, neumáticos y aceites de mejor rendimiento, etc.), y proyectos de infraestructura, por ejemplo, para reducir la congestión y, de este modo, mejorar la velocidad de conducción promedio.
- La reducción de emisiones por unidad transportada: es decir, menos emisiones por pasajero-kilómetro o por tonelada-kilómetro. La eficacia en el transporte de bienes o personas mejora sin cambiar las estructuras de los desplazamientos, la cantidad de desplazamientos o los motivos para éstos. Las emisiones por viaje se pueden reducir a través del cambio en los medios de transporte (por ejemplo, de un automóvil de pasajeros a autobús, o de transportar carga por tierra a transportarla por ferrocarril), el uso de

<sup>1</sup> Price, L., S. et al, 2006. *Sectoral trends in global energy use and greenhouse gas emissions*. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA. Disponible en: <http://ies.lbl.gov/iespubs/56144.pdf>

unidades de mayor capacidad (por ejemplo, el uso de autobuses grandes articulados en vez de gran cantidad de pequeñas unidades), y el aumento de los índices de ocupación, por ejemplo, haciendo más atractivo el transporte público o aumentando los factores de carga de los camiones a través de medidas de políticas y/o gestión.

- La reducción de las distancias conducidas o de la cantidad de viajes realizados reduce las emisiones de GEI mediante la reducción de la necesidad o duración de los viajes. Las opciones en esta área incluyen cambiar la conducta de las personas, mejor gestión del tráfico, mejorar la planificación urbana, por ejemplo, a través de un Desarrollo Orientado al Tránsito [*Transit Oriented Development, TOD*] o un Desarrollo Eficiente para el Tránsito [*Transit Efficient Development, TED*] así como inversiones en infraestructura, por ejemplo, construyendo conexiones más cortas (por ejemplo, túneles).

Las medidas de mitigación en el sector del transporte no sólo reducen las emisiones de GEI sino que, en general, contribuyen también al desarrollo sostenible, al proporcionar beneficios adjuntos potencialmente significativos, como por ejemplo:

- Mejor calidad del aire con menos material particulado, NO<sub>x</sub> (óxido de nitrógeno), SO<sub>x</sub> (óxidos de azufre) y emisiones de ozono troposférico. Las medidas que mejoran significativamente la calidad del aire local se encuentran básicamente en el área de las políticas de transporte público, TOD<sup>2</sup>, y las políticas de cambio de tipo de combustible.
- Beneficios económicos a niveles macroeconómicos (por ejemplo, haciendo más atractivas las ciudades a través del establecimiento de modernos sistemas de transporte masivo), reducción de los costos de congestión y reducción en el consumo de combustible.
- Beneficios sociales como resultado de una mejora en la calidad del aire y, por lo tanto, menos enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica, entre ellas, más baja morbilidad y mortalidad básicamente derivadas de enfermedades respiratorias. Muchas medidas, por ejemplo, en el área del transporte público, TOD e infraestructura, reducen también la contaminación acústica y los riesgos de accidentes.

Este capítulo busca ofrecer una guía para la aplicación dentro del sector del transporte de Evaluaciones de flujos de inversión y de financiamiento para la identificación y el establecimiento de prioridades de políticas, medidas y opciones tecnológicas e inversiones dirigidas a mitigar los efectos del cambio climático.

#### **4.2 La aplicación de la metodología de flujos de inversión y de financiamiento para la mitigación en el sector del transporte**

Esta sección describe cómo se debería aplicar la metodología de flujos de inversión y de financiamiento descrita en el Capítulo II para calcular las necesidades financieras adicionales o la reasignación de inversiones y el financiamiento a fin de poner en práctica las principales opciones de mitigación en el sector del transporte. Por este motivo, y para evitar las repeticiones, parte de la información que se proporciona en el Capítulo II que es pertinente a todos los sectores, no se incluye en este capítulo. Se recomienda leer atentamente el Capítulo II antes de leer éste en detalle.

---

<sup>2</sup> Desarrollo Orientado al Tránsito

Tal como se describe en el Capítulo II, la estimación de flujos de inversión y de financiamiento implica una serie de ocho pasos que se describirá en detalle a continuación:

- 1) Establecer los principales parámetros de la evaluación
- 2) Recopilar los datos pertinentes (histórico, actual y proyección) para elaborar el escenario
- 3) Definir el escenario de línea de base
- 4) Calcular los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, para la línea de base
- 5) Definir el escenario de mitigación
- 6) Calcular los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, en el escenario de mitigación
- 7) Calcular los cambios en los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento para ejecutar el escenario de mitigación
- 8) Evaluar las repercusiones en materia de políticas

### **Paso 1: Establecer los principales parámetros de la evaluación**

*>>> Definir un alcance detallado del sector*

El primer paso supone que cada país define con precisión los subsectores del transporte que se tomarán en cuenta en la Evaluación de flujos de inversión y de financiamiento (carretero, ferroviario, aéreo, acuático, transporte por oleoducto y otras formas de transporte, si existen datos significativos disponibles) así como sus definiciones. La definición de los subsectores determinados se basa en las necesidades, prioridades y la disponibilidad de la información contenida en cada país. Esta definición también depende de los programas y los planes determinados y evaluados por cada país, y la relativa importancia de cada subsector dentro de los términos de las emisiones de GEI y la contribución al nivel económico, entre otros.

La Tabla 4-1 es una propuesta de subsectores dentro del sector del transporte, según el IPCC de 2006 (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). Sin embargo, la definición y el nivel de desagregación de cada subsector está determinada por cada país de acuerdo con los elementos mencionados anteriormente y debe seguir la evaluación preliminar establecida en el documento *La preparación de un plan de trabajo para la evaluación de flujos de inversión y de financiamiento*<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> www.undp.org. UNDP, 2008. "Preparing a Workplan for the Investment & Financial Flows Assessment"

**Tabla 4-1: El alcance del sector del transporte**

Subsectores	Transporte de pasajeros Urbano/interurbano/nacional/internacional	Transporte de mercancías
<b>Transporte por carretera</b>	Automóviles para pasajeros	Camiones
	Motocicletas	
	Buses	
	Triciclos motorizados	
	Taxis	
	Transporte no motorizado (TNM)	
<b>Ferrocarriles</b>	Ferrocarril interurbano /Metro/LTR <sup>4</sup> /Tranvía	Ferrocarril interurbano
<b>Aviación Civil</b>	Aviación local / Aviación internacional	Aviación local / Aviación internacional
<b>Navegación acuática</b>	Navegación acuática nacional / Navegación acuática internacional	Navegación acuática nacional / Navegación acuática internacional
<b>Transporte por oleoducto</b>		Petróleo, gas, productos químicos, otros
<b>Otras formas de transporte</b>	Vehículos y maquinaria móvil utilizados dentro de la agricultura, la silvicultura, la industria (incluida la construcción y el mantenimiento), el uso residencial, y otros, como el equipo de apoyo en tierra de los aeropuertos, los tractores agrícolas, las motosierras, las carretillas elevadoras, y las motos para nieve	

Fuente: Adaptación IPCC, 2006. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 3, Volumen 2. *Mobile Combustion*<sup>5</sup>.

Nota: Este listado de subsectores se presentan sólo para fines ilustrativos. No todos ellos son siempre viables en diferentes países en desarrollo, y para los fines de la Evaluación de flujos de inversión y de financiamiento es posible que se seleccionen sólo algunos de ellos (o incluso, otros subsectores definidos en diferentes niveles de agregación).

Por otro lado, la definición del sector y sus subsectores debe evitar la doble contabilización, por ejemplo, si un país decide evaluar el uso de biocombustibles o la mejora en el mantenimiento de vehículos como medidas de mitigación para la Evaluación de flujos de inversión y de financiamiento, estas medidas pueden incluir ya sea el sector del transporte o de la energía, pero no ambos, puesto que se podría generar doble contabilización. Asimismo, las medidas en el área de la generación de electricidad pueden afectar las emisiones en el transporte, especialmente en el subsector de los ferrocarriles, si la energía de tracción es básicamente la electricidad.

>>> *Especificar el período de evaluación y el año de base*

Dentro del sector del transporte, el período de evaluación recomendado es de 25 años, debido a la vida útil de la infraestructura (por ejemplo, Proyectos masivos del sistema de transporte como el autobús expreso (*Bus Rapid Transit*, BRT) o los Metros. Sin embargo, algunas medidas de mitigación y su impacto son de corto plazo y, por lo tanto, el período de evaluación es bastante inferior a 25 años. Entre las medidas con un impacto de tiempo limitado se encuentran, por ejemplo, las mejoras en el mantenimiento, la conducción ecológica o los cambios en las conductas, los que exigen un gasto constante para evitar volver a caer en los niveles anteriores. Asimismo, las medidas de cambio de combustible pueden ser de una naturaleza cortoplacista, puesto que muchos vehículos permiten a los usuarios escoger a partir de diferentes combustibles, por ejemplo, biocombustible puro, una mezcla de biocombustible o combustible fósil, o el uso de

<sup>4</sup> Tren ligero

<sup>5</sup> Incluye las emisiones directas e indirectas generadas para cada uno de los subsectores.

gas frente a la gasolina en los vehículos para dos combustibles. En tales casos, el impacto de las políticas y de las medidas depende también de desarrollos de precio relativo, impuestos y otros incentivos, los que pueden variar en el corto plazo.

El año 2005 se puede tomar como año de base, realizando la evaluación en dólares constantes de 2005. A pesar de lo antes mencionado, la definición del período de evaluación depende de la planificación nacional, la disponibilidad de datos, y el enfoque analítico. Del mismo modo, el equipo de evaluación puede determinar la definición del año de base.

*>>> Identificar las medidas de mitigación preliminares*

Para la evaluación, se debe identificar un conjunto de opciones de mitigación preliminares. La Tabla 4-2 presenta un listado de acciones asociadas con las diferentes opciones de mitigación. Entre los criterios previstos para evaluar las opciones preliminares de mitigación están el potencial de mitigación de GEI, los beneficios ambientales y sociales, los costos operacionales y de inversión, los impactos económicos, así como la importancia del subsector dentro del sector del transporte en el país que está siendo evaluado.

**Tabla 4-2: Las medidas de mitigación para el sector del transporte**

<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>		
<b>Reducción de emisiones por kilómetro conducido</b>	<b>Reducción de emisiones por unidad transportada (pkm<sup>6</sup> o tkm<sup>7</sup>)</b>	<b>Reducción de emisiones a través de la reducción de la distancia conducida o la cantidad de desplazamientos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de combustibles con alto nivel a bajo nivel de emisiones de carbono (biocombustibles, gas natural, electricidad)</li> <li>• Nuevas tecnologías de vehículos (como los híbridos, el hidrógeno en los vehículos con celda de combustible, los vehículos eléctricos)</li> <li>• La introducción de mejores prácticas (mejorar el mantenimiento, la conducción ecológica)</li> <li>• El cambio en las conductas (como la compra de vehículos de alto rendimiento energético)</li> <li>• Mejoras en la infraestructura para reducir la congestión, por ejemplo, pasos elevados, señales de tránsito inteligentes, etc.</li> <li>• Mejor despacho de vehículos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio modal de vehículos de alta a baja emisión; para pasajeros, por ejemplo, de automóvil a transporte público o vehículo motorizado a TNM; para transporte, por ejemplo, terrestre a ferroviario, o terrestre a marítimo</li> <li>• Uso de unidades (más) grandes con índices de ocupación comparables</li> <li>• Mejora en los índices de ocupación, por ejemplo, a través de un mejor despacho de vehículos o haciendo más atractivo el medio de transporte</li> <li>• Aumento del número de pasajeros del transporte público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio en las conductas de las personas</li> <li>• Una mejor gestión del tráfico, por ejemplo, a través de información sobre la congestión, aparcamientos libres, etc.</li> <li>• Medidas de TOD o TED. La idea básica es integrar el desarrollo de los terrenos urbanos con el desarrollo del transporte mediante la construcción de “nudos” urbanos densos, de usos múltiples y de fácil acceso para los peatones, concentrados alrededor de las estaciones de transporte público</li> <li>• Tarifación vial (autopistas de peaje)</li> <li>• Restricción en el uso de automóviles</li> <li>• Medidas de infraestructura para reducir las distancias de desplazamientos, por ejemplo, conexiones viales más cortas, túneles, puentes, etc.</li> </ul>

Nota: Estas son sugerencias de posibles medidas de mitigación dentro de los sectores del transporte. No todas ellas son siempre viables en diferentes países en desarrollo, y para los fines de la Evaluación de flujos de inversión y de financiamiento es posible que se seleccionen sólo algunas de ellas.

Como primer paso para la selección preliminar de opciones de mitigación se recomienda identificar la contribución relativa de cada subsector dentro del sector del transporte y, de esta manera, identificar subsectores con una gran contribución que ayuden también a ajustar las prioridades del país. Para llevar a cabo este paso, se recomienda que el equipo de evaluación realice una estimación bruta de GEI, según las sugerencias del Anexo 1<sup>8</sup>.

Una vez que se ha realizado la selección de los subsectores o del subsector, se deben identificar las medidas de mitigación para cada uno, basándose en un período de puesta en práctica breve, medio o largo, así como identificar las principales barreras de puesta en práctica, por ejemplo, las barreras sociales, financieras, ambientales e institucionales.

A pesar de lo anterior, la elección de las diferentes opciones se debe basar en las prioridades y políticas de los países, la planificación de desarrollo, y los estudios completados previamente para

<sup>6</sup> pkm: pasajero - kilómetro

<sup>7</sup> tkm: ton- kilómetro

<sup>8</sup> En caso de un estudio de inventario existente de emisiones de GEI, tome esta información o emplee los resultados de los estudios de mitigación donde ya existe un establecimiento de prioridades de las medidas a implementar por parte del país

el establecimiento de prioridades de acciones de mitigación. El listado preliminar se puede obtener a menudo a partir de planes nacionales o sectoriales existentes, Comunicaciones Nacionales y Acciones Nacionales Adecuadas para Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés).

Como resultado de esta identificación preliminar se sugiere obtener un listado de contenga cierta cantidad de medidas viables para aplicar en el país evaluado que cubra objetivos y metas nacionales identificadas en *“La preparación de un plan de trabajo para la evaluación de flujos de inversión y de financiamiento.”*<sup>9</sup>

### >>> *Seleccionar el enfoque analítico*

Existen limitaciones en la capacidad de los modelos existentes de desarrollar los escenarios de línea de base y mitigación, así como de estimar las emisiones de GEI y las corrientes asociadas de costos de operación y mantenimiento y flujos de inversión y de financiamiento anuales. Esto se debe tomar en consideración al interpretar los resultados de tales modelos.<sup>10</sup> El enfoque analítico recomendado para la evaluación de las diferentes opciones de mitigación del transporte (Identificar medidas de mitigación preliminares) es construir modelos que permitan incluir estas posibles opciones. La construcción del modelo se basa en datos proporcionados por datos de estudios, planes, proyecciones completadas, y la situación actual, entre otros.

En los casos en que el país a evaluar cuenta con algún enfoque analítico desarrollado dentro de los proyectos previos, es decir, para la elaboración de las Comunicaciones Nacionales, o haya desarrollado modelos para el sector del transporte, esto se debe tomar en cuenta como base de construcción para el enfoque analítico.

Si no se usó un enfoque analítico de modelo predeterminado para la estimación de costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento dentro del escenario de línea de base o el escenario de mitigación, se deben estimar los flujos con la información disponible encontrada en el país a evaluar o con fuentes ajustadas al país a evaluar. En casos donde la información se obtuvo basándose en fuentes de un país extranjero, se recomienda establecer un límite superior e inferior a fin de obtener una variedad de resultados.

A fin de estimar las emisiones de GEI dentro los escenarios de mitigación y de línea de base, se sugiere aplicar ya sea enfoques ascendentes o descendentes basados en la disponibilidad de datos. En los casos en donde la información se obtuvo basándose en un enfoque ascendente o descendente se recomienda establecer un límite superior o inferior a fin de obtener un margen de resultados.

---

<sup>9</sup> www.undp.org. UNDP, 2008. “Preparing a Workplan for the Investment & Financial Flows Assessment”

<sup>10</sup> ICF, 2008. *Integrating Climate Change into the Transportation Planning Process*. Disponible en: <http://www.fhwa.dot.gov/hep/climatechange/climatechange.pdf>

## **Paso 2: Recopilar datos históricos de costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, datos de costo de subsidio (si se incluyen explícitamente), y otros datos de entrada para escenarios**

*>>> Recopilar datos históricos anuales de flujos de inversión y flujos de financiamiento, desagregados por fuente y entidad de inversión*

La metodología recomienda la recopilación de información histórica dentro de los últimos 10 años o como mínimo, los últimos 3 años de datos de flujos de inversión y de financiamiento. Se deben recolectar datos para cada tipo de inversión, y el flujo de inversión y de financiamiento se debe desagregar por entidad, fuente y año. Esta desagregación se ilustra en la Tabla 2-3, capítulo II<sup>11</sup>.

Los datos de flujos de inversión y de financiamiento que se deben recopilar pueden encontrarse en una o más de las siguientes organizaciones, por ejemplo, autoridades de transporte, instituciones de investigación públicas y privadas, universidades, autoridades energéticas, autoridades de planificación, la secretaría de hacienda, entre otros<sup>12</sup>.

A modo de ejemplo, el flujo de inversión en un Sistema de Transporte Masivo se encuentra asociado con los costos de infraestructura (caminos y estaciones de buses), costos de flotas de vehículos, sistema de cobro de billetes así como sistemas de gestión de tráfico/TI. O en el caso de restricciones en el uso de vehículos, como “punta y placa<sup>13</sup>”, los flujos financieros se asocian con los costos de puesta en práctica, como son las campañas de información pública, los costos logísticos asociados con las medidas de cumplimiento, etc.

Si existen suficientes datos detallados y de buena calidad, incluida la distribución de la flota y la distancia total conducida por categoría de vehículo, se recomienda emplear el enfoque ascendente más que el descendente.

*>>> Recopilar datos históricos anuales de costos de operación y mantenimiento, desagregados por fuente y entidad de inversión*

Al igual que en el punto anterior, se deben recolectar los costos anuales de operación y mantenimiento puesto que son la base para la estimación de futuros costos desde nuevos activos (por ejemplo, costos de mantenimiento de infraestructura vial y de estaciones, costos de operación y mantenimiento de buses). Se deben recolectar datos para cada tipo de inversión y el flujo de inversión y de financiamiento se debe desagregar por entidad, fuente y año. Esta desagregación se ilustra en la Tabla 2-4, Capítulo II.

Los datos de operación y mantenimiento que se deben recolectar pueden residir en una o más de las siguientes organizaciones, por ejemplo, autoridades de transporte, instituciones de

---

<sup>11</sup> La disponibilidad de datos puede ser limitada. No se recomienda invertir demasiado esfuerzo en recolectar estos datos, puesto que las proyecciones para diferentes medidas así como los costos de línea de base en el futuro son altamente inciertos.

<sup>12</sup> La disponibilidad de datos puede ser limitada. No se recomienda invertir demasiado esfuerzo en recolectar estos datos, puesto que las proyecciones para diferentes medidas así como los costos de línea de base en el futuro son altamente inciertos.

<sup>13</sup> La restricción basada en el número de la placa, los vehículos tienen restricciones de tránsito durante algunos días de la semana y en las horas punta o el día completo.

investigación públicas y privadas, universidades, autoridades energéticas, autoridades de planificación, la secretaría de hacienda, entre otros<sup>14</sup>.

A modo de ejemplo, los Costos de operación y mantenimiento de un Sistema de Transporte Masivo se encuentran asociados con los Costos de operación y mantenimiento de infraestructura, flota y cobro de billetes.

Asimismo, los datos de costos de operación y mantenimiento proporcionan información para su primer año y se emplean a partir de entonces en los pasos 4 y 6 de la evaluación. Si no hay costos de operación y mantenimiento disponibles, la metodología del Capítulo II establece dos maneras para su estimación: la primera se basa en datos de otros países ajustados al país evaluado, mientras que el segundo enfoque se basa en calcular un porcentaje de los costos de inversión como costos de operación y mantenimiento. Por ejemplo, los costos anuales de operación y mantenimiento de infraestructura (caminos y estaciones) dentro de un BRT<sup>15</sup> pueden ser de entre 1% y 3% de la inversión total en infraestructura.

*>>> Recopilar datos históricos anuales de costos de subsidio, si los subsidios se incluyen explícitamente en la evaluación*

La diferenciación de costos de subsidio es opcional. En caso de que el país evaluado escoja separar subsidios, se necesita una desagregación de costo de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento para cada tipo de inversión.

Las estimaciones de costos de subsidio se pueden encontrar dentro de las entidades de gobierno a nivel local y nacional, dentro de entidades públicas y privadas, y dentro de instituciones académicas, entre otros. Los datos de desagregación provenientes de la información de costos de subsidio, se ilustran en la Tabla 2-5, Capítulo II.

*>>> Recopilar otros datos de entrada para los escenarios*

Además de los datos históricos de costos de operación y mantenimiento y flujos de inversión y de financiamiento, la caracterización de los escenarios y la estimación de los costos anuales para los escenarios exigirá la recopilación de otros datos históricos, actuales y proyectados/estimados para el sector.

El siguiente listado ofrece información útil para construir los escenarios de mitigación y línea de base. No toda la información se encontrará disponible y es probable que se empleen estimaciones o valores por defecto, al menos en una primera ronda:

- Estudios de planificación de transporte y movilidad
- Datos de crecimiento económico, crecimiento de la población
- Ventas por tipo de combustible y subsector
- Caracterización de la demanda de pasajeros y carga, por medios de transporte
- Caracterización de la distribución por medios de transporte

---

<sup>14</sup> La disponibilidad de datos puede ser limitada. No se recomienda invertir demasiado esfuerzo en recolectar estos datos, puesto que las proyecciones para diferentes medidas así como los costos de línea de base en el futuro son altamente inciertos.

<sup>15</sup> Autobús expreso

- Caracterización de la flota automotriz por categoría y tipo de combustible
- Consumo de combustible por categoría y tipo de combustible
- Kilómetros recorridos por categoría y medio de transporte
- Índice de ocupación por modo de vehículo
- Caracterización de las tecnologías disponibles dentro del mercado para el sector del transporte
- Estudios de impacto ambiental y social
- Estudios de evaluación económica

### **Paso 3: Definir el escenario de línea de base**

El escenario de línea de base describe las condiciones “Como hasta ahora” (*Business as Usual, BAU*), es decir, la descripción de lo que comúnmente sucede en la ausencia de políticas o medidas de mitigación adicionales. La definición de este escenario se debe definir en la proyección para el sector del transporte, la planificación nacional, las inversiones y programas esperados, los cambios tecnológicos, las proyecciones económicas y de la población, las Comunicaciones Nacionales, entre otras variables. La información a incluir en el escenario de línea de base es la esperada para el período de tiempo para el cual tiene lugar la evaluación (consulte el Paso 1) y la proporcionan las instituciones de gobierno.

Las medidas de mitigación a incluir en este escenario son aquellas que ya se han puesto en práctica, así como aquellas que se espera que el país evaluado aplique; por ejemplo, si dentro de la planificación nacional se agrega una nueva línea de metro programada o una nueva línea de buses (BRT<sup>16</sup>) dentro del período evaluado, este tipo de inversión se contemplaría en el escenario de línea de base pero no en el escenario de mitigación.

Tal como se indica en el Paso 1, se sugiere que la construcción del escenario de línea de base se funde en enfoques ascendentes o descendentes; el criterio de selección depende de la disponibilidad de información del país a evaluar. Con el enfoque ascendente, la demanda se proyecta para pasajeros y carga, así como la flota necesaria por categoría para cubrir aquella demanda y los kilómetros recorridos por categoría de vehículo y tipo de combustible para los diferentes subsectores analizados; estas proyecciones se realizan basándose en las tendencias de crecimiento de la población, el crecimiento económico, los cambios tecnológicos esperados, las políticas sectoriales, así como las estrategias de mitigación aplicadas, la planificación urbana, las tendencias históricas, entre otras. El enfoque descendente se basa en proyecciones de ventas por tipo de combustible para cada subsector; si bien este enfoque tiene un nivel de incertidumbre más alto que el anterior, todo depende de las proyecciones del precio del combustible y las proyecciones de los ingresos.

El Anexo 1 contiene información con respecto a la ayuda en las estimaciones de emisiones de GEI.

---

<sup>16</sup> Autobús expreso

**Paso 4: Calcular los costos anuales de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, y los costos de subsidio si se incluyen explícitamente, para el escenario de línea de base**

*>>> Calcular los flujos de inversión y flujos de financiamiento anuales para cada tipo de inversión, desagregados por entidad de inversión y fuente de financiamiento*

Dentro de este paso, los flujos de inversión y los flujos de financiamiento se deben desagregar para cada tipo de inversión por fuente, entidad y año esperado de desarrollo, tal como se demuestra en la Tabla 2-3, Capítulo II. Los costos deben ser en términos reales, es decir, en dólares constantes de 2005 (consulte el Paso 1) o el año de base determinado, definido por el equipo de evaluación, y se deben descontar usando tasas de descuento apropiadas, públicas y privadas.

Los datos de flujos de inversión y de financiamiento que se deben recopilar pueden encontrarse en una o más de las siguientes organizaciones, por ejemplo, autoridades de transporte, instituciones de investigación públicas y privadas, universidades, autoridades energéticas, autoridades de planificación, la secretaría de hacienda, entre otros.

*>>> Calcular los costos de operación y mantenimiento anuales para cada flujo de inversión, desagregados por entidad de inversión y fuente de financiamiento*

La estimación de costos anuales de operación y mantenimiento para cada tipo de inversión se debe desagregar por entidad y fuente de financiamiento, tal como se indica en la Tabla 2-4, capítulo II. Del mismo modo, se deben incluir los costos anuales de operación y mantenimiento para cada activo de explotación adquirido antes del período de evaluación. Aquellos costos se deben recopilar para cada uno de los subsectores analizados y, tal como se afirmó previamente en toda la evaluación, aquellos costos deben ser constantes de año de base, siguiendo la recomendación del Paso 1 de considerar el dólar de 2005 como base o el año de base predeterminado, definido por el equipo de evaluación y se debe descontar empleando tasas de descuento apropiadas, públicas y privadas.

Para aquellos activos adquiridos durante el período de evaluación que se espera que continúen en funcionamiento después del último año del período de evaluación, se deben estimar costos anuales de operación y mantenimiento para cada año adicional que los activos se encuentren en funcionamiento, hasta un período adicional de cinco años posterior al fin del período de evaluación.

Los datos de operación y mantenimiento que se deben recopilar pueden encontrarse en una o más de las siguientes organizaciones, por ejemplo, autoridades de transporte, instituciones de investigación públicas y privadas, universidades, autoridades energéticas, autoridades de planificación, la secretaría de hacienda, entre otros. En caso que los costos de operación y mantenimiento no se encuentren disponibles, la metodología dentro del Capítulo II establece dos modos de determinarlos.

*>>> Calcular los costos de subsidio anuales para cada tipo de inversión y para costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, si los subsidios se incluyen explícitamente en la evaluación*

En caso que el país decida incluir costos de subsidio divididos, se necesita una desagregación de los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento para cada tipo de inversión. Los costos anuales de los subsidios deben ser en términos reales, es decir, dólares constantes de 2005 (consulte el Paso 1) o el año de base predeterminado, definido por el equipo de evaluación y se debe descontar empleando tasas de descuento apropiadas, públicas y privadas.

La recopilación y/o la estimación de los costos de subsidio se puede encontrar dentro de las entidades de gobierno a nivel local y nacional, instituciones académicas y entidades privadas y públicas, entre otras. Los datos desagregados provenientes de la información de costos de subsidio se ilustra en la Tabla 2-5, Capítulo II.

### **Paso 5: Definir el escenario de mitigación**

Este paso implica desarrollar una descripción de lo que es probable que ocurra <sup>17</sup> en cada subsector durante el período de evaluación en presencia de políticas adicionales para hacer frente al cambio climático, en comparación con el escenario de línea de base. La definición del escenario debe incorporar medidas de mitigación de GEI para cada subsector especificando las inversiones necesarias, tiempo, características específicas, etc., a fin de poner en práctica medidas, por ejemplo, la construcción de una línea de metro, la restricción en el uso de los automóviles, las campañas para programas de uso compartido de vehículos privados, los cambios tecnológicos en las flotas de buses, las mejoras en el mantenimiento de las flotas, entre otros. Esto permite identificar claramente los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento para cada medida a fin de realizar la estimación correspondiente.

Para definir el escenario de mitigación se sugiere establecer objetivos de reducción de emisiones durante el lapso de tiempo de la proyección. Tal como se indica en el Paso 1, considerando que la construcción del escenario de mitigación es respaldada por el enfoque ascendente basado en las proyecciones de demanda para pasajeros y carga, así como la flota necesaria estimada para cubrir aquella demanda calculando los kilómetros recorridos por categoría de vehículo y tipo de combustible. Estas proyecciones se deben realizar basándose en tendencias de crecimiento de la población, crecimiento económico, políticas sectoriales, así como nuevas medidas de mitigación a implementar en el corto, mediano y largo plazo (incluidos los cambios tecnológicos necesarios).

El Anexo 1 contiene información correspondiente a la asistencia para las estimaciones de emisiones de GEI.

---

<sup>17</sup> Los modelos ascendentes tienden a sobreestimar lo que es probable que ocurra porque no consideran el comportamiento humano. Los modelos descendentes tienden a subestimar lo que es probable que ocurra porque no tienen buen sentido de cambio tecnológico, incluidos los cambios en los costos asociados con nuevas tecnologías que se desarrollan en respuesta específica al tema del cambio climático. De este modo, la descripción de “lo que es probable que ocurra” siempre contendrá incertidumbre, la que se puede demostrar de manera más transparente expresando resultados en niveles (nivel inferior/superior) en vez de estimaciones de punto.

La metodología sugiere que el conjunto de medidas de mitigación preliminares que se identificaron previamente se debe reevaluar para definir las medidas de mitigación dentro de cada uno de los subsectores identificados en el Paso 1, dado el enfoque analítico escogido en el Paso 1, los datos recolectados en el Paso 2, y el análisis de línea de base completado en el Paso 3.

Para el país, se sugiere realizar una revisión del establecimiento inicial de prioridades de medidas de mitigación (Paso 1) basado en el desarrollo nacional y en las prioridades del sector del transporte y usando los siguientes criterios como opciones de mitigación a priorizar:

- potencial de reducción de GEI
- evaluación económica contemplando los costos y los beneficios económicos de las medidas de mitigación, incluidos los beneficios ambientales (excluidos los beneficios de GEI) en salud, los beneficios de ahorro de tiempo y la reducción de la congestión
- la evaluación financiera de la medida
- evaluación social tomando en cuenta los criterios de impacto, como la creación de trabajo

Una vez que se obtienen los criterios de establecimiento de prioridades sugeridos, se recomienda que cada país establezca criterios reflexivos y un establecimiento de prioridades de las opciones de mitigación.

#### **Paso 6: Calcular los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, y los costos de subsidio si se incluyen explícitamente, para el escenario de mitigación**

*>>> Calcular los flujos de inversión y flujos de financiamiento anuales para cada tipo de inversión, desagregados por entidad de inversión y fuente de financiamiento*

En este paso, se estiman y desagregan los flujos de inversión y los flujos de financiamiento para cada tipo de inversión por fuente, entidad y año desarrollado y proyectado, tal como se ilustra en la Tabla 2-3, Capítulo II. Los costos deben ser en términos reales, es decir, dólares constantes de 2005 (consulte el Paso 1) o el año de base predeterminado definido por el equipo de evaluación y se debe descontar empleando tasas de descuento apropiadas, públicas y privadas.

Los datos de flujos de inversión y de financiamiento que se deben recopilar pueden encontrarse en una o más de las siguientes organizaciones, por ejemplo, autoridades de transporte, instituciones de investigación públicas y privadas, universidades, autoridades energéticas, autoridades de planificación, la secretaría de hacienda, entre otros.

*>>> Calcular los costos de operación y mantenimiento anuales para cada flujo de inversión, desagregados por entidad de inversión y fuente de financiamiento*

La estimación de los costos anuales de operación y mantenimiento para cada nueva inversión se deben desagregar por entidad y fuente de financiamiento, tal como se ilustra en la Tabla 2-4, Capítulo II. Se deben analizar los costos para cada subsector analizado tal como se estableció previamente a través de toda la evaluación y aquellos costos deben ser constantes del año de base, siguiendo la recomendación del Paso 1 de emplear dólares de 2005 como base o un año de base predeterminado definido por el equipo de evaluación y se deben descontar empleando tasas de descuento apropiadas, públicas y privadas.

Para aquellos activos adquiridos durante el período de evaluación que se espera que continúen en funcionamiento después del último año del período de evaluación, se deben estimar costos anuales de operación y mantenimiento para cada año adicional que los activos se encuentren en funcionamiento, hasta un período adicional de cinco años posterior al fin del período de evaluación.

Los datos de operación y mantenimiento que se deben recopilar pueden encontrarse en una o más de las siguientes organizaciones, por ejemplo, autoridades de transporte, instituciones de investigación públicas y privadas, universidades, autoridades energéticas, autoridades de planificación, la secretaría de hacienda, entre otros. En caso que los costos de operación y mantenimiento no se encuentren disponibles, la metodología dentro del Capítulo II establece dos modos para realizar las estimaciones, la primera es emplear datos de otros países ajustados a los del país analizado, o estimar los costos de operación y mantenimiento dentro de países extranjeros como porcentaje del costo de capital del tipo de inversión que se está analizando.

*>>> Calcular los costos de subsidio anuales para cada tipo de inversión relevante y para los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, si los subsidios se incluyen explícitamente en la evaluación*

En caso que el país decida incluir costos de subsidio divididos, se necesita una desagregación de los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento para cada tipo de inversión, por ejemplo, subsidios del gobierno para la operación y el mantenimiento del Sistema de Transporte Masivo del país, subsidios del gobierno para biocombustibles. Los costos anuales de los subsidios deben ser en términos reales, es decir, dólares constantes de 2005 (consulte el Paso 1) o el año de base predeterminado, definido por el equipo de evaluación y se debe descontar empleando tasas de descuento apropiadas, públicas y privadas.

La recolección y/o estimación de los costos de subsidio se puede encontrar dentro de entidades de gobierno a nivel local y nacional, entidades públicas y privadas e instituciones académicas, entre otras. Los datos de desagregación provenientes de la información de costos de subsidio se ilustran en la Tabla 2-5, Capítulo II.

**Paso 7: Calcular los cambios en los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, y, en los costos de subsidio si se incluyen explícitamente, necesarios para ejecutar las opciones de mitigación**

Para calcular los cambios en los costos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, necesarios para la puesta en práctica de medidas de mitigación dentro de cada subsector, es necesario restar los costos del escenario de línea de base del escenario de mitigación, encontrando dos objetivos primarios para este paso: determinar los cambios de los costos acumulativos de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento, y determinar los cambios en los costos anuales de operación y mantenimiento, flujos de inversión y flujos de financiamiento. Tal como se describe en el Capítulo II, se deben realizar los cálculos para cada subsector.

**Paso 8: Evaluar las repercusiones en materia de políticas**

Tomando en cuenta los resultados del paso anterior, el objetivo del paso actual es la evaluación de las repercusiones en materia de políticas con respecto a aquellos resultados, basándose en los análisis que calculan la envergadura y el cronograma de inversiones de los cambios en los flujos de inversión, flujos de financiamiento y operación y mantenimiento para cada entidad de inversión y fuente de financiamiento necesaria para la puesta en práctica de medidas de mitigación dentro de cada subsector.

Para el país, se sugiere realizar una revisión del establecimiento inicial de prioridades de las medidas de mitigación (Paso 5) basándose en los cálculos de costo adicional, y determinar las entidades de inversión que son responsables de los cambios más significativos en los flujos de inversión y de financiamiento, y las fuentes de financiamiento predominantes. Asimismo, se sugiere realizar la evaluación de las medidas de políticas que se pueden emplear para inducir a aquellas entidades a poner en práctica las medidas propuestas, más las fuentes de financiamiento adicionales empleadas para nuevas inversiones necesarias. También es necesario diferenciar entre las fuentes de financiamiento públicas y privadas, así como las fuentes locales y extranjeras.

Para cada una de las medidas de mitigación seleccionadas se debe determinar qué instrumentos e instituciones se requieren, y qué obstáculos existen para su puesta en práctica, tal como se indica en la Tabla 4-3.

**Tabla 4-3: Medidas de mitigación, instrumentos, entidades y obstáculos**

MEDIDA / TECNOLOGÍA	INSTRUMENTO	INSTITUCIONES	OBSTÁCULOS
Cambio de combustibles con alto nivel a bajo nivel de emisiones de carbono (biocombustibles, gas natural, electricidad)	Mandatos de mezcla de biocombustible  Incentivos en los precios de los combustibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno nacional</li> <li>• Empresas de distribución de combustible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de combustible.</li> <li>• Adaptaciones de infraestructura.</li> <li>• Ajustes tecnológicos</li> </ul>
La introducción de mejores prácticas: mejorar el mantenimiento, la conducción ecológica	Acuerdos voluntarios: entre los gobiernos y empresas privadas de flete  Concienciación y educación para los conductores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno</li> <li>• Empresas de transporte</li> <li>• Conductores particulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia al cambio</li> </ul>
Nuevas tecnologías de vehículos (como los híbridos, el hidrógeno en los vehículos con celda de combustible, los vehículos eléctricos)	Incentivos y políticas tributarias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno nacional</li> <li>• Empresas de distribución de combustible</li> <li>• Proveedores de tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo tecnológico</li> <li>• Costos de implementación.</li> <li>• Precios relativos del combustible</li> </ul>
Mejoramiento del transporte público urbano	Implementación de Sistemas de Transporte Masivo (BRT <sup>18</sup> , LTRs <sup>19</sup> , Metros, Tranvía) Reorganización del transporte público	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno nacional</li> <li>• Gobierno local</li> <li>• Empresas de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de inversión para la construcción de infraestructura y material rodante</li> <li>• Resistencia del sector del transporte existente</li> <li>• Implementación tecnológica</li> <li>• Resistencia política</li> <li>• Riesgo de implementación incompleta</li> </ul>
Mejor planificación urbana	Implementación de Desarrollo Orientado al Tránsito (TOD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobierno nacional</li> <li>• Gobierno local</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia a la implementación por parte de instituciones públicas y de la comunidad</li> <li>• Falta de conocimientos especializados y experiencia</li> <li>• Resistencia política</li> <li>• Riesgo de implementación incompleta</li> </ul>

*Fuente:* Grütter Consulting, 2009

Asimismo, a fin de determinar la eficacia del instrumento o instrumentos seleccionados para la puesta en práctica de medidas de mitigación, se debe determinar la eficacia del instrumento basándose en los criterios de evaluación.

<sup>18</sup> Autobús expreso

<sup>19</sup> Tren ligero

En cuanto a los criterios de evaluación, se considera una gran variedad a fin de determinar la conveniencia con respecto a la implementación de un instrumento; sin embargo, se han identificado cuatro criterios principales que emplean los encargados de la formulación de políticas IPCC(2007)<sup>20</sup>: eficacia ambiental, eficacia en función del costo, consideraciones distributivas (equidad) y viabilidad institucional. El primero está relacionado con el cumplimiento del objetivo ambiental propuesto (por ejemplo, reducir los GEI), el segundo hace referencia a la puesta en práctica de un instrumento de bajo costo e impacto para la sociedad, el tercero se refiere a los efectos de la puesta en práctica de los instrumentos dentro de diferentes grupos sociales, y el último está relacionado con la viabilidad y aceptación de la puesta en práctica del instrumento a nivel político, administrativo y de la comunidad.

Con respecto a diferentes instrumentos, la Tabla 4-4 presenta los criterios a considerar para la selección de instrumentos eficaces, a aplicar dentro del sector del transporte.

**Tabla 4-4: Instrumentos para implementación y criterios de evaluación**

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>EFICACIA AMBIENTAL</b>	<b>EFICACIA EN FUNCIÓN DEL COSTO</b>	<b>EQUIDAD</b>	<b>VIABILIDAD INSTITUCIONAL</b>
Mandatos de mezcla de biocombustible	Nivel de emisiones establecido directamente, aunque sujeto a excepciones  Depende de los aplazamientos y el cumplimiento  Son preferibles cuando la información u otros obstáculos le impiden a las empresas y a los consumidores responder a las señales de precios	Depende del diseño; la aplicación uniforme conduce a menudo a costos de conformidad totales más altos	Depende de la igualdad de condiciones  Los actores pequeños/nuevos se pueden ver en desventaja	Depende de la capacidad técnica; popular entre los organismos reguladores en los países con mercados de débil funcionamiento
Incentivos en los precios de los combustibles	Depende del diseño del programa; menos seguro que las regulaciones /estándares	Depende del diseño de programa y nivel; puede distorsionar el mercado	Beneficios Participantes seleccionados, posiblemente algunos que no lo necesitan	Popular entre los receptores; potencial resistencia por parte de los intereses creados  Puede ser difícil de retirar progresivamente

<sup>20</sup> IPCC, 2007. *Policies, Instruments and Co-operative Arrangements*. En Cambio climático 2007: mitigación. Contribución del grupo de trabajo III al cuarto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf>

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>EFICACIA AMBIENTAL</b>	<b>EFICACIA EN FUNCIÓN DEL COSTO</b>	<b>EQUIDAD</b>	<b>VIABILIDAD INSTITUCIONAL</b>
Acuerdos voluntarios: entre los gobiernos y las empresas de flotas privadas	Depende del diseño del programa, incluidos objetivos claros, un escenario de línea de base, participación de terceros en el diseño y revisión y disposiciones de supervisión	Depende de la flexibilidad y del alcance de las multas, recompensas e incentivos del gobierno	Los beneficios se acumulan sólo para los participantes	A menudo, políticamente popular; aumentar la sensibilización entre los organismos involucrados; han desempeñado un papel en la evolución de muchas políticas nacionales; requiere un número significativo de personal administrativo
Concienciación y educación para los conductores	Depende de cómo los consumidores emplean la información; bastante eficaz en combinación con otras políticas	Potencialmente bajo costo, pero depende del diseño del programa	Puede ser menos eficaz para grupos (por ejemplo, de bajos ingresos) que carecen del acceso a la información	Depende de la cooperación de grupos de interés especial
Incentivos y políticas tributarias	Depende de la capacidad para fijar un impuesto a un nivel que induzca a un cambio en el comportamiento. No pueden garantizar un nivel particular de emisiones	Mejor con una aplicación más amplia; costos administrativos más altos donde las instituciones son débiles	Regresivo; se puede mejorar con reciclaje de ingresos	Políticamente difícil de poner en práctica; Difícil de hacer cumplir con instituciones subdesarrolladas
Implementación de Sistemas de Transporte Masivo	Grandes beneficios en el corto, mediano y largo plazo	Altos costos de implementación	Cobertura de beneficios superior entre los grupos de usuarios	Difícil de implementar bajo ciertas estructuras burocráticas. Enfrenta una fuerte oposición política
Implementación de Desarrollo Orientado al Tránsito (TOD)	Grandes beneficios en el corto, mediano y largo plazo	Altos costos de implementación	Cobertura de beneficios superior entre los grupos de usuarios	Oposición de los organismos involucrados. Enfrenta una fuerte oposición política

Fuente: IPCC, 2007. *Policies, Instruments and Co-operative Arrangements*. En Cambio climático 2007: mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático. Disponible en:

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf>

IPCC, 2007: Transporte y su infraestructura. En Cambio climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de Trabajo III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre cambio climático. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter5.pdf>

Una vez identificados los criterios de evaluación para cada uno de los instrumentos seleccionados, se sugiere al equipo de evaluación determinar una ponderación para cada criterio de evaluación a fin de priorizar la selección del instrumento. Una vez que se completa la distribución, es probable que se necesiten ajustes a la evaluación de flujos de inversión y de financiamiento.

En la Tabla 4-5, se presenta un resumen de ejemplos de medidas aplicadas en diferentes países en desarrollo que respaldan la evaluación de políticas del país que está siendo evaluado.

**Tabla 4-5: Políticas aplicadas en países en desarrollo para el sector del transporte**

OBJETIVO	INSTRUMENTO	REGULACIONES Y NORMAS	ENTIDADES	PAÍS
Sustitución de combustible líquido por gas natural en aplicaciones móviles	Impuestos y precios diferenciales para vehículos a gas natural y gasolina	Ley nacional	Gobierno, empresas privadas, propietarios de automóviles, flotas de taxis	Bolivia
Mejorar el transporte público urbano	Implementar un sistema de transporte masivo (BRT <sup>21</sup> ) en ciudades con más de 600.000 habitantes e implementar Sistemas de Reorganización del Transporte Público Colectivo en las ciudades más pequeñas. Fuentes de financiación local y del gobierno establecidas por leyes	Ley nacional y Acuerdos de financiamiento de infraestructura	Gobierno nacional, gobierno local, empresas privadas, flotas de buses	Colombia
Mejorar la eficiencia energética de la flota de vehículos	Estándares de consumo de combustible, tecnologías avanzadas de vehículos de bajo consumo de combustible (Vehículos Eléctricos Híbridos)	Ley nacional	Gobierno nacional, gobierno local, empresas privadas	China
Promoción del etanol como fuente energética primaria	a) Exenciones tributarias para biocombustibles b) Promoción tecnológica a través de subsidios c) Desarrollo de vehículos que funcionen con biocombustible, o de motores policarburantes d) Subsidios para la producción de etanol	Ley nacional	Gobierno nacional, gobierno local, empresas privadas	Brasil

Fuente: Tirpak et al, 2008. *National Policies and Their Linkages to Negotiations*. Disponible en:

[http://www.undp.org/climatechange/docs/English/UNDP\\_National\\_Policies\\_final.pdf](http://www.undp.org/climatechange/docs/English/UNDP_National_Policies_final.pdf)

Wagner et al, 2006. *Climate Change Mitigation Strategies for the Transportation Sector in China*. Disponible en:

[http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Final\\_Draft\\_China\\_Mitigation\\_Transport\\_Sector\\_Research.pdf](http://www.hm-treasury.gov.uk/d/Final_Draft_China_Mitigation_Transport_Sector_Research.pdf)

DNP, 2003. Política nacional de Transporte Masivo Colombia. Disponible en:

[www.dnp.gov.co/archivos/documentos/Subdireccion.../3260.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/Subdireccion.../3260.pdf)

<sup>21</sup> Autobús expreso

## ANEXO 1

Para realizar la estimación de emisiones en el sector del transporte es necesario identificar cuáles son las fuentes de emisión consideradas para el cálculo de emisiones de GEI. En este sentido, las emisiones se clasifican en emisiones directas, emisiones indirectas y fugas.

Las emisiones directas son provocadas por actividades de transporte (transporte por carretera, ferrocarriles, aviación civil, navegación acuática, transporte por oleoductos). Sus principales fuentes, provenientes de la combustión de combustibles, son el CO<sub>2</sub> y pequeñas cantidades de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. A estas emisiones se les llama también emisiones “del estanque a la rueda” (*tank to wheel*), por ejemplo, las emisiones directas de un Sistema de Transporte Rápido Masivo (STRM) se basan en el consumo de electricidad empleado para su funcionamiento, multiplicado por el respectivo factor de emisión de carbono de la electricidad.

Las emisiones indirectas son emisiones previas al proceso, también llamadas emisiones “del pozo al estanque” (*well to tank*), y son aquellas relacionadas con la extracción, producción y transporte de combustibles, y otros portadores de energía, para suministro de combustible para vehículos, que genera emisiones de GEI. Por ejemplo, las emisiones indirectas por la operación de un sistema de autobús expreso están asociadas con el consumo de combustible multiplicado por el factor de producción de emisiones del combustible.

Las emisiones posteriores o de escape son provocadas por impactos indirectos no intencionados de las medidas de tránsito tomadas. Un aspecto bastante analizado en este contexto es el efecto rebote, el que básicamente incluye tráfico adicional provocado por las medidas del tránsito, por ejemplo, parte de las mejoras en la congestión que causa la construcción de caminos adicionales se ve eliminada nuevamente a través del tráfico adicional que esta medida provoca.

El enfoque analítico para cuantificación de emisiones se puede basar en métodos establecidos por las “Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”<sup>22</sup> para cada uno de los subsectores analizados. Las emisiones se pueden estimar dentro de dos enfoques, el primero es el enfoque descendente y el segundo es el ascendente. La aplicación de cada uno de los enfoques depende de la disponibilidad de información en cada país.

- 1) Descendente: Este método se basa en el consumo por tipo de combustible en el país evaluado. La información necesaria para calcular emisiones se basa en las estadísticas de ventas disponibles para cada tipo de combustible (gasolina, diesel, GNC (Gas Natural Comprimido), GLP (Gas licuado de petróleo), electricidad) en cada subsector del sector del transporte.
- 2) Ascendente: Este método de cálculo de emisiones estima el consumo total de combustible por flota, mediante el desglose de flota para cada subsector, el tipo de combustible, los kilómetros recorridos por el vehículo (VKT, por sus siglas en inglés) y el consumo promedio de combustible por kilómetro.

---

<sup>22</sup> [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)

Para ambos enfoques, es necesario contar con el factor de emisión de carbono que se debe determinar para los diferentes tipos de combustibles y tecnologías empleadas así como modos utilizados para la cuantificación de emisiones.

La siguiente sección presenta algunos datos para facilitar la determinación de emisiones de GEI.

## a. Datos (información) para el cálculo de emisiones

### a.1.1 La distribución modal en las ciudades en desarrollo

Los datos de distribución modal hacen referencia al uso del medio actual en la ciudad (uso del medio de línea de base). A través de medidas de políticas, es posible cambiar esta distribución de medio. En el tiempo, existe una tendencia a emplear menos medios públicos y más medios privados de transporte dentro de un caso como hasta ahora, lo que provoca un aumento en las emisiones de GEI.

#### Distribución de distintos medios de transporte en ciudades de América Latina

País	Ciudad	Año	Metro	Bus	Trolebús/ tren	Taxi	Automóvil es para pasajeros	Autobús expreso	Motoci cleta	TNM <sup>23</sup> / a pie
México	Ciudad de México -D.F	70s <sup>24</sup>	8,5%	51,2%	4,6%	12,6%	23,2%			
		80s <sup>25</sup>	19,1%	42,3%	3,2%	10,5%	25,0%			
		90s <sup>26</sup>	13,5%	65,8%	0,6%	2,5%	17,6%			
		00s <sup>27</sup>	5,5%	49,1%	2,0%	11,6%	31,4%	0,3%		
	Monterrey	70s <sup>28</sup>	1,0%	53,0%		2,0%	38,0%			6,0%
		80s <sup>29</sup>	1,0%	60,0%		2,0%	34,0%			3,0%
		90s <sup>30</sup>	1,0%	65,0%		3,0%	28,0%			3,0%
		00s <sup>31</sup>	2,0%	48,0%		9,0%	38,0%			3,0%
Colombia	Bogotá	90s <sup>32</sup>		15,0%		3,9%	47,3%			33,8%
		00s <sup>33</sup>		15,8%		4,0%	51,1%	10,4%		18,7%
	Medellín	90s <sup>34</sup>	6,2%	29,6%		19,2%	24,7%		3,6%	16,8%
		00s <sup>35</sup>	7,8%	33,1%		11,4%	12,4%		4,7%	30,5%
	Barranquilla	90s <sup>36</sup>		53,6%		4,8%	12,0%		3,4%	26,1%
		00s <sup>37</sup>		54,0%		6,6%	3,8%		16,6%	19,0%
Chile	Santiago de Chile	90s <sup>38</sup>	8,5%	59,6%		3,5%	18,5%			9,8%
		00s <sup>39</sup>	6,7%	42,2%		6,0%	38,6%			6,4%

Fuente: Adaptado por Grütter Consulting

<sup>23</sup> Transporte no motorizado, por ejemplo, la bicicleta.

<sup>24</sup> año :1972, Estudio "Definición de Políticas para el Transporte Público Concesionado conforme a las implicaciones financieras y ambientales" e información adaptada al período 1972- 1986: Coordinación General de Transporte, Departamento del Distrito Federal. Programa Integral

<sup>25</sup> año: 1986, Ídem

<sup>26</sup> año: 1994. INEGI, 1994. "Encuesta de origen –destino de los viajes de los residentes del AMCM".

<sup>27</sup> año: 2007. Secretaría de Transporte y Vialidad, 2007. "Estudio Origen – Destino".

<sup>28</sup> año: 1974. Rizoma No7, 2008. "Movilidad Sustentable Competitividad y Calidad de Vida."

<sup>29</sup> año: 1984, Ídem.

<sup>30</sup> año: 1995, Ídem.

<sup>31</sup> año: 2005, Ídem.

<sup>32</sup> año: 1995. Steer Davis and Gleave, 1999. 2 Diseño Técnico Operacional del Sistema TransMilenio".

<sup>33</sup> año: 2005. DANE, 2005. "Encuesta de Movilidad".

<sup>34</sup> año: 1997. Metro de Medellín, 2000. "Proyecto Metroplus - Más Calidad de Vida. Segunda Fase del Metro de Medellín - Sistema de Transporte Masivo de Mediana Capacidad para el Valle de Aburrá".

<sup>35</sup> año: 2005. Universidad Nacional de Colombia., 2005. "Encuesta Origen- Destino para la ciudad de Bogotá".

<sup>36</sup> año: 1998. Cantillo Víctor, 2000. "Generación de viajes en el distrito de Barranquilla".

<sup>37</sup> año: 2009. Universidad del Norte – TransMetro, 2009. "Investigación aplicada en gestión y modelación del sistema de transporte y medio ambiente urbano para el diseño de rutas que permitan integrar el transporte colectivo con el transporte masivo para mejorar las condiciones de operación del sistema colectivo del Distrito de Barranquilla y del área Metropolitana".

<sup>38</sup> año: 1991. Transantiago, 2008. "Con base en resultados de encuesta Origen- Destino".

<sup>39</sup> año: 2001. Transantiago, 2008. "Con base en resultados de encuesta Origen- Destino".

## Distribución de distintos medios de transporte en ciudades chinas<sup>40</sup>

Ciudad	Año	A pie/bicicleta	Transporte público	Automóviles particulares	Taxi	Motocicleta	Otros
Beijing	2000	38%	27%	23%	9%		3%
	1986	58%	32%	5%	1%		4%
Nanjing	1999	64,5%	21,0%	5,7%	1,7%	5,2%	1,9%
	1997	83,4%	8,2%	4,5%	0,9%	2,2%	0,7%
	1986	77,2%	19,2%	2,5%	0,1%	0,3%	0,7%

Fuente: Adaptado por Grütter Consulting

### a.1.2 Potencial de cambio del medio de transporte para STRM<sup>41</sup>

El potencial de cambio en el medio de transporte se basa en los resultados monitoreados en distintas ciudades que han puesto en práctica STRM modernos (autobuses expresos, metros). Los resultados se basan en encuestas a pasajeros y presentan el potencial de cambio de medios de transporte privados a STRM. De este modo, se pueden emplear para calcular el potencial de GEI del cambio en el medio de transporte de STRM.

#### Cambio a STRM

Medio empleado hasta ahora	Cambio a STRM bajo valor <sup>42</sup>	Cambio a STRM alto valor <sup>43</sup>
Automóviles	2%	33%
Taxis	6%	11%
Motocicletas	1%	8%
Buses	27%	92%
TNM <sup>44</sup> /Tráfico inducido	0,5%	3%

Fuente de datos: Grütter Consulting según valores controlados en distintas ciudades de Colombia, India y China.

Explicación: 2% de automóviles para pasajeros quiere decir que el 2% de los usuarios de STRM habrían empleado automóviles para pasajeros como hasta ahora es decir, en ausencia de STRM.

### a.2. Emisiones por PKm<sup>45</sup>

Las emisiones por PKm indican la eficacia del transporte de pasajeros por distancia de distintos medios. Los datos se basan en los valores reales controlados de distintas ciudades. Los datos dependen no sólo de las tecnologías de los vehículos, sino también de situaciones de tráfico, tasas de ocupación de los vehículos, así como otros factores como el combustible usado y, por lo tanto, se presentan en un nivel en vez de una estimación por punto.

<sup>40</sup> Peng, Zhong. "Urban Transportation Strategies In Chinese Cities And Their Impacts On The Urban Poor".

<sup>41</sup> Sistema de Transporte Rápido Masivo

<sup>42</sup> Valor inferior medido

<sup>43</sup> Valor superior medido

<sup>44</sup> Transporte no motorizado, por ejemplo,

<sup>45</sup> Pasajero – Kilómetro

## Emisiones por PKm de distintos medios de transporte (grCO<sub>2</sub>/PKm)

Medio	Emisiones
Automóvil para pasajeros	100-250
Taxis	250-450
Motocicletas	30-60
Triciclos motorizados	70-90
Bus	25-70
Metro	15-30
TNM	0

Fuentes de datos: Grütter Consulting, según valores controlados en distintas ciudades de China, Colombia, India, y México.

### c. Modelo de transporte AE/SMP

Durante estos últimos dos años, la AIE ha trabajado con el Proyecto de movilidad sostenible (*Sustainable Mobility Project*, SMP) de WBCSD para desarrollar un modelo de hoja de cálculo de transporte global que pueda servir a ambas organizaciones para llevar a cabo proyecciones y análisis de políticas. El Modelo de hoja de cálculo de transporte (*Transport Spreadsheet Model*) de AIE/SMP se encuentra diseñado para manejar todo medio de transporte y la mayoría de los tipos de vehículos. Produce proyecciones de stocks de vehículos, desplazamientos, uso de la energía y otros indicadores hasta 2050 para un caso de referencia y para distintos escenarios y casos de políticas. Está diseñado para contar con algo de detalle orientado a la tecnología, y para permitir una elaboración de modelo ascendente bastante detallada. El modelo no incluye ninguna representación de relaciones económicas (por ejemplo, elasticidad) ni hace un seguimiento a los costos. Más bien, es un modelo de “contabilidad”, anclado por la identidad de “ASIF”:

- a) Actividad (desplazamiento de carga y pasajero)
- b) Estructura (porción de desplazamientos por medio y tipo de vehículo)
- c) Intensidad (eficiencia del combustible)
- d) Tipo de combustible = uso de combustible por tipo de combustible (y emisiones de CO<sub>2</sub> por uso de combustible unitario)
- e) Distintos indicadores son controlados y caracterizados por coeficientes por viaje unitario, por vehículo o por uso de unidad de combustible, según corresponda

Los modos, tecnologías, combustibles, regiones y variables básicas se incluyen en el modo de hoja de cálculo. No se cubren todas las tecnologías o variables para todos los medios. Aparte del uso de la energía, el modelo hace seguimiento a las emisiones de CO<sub>2</sub>, y emisiones de GEI de CO<sub>2</sub> equivalente (desde vehículos así como antes del proceso), PM, NOx, HC, CO y Pb.

Sitio Web:

<http://www.wbcds.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectId=MTE0Njc>

#### **d. CO2DB**

CO2DB es una base de datos que contiene datos detallados acerca de tecnologías de mitigación del carbono. La base de datos contiene actualmente alrededor de 3.000 tecnologías, entre ellas, características técnicas, económicas y ambientales detalladas, así como datos sobre innovación, comercialización y difusión. Los usuarios pueden agregar, seleccionar, filtrar, organizar y comparar datos de CO2DB de acuerdo con cualquiera de las características tecnológicas incluidas en cada entrada de base de datos. Los usuarios pueden también realizar cálculos de cadena energética así como tablas de comparación y gráficos sobre el nivel de la cadena y la tecnología. IIASA realiza la difusión de CO2DB sin cargos, de modo que pueda ser útil a los investigadores en sus estudios individuales. A cambio, solicitan a los usuarios compartir los datos que ingresan a la base de datos.

Sitio Web: [http://www.iiasa.ac.at/collections/IIASA\\_Research/ECS/docs/test.htm](http://www.iiasa.ac.at/collections/IIASA_Research/ECS/docs/test.htm)