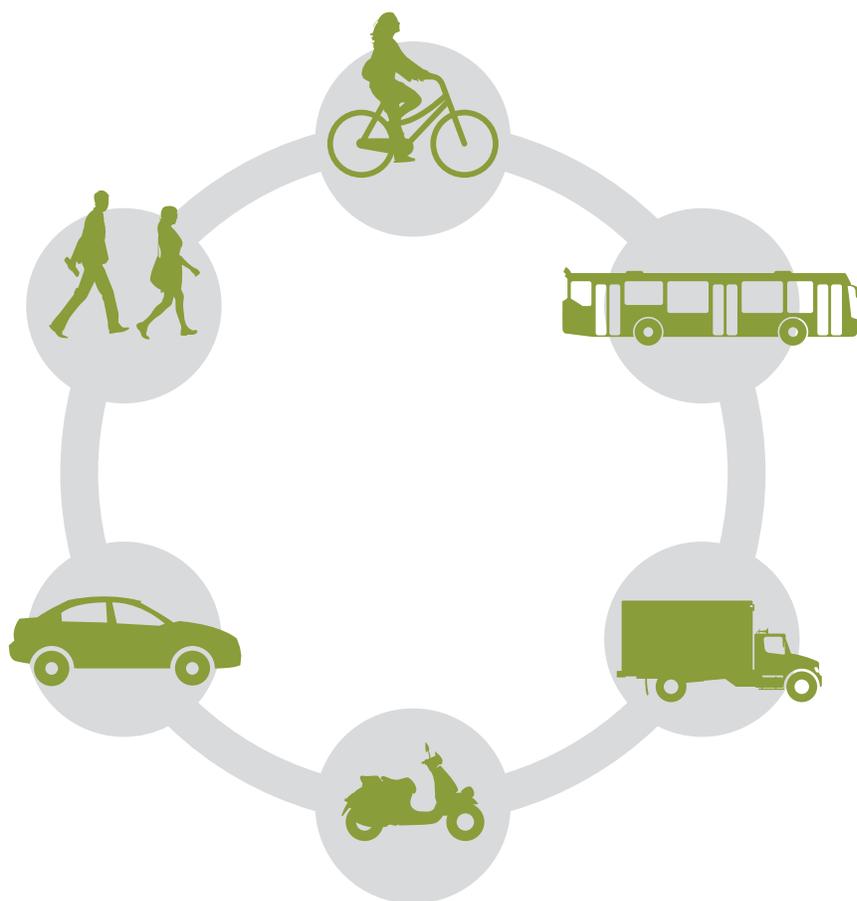


ESTRATEGIAS *de* MITIGACIÓN
y MÉTODOS *para* LA ESTIMACIÓN *de las*

Emisiones de Gases Efecto Invernadero

en el SECTOR TRANSPORTE



ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN *y*
MÉTODOS PARA LA ESTIMACIÓN *de*

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

en el SECTOR TRANSPORTE

Banco Interamericano de Desarrollo
Transporte Regional Sostenible

—
Ramiro Alberto Ríos
Francisco Arango
Vera Lucia Vicentini
Rafael Acevedo-Daunas
Coordinadores



Banco Interamericano de Desarrollo
Junio 2013

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo**

Estrategias de mitigación y métodos para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte / coordinado por Francisco Arango, Ramiro Alberto Ríos, Michael Replogle ... [et al.].

p. cm. — (Monografía del BID; 152) Incluye referencias bibliográficas.

1. Transportation—Environmental aspects—Latin America. 2. Greenhouse gases—Latin America. 3. Greenhouse gas mitigation. I. Replogle, Michael A. II. Ríos, Ramiro Alberto. III. Porter, Christopher. IV. Tao, Wendy. V. Iannariello, Maria Pia. VI. Dutt, Gautam. VII. Arango, Francisco. VIII. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. IX. Serie.

IDB-MG-152

Códigos JEL: R40, R42, P48, Q01

Palabras clave: Sistemas de transporte; Planificación del transporte; Energía; Medio ambiente; Desarrollo sostenible.

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

Copyright © 2013. Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales. Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables.

Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW
Washington, DC 20577

El presente documento fue preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) por Michael Replogle y Ramiro Alberto Ríos del Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), Christopher Porter y Wendy Tao de Cambridge Systematics, Inc., y María Pía Iannariello y Gautam Dutt de MGM Innova.

Contactos del BID:

Ramiro Alberto Ríos (raríos@iadb.org) y
Francisco Arango (farango@iadb.org)

Prefacio

En las últimas décadas, las grandes zonas urbanas en América Latina y el Caribe (ALC) han experimentado mayores tasas de productividad económica y una explosión en el crecimiento poblacional. Estas mejoras en la productividad, al igual que el incremento de oportunidades de empleo, han atraído a pobladores de zonas rurales a las ciudades. Durante el período 2000-2010, el ingreso per cápita de los países de la región aumentó cerca del 50%, mientras que en algunos de estos países el número registrado de vehículos automotores también creció significativamente. Hoy en día, ALC es una de las regiones más urbanizadas del mundo; aproximadamente el 80% de su población vive en aglomeraciones urbanas, que se están caracterizando por su expansión suburbana. Con dichas tasas de crecimiento poblacional y para apoyar el aumento en productividad y competitividad, las ciudades de ALC se han esforzado por proveer la infraestructura y servicios necesarios para la movilidad de personas y bienes. Sin embargo, dicha provisión de infraestructura presenta un reto significativo a futuro: maximizar la productividad económica y el crecimiento, minimizando al mismo tiempo los impactos negativos sociales y ambientales.

A medida que la población y los ingresos crecen en los países de la región, la mancha urbana tiende a expandirse horizontalmente, en algunos casos de manera descontrolada. Dicha expansión se caracteriza muchas veces por el incremento en el promedio de las distancias de los viajes e incide en la necesidad de crear medios de transporte más rápidos para la movilidad de personas y bienes. Estos patrones de crecimiento también representan altos costos sociales y ambientales, ya que viajes más largos y más frecuentes incrementan los costos de utilización de recursos y del uso de medios de transporte que dependen de combustibles fósiles intensivos en carbono.

El Área Estratégica de Transporte Regional Sostenible (REST, por sus siglas en inglés), del Banco Interamericano de

Desarrollo, lanzó su Plan de Acción (REST-AP 2012-2014) para contribuir con la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector transporte. El Plan de Acción REST ofrece a las instituciones, los planificadores y los profesionales de los países miembros del Banco el conocimiento necesario y las herramientas adecuadas para aminorar los impactos negativos relacionados con la sostenibilidad económica, social y ambiental en la región, a la vez que promueve el crecimiento económico y la productividad.

Este documento, que se basa en el marco conceptual del Plan de Acción REST, presenta 11 estrategias de transporte que contienen 39 medidas innovadoras para la reducción de emisiones de GEI en este sector, aplicables a ciudades en ALC. Dichas medidas se basan en el paradigma de transporte sostenible conocido como Evitar-Cambiar-Mejorar (ASI, por sus siglas en inglés) e incluyen soluciones para el transporte de carga y de pasajeros, guía de costos de implementación y sus niveles de dificultad aplicación y los impactos de la reducción de las emisiones de GEI.

Este documento ha servido como base para la identificación de los temas prioritarios en materia de transporte urbano sostenible en la división de transporte del BID. El Banco está comprometido a generar productos de conocimiento, guías técnicas y eventos regionales para apoyar el transporte sostenible en ALC y, asimismo, a generar capacidad institucional y prestar asistencia técnica a los países miembros del Banco mediante los diferentes mecanismos de préstamo y fondos de cooperación técnica.

Néstor H. Roa

Jefe de la División de Transporte

Sector de Infraestructura y Medio Ambiente

Índice

Lista de abreviaturas	7	Desafíos en la Medición de la Reducción de las Emisiones en Proyectos de Transporte	86
<i>Parte 1</i>			
Introducción	11	<i>Parte 4</i>	
Objetivo de esta monografía	11	Determinando Emisiones GEI a partir de las Estrategias de Mitigación de Transporte	90
Urgencia del problema que enfrentamos	12	Metodologías de MDL	93
Financiamiento Climático y Transporte	15	AMS-III.AA. Actividades para la eficiencia energética del transporte con empleo de tecnologías de reacondicionamiento	96
Mecanismo de Desarrollo Limpio	17	AMS-III.S. Introducción de vehículos/tecnologías de baja emisión para flotas de vehículos comerciales	97
Fondo de Tecnología Limpia	18	AMS-U. Teleféricos para los sistemas de transporte masivo rápido (MRTS)	100
Fondo para el Medio Ambiente Global	19	AM0031. Proyectos de Autobús de Tránsito Rápido (BRT)	102
Transporte y Cambio Climático: Oportunidades para América Latina	21	ACM0016. Proyectos de transporte masivo rápido (MRTS)	105
<i>Parte 2</i>			
Cómo Afectan las Estrategias de Transporte a las Emisiones de GEI	31	Modelos de Evaluación de las Emisiones del Transporte para Proyectos	108
Panorama de las Estrategias Evitar-Cambiar-Mejorar	36	Modelo TEEMP para BRT	110
Efectos de las Estrategias sobre las Emisiones de GEI	42	Modelo TEEMP de carriles para ciclovías	112
Mejoras en el transporte público	42	Modelo de tarificación TEEMP	114
Políticas de Transporte No Motorizado	46	Inventarios de Emisiones GEI	116
Tarificación del uso de vehículos automotores	51	Inventarios de GEI del transporte urbano	116
Estrategias de uso de suelo	55	Inventarios nacionales	117
Gestión y tarificación del estacionamiento	59	<i>Parte 5</i>	
Política de reducción de viajes	62	Hallazgos Clave: El Estado Actual de la Práctica en la Evaluación de los GEI	122
Acceso y uso del vehículo automotor	65	Avance en el Estado de la Práctica para la Estimación de Emisiones	123
Operación y Gestión de Sistema	67	Ubicando los Beneficios de los GEI en el Contexto de la Movilidad Sostenible	128
Expansión o Reducción de la Capacidad Vial	71	Referencias	120
Estrategias multimodales de transporte de carga	72		
Eficiencia energética de los vehículos y cambio de combustible	75		
<i>Parte 3</i>			
Introducción a Términos y Conceptos Clave	80		



Lista de abreviaturas

AIE	Agencia Internacional de Energía	COPERT	Programa de computación para calcular emisiones provenientes del transporte vial (<i>Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport</i>)
ALC	América Latina y el Caribe	CTF	Fondo de Tecnología Limpia (<i>Clean Technology Fund</i>)
APP	Asociación público-privada	DOT	Desarrollo orientado al transporte
ASI	Evitar-cambiar-mejorar (<i>Avoid-Shift-Improve</i>)	EPA	Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (<i>US Environmental Protection Agency</i>)
ASIF	Actividad-Estructura-Intensidad-Combustible (<i>Activity of Structure Intensity Fuel</i>)	ERP	Cobro electrónico de peaje (<i>Electronic Road Pricing</i>)
ATM	Gestión activa del tránsito (<i>Active Transit Management</i>)	GEF	Fondo Global para el Medio Ambiente (<i>Global Environment Facility</i>)
ADB	Banco Asiático de Desarrollo (<i>Asian Development Bank</i>)	GCF	Fondo Verde para el Clima (<i>Green Climate Fund</i>)
BAU	Tendencias habituales (business as usual)	GEI	Gases de efecto invernadero
BEF	Factor de emisiones de línea base o de referencia (<i>Base line Emissions Factor</i>)	GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Técnica (<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	GNC	Gas natural comprimido
BMD	Bancos Multilaterales de Desarrollo	GNL	Gas natural licuado
BRT	Autobús de tránsito rápido (<i>Bus Rapid Transit</i>)	GLP	Gas licuado de petróleo
CAF	Corporación Andina de Fomento	GPS	Sistema de posicionamiento satelital (<i>Global Positioning Systems</i>)
CBD	Distrito Central de Negocios (<i>Central Business District</i>)	GREET	Modelo de Gases de Efecto Invernadero, las Emisiones Reguladas y el Uso de la Energía en el Transporte (<i>Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation</i>)
CFCs	Clorofluorocarbonos	GWP	Potencial de calentamiento global (<i>Global Warming Potential</i>)
CH₄	Metano	HDT	Camiones pesados (<i>Heavy-Duty Truck</i>)
CIF	Fondo de Inversión para el Clima (<i>Climate Investment Funds</i>)		
CO	Monóxido de carbono		
CO₂	Dióxido de carbono		
CO₂e	Equivalente a dióxido de carbono		
COE	Certificado de titularidad (<i>Certificate of Entitlement</i>)		
COMMUTER	Modelo de viajes diario al trabajo (<i>Commuter</i>)		

HFC	Hidrofluorocarbonos	PPA	Paridad de poder adquisitivo
IDAS	Sistema de Análisis y Despliegue	PKM	Pasajeros por kilómetro
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>)	PIB	Producto interno bruto
ITS	Sistemas inteligentes de transporte (<i>Intelligent Transportation Systems</i>)	SCRITS	Hoja de cálculo <i>SCReening</i>
ITDP	Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (<i>Institute for Transportation and Development Policy</i>)	SMITE	Modelo de hoja de cálculo para estimación de viajes inducidos (<i>Spreadsheet Model for Induced Travel Estimation</i>)
IVE	Modelo internacional de emisiones de los vehículos (<i>International Vehicle Emissions Model</i>)	STAP	Panel Asesor Técnico y Científico (<i>Scientific-Technical-Advisory-Panel</i>)
KVR	Kilómetros vehículo recorridos	TAMT	Conjunto de herramientas para la medición de la actividad del transporte (<i>Transport Activity Measurement Toolkit</i>)
LEM	Modelo de Emisiones del Ciclo de Vida (<i>Lifecycle Emissions Model</i>)	TDM	Gestión de la demanda de viajes (<i>Travel Demand Management</i>)
LRT	Tren ligero (<i>Light Rail Transit</i>)	TEEMP	Modelos de Evaluación de las Emisiones del Transporte para Proyectos (<i>Transport Emissions Evaluation Models for Projects</i>)
LUZ	Zona urbana grande (<i>Larger Urban Zone</i>)	TKM	Toneladas por kilómetro
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio	TNM	Transporte no motorizado
MOVES	Simulador de emisiones de vehículos automotores (<i>Motor Vehicle Emission Simulator</i>)	TRANUS	Modelo específico integrado de transporte y uso del suelo
MRT	Transporte por metro (<i>Metro Rail Transport</i>)	TRIMMS	Reducción de los impactos por la gestión de las estrategias de movilidad (<i>Trip Reduction Impacts of Mobility Management Strategies</i>)
MRTS	Sistema de transporte masivo rápido (<i>Mass Rapid Transit System</i>)	UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>)
MRV	Medición, reporte y verificación	USCUSyS	Uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura
NAMA	Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (<i>Nationally Appropriate Mitigation Action</i>)	VQS	Sistema de cupos de vehículos (<i>Vehicle Quota Systems</i>)
MtCO₂e	Millones de toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono	WRI	Instituto de Recursos Mundiales (<i>World Resources Institute</i>)
N₂O	Óxido nitroso		
NO_x	Óxidos de nitrógeno		
PEMS	Sistema portátil de medición de emisiones (<i>Portable Emissions Measurement System</i>)		
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos		



Parte 1

Resumen Ejecutivo

Introducción

Objetivo de esta monografía

El aumento del ingreso per cápita en América Latina y el Caribe (ALC) trae a la par un incremento en el uso de automotores, con el consiguiente desafío de tener que lidiar con los congestionamientos de tránsito, la contaminación del aire, la seguridad energética y los efectos del calentamiento global, así como la creciente disparidad en el acceso a las oportunidades entre quienes tienen automóvil y quienes no lo tienen. La preocupación internacional sobre los efectos del cambio climático está llevando a la creación de mecanismos para promover iniciativas en materia de transporte que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, crece el interés existente en generar estrategias de transporte más sostenibles que no solamente reduzcan las emisiones de GEI, sino que además mejoren la calidad del aire y la seguridad del usuario, al tiempo que proporcionan acceso y apoyan la movilidad y el desarrollo económico.

El propósito de este trabajo es colaborar con los responsables de la planificación en los países de ALC para que comprendan cómo evaluar los beneficios que la reducción de emisiones de GEI reporta para las estrategias, políticas y proyectos sostenibles de transporte. El estudio debería servir para que ellos accedan a mecanismos de financiamiento climático con el fin de ayudar con iniciativas sostenibles de transporte, y prestar asistencia a los evaluadores para que puedan comprender y medir los beneficios de GEI en las inversiones propuestas. Si bien el interés del documento se centra en esta medición, muchos de los métodos aquí tratados son

útiles en un sentido amplio para entender otros beneficios sociales importantes, lo cual incluye la reducción de la contaminación del aire y de los congestionamientos de tránsito, el ahorro de combustible, mayores niveles de seguridad vial y el acceso a oportunidades para todos los niveles de ingresos.

Esta publicación apunta especialmente a ser utilizada por los responsables de la planificación que tengan experiencia en proyectos de transporte y en la implementación y evaluación de programas, pero que no estén familiarizados a fondo con las exigencias y los métodos para evaluar los impactos de las emisiones de GEI. El trabajo incluye lo siguiente:

- » Una revisión de las estrategias de transporte sostenible bajo en carbono y de su efecto en las emisiones de GEI.
- » Un análisis de los mecanismos financieros existentes destinados a la lucha contra el cambio climático, y de sus requisitos específicos para la medición, el reporte y la evaluación.
- » Una introducción a las herramientas y los métodos existentes para apoyar la evaluación del impacto de los GEI para los programas y proyectos de transporte.

El informe destaca las estrategias en el sector del transporte de pasajeros, pero también incluye métodos para el transporte de carga. El foco principal está puesto en lo relacionado con los cambios modales, la gestión

de la demanda de viajes, operaciones de transporte y tecnología vehicular.

Los requisitos de evaluación de los mecanismos financieros para combatir el cambio climático varían diametralmente y demandan una amplia gama de enfoques para evaluar las emisiones de GEI y su impacto sobre diversas escalas espaciales y temporales. Este informe no proporciona una guía completa para cada enfoque, ni un análisis en profundidad de cada tipo de intervención en el transporte, pero procura dotar al lector de información relevante para elegir el método y las intervenciones apropiadas para el contexto y los desafíos existentes.

Las metodologías para sustentar la evolución de los GEI aquí tratadas varían desde simples herramientas de análisis bosquejados—más útiles para lugares que carecen de buenos datos locales y capacidad de evaluación—hasta sofisticados métodos de análisis y prácticas más elaboradas, que requieren inversión significativa y continua en el monitoreo y en las capacidades institucionales. Estas últimas son los cimientos que sirven de apoyo al desarrollo de modernos sistemas de movilidad sostenible y de alto rendimiento, pero no son requisitos previos para avanzar hacia un transporte más sostenible.

Urgencia del problema que enfrentamos

A medida que los países de ALC se modernizan y desarrollan, las tendencias sugieren que ello estará acompañado por un aumento en la adquisición y el uso de automotores. Si las tendencias actuales se mantienen, hacia 2030 los países de ALC se acercarán probablemente al nivel de motorización que existía en Europa en la década de 1960, pero con muchas más regiones urbanas de poblaciones por encima de los 5 millones de habitantes que aquellas, en comparación con ese continente en dicha época o en la actualidad. El volumen de automóviles adquiridos, su uso y el nivel de emisiones derivadas del mismo son mayores que lo que cabría esperar según los niveles de población y Producto Interno Bruto (PIB). Las elevadas tasas de motorización de los países de ALC se ven estimuladas por una combinación de factores que incluyen un creciente PIB per cápita, una tendencia a la disminución del precio de los automóviles, patrones de desarrollo urbano más dispersos y combustible barato o subsidiado. Inicialmente, la motorización en los países de la región

consistía en vehículos de cuatro ruedas empleados en el transporte de pasajeros y mercancías. Recientemente la cantidad de motocicletas también ha comenzado a incrementarse rápidamente, al principio en las grandes ciudades, pero ahora también en las de segundo y tercer orden. El vertiginoso crecimiento del transporte de carga también desempeña un importante y creciente papel en las emisiones contaminantes del aire y de GEI de los países de ALC.

Existe una necesidad urgente de multiplicar e impulsar actividades y políticas de transporte sostenible bajo en carbono en la región. En los últimos años, la comunidad del transporte en los países de ALC ha estado tratando de ponerse a la altura del inminente colapso de los sistemas de transporte urbano en las ciudades de ALC debido al rápido y aparentemente incontenible crecimiento de la motorización privada. Existe una mayor conciencia de la necesidad de políticas que, con el apoyo de mecanismos apropiados de financiamiento, puedan

revertir la tendencia hacia el crecimiento insostenible de la motorización privada. Además, la propia comunidad encargada de las políticas del transporte se enfrenta al desafío de tener que responder al hecho de que el transporte no solamente ocupa el segundo lugar entre los factores que contribuyen a las emisiones de GEI en los países de ALC, sino que se trata además del sector de más rápido crecimiento en dichas emisiones. La combinación de estos efectos representa los beneficios dispares y la carga que implica la rápida motorización, lo cual da como resultado una marcada desigualdad en el acceso a las oportunidades y un daño considerable a la seguridad vial y a la salud pública, lo que específicamente va en detrimento del segmento con menos ventajas económicas.

Para revertir la tendencia en aumento de las emisiones de GEI y la insostenibilidad general del sector del transporte en ALC, los países en desarrollo deben procurar apartar el desarrollo económico y social de las emisiones de GEI asociadas con el transporte, como se observa cada vez más en economías avanzadas de Asia, Europa y América del Norte. La cantidad de emisiones de GEI por persona o tonelada de carga guarda relación con la cantidad de kilómetros recorridos, con cuántas personas (o carga) se transportan en un vehículo, y con el grado de eficiencia en cuanto al consumo de combustible. La reducción de emisiones de GEI del transporte debe encarar todos estos componentes y puede lograrse de un modo mejor mediante la adopción del enfoque denominado “Evitar-Cambiar-Mejorar” (ASI, por sus siglas en inglés) que combina medidas orientadas a:

Evitar o reducir los kilómetros que un vehículo automotor recorre sin un objetivo productivo, mediante la integración eficiente del uso del suelo y el transporte, y la mejora de la logística y las comunicaciones.

Cambiar la forma de viajar o apoyar el cambio hacia modalidades más eficientes de transporte (por lo general,

transporte no motorizado y público; ferrocarril, vías navegables internas, y servicios bien administrados de camiones y logística intermodal para el transporte de cargas) al robustecer el atractivo y la viabilidad de estas modalidades de viaje, y desalentar el uso de otras menos eficientes.

Mejorar las formas existentes de transporte motorizado, mediante: i) mejoras e innovaciones tecnológicas para hacer vehículos, motores y combustibles menos dependientes del uso intensivo del carbono, y ii) la gestión de operaciones de redes de transporte para obtener un pico de eficiencia, por ejemplo, por medio de estrategias para mejorar el sistema de transporte público y los sistemas de logística de cargas.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se encuentra en una posición privilegiada para ser un factor clave en la mitigación del cambio climático, al promover el transporte sostenible en los países de ALC. Hasta la fecha, la cartera de inversión del BID en transporte terrestre, al igual que la de otros bancos multilaterales de desarrollo, se ha concentrado principalmente en el financiamiento de caminos, con un porcentaje discreto de inversión dirigido al transporte urbano y al ferrocarril de cargas. Tal tendencia se ilustra en la figura 1, donde se muestra la participación del financiamiento del BID relacionada con el transporte y clasificada por modalidad, en el período 2005–2010.

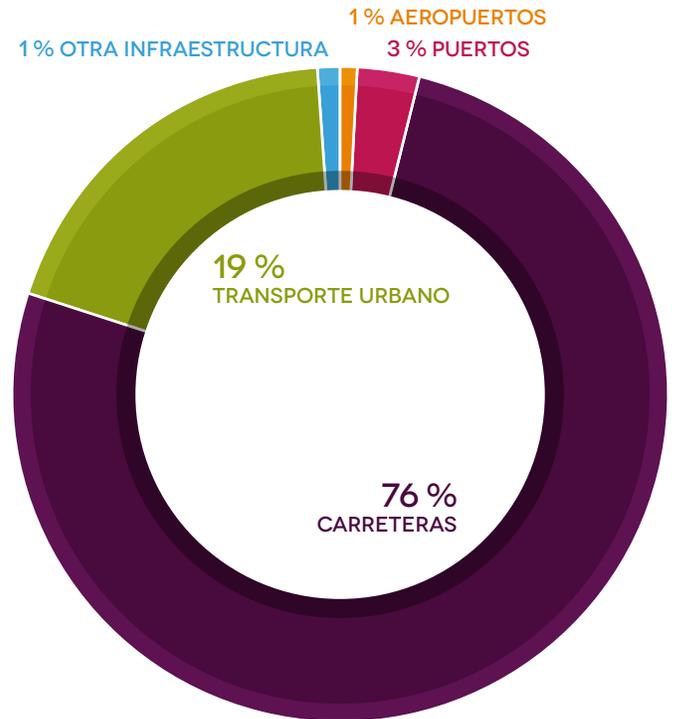
Existe un gran potencial para expandir la participación del BID en las inversiones hacia el transporte sostenible, sobre la base de su presencia en 26 países miembros prestatarios en toda la región, y de su experiencia y conocimiento. Las políticas del Banco respecto del medio ambiente y salvaguarda, transporte, vivienda y cuestiones urbanas, así como la Iniciativa de Cambio Climático y Energía Sostenible, están adecuadamente dirigidas hacia una mayor participación en los proyectos de transporte sostenible. Además, en el marco del Noveno Aumento de Capital, el Banco se ha comprometido a

incrementar en forma sustancial el volumen de préstamos y operaciones de asistencia técnica relacionadas con el cambio climático, la energía renovable y la sostenibilidad ambiental.

Para implementar estrategias de transporte sostenible, resulta útil que los responsables de la planificación, los consultores y las autoridades del BID tengan acceso directo a metodologías sólidas de estimación para evaluar los impactos de los GEI y las estrategias de mitigación. La presente monografía ha sido diseñada como recurso inicial para tal fin. Su aplicación en el desarrollo de planes de movilidad sostenible para varias ciudades de América Latina ha de ayudar a revelar los desafíos y oportunidades de evaluación y mitigación de los GEI en relación con las políticas e inversiones en sistemas de transporte.

FINANCIAMIENTO DE TRANSPORTE DEL BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO 2005–2010

(figura 1)



Financiamiento Climático y Transporte

El cambio climático es una preocupación clave para muchos países e instituciones financieras. Esfuerzos recientes por parte de gobiernos e instituciones como el BID se han concentrado en emplear herramientas financieras para reducir las emisiones de GEI, especialmente en economías en desarrollo. Si bien el valor total del financiamiento climático es mucho menor que las fuentes de financiamiento convencional para inversiones en transporte en los países en desarrollo, estos instrumentos se utilizan muchas veces para proporcionar beneficios incrementales que “inclinan la balanza” hacia proyectos que permitan desplazarse hacia intervenciones bajas en carbono por sobre alternativas menos sostenibles. En general, existen dos tipos de financiamiento para apoyar la reducción de emisiones:

- » Comercio de emisiones, también conocido como “**financiamiento de carbono**”.
- » Financiamiento de actividades de mitigación del cambio climático, conocido en sentido amplio como “**financiamiento climático**”.

El primero proviene de los mercados de carbono, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), o de los mercados voluntarios de carbono, y está ligado directamente a los niveles reales de reducción de las emisiones de este gas. El segundo proviene de fuentes tales como el Fondo de Tecnología Limpia (CTF por sus siglas en inglés) y el Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF), por medio de instituciones como el BID y el Banco Mundial, para infraestructura, tecnología y otros proyectos que incluyan un elemento de reducción de emisiones de GEI. Además,

el financiamiento climático puede identificarse como proveniente de **fuentes multilaterales** (en cuyo caso los fondos son aportados por donantes internacionales por medio de una institución internacional), y **fuentes bilaterales** (en cuyo caso los fondos se los entrega un país a otro país).

Los fondos multilaterales y bilaterales y los mercados de carbono existentes en 2011 que están potencialmente disponibles para su uso en proyectos de transporte en los países de ALC aparecen identificados en el cuadro 1. De estos, el MDL, el GEF, el CTF y la Iniciativa Japonesa de Financiamiento de Inicio Rápido han sido hasta ahora las fuentes de mayor volumen. El cuadro 1 también muestra los fondos totales asignados desde su creación, aunque solamente una pequeña fracción de este financiamiento ha sido asignada a proyectos de transporte. El panorama del financiamiento climático continúa evolucionando y pueden aparecer nuevas fuentes, como el Fondo Verde para el Clima (GCF) formalmente establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), celebrada en Durban, Sudáfrica, en diciembre de 2011. Además de las fuentes mencionadas en el cuadro 1, las Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional (NAMA, por sus siglas en inglés) constituyen un concepto emergente para promover y facilitar las acciones de mitigación del cambio climático por parte de los países en desarrollo.

Cuadro 1. Fuentes de financiamiento climático.

FUENTE	FINANCIAMIENTO ADJUDICADO HASTA LA FECHA	PATROCINADORES / ADMINISTRADORES	OBJETIVO / FOCO
FUENTES MULTILATERALES			
Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF)	US\$8.800 millones (1991–2009)	10 BMD y organismos de Naciones Unidas dentro de la UNFCCC	Enfrentar los desafíos ambientales globales y apelar el desarrollo sostenible
Fondo de Tecnología Limpia (CTF)	US\$4.200 millones (2008–enero 2009)	Banco Mundial y BMD	Aumentar el financiamiento para la demostración, el despliegue y la transferencia de tecnologías bajas en carbono
Iniciativa de Cambio Climático y Energía Sostenible del BID	US\$74,4 millones (2007–11)	Banco Interamericano de Desarrollo	Adaptación y mitigación del cambio climático en los países de ALC
FUENTES BILATERALES			
Iniciativa de Financiamiento de Inicio Rápido (Japón)	US\$5.300 millones (2009–abril 2010)	Ministerio de Relaciones Exteriores de Japón	Cooperación integrada, cambio climático y desarrollo
Iniciativa Internacional para el Clima (Alemania)	US\$490 millones (2008–11)	Ministerio Federal Ambiental de Alemania	Economía compatible con el clima, adaptación y preservación de sumideros de carbono
Fondo Internacional para el Clima (Reino Unido)	£2.900 millones (2011–15)	Departamentos del Reino Unido para el Desarrollo Internacional (DFID), Medio Ambiente y Cambio Climático (DECC) y Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales (DEFRA)	Adaptación y mitigación del cambio climático, reducción de la pobreza
MERCADOS DE CARBONO			
Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)	US\$72.900 millones (2006–septiembre 2010)	UNFCCC	Contribuir a los objetivos del Protocolo de Kioto y al desarrollo sostenible
Mercados voluntarios de carbono	US\$3.400 millones (2009 solamente)	Varios	Venta voluntaria de créditos de reducciones de emisiones

FUENTE: A. BINSTED, D. BONGARDT, H. DALKMANN Y K. SAKAMOTO (2011), “ACCESSING CLIMATE FINANCE FOR SUSTAINABLE TRANSPORT: A PRACTICAL OVERVIEW”. GTZ/BRIDGING THE GAP.

Una amplia gama de proyectos de transporte en el mundo en desarrollo puede asegurar el financiamiento, ya sea desde los mecanismos de crédito o bien institucional, al demostrar el potencial para reducir las emisiones de GEI¹. No obstante, los métodos y requisitos para demostrar reducciones varían significativamente entre los distintos mecanismos, y de una institución a otra. Además, el financiamiento por parte de diferentes instituciones se puede dar o prometer en diferentes momentos; por ejemplo, el financiamiento del GEF está orientado a dar apoyo a un proyecto por adelantado, mientras que los fondos del MDL están disponibles después de que el proyecto se haya terminado y se hayan comprobado

las reducciones de emisiones. Algunas fuentes pueden requerir solamente estimados previos (ex ante) de las reducciones de emisiones esperadas, mientras que otras tienen requisitos de medición, reporte y verificación (MRV), es decir, en estos casos se debe informar sobre las reducciones reales de emisiones después de que el proyecto haya sido implementado (ex post).

El amplio espectro de mecanismos financieros –y sus requisitos metodológicos individuales– implica que en las primeras etapas de planificación de un proyecto o programa, los gerentes o desarrolladores deben idear un criterio para estimar y monitorear las reducciones de

1 – Para tener un panorama de las oportunidades de financiamiento para combatir el cambio climático en el sector del transporte, véase: A. Binsted et al. (2011). “Accessing Climate Finance for Sustainable Transport: A Practical Overview”. Documento técnico de Transporte Urbano Sostenible No. 5, GTZ. Disponible en http://www.transport2012.org/bridging/resources/files/1/956,TD05_FinGuid.pdf.



emisiones que cumplirán con los requisitos de cualquier objetivo de las fuentes de financiamiento. Si el gerente está trabajando en un proyecto individual de transporte, en un paquete de proyectos, o en una estrategia amplia de transporte urbano, esto afectará el tipo de mecanismos financieros que estarán disponibles y determinará qué metodologías será necesario emplear. Además, un gerente de proyecto podrá buscar financiamiento para un proyecto individual de entre un paquete de proyectos, o en un plan de transporte urbano donde el programa no hubiera podido ser elegido para fondos específicos.

El presente documento procura servir de guía para que los responsables del desarrollo de proyectos puedan efectuar su solicitud según este amplio abanico de circunstancias. Proporciona una guía específica sobre las fuentes de financiamiento más comunes (MDL, CTF y GEF) que también han desarrollado requisitos específicos de evaluación y monitoreo para proyectos de transporte. No obstante, muchos de los principios y métodos tratados en esta guía también podrán ser aplicables a otras fuentes de financiamiento climático existentes o propuestas. El resto de esta sección contiene una introducción a las fuentes clave de financiamiento climático y de carbono y sus requisitos de evaluación.

Mecanismo de Desarrollo Limpio

Se deben emplear exigentes métodos de análisis y medición de los GEI para generar ingresos en virtud del Mecanismo de Desarrollo Limpio

El MDL ha sido el mecanismo de financiamiento de carbono más difundido, con más de 5.000 proyectos registrados en múltiples sectores. Sin embargo, mientras que el 23% de las emisiones globales de GEI relacionadas con la energía provienen del sector del transporte, solamente una fracción marginal de los fondos empleados en virtud del MDL ha sido destinada a éste, con alrededor de 30 proyectos registrados a fines de 2012. Se deben emplear métodos de análisis y medición de los GEI exigentes para acceder a financiamiento relacionado con el transporte en virtud del MDL, que son necesarios para asegurar la integridad ambiental de las compensaciones de carbono producidas por los proyectos MDL (por ejemplo, las entidades adquieren y utilizan los créditos de carbono emitidos a un proyecto registrado del MDL a fin de demostrar el cumplimiento de sus objetivos

de limitación de las emisiones de GEI según un programa obligatorio). Debido al carácter restrictivo de sus reglamentos, requisitos y procedimientos de auditoría, la recopilación de datos y los análisis del MDL suele tener un uso limitado en la planificación más amplia del desarrollo urbano y del transporte sostenible.

Las metodologías del MDL aprobadas que se focalizan en la oferta de transporte incluyen los AMS-III.U (teleféricos para el transporte masivo rápido), AM0031 (autobuses de tránsito rápido) y ACM0016 (transporte masivo rápido). Las metodologías del MDL también han sido aprobadas para vehículos energéticamente eficientes (AMS-III.AA) y de bajas emisiones (AMS-III.S), al igual que el uso de biocombustibles (AMS-III.T y ACM0017). Los programas de actividades (PoA) del MDL fueron propuestos

asimismo como una forma de reducir los elevados costos de transacción del MDL, incluido también el sector del transporte². Los requisitos de evaluación de los GEI para

metodologías del MDL en proyectos de oferta/demanda de transporte se describen en detalle en la Parte IV del presente documento.

Fondo de Tecnología Limpia

Los exigentes criterios del CTF para la evaluación de costo-efectividad y la demostración de adicionalidad, en comparación con otras alternativas, también representan un obstáculo para la iniciación de proyectos de transporte sostenibles del CTF.

El CTF es uno de los Fondos de Inversión para el Clima (CIF, por sus siglas en inglés) creados en 2008 por el Banco Mundial en cooperación con los bancos multilaterales de desarrollo (MDBs) como fuente interina para cubrir la brecha entre el régimen climático actual y el futuro, en virtud de la UNFCCC. El CTF ha sido diseñado para sacar provecho y complementar otras fuentes privadas, bilaterales y multilaterales, y puede proveer subvenciones, préstamos e instrumentos de mitigación de riesgos en un proyecto³.

El CTF emplea varios criterios para evaluar y priorizar los programas y proyectos propuestos, incluidas las potenciales reducciones de emisiones de GEI, costo-efectividad, potencial de replicación e impacto en el desarrollo. El CTF puede financiar diferentes tipos de actividades, entre ellas: “[...] inversiones en transporte que den como resultado reducciones significativas de emisiones (CO₂ por pasajero-kilómetro o por tonelada-kilómetro) por medio de cambios modales, consumo eficiente o combustibles alternativos: (i) cambio modal a transporte público bajo en carbono en las grandes áreas metropolitanas, con una modificación sustancial en la cantidad de viajes de pasajeros por transporte público; (ii) cambio modal a transporte de cargas bajo en carbono, con una modificación sustancial en el

tonelaje de carga transportada por camiones de carga a ferrocarril; (iii) mejora de los estándares de economía de combustibles y cambio de combustibles; (iv) despliegue de vehículos híbridos (incluidos aquellos con conexión) y eléctricos [...]”⁴.

Es importante advertir que “el CTF puede financiar tecnologías que los MDL no cubren según su escala o donde los MDL no tienen capacidad para dar apoyo, tales como financiamiento para [...] eficiencia energética en el transporte”⁵. Hacia mediados de 2011 se habían aprobado planes para una docena de países, que representaban US\$4.400 millones en cofinanciamiento, y 21 proyectos por un total de US\$1.500 millones en cofinanciamiento del FTL habían sido aceptados, entre ellos, proyectos del sector del transporte en ALC para México y Colombia.

La evaluación de GEI es una parte medular de los proyectos de desarrollo para el financiamiento de CFT. La guía para la evaluación y el monitoreo del CTF anticipa que tardará entre cinco y ocho años obtener los resultados del programa, más otro período de uno a cinco años para estimular la replicación. Asimismo, sugiere centrarse en el monitoreo de los productos y resultados de proyectos de MDBs durante

2 – Dalkmann, H. (2009). Post 2012 - Scenarios for Future MRV Requirements for the Transport Sector, STAP-ADB Workshop, Banco Asiático de Desarrollo, Manila. Disponible en: <http://www.adb.org/Documents/Events/2009/Scientific-Technical-Advisory-Panel/GEF-STAP-Manila-Dalkmann.pdf>

3 Binsted et al. (2011), Op. cit.

4 – Fondos de Inversión en el Clima. (2009), Clean Technology Fund Investment Criteria for Public Sector Operations. Disponible en <https://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/CTFInvestmentCriteriaRevisedCleanJan16.pdf>

5 – Ídem



este período, y advierte que “es necesario considerar los recursos y la gestión de estas evaluaciones en una etapa temprana del proceso para asegurarse de que hayan sido planificadas y que de hecho se produzcan” y “establecer un sistema de monitoreo de resultados insume tiempo y requiere recursos”⁶.

Los requisitos del CTF para la evaluación de desempeño y costo-efectividad, entre otros, representan un obstáculo para la concreción de proyectos del CTF, ya que estos

requisitos conllevan una considerable recopilación de datos e implican el desarrollo de herramientas y la creación de modelos. No obstante, resulta claro que sería prudente establecer sistemas de evaluación y monitoreo para todas las iniciativas del FTL, y concentrarse también en crear una mayor capacidad institucional para la recopilación de datos del sistema de transporte, su monitoreo y la evaluación de programas.

Fondo para el Medio Ambiente Global

Se pueden emplear herramientas de análisis relativamente más sencillas para desarrollar estimaciones ex ante de los impactos en GEI de las inversiones de transporte como parte de la preparación de programas y proyectos en relación con el Fondo para el Medio Ambiente Global.

El GEF es el mecanismo financiero establecido en virtud de la UNFCCC y otros acuerdos multilaterales para tratar cuestiones ambientales. El GEF otorga subvenciones a países en desarrollo y con economías en transición para proyectos relacionados con el cambio climático y otras cuestiones ambientales globales, como la biodiversidad y la degradación del suelo. Desde 1991, el GEF ha adjudicado US\$10.000 millones, que se han complementado con más de US\$47.000 millones en cofinanciamiento, para más de 2.800 proyectos en más de 168 países. La sociedad del GEF consta de 10 organismos, incluidos el BID y otros MDBs y organismos de las Naciones Unidas⁷.

El GEF ha servido de apoyo a intervenciones en el transporte desde 1999, y se concentra en transporte terrestre, principalmente en áreas urbanas, con la aprobación de US\$249 millones para 45 proyectos entre 1999 y junio de 2010. Se pueden emplear herramientas de análisis relativamente más sencillas para desarrollar estimaciones ex-ante de los impactos en GEI de las inversiones en transporte.

El GEF puede financiar un espectro mucho más amplio de tipos de proyectos de transporte en comparación con el MDL, para el que solamente se han aprobado algunas metodologías. El GEF también puede tener, hasta cierto punto, un espectro más amplio que el CTF, que se centra principalmente en la tecnología, aunque actualmente se

6 – Fondos de Inversión en el Clima. (2010). Clean Technology Fund Results Framework. Disponible en <http://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/CTF%206%20Results%20Framework%20Nov2010.pdf>.

7 – Véase el sitio web <http://www.thegef.org/gef/>

reconoce que este último también incluye tecnología para alentar el cambio modal, como en el caso de sistemas de transporte rápido masivo.

Históricamente, los proyectos han utilizado una amplia gama de metodologías para calcular o estimar ex ante la reducción de emisiones de GEI, al no haberse establecido una metodología de evaluación específicamente reservada a tal efecto. Sin embargo, en 2009, el Panel

Asesor Técnico y Científico del GEF (STAP, por sus siglas en inglés) comenzó a desarrollar una metodología de evaluación de GEI dedicada a proyectos de transporte. Esto fue publicado recientemente bajo el título: Manual para el cálculo de los beneficios de los gases de efecto invernadero de los proyectos de transporte del Fondo para el Medio Ambiente Global⁸. Los requisitos para la evaluación de proyectos del GEF se describen con mayor detalle en la Parte IV del presente documento.

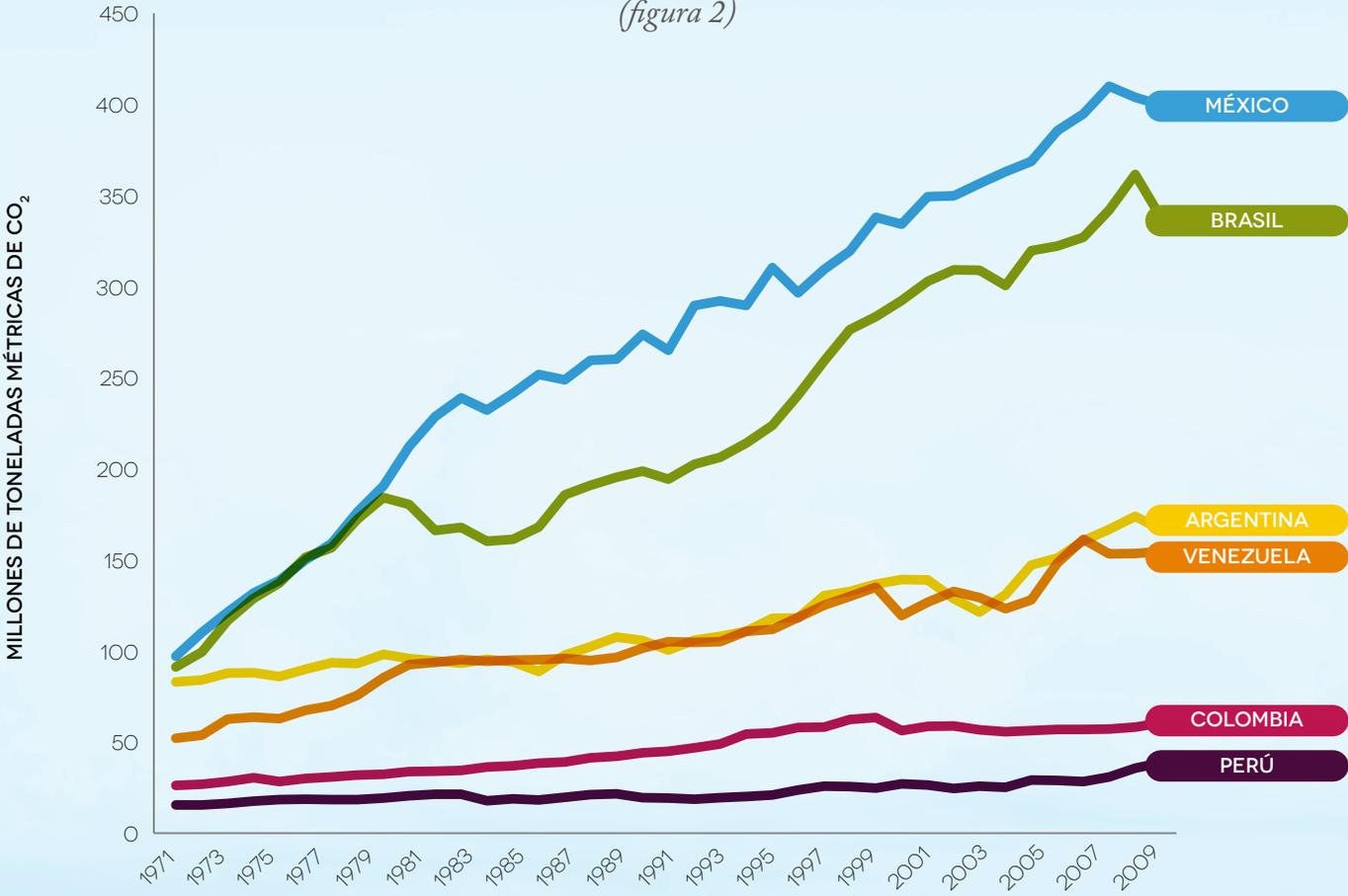
8 – Panel de Asesoramiento Científico y Técnico del Fondo para el Medio Ambiente Global. Manual para el cálculo de los beneficios de los gases de efecto invernadero de los proyectos de transporte del Fondo para el Medio Ambiente Global. Octubre de 2011, <http://www.unep.org/stap/calculatingghgbenefits>



Transporte y Cambio Climático: Oportunidades para América Latina

EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO PAÍSES LATINOAMERICANOS SELECCIONADOS

(figura 2)



FUENTE: AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA (AIE), 2011.

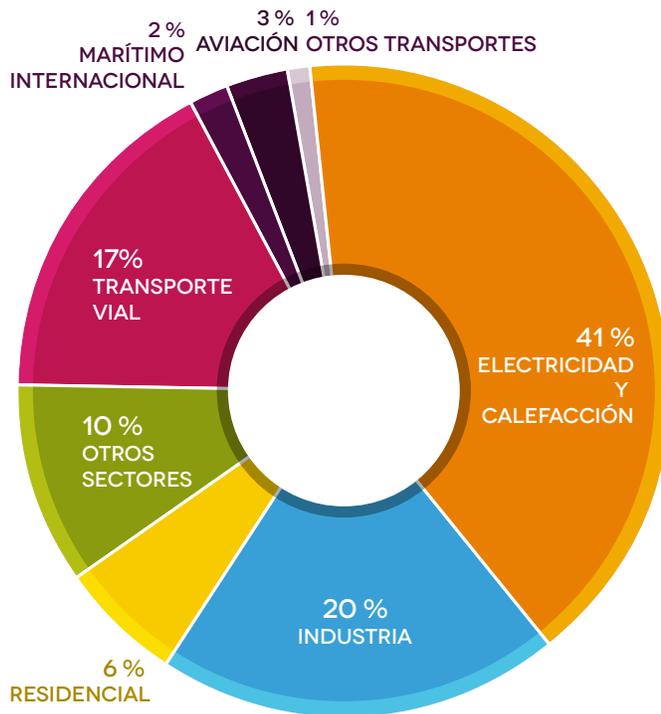
El cambio climático sucede a un ritmo acelerado debido a los aumentos en las emisiones antropogénicas (inducidas por el ser humano) de GEI que afectan la temperatura del planeta. Si bien todas las regiones deberán hacer frente a las serias consecuencias de dicho cambio, ALC resultará particularmente afectada porque se predicen eventos climáticos extremos, inundaciones, sequías, escasez de agua, crisis de los sistemas de salud pública, disminución del rendimiento de las cosechas (aumento de la falta de seguridad alimentaria) y extinción de especies⁹. Los países de la región ya experimentan algunos de estos impactos. La UNFCCC señala la necesidad de reducir las emisiones antropogénicas de GEI para evitar los peores

efectos del cambio climático. Como muestra la figura 2, las emisiones de GEI en muchos países latinoamericanos han aumentado en forma significativa durante los últimos años.

El transporte contribuye con una porción sustancial de las emisiones antropogénicas de GEI y, por lo tanto, podría desempeñar un papel significativo en su reducción. Ya sea por tierra, aire, agua u otras modalidades, representó el 15% de las emisiones globales de GEI, y el 23% de las emisiones de GEI provenientes de combustibles fósiles en 2009, como se muestra en las figuras 3 y 4¹⁰. No obstante, la contribución del sector del transporte podría

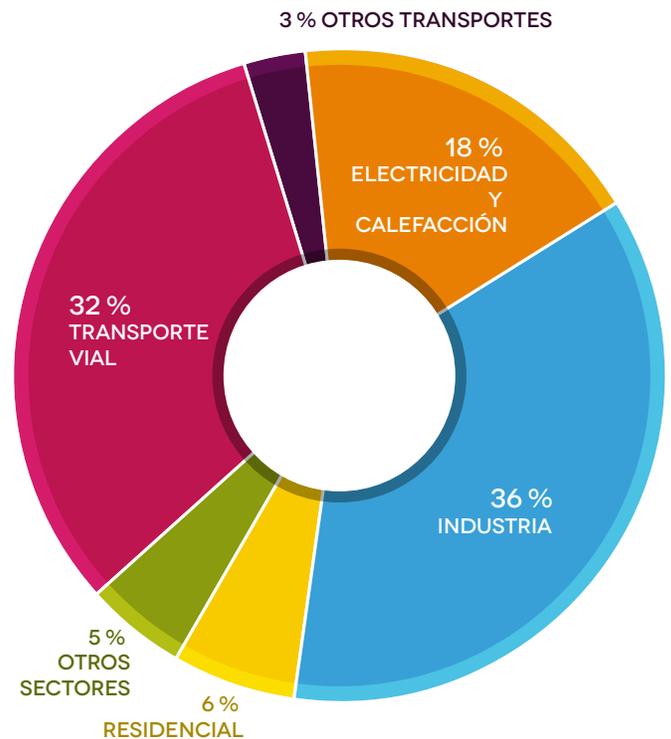
EMISIONES GLOBALES DE DIÓXIDO DE CARBONO PROVENIENTES DEL USO DE COMBUSTIBLES (2009)

(figura 3)



EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO EN AMÉRICA LATINA PROVENIENTES DEL USO DE COMBUSTIBLES (2009)

(figura 4)



FUENTE: AIE (2011)

9 – UNFCCC (2007).

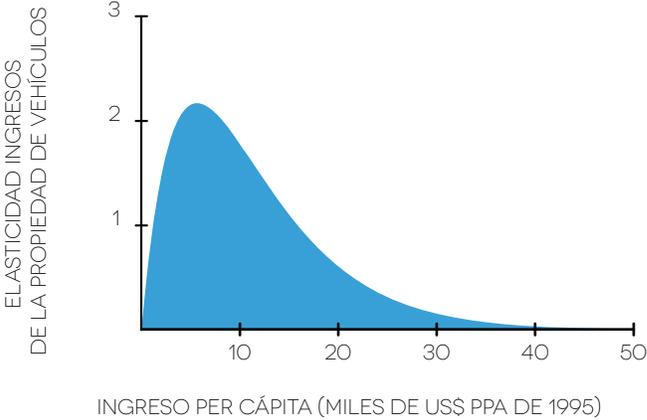
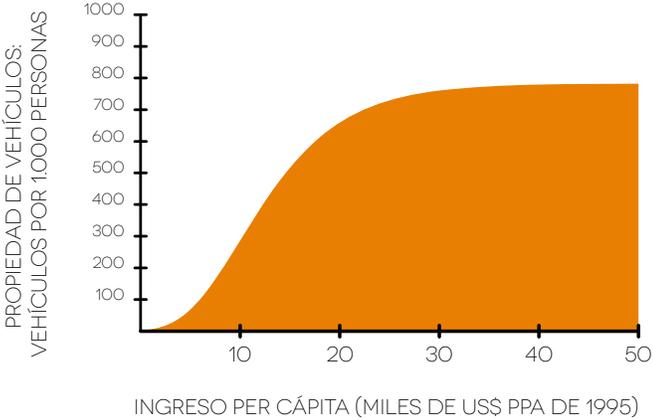
10 – Este cálculo se basa en los datos citados anteriormente de OCDE / ITF (15% de emisiones globales), combinados con cálculos que indican que las emisiones del pozo al tanque de combustible de Estados Unidos para vehículos ligeros representan un 20%; tanque a ruedas un 70%, y “de la cuna a la tumba” un 10% de las emisiones de GEI totales del ciclo de vida para un vehículo. Véase J. M. DeCicco (2010).

alcanzar hasta el 21% de las emisiones globales de GEI cuando se incluye el impacto del ciclo de vida completo o “del pozo a la rueda” (well-to-wheel-disposal) de los vehículos automotores. Este ciclo incluye las emisiones de GEI relacionadas con la producción y distribución de combustibles, y con la fabricación, el mantenimiento y el desmantelamiento de vehículos automotores. Si se incluye la producción y el mantenimiento de la infraestructura de transporte, con su contenido material derivado, su participación habrá de aumentar más. La mayoría de las metodologías existentes no explican los impactos de GEI del ciclo de vida completo de los proyectos y programas de transporte además de la combustión, aunque algunas de ellas se han desarrollado para analizar específicamente el impacto producido por la construcción de infraestructura, y algunas podrían agregar emisiones de “ciclo completo de combustible” para explicar la producción y distribución de combustibles.

En los países de ALC hay una tendencia creciente hacia la motorización (más personas que poseen vehículos y/o que manejan un número mayor de kilómetros en vehículos personales)¹¹, como resultado, en parte, de la obtención de mayores ingresos. Esta tendencia se sugiere en la figura 5, donde se presenta un modelo que muestra de qué forma la posesión de vehículos aumenta por lo general con mayores ingresos per cápita, hasta que el ingreso se sitúa alrededor de US\$30.000. No obstante, existe evidencia de que la tendencia hacia una mayor adquisición y uso de vehículos puede ser alterada por factores como un mejor transporte público, la creciente urbanización y densidad urbana, patrones de diseño urbano que favorecen los hábitos de caminar y circular en bicicleta, y una inversión en carreteras más modesta¹². Varias ciudades latinoamericanas, como São Paulo y Bogotá, han reducido el índice de motorización y uso de vehículos automotores por medio de estrategias

FUNCIÓN DE GOMPERTZ Y ELASTICIDAD INGRESO IMPLÍCITA PARA LA ADQUISICIÓN DE VEHÍCULOS¹²

(figura 5)



11 – Zegras, C., y Gakenheimer, R. (2006)
 12 – Dargay J., Gately D., y Sommer, M. (2007).

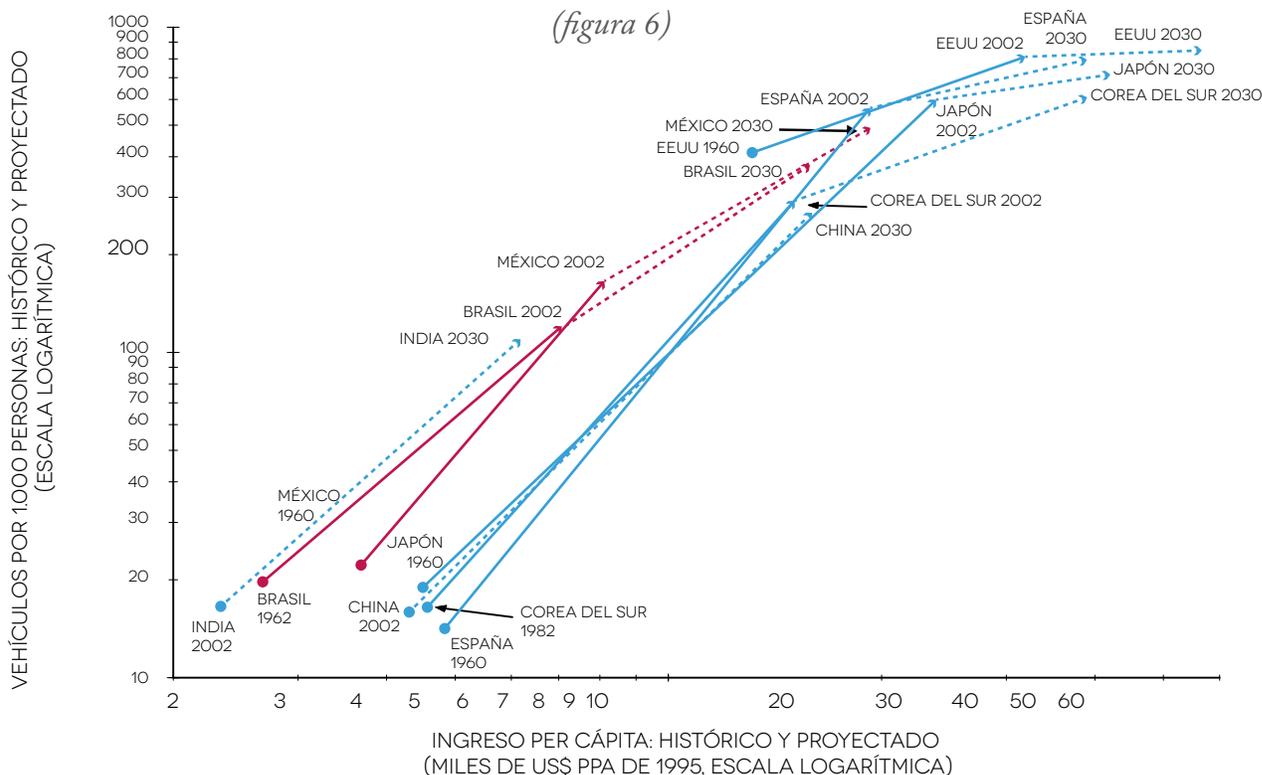
de transporte público y no motorizado. Como se aprecia en la figura 6, Corea del Sur tiene una adquisición de vehículos un tercio menor que Estados Unidos a niveles de ingreso comparables, como un producto del desarrollo urbano de alta densidad, gran inversión en transporte público y políticas para gestionar el uso de vehículos automotores particulares.

El sector del transporte presenta importantes oportunidades para mitigar el cambio climático, al tiempo que promueve el desarrollo social de una manera económicamente eficiente. Los proyectos para reducir

las emisiones de GEI en el sector del transporte – especialmente el transporte masivo, el transporte no motorizado y las iniciativas para el uso del suelo– pueden no solamente reducir las emisiones de dichos gases en comparación con las tendencias habituales (business as usual o BAU) de rápida motorización y desarrollo urbano disperso, sino también mejorar la salud pública, disminuir la desigualdad social y optimizar la competitividad económica de las ciudades¹³. Como muestra la figura 7, hay una relación significativa entre la densidad urbana y el consumo energético relacionado con el transporte, pero las ciudades con densidad general comparable,

AUMENTOS HISTÓRICOS Y PROYECTADOS EN LA ADQUISICIÓN DE VEHÍCULOS POR PAÍS

(figura 6)



FUENTE: DARGAY J., GATELY D., Y SOMMER M., 2007.

13 – Winkelman, S., Bishins, A., y Kooshian, C. (2010)

como Ciudad de México y Bogotá, pueden alcanzar un consumo energético bastante diferente en virtud de muchos factores, entre ellos: la inversión en transporte y las políticas de gestión.

El transporte de carga tiene una creciente participación en los GEI, especialmente en los países de ALC (véase el cuadro 2). Alrededor de la mitad de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) generadas por el transporte en América Latina corresponden a carga, principalmente proveniente de camiones medianos y pesados. Juntos, estos exceden las emisiones de CO₂ de los vehículos

ligeros de pasajeros en la región. Muchas alternativas económicas para reducir las emisiones de GEI provenientes del transporte conciernen a la logística y al cambio del sector de carga a otras modalidades de transporte bajas en carbono. A su vez, muchas de estas estrategias producen notables beneficios para la salud pública gracias a las reducciones en la contaminación del aire, en los accidentes, el ruido y otras externalidades negativas.

Cuadro 2. Emisiones de dióxido de carbono provenientes de vehículos automotores en América Latina por tipo de vehículo, 2000¹⁴

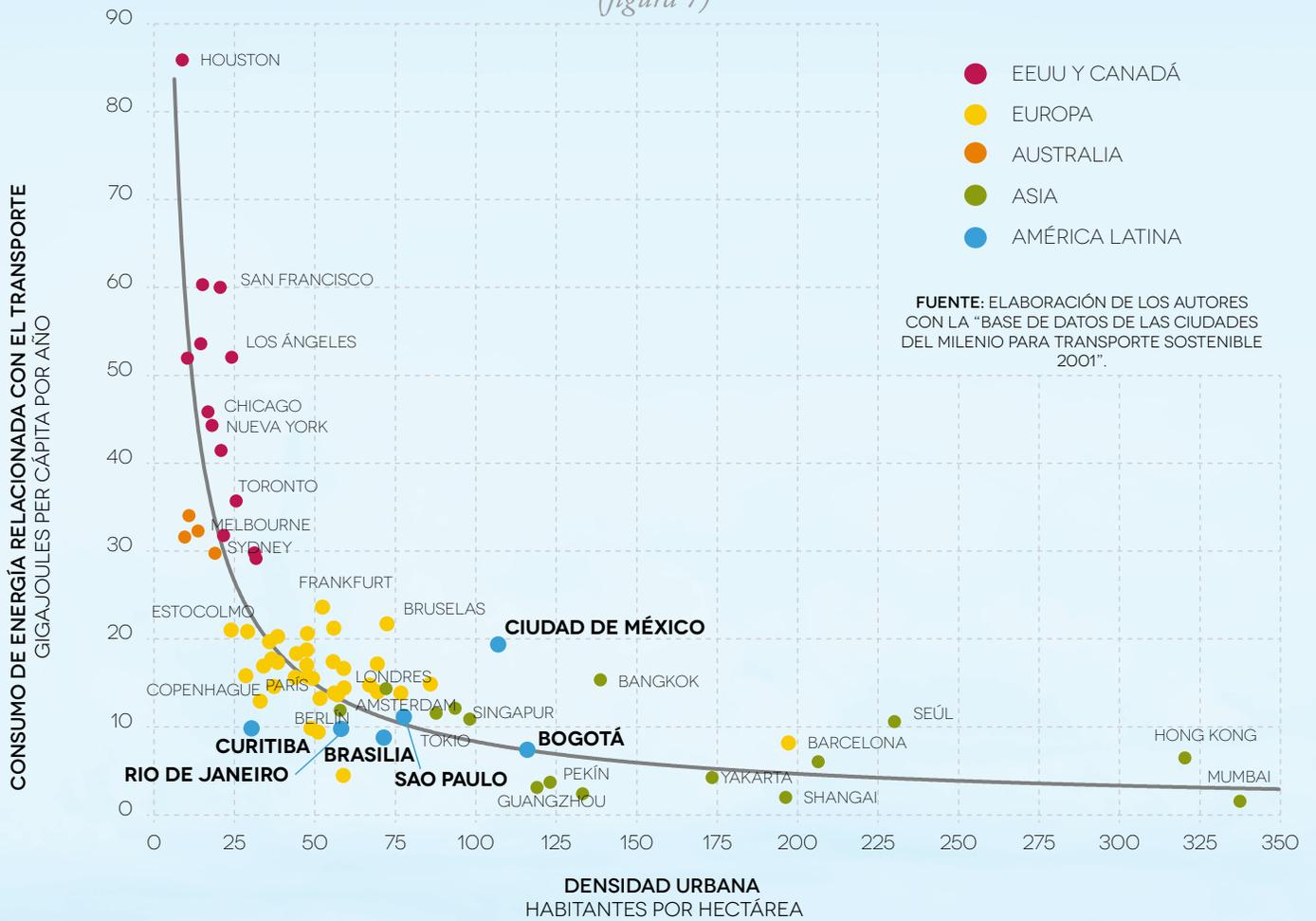
TIPO DE VEHÍCULO	VEHÍCULOS (100.000)	KM/AÑO	ENERGÍA, EJ	EMISIONES M TONELADAS CO ₂	PARTE DEL TOTAL DE EMISIONES DE CO ₂
Transporte ligero de pasajeros	40.127	13.000	2,1	155,4	40,70 %
Motocicletas	6.978	7.500	0,05	3	0,80 %
Minibuses	930	40.000	0,21	14,1	3,80 %
Buses	511	40.000	0,2	14,5	3,90 %
Transporte ligero de carga	4.459	13.000	0,23	16,2	4,40 %
Camiones medianos	5.385	22.000	1,15	77,6	20,80 %
Camiones pesados	2.314	50.000	1,38	92,2	24,70 %
Total	—	—	5,33	372,9	—

NOTA: 1 EJ (exajoule = 1018 julios) = 24 MTOE (millones de toneladas de petróleo). Datos ajustados para incluir a México. Fuente: L. Schipper et al., 2009.

14 – Shipper, L., et al. (2009).

DENSIDAD URBANA Y CONSUMO ENERGÉTICO RELACIONADO CON EL TRANSPORTE

(figura 7)



Parte 2

Panorama General

de las Estrategias de Mitigación de los
GEI en el Transporte

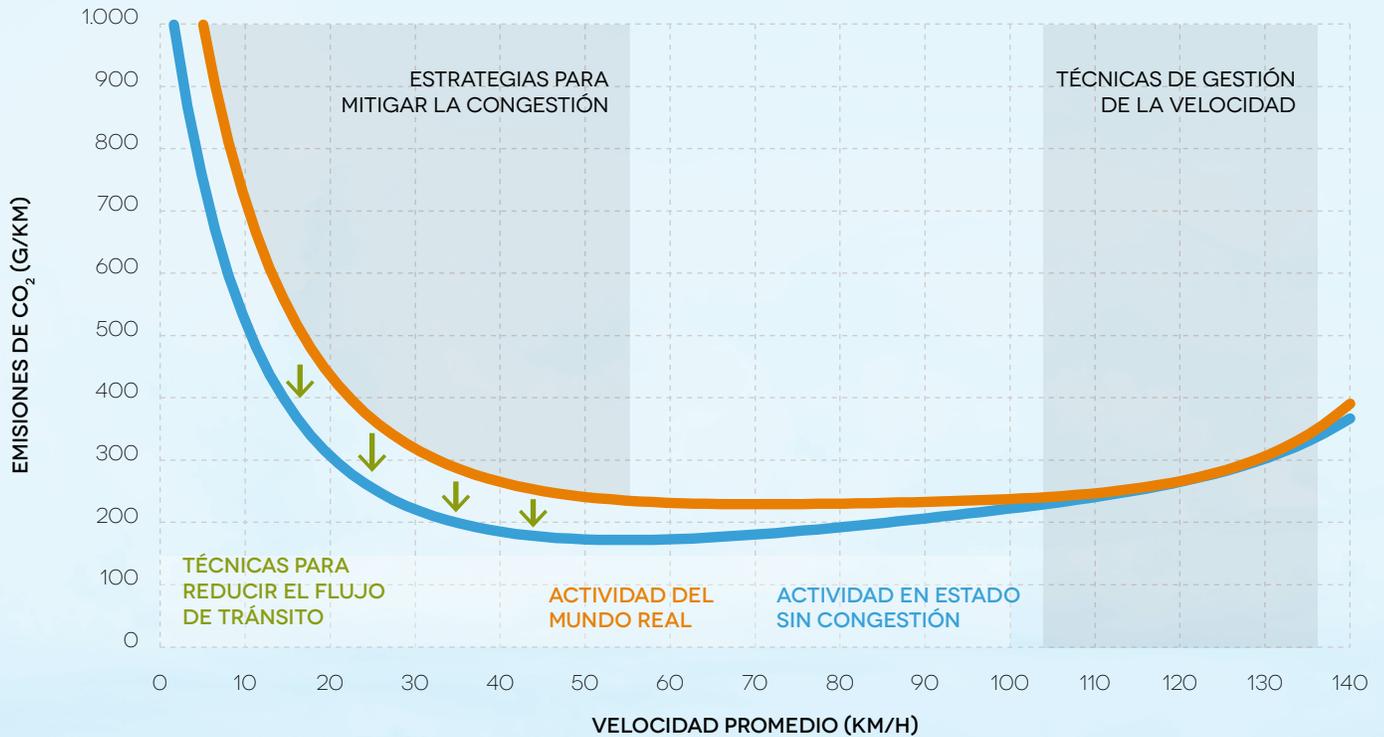
Cómo Afectan las Estrategias de Transporte a las Emisiones de GEI

Durante gran parte del siglo XX, un gran número de ingenieros de transporte en todo el mundo abordaron los problemas de tránsito, convencidos de que la congestión y otras cuestiones ambientales podían solucionarse mediante la predicción del futuro crecimiento del tránsito en una zona y con la construcción de nueva capacidad vial para atender a la demanda que habían pronosticado. Esta convicción se basaba en la correcta interpretación de que el tránsito que avanza y se detiene, la circulación a baja velocidad y las vialidades desiguales y con escaso mantenimiento son características que muchas veces se asocian con una mayor demora en el tránsito y mayores niveles de uso de combustible por unidad de distancia recorrida por cualquier vehículo automotor (y las emisiones de GEI relacionadas). Esto se ilustra en la figura 8, que muestra cómo al mantener las velocidades dentro de un rango moderado (35 a 65 millas/h, o unos 60 a 100 km/h) y al atenuar la circulación de tránsito a una velocidad moderada, se logra reducir las emisiones de CO₂. La figura 8 se basa en datos de Estados Unidos, pero la figura 9 aporta relaciones ilustrativas entre la velocidad y las emisiones provenientes de vehículos en países en desarrollo, que han sido obtenidas de la herramienta del Modelo de Evaluación de Emisiones del Transporte para Proyectos (TEEMP, por sus siglas en inglés), desarrollada para el GEF y el Banco Asiático de Desarrollo (ADB, por sus siglas en inglés).

Sin embargo, lo que este paradigma de “predicción y provisión” no explica es el tránsito inducido. En incontables partes del mundo, los esfuerzos por crear una solución propia al congestionamiento de tránsito con soluciones de incremento de la oferta vial han fracasado en contenerlo y han generado más, no menos, congestionamiento de tránsito de vehículos automotores y contaminación. En el contexto de las áreas metropolitanas en crecimiento, la nueva capacidad de las autopistas muchas veces induce tanto tránsito nuevo que en pocos años las vialidades más anchas, más grandes o más rápidas se han llenado de más vehículos y por lo tanto la velocidad de circulación con congestionamiento vuelve a ser la que era antes de la expansión de la vialidad. Construir nuevas autopistas y ampliar las existentes con pasos a desnivel o carriles adicionales puede impulsar la movilidad y resultar apropiado en algunas circunstancias. No obstante, cuando se implementan en forma aislada, estas acciones muchas veces agravan, más que solucionar, los problemas a largo plazo de congestionamiento y contaminación ambiental. Construir y mejorar las vialidades en áreas rurales con frecuencia tiene menos efecto de tránsito inducido que expandir las autopistas urbanas. Pero en general se reconoce que la inversión en alguna modalidad de transporte en particular –ya sean vialidades, ferrocarriles, vías navegables, transporte en autobús, caminar o circular en bicicleta– tenderá con

RELACIÓN ENTRE VELOCIDADES PROMEDIO DE VEHÍCULOS LIGEROS Y EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO

(figura 8)



FUENTE: BARTH & BORIBOONSOMSIN (2008), CON BASE EN PRUEBAS REALIZADAS EN VEHÍCULOS DE ESTADOS UNIDOS.

el tiempo a alentar un mayor uso de esa modalidad de transporte por sobre otras modalidades. La forma en que se asigna, administra y se le pone precio al espacio público tiene una gran influencia en la manera en la que la población elige desplazarse y determina cómo llegan las mercancías a los mercados.

En lugar del desacreditado paradigma “predecir y proveer” de la vieja escuela de la ingeniería de tránsito, ha surgido un nuevo enfoque más holístico que ha ganado aceptación como la base del desarrollo de un sistema y una planificación de movilidad sostenible. Esto se denomina muchas veces como el paradigma “evitar-cambiar-mejorar” (ASl, por sus siglas en inglés)

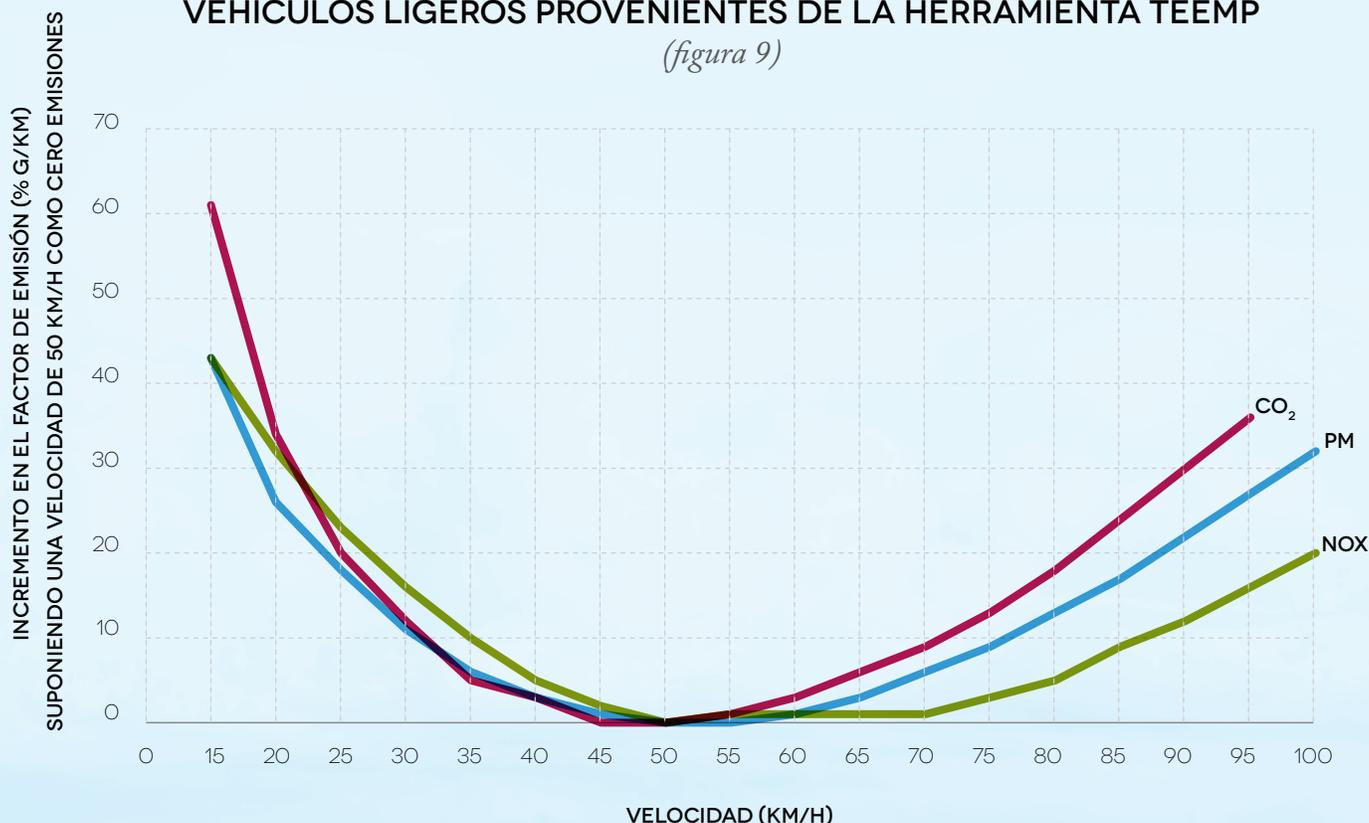
véase la figura 10. Este enfoque apunta a cumplir con los objetivos de desempeño del sistema de transporte al equilibrar las medidas puntuales para el transporte de la oferta y la demanda y las inversiones para:

- » **Evitar la actividad innecesaria de viajes** por medio de sistemas más efectivos en lo espacial, logístico y de las comunicaciones.
- » **Cambiar los viajes** de los medios de transporte menos eficientes a los más eficientes, por ejemplo, de automóvil o minibús a transporte público masivo, o de camión a ferrocarril o camiones de un solo cuerpo con carga parcial a semirremolques totalmente cargados.



FACTORES DE CORRECCIÓN DE VELOCIDAD PARA VEHÍCULOS LIGEROS PROVENIENTES DE LA HERRAMIENTA TEEMP

(figura 9)



FUENTE: MANUAL DEL GEF PARA CALCULAR LOS BENEFICIOS DE LOS GEI EN LOS PROYECTOS DE TRANSPORTE.

Recuadro 1. ¿Qué es el “tránsito inducido”?

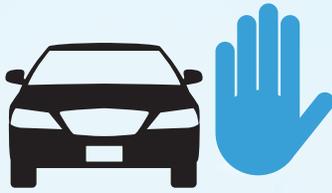
El tránsito inducido (o en un sentido más general la “demanda inducida” o el “efecto rebote”) es un aumento de los viajes producido por la creación de mejores condiciones para trasladarse. Con el tiempo se ha observado que la expansión de la capacidad vial, u otras mejoras que reducen el congestionamiento o los tiempos de viaje (por ejemplo, operaciones más eficientes) conducen a un incremento en el tránsito, ya que más personas aprovechan la infraestructura mejorada. Los viajes inducidos también pueden producirse con modalidades de transporte público o no motorizado, porque las opciones más rápidas,

más económicas o más convenientes alientan a las personas a preferir el medio más eficiente.

El tránsito inducido refleja el beneficio de una mayor movilidad. No obstante, los modos motorizados van en contra de los objetivos de reducción de GEI. Con el tiempo, las emisiones agregadas de GEI provenientes del tránsito inducido pueden exceder los ahorros producidos por la disminución inicial del congestionamiento, especialmente si las carreteras se llenan hasta su nueva capacidad y el congestionamiento vuelve a sus viejos niveles.

EL ENFOQUE ASI COMO APOYO DE TRANSPORTE SOSTENIBLE Y BAJO EN CARBONO

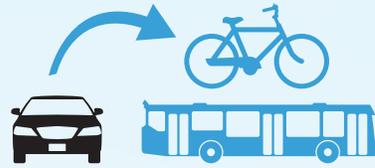
(figura 10)



EVITAR

Viajes motorizados

Impuestos a los autos y a los combustibles / Peajes para usuarios de carreteras / Cargo por congestión / Programas para compartir vehículos / Desarrollo orientado al transporte público / Zonas libres de automóviles / Políticas de reducción de viajes para trabajadores



CAMBIAR

A medios más eficientes de transporte

Mejoras en el transporte público / Gestión del estacionamiento / Desarrollo orientado al transporte público / Mejoras en el transporte no motorizado



MEJORAR

La eficiencia de la actividad de viajes restante

Gestión de tránsito activo / Manejo ecológico (eco-driving) / Esquemas para el mantenimiento de flotas / Sistemas de transporte inteligente / Sincronización de señales de tránsito / Vehículos de energía eficiente / Combustibles bajos en carbono / Diseño de vehículos aerodinámicos

- » **Mejorar la eficiencia** de la actividad de viajes restante por medio de un mejor diseño de vehículos o una administración más efectiva de las redes y operaciones del sistema de transporte¹⁵.

En general, las medidas clave del desempeño para sistemas sostenibles de transporte se definen por:

- » Mejorar el acceso para conectar a las personas con las oportunidades y los recursos y a las mercancías con los mercados.
- » Apoyar un desarrollo económico más equitativo mediante la reducción de los costos de transporte, de manera que permitan una utilización más

efectiva de los recursos y un acceso más equilibrado para las poblaciones más desfavorecidas.

- » Reducir los impactos ambientales negativos, lo cual incluye la contaminación del aire y del agua, la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos, acuíferos, y las emisiones de GEI.
- » Mejorar la seguridad y la salud pública disminuyendo el número de accidentes de tránsito y la exposición a contaminantes nocivos para la salud, e incrementando el uso de modalidades de transporte más sanas y físicamente activas.

El presente informe describe metodologías para cuantificar los impactos en los GEI de las estrategias ASI,

15 – Dalkmann, H., y Brannigan, C. (2007)

con el enfoque centrado especialmente en las estrategias que son posibles candidatas a ser incluidas en planes de movilidad sostenible en áreas metropolitanas. Algunas de estas mismas metodologías sirven de apoyo directo para la evaluación de impactos en la contaminación del aire y otros aspectos del desempeño del sistema.

Muchas veces resulta conveniente abordar evaluaciones de desempeño en sentido amplio para considerar los múltiples beneficios locales y mundiales de las estrategias de transporte sostenible, más que limitarse al estrecho enfoque de los impactos de reducción de GEI. Lo anterior se debe a que la mayor parte de las decisiones sobre transporte no se toman por sus beneficios sobre el clima, sino para cumplir con objetivos locales más inmediatos, como mejorar la seguridad, el desarrollo económico, la calidad de vida de la comunidad y la salud pública. La

gran mayoría de las estrategias de transporte sostenible tratadas en el presente informe contribuyen a estos múltiples objetivos.

Las metodologías de curvas de reducción del costo de los GEI, según lo señalaron precursores como McKinsey & Co., han descubierto que es difícil incorporar estos otros beneficios en estimaciones reduccionistas del costo-efectividad de las estrategias de mitigación de los GEI. En consecuencia, las estrategias de transporte bajo en carbono muchas veces se han concentrado demasiado en aspectos fijos de la tecnología, y han omitido métodos más difíciles de cuantificar y que implican una gestión del sistema de transporte mejorado, operaciones, precios y políticas bajas en carbono que integren la planeación de los usos del suelo y el transporte.

Panorama de las Estrategias de Evitar-Cambiar-Mejorar

Esta sección proporciona un breve panorama de las estrategias clave para mitigar las emisiones de GEI en el transporte al evitar viajes, cambiar a modalidades más sostenibles y mejorar la eficiencia de los mismos. Las siguientes once categorías amplias abarcan 39 estrategias:

- 1. Mejoras en el transporte público.**
Un transporte público atractivo, seguro y confiable es esencial para el crecimiento y el sostén de la urbanización baja en carbono.
porque pueden emplearse para distanciar a los automovilistas de los autos y acercarlos a modalidades de transporte más eficientes y más limpias.
- 2. Transporte no motorizado.**
La atención a la adjudicación, a la gestión y al diseño del espacio de la calle es vital para conservar el hábito de caminar y circular en bicicleta, así como para asegurar que estas modalidades resulten seguras y atractivas para todos. Caminar es esencial para hacer atractivo el transporte público. Tanto el transporte público como el transporte no motorizado constituyen estrategias para “atraer”, porque pueden emplearse para dirigir a los usuarios hacia estos tipos de transporte.
- 3. Precios y subsidios.**
Poner el precio apropiado, lo cual incluye la eliminación de subsidios, puede ayudar a gestionar el uso de automóviles, al contribuir a que los automovilistas reconozcan los costos asociados con el uso de vehículos particulares. Cuánto, cuándo y cómo pagan los usuarios por su movilidad puede tener un profundo efecto en su comportamiento para viajar. Estas estrategias se conocen muchas veces como estrategias para “cambiar”,
- 4. Uso del suelo.**
La distribución de lugares de trabajo, viviendas, comercios y espacio público desempeña un papel importante en determinar cuánta gente debe trasladarse, y ayuda a decidir si es más conveniente caminar, circular en bicicleta, utilizar el transporte público o conducir un vehículo automotor particular.
- 5. Gestión del estacionamiento.**
El estacionamiento tal vez sea el vínculo más importante entre el uso del suelo y el transporte. El exceso de estacionamiento impide o dificulta caminar y alienta el empleo del automóvil. Menos espacio para estacionar, y estacionamiento en lugares apropiados y a un precio adecuado, puede reducir los viajes en automóvil y los congestionamientos de tránsito.
- 6. Reducción de los viajes al trabajo.**
La forma en que los empleadores administran las circunstancias e incentivos para que los empleados se trasladen a su empleo y las decisiones sobre



dónde realizar el trabajo pueden tener un efecto crucial en el tránsito y el uso del automóvil, así como en la calidad de vida en el trabajo y el atractivo del mismo.

7. **Acceso y uso de vehículos automotores.**

Otras políticas y programas dirigidos a la propiedad y el uso de vehículos pueden disminuir la utilización de automotores para viajes personales, ya sea mediante la restricción, o con alternativas atractivas a la posesión de automóviles, como sistemas y programas que permiten compartir el automóvil.

8. **Gestión y operaciones del sistema.**

Estas estrategias incluyen una serie de enfoques para recortar emisiones por medio de un uso más eficiente del combustible en los automóviles, operaciones de tránsito más eficientes y un mejor mantenimiento de los vehículos.

9. **Capacidad de las vialidades.**

La expansión de la capacidad de las vialidades, incluyendo la eliminación de cuellos de botella, o el agregado de capacidad adicional, puede reportar beneficios a corto plazo mediante un tránsito de circulación más fluida. No obstante, en el largo plazo, los ahorros de GEI a veces se ven contrarrestados por la “demanda inducida” creada como consecuencia de una mejor movilidad vehicular. Por lo tanto, se deberá evaluar con cuidado la expansión de la capacidad de las vialidades si se la plantea como estrategia de reducción de GEI. En algunos casos, los objetivos de mitigación pueden incluso ser mejor atendidos mediante la eliminación de estructuras de autopistas que impidan el acceso del transporte público o no motorizado.

10. **Carga multimodal.**

Se pueden aplicar diversas estrategias orientadas a la carga para pasar una porción de la carga de los camiones menos eficientes a modalidades marítimas y de ferrocarril, potencialmente más eficientes y limpias; optimizar la carga al reducir las cajas vacías de los camiones y aumentar la utilización de la capacidad en los vehículos; e incrementar la eficiencia de combustible de los fletes en camión.

11. **Eficiencia energética vehicular y cambio de combustible.**

La eficiencia en el consumo de combustible de los vehículos puede mejorar de manera significativa y se pueden reducir las emisiones de GEI por medio de diversas tecnologías que ya existen. Para vehículos terrestres, estas tecnologías incluyen la reducción del arrastre aerodinámico y la resistencia a la rodadura, motores eficientes incluidos los turbo cargados (con motores más pequeños), híbridos (con frenos regenerativos), transmisión mejorada, sistemas de encendido-apagado (start/stop), motor en ralentí, entre otros; para ferrocarril, se contemplan frenos regenerativos y otras medidas. En el caso de las embarcaciones, se consideran la resistencia hidrodinámica reducida mediante revestimientos mejorados del casco, etc. También hay oportunidades de mitigación mediante el cambio a combustibles con menor contenido de carbono. Los híbridos de conexión eléctrica y los vehículos totalmente eléctricos reducen emisiones cuando el factor de la red eléctrica es bajo (por ejemplo, con una participación significativa de fuentes renovables). Por último, los biocombustibles también pueden reducir emisiones, según las emisiones en el ciclo de vida de la producción de biocombustibles, lo cual abarca los cambios en el uso del suelo.

El cuadro 3 sintetiza los efectos que cada una de estas categorías de estrategias tiene en evitar viajes, cambiar viajes a modalidades más eficientes o mejorar la eficiencia de los mismos.

El cuadro 4 ofrece algunas generalizaciones de primer orden sobre la probable dificultad y el costo de implementar cada estrategia en ALC y su efectividad estimada en la reducción de los kilómetros vehículo recorridos (KVR) y las emisiones de los GEI. Si bien las evaluaciones que se muestran en el cuadro son cualitativas, a los efectos de dar consistencia, más adelante en el documento aparece una escala general de calificación para cada factor. En muchos casos, tanto la efectividad como la dificultad tendrán que variar según el grado de agresividad con que se implemente la política (por ejemplo, la cantidad de impuesto a los combustibles o el arancel para registrar un vehículo).

La dificultad de implementación se califica de la siguiente manera:

- » **Baja:** pocas barreras políticas e institucionales, relativamente fáciles de superar.
- » **Media:** algunas barreras políticas e institucionales, pero que han sido superadas en la práctica.
- » **Alta:** fuerte oposición política, falta generalizada de aceptación pública, y/o se requiere mucha coordinación institucional. Muy pocos ejemplos de implementación con éxito.

El costo de implementación se califica de la siguiente manera:

- » **Bajo:** implica solamente una construcción modesta

(por ejemplo, pacificación del tránsito, carriles para bicicletas), estrategias de operaciones (como cambiar los tiempos de las señales) o estrategias que incurren principalmente en costos administrativos/programáticos y de aplicación (fijación de precios, gestión de la demanda del transporte, políticas de uso del suelo, entre otras). Por lo general, requiere inversiones del orden de menos de US\$1 millón por kilómetro o por ubicación cubierta, y en unos pocos millones de dólares para aplicaciones en toda el área.

- » **Medio:** implica mejoras moderadas de infraestructura (por ejemplo, mejoras en el transporte público con algunos componentes del sistema de autobuses de tránsito rápido [BRT] como el cobro del viaje antes de abordar y el acceso a nivel de la plataforma, carriles adicionales en las intersecciones y redes de ciclovías) o programas que abarquen toda el área, como cargos por congestión. Las inversiones se ubican en el rango de US\$1 a US\$10 millones por kilómetro o por ubicación cubierta, y en los cientos de millones de dólares para aplicaciones que abarquen toda el área.
- » **Alto:** requiere grandes proyectos de construcción (lo cual incluye rutas, sistemas BRT con estándar de excelencia, sistemas de transporte masivo rápido [MRTS, por sus siglas en inglés], ferrocarriles, etc.), otra infraestructura principal (por ejemplo, sistemas inteligentes de transporte [ITS, por sus siglas en inglés] en toda el área) o servicios costosos (como las operaciones de tránsito). Las inversiones necesarias se ubican en el rango de las decenas de millones de dólares por kilómetro o por ubicación cubierta, y en los cientos de millones de dólares para aplicaciones que abarquen toda el área.



Cuadro 3. Estrategias de reducción de GEI en el transporte: Efectos de acuerdo con las estrategias ASI

ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE GEI EN TRANSPORTE	EVITAR	CAMBIAR	MEJORAR
Mejoras en el transporte público		Hace más atractivo al transporte público en relación con el uso del automóvil particular	Promueve vehículos y operaciones más eficientes en el consumo de energía y combustibles menos carbono-intensivos
TNM		Hace más atractivo al TNM en relación con el uso del automóvil particular	
Precios y subsidios	Desalienta los viajes de bajo valor con alto costo social	Hace menos atractivo al automóvil en relación con otras modalidades	Reduce el congestionamiento en horas pico
Uso del suelo	Reduce la necesidad de viajes largos al ubicar los lugares de origen y destino en las inmediaciones	Hace que el transporte público y el TNM sean más viables para más viajes	
Gestión del estacionamiento	Desalienta los viajes de alto costo e impacto social	Alienta a elegir alternativas a la circulación en automóvil y mejora los ambientes peatonales	Reduce el tiempo de buscar lugar para estacionar
Reducción de los viajes al trabajo	Provee opciones de trabajo en casa/día de trabajo reducido	Promueve incentivos a quienes no usan el auto para trasladarse	Reduce el congestionamiento en hora pico
Acceso y uso de vehículos automotores	Desalienta la propiedad y el uso de vehículos	Aumenta la probabilidad de hogares sin automóvil y desalienta la propiedad y el uso de vehículos	Reduce el congestionamiento
Gestión y operaciones del sistema		Proporciona mejor información sobre las alternativas de transporte público	Reduce el congestionamiento y mantiene a los vehículos funcionando a velocidades más eficientes
Capacidad de las vialidades			Reduce el congestionamiento
Carga multimodal	Reduce los viajes de carga de baja productividad	Hace más atractivas a las modalidades más eficientes y desalienta el uso de las modalidades menos eficientes	Introduce vehículos más limpios y más eficientes y combustibles con un menor contenido de carbono
Eficiencia energética vehicular y cambio de combustible			Introduce vehículos más limpios y más eficientes y combustibles con contenidos bajos en carbono

El impacto de reducción de GEI y KVR se califica de la siguiente manera:

- » **Bajo:** por lo general la estrategia tiene un impacto de menos del 2% en la escala de aplicación (sitio, corredor o regional).
- » **Medio:** por lo general la estrategia puede situarse en un rango de impacto del 2%–10% en la escala de aplicación.
- » **Alto:** por lo general la estrategia puede proporcionar por lo menos un impacto del 10% en la escala de aplicación.

Cuadro 4. Estrategias de reducción de GEI en el transporte: Desafíos e impactos de la implementación

ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE GEI EN EL TRANSPORTE	DIFICULTAD DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	REDUCCIÓN DE KVR	REDUCCIONES DE EMISIONES DE GEI
Mejoras en el transporte público				
Mejoras operativas	Media	Bajo	Media – Alta	Media – Alta
Mejoras del sistema de tarifas	Media	Bajo	Bajo - Media	Bajo – Media
Integración del sistema en corredores con prioridad	Media – Alta	Bajo – Media	Media	Media
Autobuses de tránsito rápido	Media	Media – Alta	Media – Alta	Media – Alta
Sistemas de tren ligero, metro y trenes suburbanos	Alta	Alta	Media – Alta	Media – Alta
Programas de regulación de la vida útil de los autobuses y de eliminación gradual y chatarrización de vehículos	Bajo – Media	Bajo – Media	Media	Media
Transporte no motorizado ^a				
Aceras nuevas y mejoradas y cruces peatonales	Bajo	Bajo – Media	Bajo – Media	Bajo – Media
Pacificación del tránsito	Bajo	Bajo	Bajo – Media	Bajo – Media
Infraestructura mejorada para bicicletas, redes y programas de apoyo	Bajo	Bajo – Media	Media	Media
Precios y subsidios				
Impuestos y subsidios a los combustibles para motores	Media	Bajo	Alta	Alta
Tarifas y peajes de uso para vialidades nuevas (N)/ existentes (E)	Bajo(N) – Alta(E)	Media	Bajo(N) – Media(E)	Bajo(N) – Media(E)
Cargo por congestión en vialidades nuevas (N)/ existentes (E)	Media(N) – Alta(E)	Media	Bajo(N) – Media(E)	Bajo(N) – Media(E)
Tarifa de área restringida	Alta	Media	Alta	Alta
Uso del suelo ^b				
Códigos y prácticas de planificación urbana	Media	Bajo	Media – Alta	Media – Alta
Desarrollo orientado al transporte (DOT)	Media	Bajo	Media – Alta	Media – Alta
Zonas libres de autos y calles de tránsito restringido	Bajo	Bajo	Media	Media
Gestión del estacionamiento ^c				
Tarifa de estacionamiento	Media	Bajo	Media	Media – Alta
Administración de la oferta de estacionamiento en la calle	Media	Bajo	Bajo – Media	Bajo – Media
Requisitos de estacionamiento	Bajo – Media	Bajo	Bajo – Alta	Bajo – Alta



ESTRATEGIA DE REDUCCIÓN DE GEI EN EL TRANSPORTE	DIFICULTAD DE IMPLEMENTACIÓN	COSTO DE IMPLEMENTACIÓN	REDUCCIÓN DE KVR	REDUCCIONES DE EMISIONES DE GEI
Reducción de los viajes al trabajo				
Horarios flexibles	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Semanas de trabajo comprimidas y tele-empleo	Baja – Media	Baja – Media	Baja – Media	Baja – Media
Combinaciones e incentivos de viaje compartido	Baja	Baja	Media	Media
Incentivos impositivos para el uso de modalidades alternativas y desincentivos del estacionamiento gratis por parte del empleador	Media	Baja – Media	Media	Media
Acceso y uso de vehículos automotores				
Programa de vehículo compartido	Baja	Baja - Media	Baja	Baja
Impuestos y tarifas sobre el registro de vehículos	Baja – Media	Baja	Baja – Media	Baja – Media
Sistemas de cupo de vehículos automotores	Alta	Baja	Alta	Alta
Restricciones según la placa	Media – Alta	Baja	Media	Media
Gestión y operaciones del sistema				
Reducción de límites de velocidad en vialidades	Media	Baja	Baja	Media
Mantenimiento de vehículos y manejo ecológico	Baja	Baja	Baja	Baja - Media
Sistemas inteligentes de transporte (ITS, por sus siglas en inglés) ^d	Media – Alta	Media - Alta	Baja	Baja – Media
Capacidad de las vialidades				
Expansión de la capacidad vial	Media	Alta	Negativa	Baja – Media (CP); Negativa (LP) ^e
Carga multimodal ^f				
Mejora de la infraestructura intermodal de cargas	Media – Alta	Alta	Media	Media
Gestión y precio de las cargas	Media	Baja	Baja – Media	Media
Centros regionales de distribución de cargas, puertos secos y parques de logística	Alta	Media	Baja – Media	Baja – Media
Eficiencia energética vehicular y cambio de combustibles				
Autos y motocicletas eficientes	Media	Baja – Media	Baja	Media - Alta
Camiones eficientes	Media	Baja – Media	Baja	Alta
Biocombustibles	Baja	Baja	Baja – Media ^g	Baja – Media ^g
Vehículos eléctricos terrestres	Media – Alta	Alta	Alta	Baja – Alta ^h
Embarcaciones eficientes	Baja – Media	Baja	Media	Media

^a La calificación de efectividad “media” para estrategias no motorizadas refleja un amplio programa de mejoras que abarcan toda la ciudad. Las mejoras aisladas pueden tener una calificación de efectividad “baja”.

^b La calificación de los efectos de las estrategias del uso del suelo depende del tiempo: “media” para el mediano plazo, “alta” para el largo plazo.

^c La calificación de los efectos de la gestión de estacionamiento puede ser “alta” si se implementa en forma integral en todo el ámbito de la ciudad, o bien, de “baja” a “media”, si se efectúa en forma aislada.

^d Las calificaciones para los ITS se basan en un sistema integral de estrategias de este tipo de sistemas.

^e CP = corto plazo (<5–10 años); LP = largo plazo (>5–10 años).

^f Se dispone de muy poca información acerca de la efectividad y de los costos de muchas estrategias de cargas.

^g El efecto depende de las emisiones asociadas con la producción de biocombustibles, especialmente de los cambios en el uso del suelo.

^h El efecto depende del factor de emisión de la red eléctrica.

Efectos de las Estrategias sobre las Emisiones de GEI

Mejoras en el transporte público

Un buen transporte público es vital para que las ciudades modernas puedan crecer en dimensiones y alcanzar una mayor densidad, usos del suelo mixto, mejores niveles de vida y con ello reducir su huella de carbono. Los planes integrales de movilidad sostenible deben considerar las siguientes opciones para el servicio mejorado del transporte público:

- » Mejoras operativas.
- » Mejoras en el sistema tarifario.
- » Integración del servicio en corredores de prioridad.
- » Implementación de corredores BRT integrados.
- » Transporte por metro (MRT, por sus siglas en inglés), incluidos nuevos sistemas o el servicio ampliado de sistemas existentes.
- » Modernización de la flota mediante reglamentación de la vida útil, incentivos para la adopción de vehículos más eficientes, más limpios y eliminación gradual de los vehículos obsoletos.

Las mejoras en el transporte público pueden reducir las emisiones de GEI por medio de los mecanismos de “cambiar” y “mejorar”. En el primer caso, pueden provenir de:

- » Atraer la elección de quienes utilizan vehículos particulares hacia el transporte público mediante un servicio más rápido, más confiable, más cómodo y más seguro.

- » Asegurarse de que los usuarios de transporte público existentes no cambien de medio hacia vehículos particulares al aumentar sus ingresos; para ello se debe mantener el transporte público lo más atractivo posible.

Las reducciones de las emisiones de GEI por medio de los mecanismos de “mejorar” pueden alcanzarse con estas acciones:

- » Mejorar la eficiencia del funcionamiento de los autobuses al reducir demoras de tránsito y aumentar la velocidad de viaje.

Figura 11: Sistema de Metrobús en México D.F. – Ramiro Alberto Ríos



- » Reducir el consumo de combustible al reemplazar vehículos antiguos de transporte público con otros más nuevos y eficientes.

Mejoras operativas

Este tipo de mejoras apuntan a optimizar la eficiencia del servicio, reducir los tiempos de viaje e incrementar la confiabilidad de los horarios mediante operaciones e infraestructura de transporte público y de rutas. Los cambios en las operaciones y la estructura vial para beneficiar al transporte público incluyen la prioridad de luz verde para autobuses, evitar las colas en las intersecciones, la conversión de espacio de calle compartido a carriles exclusivos para autobuses y la disposición de las paradas de forma que los autobuses puedan reingresar fácilmente al tránsito. Las mejoras operativas que se pueden implementar mediante el sistema de transporte público incluyen sistemas de cobro de tarifa antes de abordar el vehículo, servicio de paradas limitadas y mejor control de horarios e intervalos mediante el uso de sistemas de posicionamiento satelital (GPS). Las mejoras deberán realizarse primeramente en corredores de prioridad con elevados niveles de servicio de transporte público y volumen de pasajeros.

Puede ser necesario el uso de diferentes herramientas de análisis según la estrategia. Se pueden utilizar las elasticidades de pasajeros del transporte público (que están incluidas en modelos de diseño como el TEEMP) para evaluar el impacto del ahorro en el tiempo de viaje. Se pueden usar modelos de simulación de tránsito o factores de emisión a velocidad promedio para evaluar los beneficios en las emisiones de operaciones viales más eficientes.

Mejoras en el sistema tarifario

Existen muchas opciones para mejorar este ámbito, incluidas la integración tarifaria y la introducción o expansión del uso de instrumentos para el prepago de la tarifa. La integración de tarifas es el proceso de simplificar el pago con el empleo de una tarjeta común entre los diferentes operadores de transporte público en una ciudad determinada.

Las mejoras tarifarias del transporte público pueden reducir las emisiones de GEI al incrementar el volumen de pasajeros como resultado del ahorro monetario y de tiempo. El comportamiento respecto a los viajes se ve afectado no solamente por la cantidad de personas que pagan, sino también por la forma y la frecuencia del pago. El uso generalizado de los instrumentos tarifarios de prepago ayuda a que la gente se sienta mejor al tener que pagar la tarifa de transporte público, ya que los clientes no piensan demasiado sobre el costo cuando pagan con tarjeta. Estos instrumentos aceleran el ascenso y descenso, y permiten que los vehículos de transporte viajen más rápidamente y en forma más confiable.

La evaluación del impacto de los GEI no es algo directo, ya que los efectos del comportamiento del cambio de pago en efectivo a instrumentos de prepago no se reflejan en el análisis de elasticidad de la tarifa tradicional. Los impactos se componen de las modificaciones en el volumen de pasajeros que se producen por la percepción de un cambio de precio, con elasticidades tarifarias que varían ampliamente según las características del ingreso y del servicio, y el carácter y el costo de las oportunidades de viaje que compiten en un área. Cuando los cambios en el sistema tarifario aumentan la velocidad promedio del viaje, el cumplimiento de los horarios y la confiabilidad, estos elementos pueden tener un impacto significativo en el comportamiento y reducir emisiones al recortar los tiempos de espera en las estaciones. Estos impactos

pueden analizarse en función de las elasticidades en el volumen de pasajeros respecto del tiempo de viaje.

Integración del sistema de transporte público en los corredores de prioridad

La integración del sistema de transporte público requiere una mejor organización y planificación del sistema entre los diversos operadores en un área metropolitana. Una multiplicidad de operaciones de transporte colectivo, no público y autobuses no coordinados en un área metropolitana, por lo general, conduce a grandes ineficiencias, capacidad redundante y poco utilizada, congestión de tránsito, hiper-competencia entre operadores con capital insuficiente, vehículos sin el debido mantenimiento e infraestructura de apoyo poco adecuada. Todo esto redundará en elevados niveles de contaminación y uso de combustible, así como en un pobre desempeño económico y de servicio. La integración del sistema ofrece oportunidades para abordar todos estos problemas.

Idealmente, la evaluación del impacto de las emisiones de la integración del sistema de transporte público requiere el uso de un modelo regional de transporte público y de tránsito, aunque se pueden utilizar métodos de análisis básicos para estimar dichos impactos de un modo más general. Es probable que la integración del sistema conduzca tanto a cambios directos en la velocidad promedio del tránsito, en los congestionamientos y en las demoras, como a cambios indirectos en el atractivo del transporte público y en su volumen de pasajeros, al verse estos últimos interesados en emplear los servicios mejorados. También puede conducir a mejoras en la flota de vehículos, lo que se podrá evaluar en función de los índices de eficiencia de combustible específicos de los vehículos, según su diferente tipo y antigüedad.

Autobús de tránsito rápido

El autobús de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés) es un sistema de transporte público con base en autobuses de alta calidad, que brinda movilidad urbana rápida, cómoda y de bajo costo mediante la implementación de carriles separados exclusivos para él, con características que conducen a maximizar la eficiencia del sistema. Algunas de las características más importantes del BRT son: carriles separados, cobro de la tarifa antes de abordar el vehículo, acceso al nivel de la plataforma, operaciones rápidas y frecuentes, y buen marketing y servicio al cliente. El BRT está diseñado para prestar servicios de transporte similares al de rieles, pero con menores costos operativos y de capital, y una mayor flexibilidad.

Existen múltiples modalidades por las que los sistemas de BRT afectan a las emisiones de GEI: la eliminación de la excesiva oferta de antiguos autobuses ineficientes, el aumento de las velocidades promedio de los autobuses y del tránsito mixto, los cambios en la participación de las diversas modalidades de transporte y los cambios asociados en KVR, las modificaciones en la composición de la flota, los factores de carga de los vehículos, y –a largo plazo– los cambios en la distribución de los viajes y patrones del uso del suelo. En un plano ideal, los impactos del BRT se evalúan según un modelo de demanda de viajes. No obstante, se dispone de técnicas básicas que se apoyan en elasticidades (mejoras del tiempo de viaje o ahorros de costo) o en la experiencia de otros sistemas de BRT implementados en diversos contextos. La herramienta TEEMP incluye hojas de cálculo para el BRT que permiten ingresar diferentes niveles de datos de usuario. Las metodologías aprobadas del MDL para proyectos BRT (AM0031) y de transporte rápido masivo (ACM0016) tienen requisitos más exigentes, que incluyen una amplia recopilación de datos locales, como se ve en la Parte IV del presente documento.



Sistemas de tren ligero, metro y trenes suburbanos

El transporte por rieles es un tipo de transporte público rápido y masivo que opera en vías fijas. Las opciones masivas incluyen tranvías, trenes ligeros (LRT, por sus siglas en inglés), transporte por metro y trenes suburbanos.

Las reducciones en emisiones de GEI con el uso de rieles surgen del cambio de los viajes que antes se hacían en autobús, vehículos colectivos no públicos y autos, hacia modalidades de riel con un uso menos intensivo de carbono. Estas reducciones dependen en parte de la fuente de electricidad para propulsión de los trenes y de lo que ocurre con el espacio de vialidad que puede ser menos concurrida debido a los nuevos servicios de rieles. El ahorro puede disminuir en forma significativa a corto plazo debido a las grandes emisiones de GEI provenientes de la construcción de proyectos de transporte ferroviario, especialmente para los metros subterráneos, lo que hará que tarde algunos años compensar estas emisiones mediante las comparativamente menores que se producirán durante el funcionamiento. En el largo plazo, las inversiones en rieles pueden acarrear un Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) significativo que reduzca aún más dichas emisiones.

La planificación de grandes y costosos sistemas ferroviarios exige por lo general la creación de modelos regionales de demanda que luego pueden servir de apoyo para el análisis efectivo de los GEI. No obstante, el modelo TEEMP también proporciona una herramienta básica de evaluación ferroviaria para estimar ex ante los impactos de CO₂ de los proyectos urbanos de rieles en regiones que carecen de buenos modelos para el análisis inicial. La metodología del MDL aprobada para proyectos de transporte masivo rápido (ACM0016) tiene requisitos

exigentes que incluyen una amplia recopilación de datos, como se ve en la Parte IV del presente documento.

Programa de retiro de vehículos y chatarrización

Los programas de retiro de vehículos y chatarrización (implementados por regulación o incentivos) tienen el objeto de alentar a los operadores de autobuses a invertir en la renovación de las flotas. Estos programas pueden aportar vehículos más limpios y eficientes.

Aunque los programas de vida útil y chatarrización de vehículos no deberían impactar los KVR, sí deben reducir las emisiones de GEI. Por lo general, los autobuses antiguos son más pesados, menos aerodinámicos y consumen más combustible. En consecuencia, las emisiones por KVR son mayores que las de los nuevos. Estos últimos también pueden ser más eficientes al transportar más pasajeros por vehículo. Los de tecnología avanzada, como los híbridos o eléctricos, pueden reducir aún más el consumo de combustible y las emisiones de GEI resultantes de los vehículos de transporte público masivo. La estimación de los impactos de GEI de tales programas es bastante directa en teoría, si se considera la aplicación de factores apropiados de emisión o economía de combustible a vehículos chatarrizados y de reemplazo. Si se utilizan menos vehículos de reemplazo, pero más grandes, se deberá hacer un ajuste por factores de carga para determinar las emisiones de GEI por pasajero por kilómetro. Sin embargo, puede resultar necesario efectuar mediciones de economía de combustible a efectos de estimar mejor las emisiones de GEI de vehículos nuevos y chatarrizados.

Políticas de Transporte No Motorizado

Las mejoras para viajes no motorizados son una estrategia de “cambiar”, ya que alientan a las personas a pasar de modalidades motorizadas a no motorizadas. Las mejoras al transporte no motorizado pueden reducir las emisiones de GEI mediante la preservación de los hábitos modales de transporte: hacer que más gente prefiera caminar o circular en bicicleta para una mayor proporción de sus viajes. Las mejoras en las redes para peatones y bicicletas también pueden motivar a más personas para que se trasladen a pie, en bicicleta o en el transporte público. Cuando las tendencias a largo plazo del transporte apuntan a menos viajes a pie o en bicicleta a la luz de una creciente motorización –como lo muestra el patrón de las ciudades latinoamericanas–, las estrategias que simplemente estabilizan el transporte no motorizado (TNM) pueden reducir las emisiones de GEI en comparación con esta dinámica de línea base. Tales impactos de emisión pueden tornarse sustanciales con el tiempo¹⁶. El cuadro 5 muestra la participación actual del TNM en las principales ciudades de América Latina. Esta modalidad es un componente significativo del total de viajes, con porcentajes que abarcan entre 25% y 40% del total en la mayoría de las ciudades. Estos valores se pueden comparar con el 5% al 10% que comúnmente se encuentra en una típica ciudad altamente motorizada de América del Norte¹⁷.

Las mejoras no motorizadas se tratan en las siguientes categorías:

- » Infraestructura peatonal.
- » Pacificación del tránsito.
- » Infraestructuras para bicicletas, redes de ciclovías y programas de apoyo.

Cuadro 5. Participación de viajes diarios a pie y en bicicleta en ciudades de América Latina, 2007

REGIONES METROPOLITANAS	PORCENTAJE DE VIAJES
Belo Horizonte	36 %
Bogotá	18 %
Buenos Aires	9 %
Caracas	18 %
Ciudad de México	25 %
Curitiba	42 %
Guadalajara	39 %
León	39 %
Lima	26 %
Montevideo	27 %
Porto Alegre	32 %
Rio de Janeiro	37 %
San José	24 %
Santiago	37 %
São Paulo	35 %

Fuente: CAF, Observatorio de Movilidad Urbana, 2009.

Aceras nuevas y mejoradas, y cruces peatonales

Hasta los viajes motorizados comienzan y terminan con una caminata y, sin embargo, la infraestructura peatonal está en malas condiciones en muchas ciudades en desarrollo, lo que hace que caminar para llegar a destino o a una parada de transporte público resulte incómodo o inseguro. La presencia de aceras nuevas o reconstruidas y de cruces peatonales en intersecciones y a mitad de cuadra, donde fuese necesario, pueden ser factores determinantes para que las personas sigan prefiriendo caminar en ciudades con motorización en aumento.

16 – Panel Asesor Técnico y Científico del Fondo para el Medio Ambiente Global (2011).
17 – Oficina de Estadísticas de Transporte de Estados Unidos (2009).



Las aceras y los cruces deben cumplir con pautas de accesibilidad a efecto de prestar servicio a todos los usuarios, lo cual incluye sillas de ruedas, cochecitos de bebé, ciclistas y otros que necesiten una superficie lisa y a nivel. Construir aceras del ancho adecuado (lo ideal sería separadas del cordón por una zona de transición), cruces peatonales marcados o señalizados, con árboles que den sombra y con iluminación generosa pueden hacer más cómodos los traslados a pie. Mejorar estas características puede ayudar a incrementar el porcentaje de este tipo de traslados y en transporte público. Se deberá dar prioridad a las mejoras en calles ubicadas a una distancia de entre medio y un kilómetro de paradas de transporte público, escuelas y distritos comerciales.

Las mejoras para peatones pueden presentar beneficios medianos de KVR y reducciones de GEI si se implementan como parte de un programa que incluya toda la ciudad junto con estrategias de apoyo para el uso del suelo que fomenten un desarrollo respetuoso con el peatón, aunque los beneficios de mejoras aisladas serán menores. Es difícil evaluar las mejoras para peatones con la mayoría de los modelos de viajes regionales, que tienen un trazo espacial demasiado grueso para representar trayectos cortos y viajes no motorizados. No obstante, cada vez más modelos están siendo diseñados o modificados para incluir “factores ambientales peatonales” que aportan sensibilidad a las mejoras del TNM. Los modelos de micro-simulación para los comportamientos de los viajes y del tránsito ofrecen un potencial de sensibilidad para la forma en que los factores de diseño urbano y de vialidad afectan el comportamiento de viaje y el desempeño del sistema de tránsito, pero –una vez más– solamente si estos están contruidos dentro de las especificaciones, elementos de recopilación de datos y ambiente de aplicación del modelo.

En ausencia de modelos sensibles al TNM, el paquete del modelo TEEMP incluye un módulo que puede usarse para evaluar la calidad pedestre de un área y estimar en forma preliminar de qué manera podrían los cambios en esa característica traducirse en cambios en las emisiones de CO₂ y otros contaminantes locales. Las investigaciones en América del Norte también han desarrollado elasticidades en los trayectos a pie, en la modalidad compartida, o los KVR con respecto a factores de diseño peatonal¹⁸.

Pacificación del tránsito

Esta expresión se refiere a la implementación de ciertas estrategias y características de diseño de calles que promueven velocidades de vehículos más bajas y menores volúmenes. La construcción de isletas y extensiones de cordón, que hacen más corto y más seguro el cruce de calles para peatones y ciclistas, y la construcción de reductores de velocidad (topes o túmulos) y cruces elevados son algunos ejemplos de medidas empleadas para hacer más lento el tránsito. Implementar características de pacificación del tránsito es importante cuando se promueve la seguridad del peatón, su comodidad y la accesibilidad en calles de mucho volumen. Las estrategias de pacificación del tránsito también garantizan que las personas que caminan o circulan en bicicleta sigan usando formas no motorizadas de transporte para completar sus trayectos diarios, debido a que los peatones y ciclistas pueden sentirse más cómodos y seguros si se reduce la velocidad del tránsito.

Las medidas de pacificación del tránsito pueden tener un potencial de nivel medio para la mitigación de GEI, pero solamente si se adoptan en toda el área,

18 – Ewing, R., y R. Cervero. (2010)

de manera que impulsen cambios modales que den como resultado velocidades moderadas y constantes, y como parte de otras mejoras peatonales. El beneficio de la reducción de CO₂ proveniente de la pacificación del tránsito puede quedar eliminado o revertido si los automovilistas practican un comportamiento agresivo de acelerar y aminorar la velocidad en áreas sujetas a dichas estrategias. La pacificación del tránsito aislada puede incluso aumentar las emisiones, como lo demuestra un estudio, según el cual la introducción de seis reductores de velocidad en una vialidad por la que antes se podía circular a 40 km/h llevó a un aumento en el consumo de combustible de 7,9 litros a 10 litros por cada 100 km, con un incremento resultante del 27% en las emisiones de CO₂¹⁹.

La evaluación del impacto de las medidas propuestas para la pacificación del tránsito según su impacto de GEI debe tener en cuenta estos múltiples factores. Pueden emplearse modelos de simulación de tránsito para evaluar la pacificación del tránsito, pero los datos y los recursos de capacidad institucional que se requieren para llevar a cabo dicha evaluación en un área determinada son considerables, y se deberá superar diversos obstáculos para explicar los beneficios del cambio de comportamiento por la pacificación del tránsito en un área extensa. La evaluación basada en la experiencia en comunidades comparables puede servir de guía aproximada de los posibles impactos.

Mejoras de infraestructura para bicicletas, redes de ciclovías y centros de apoyo

Aunque numerosas ciudades de América Latina tienen

una alta incidencia del TNM, la participación de trayectos cubiertos a pie o en bicicleta está disminuyendo en muchas de ellas debido a una creciente motorización y a un aumento del ingreso, ya que el tránsito automotor desplaza a los ciclistas y peatones a los zanjones o los aprieta en carriles cada vez más estrechos, no ocupados por autos o motocicletas. En estas circunstancias, introducir un legítimo derecho de paso y comodidades para el tránsito de bicicletas puede hacer una diferencia real en las tendencias de uso a largo plazo de las mismas.

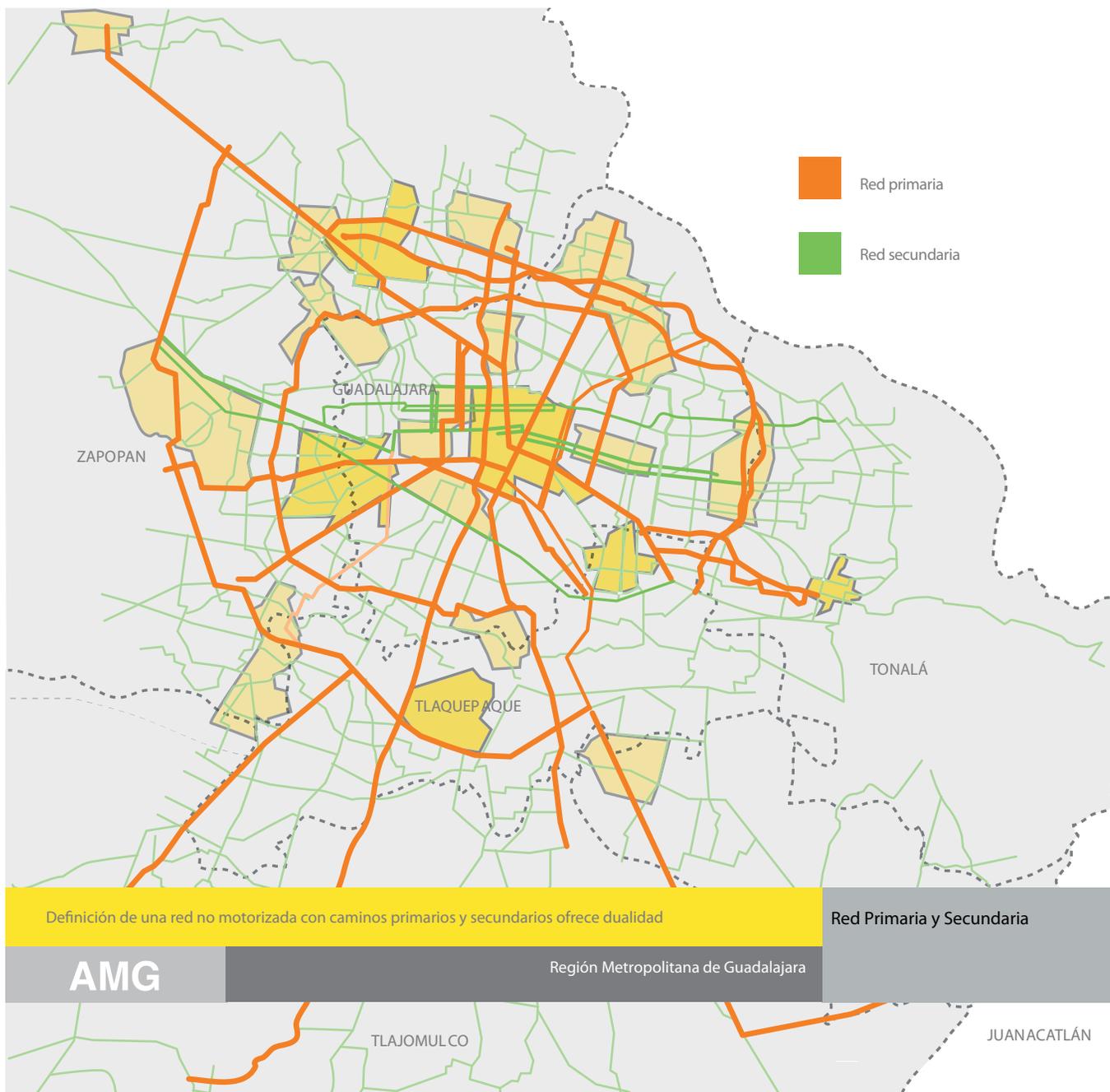
Las mejoras de infraestructura incluyen la construcción de nuevos senderos y carriles para bicicletas, así como circuitos, sendas y rutas para bicicletas, y otras formas de vialidad compartida. En muchas ciudades de países desarrollados se adopta la idea de “calles completas”, para proporcionar un lugar cómodo y seguro a todas las modalidades de transporte, con la mira puesta en el TNM. Otras mejoras importantes en apoyo al uso de la bicicleta incluyen: instalaciones seguras de bici-estacionamiento, tanto en la calle como integradas en edificios; servicios sanitarios públicos y casilleros en los lugares de trabajo; políticas de integración de las bicicletas con el transporte público mediante sitios de bici-estacionamiento en estaciones y equipamiento para el traslado de bicicletas en vehículos de transporte público; programas de bicicleta pública compartida; información sobre rutas para bicicletas y prácticas seguras para el uso de las mismas; y cumplimiento de las leyes de tránsito tanto por automovilistas como por ciclistas. Un plan maestro puede asegurar que las mejoras estén coordinadas y reciban prioridad. Por ejemplo, en Guadalajara, México, el gobierno regional ha lanzado un plan maestro que propone una red de senderos y rutas para bicicletas de 1.500 km por toda el área metropolitana (véase la figura 12).

19 – Citado en el Daily Express (Londres), octubre de 1995. Citado por T. Litman (1999).



PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD URBANA NO MOTORIZADA PARA LA ZONA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

(figura 12)



Fuente: ITDP México (2012)

El potencial de reducción de las emisiones de GEI con la construcción de redes de transporte para la bicicleta e instalaciones de apoyo en áreas urbanas depende del nivel y de la calidad de la implementación de la infraestructura ciclista. Los planes integrales de movilidad no motorizada, completos y de gran escala pueden atraer de manera efectiva viajes de TNM de diferentes tipos de transporte motorizado y producir una reducción mediana de las emisiones de GEI en el largo plazo. Los beneficios también serán mayores si las mejoras en la red se implementan conjuntamente con infraestructura de apoyo (como bici-estacionamiento, integración del tránsito y sistemas de bicicleta pública) y políticas (como la educación y la fiscalización de las leyes de tránsito).

La creación de un modelo de viajes en bicicleta y de los beneficios de las instalaciones para éstas puede representar un desafío. Los impactos variarán en gran medida en virtud de la calidad y del alcance de las instalaciones, del contexto de uso del suelo (por ejemplo, densidad de viajes), del atractivo de las alternativas (por ejemplo, costo de estacionamiento y congestión vehicular), del clima e incluso de factores culturales. La evaluación del impacto de GEI de las inversiones individuales puede hacerse estimando la probabilidad de un cambio hacia otras modalidades motorizadas y el grado en el cual la inversión podría ayudar a evitar que los actuales ciclistas se pasen a modalidades más contaminantes. El análisis deberá considerar que los viajes que combinan transporte público y bicicleta pueden reemplazar a los viajes que combinan automóvil y estacionamiento, los cuales implican un consumo de combustible poco económico en trayectos de corta distancia y elevadas emisiones en KVR. Esto significa que las reducciones de CO₂ y otras emisiones a veces son desproporcionadamente más altas que las reducciones de

KVR. Como alternativa a un análisis a nivel de proyecto, los beneficios de GEI de un programa a escala de toda la ciudad de inversiones en bicicleta pueden estimarse a partir del análisis de otras ciudades donde se hubieran implementado programas similares.

La mayor parte de los modelos de viaje omiten la representación de los realizados en bicicleta, que al igual que los trayectos a pie muchas veces no están representados en la geografía de la zona de los modelos compuestos a grandes rasgos. Los modelos de micro-simulación tienen potencial de alta sensibilidad para viajes no motorizados, solamente si dichos viajes están incluidos desde las primeras etapas en la recopilación de datos y en la especificación y el desarrollo de los modelos. En ausencia de modelos regionales sensibles, el modelo TEEMP incluye un módulo para el análisis básico de impacto del desarrollo de instalaciones para bicicletas. Se estima que por cada kilómetro de infraestructura ancha que se construye para bicicletas hay un potencial de reducción de emisiones de CO₂ de 250 toneladas al año, lo que probablemente ocurra más en áreas donde la demanda de viajes es más densa²⁰. Los beneficios de programas tales como el uso de sistemas de bicicletas públicas o los bici-estacionamientos en estaciones ferroviarias pueden estimarse a partir de la experiencia en otras áreas, junto con el tamaño potencial del mercado local y el despliegue de programas. Por ejemplo, en Guangzhou, China, la implementación de un sistema de bicicletas públicas con 113 estaciones y 5.000 bicicletas ha permitido ahorrar 2,200 toneladas de CO₂ en el período 2009–10²¹.

20 – Valor por defecto del modelo TEEMP de carriles para bicicletas.

21 – C. Hughes y X. Zhu (2011).



Tarifificación del uso de vehículos automotores

Como parte de los programas de transporte sostenible, las estrategias ideales para establecer el precio amplían el principio “el que contamina paga”, según el cual la parte responsable de producir contaminación es responsable del pago por los daños provocados. El esquema de precios de un sistema de transporte eficiente ofrece la incomparable promesa de administrar las redes de caminos existentes para una mayor eficiencia. Al disminuir las demoras por congestión y alcanzar una velocidad operativa óptima, esto puede permitir reducciones sustanciales de GEI, al tiempo que bajan las pérdidas económicas relacionadas con los congestionamientos, que por lo general llegan a representar entre un 2% y un 3% del PIB. Tal fijación de precios también puede generar ingresos considerables para mantener la alta calidad de las operaciones de la red vial y para mejorar la calidad y el atractivo de las opciones de transporte sostenible, especialmente para aquellos a quienes el precio deja fuera de las redes de caminos. Los tipos de estrategias de fijación de precios tratados en esta sección incluyen:

- » Subsidios e impuestos a los combustibles.
- » Peajes y tarifas a los usuarios de las vialidades.
- » Cobros por congestión.
- » Tarifas de acceso a áreas restringidas.

Todas estas estrategias afectan el costo por kilómetro del uso del vehículo automotor. Otras secciones del presente documento también tratan la tarifa del estacionamiento (bajo el título “Gestión del estacionamiento”), que afecta el costo por viaje, y los impuestos y tarifas del vehículo (bajo el título “Propiedad y uso de un vehículo automotor”), que afectan el costo de la tenencia de un vehículo.

El precio tiene elementos de los tres mecanismos de reducción de GEI: evitar, cambiar y mejorar. El encarecimiento de los viajes hace que los pasajeros se abstengan de realizar algunos (principalmente los de menor utilidad). Cuando una persona evalúa el costo total del viaje motorizado, el precio la alentará a utilizar otras modalidades menos costosas para desplazarse. Por último, cuando se implementa en situaciones que reducen la congestión, puede mejorar la eficiencia del combustible al mantener el tránsito fluido a velocidades más eficientes.

Los impactos de los GEI de las estrategias de precio se calculan por lo general mediante la evaluación de la elasticidad de la demanda de viajes con relación a un cambio en el precio, y luego mediante el análisis de cómo el cambio de la demanda afecta el volumen de tránsito, la velocidad y las emisiones asociadas. Esto puede hacerse de un modo relativamente simple, por medio de la aplicación de las elasticidades de precio de viaje (por ejemplo, cambio en KVR respecto del cambio en el costo por km). Modelos más sofisticados de micro-simulación permiten evaluar las diferentes formas de respuesta de los viajeros, lo cual incluye las modalidades de cambio, los destinos, la hora del día e incluso la opción de no hacer viajes. También pueden explicar las diferencias de respuesta entre grupos de ingreso. Los modelos agregados (que se basan en el comportamiento promedio de viajes entre grupos diferentes, por ejemplo, todos los residentes de un área estadística, como un distrito censal) tienden a ser menos efectivos para reconocer la sensibilidad al precio altamente variable de los diferentes grupos de ingreso.

Subsidios e impuestos a los combustibles

En muchos países, los impuestos a los combustibles constituyen la principal fuente de ingreso para construir una infraestructura de transporte y realizar otras mejoras en la red. Además de elevar la recaudación, los impuestos a los combustibles también pueden desalentar muchos viajes en los que va solamente el conductor, incentivar el uso de modalidades alternativas de transporte y reducir el uso del automóvil en general. Los impuestos a los combustibles pueden ser exigidos por el gobierno nacional, del estado o de la ciudad. En Estados Unidos, existe un impuesto a la venta a nivel federal, estatal y de condado. Por ejemplo, en California los automovilistas pagan un impuesto federal sobre la gasolina de 12,9 centavos de dólar por litro, un impuesto del estado de 4,8 centavos por litro y un impuesto adicional a las ventas (que varía según el condado). Los impuestos actuales a los combustibles varían ampliamente de un país a otro. Por ejemplo, en América Latina, Perú, Brasil y Costa Rica tienen impuestos muy elevados a la gasolina, en tanto Venezuela y Ecuador ofrecen grandes subsidios.

Los impactos de los GEI en los impuestos a los combustibles se pueden evaluar en función de las elasticidades que relacionan el volumen de viajes en automóvil con el precio del combustible. Las elasticidades se desarrollan generalmente tanto para los impactos a corto plazo como para los de largo plazo. Los impactos a corto plazo reflejan cambios de primer orden, entre ellos los cambios de modalidad y la reducción de los viajes, en tanto que los impactos a largo plazo también reflejan cambios de segundo orden, como los cambios en los patrones de uso del suelo y propiedad de vehículos.

Tarificación vial

La tarifa por uso de vialidades se refiere al pago directo por parte de los automovilistas por el uso de una vialidad o de un segmento de la misma. Muchas veces se utiliza para generar ingresos para pagar por inversiones en redes viales y su mantenimiento, así como otros servicios de transporte. Sin embargo, también puede utilizarse para gestionar la congestión del tránsito y reducir las emisiones de GEI, al pasar los viajes motorizados a horas de menor demanda, reducir el volumen de tránsito y mejorar su rendimiento. Las vías con peaje son una forma común de tarificación vial, y estos planes muchas veces cobran a los automovilistas sobre la base de la distancia recorrida en la vía de peaje. Algunos países consideran la posibilidad de introducir un sistema de tarifas por distancia como fuente alternativa de ingreso respecto del impuesto a los combustibles.

Donde los peajes se utilizan simplemente para construir nueva capacidad, generalmente se induce más tránsito y emisiones de GEI, aun cuando lo más probable sea que generen menos tránsito nuevo y menos emisiones de lo que generarían instalaciones de vías equivalentes no tarifadas (habiéndose construido –por ejemplo– con apoyo de ingresos generales del gobierno). Aunque la construcción de nuevas vías con peaje no suele ser una estrategia efectiva de transporte sostenible, la aplicación de tarifas a la capacidad vial existente, por sí sola o en conjunción con montos modestos de nueva capacidad vial administrada, puede ayudar a recortar el uso de combustible y las emisiones de GEI.

La evaluación de los impactos de GEI de los peajes de vías puede apoyarse en modelos regionales de viaje, pero se deberá prestar atención a que los mismos sean capaces de reflejar en forma precisa los efectos de las



tarifas, y también a que incorporen los impactos de la demanda inducida por la construcción de cualquier nueva instalación. También hay herramientas de análisis básico, tales como SMITE, disponibles en la Administración Federal de Caminos de Estados Unidos, que explican los efectos del tránsito inducido²². El modelo TEEMP contiene asimismo una herramienta simple de análisis de impacto de GEI. La tarifa también se puede evaluar de un modo más simple mediante el uso de elasticidades de vehículo-viaje respecto del costo. No obstante, si el precio se aplica solamente en instalaciones específicas, se deberá tenerlo en cuenta en el efecto compensatorio del desvío de tránsito.

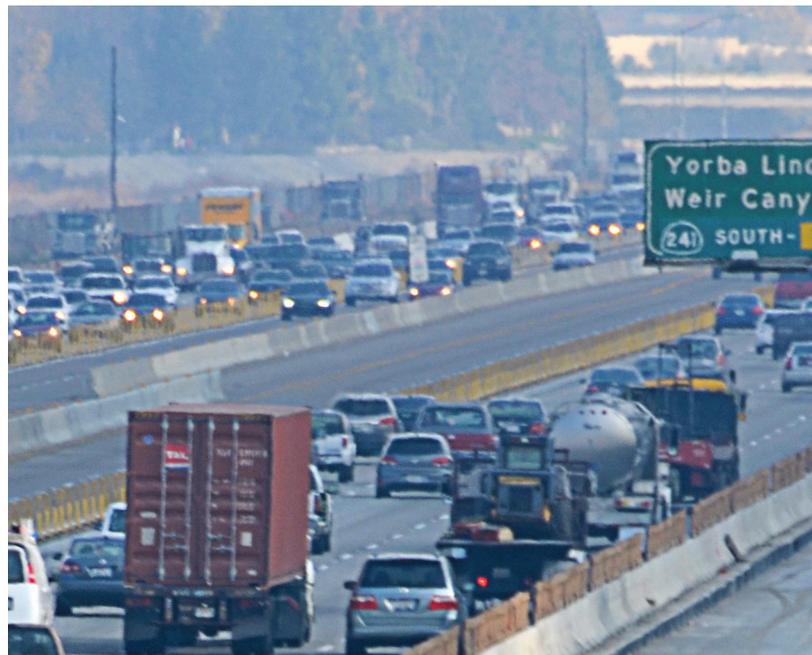
Cargo por congestión

Se trata de una estrategia de gestión de la demanda de viajes que se aplica para reducir la congestión de tránsito al cobrarles a los automovilistas según el nivel de congestión en un segmento de vialidad. La diferencia principal entre el cobro por congestión y un plan de peaje vial es que, en el primer caso, el precio aumenta al crecer la demanda de una instalación, más que debido a un costo fijo. El cobro por congestión, cuando se aplica adecuadamente, apunta a gestionar el tránsito atenuando el flujo del mismo, lo que motiva a cambiar el viaje a una hora del día menos congestionada, o a otras vialidades o modalidades, como el transporte público. La fotografía (figura 13) muestra la ruta estatal SR-91 en el sur de California, Estados Unidos, donde los carriles del centro pagan tarifas por congestión, y los otros carriles no están tarifados. Muchas veces se utilizan cobros por congestión en “carriles administrados”, que son instalaciones tarifadas que operan en forma paralela a las no tarifadas, lo que da a los automovilistas que pueden y están dispuestos a pagar un nivel superior

de servicio, al tiempo que financian las mejoras en la vialidad para todos los usuarios.

A la fecha, el cobro por congestión se ha implementado casi exclusivamente sobre una base vial/ de instalaciones individuales. En 1975, Singapur se convirtió en la primera ciudad en el mundo en adoptar plenamente el Cobro Electrónico de Vías (ERP, por sus siglas en inglés). Esto permitió que se redujera el costo de la tarifa pico a la vez que se extendía a la mayor parte del día y eventualmente a más de 70 localidades de la red de autopistas y otras arterias. El cobro por congestión de redes completas, como en Singapur, genera típicamente beneficios en el comportamiento de viaje y en la red, que producen la reducción de las emisiones de GEI. Sin embargo, el cobro por congestión aplicado solamente a instalaciones seleccionadas puede, en algunos casos, aumentar las emisiones de GEI. Si la infraestructura tarifada le agregara nueva capacidad a la red, el resultado podría

Figura 13. Foto: Tránsito un viernes por la tarde – Robert Chevez



22 – DeCorla-Souza, Patrick (2003)

ser la demanda inducida. Por ejemplo, una evaluación de la SR-91 efectuada en 1999 estimó que si no se hubiera construido la nueva instalación de carril administrado, los KVR habrían sido un 8% inferiores y las emisiones modeladas de los contaminantes locales habrían sido un 18% más bajas. El cobro por congestión en algunos casos puede hacer que aumenten las emisiones de carreteras paralelas no tarifadas y no administradas, aun si las emisiones de la vialidad tarifada disminuyen.

Si bien las elasticidades tarifarias de viaje se pueden usar para un análisis básico inicial, la evaluación adecuada del cobro por congestión requiere modelos de demanda de viaje que hayan sido calibrados para medir la respuesta de los usuarios a los cambios de precio, y que incluyan un modelo que distinga la hora del día en la que el viaje es realizado. Reflejar los impactos de la hora del día es un desafío particular para el análisis del cobro por congestión, ya que algunos de los impactos más significativos provienen de usuarios que hacen viajes en horas diferentes, además de los cambios de modalidad, la abstención directa de hacer viajes o la conducción en vías no tarifadas. Asimismo, el cobro por congestión tiene impactos significativos en el flujo de tránsito. El efecto resultante sobre las emisiones de GEI puede captarse mediante factores de emisión con base en la velocidad o por medio de un modelo de simulación de tránsito aplicado al corredor que se está tarifando. Debido a la amplia variación en respuesta que depende de la naturaleza del plan de tarifa y de las alternativas que están a disposición de los viajeros, es difícil generalizar sobre los impactos de los cobros por congestión solamente a partir de un examen de las experiencias en otras áreas.

Tarifas de acceso a áreas restringidas

Las tarifas de acceso a áreas restringidas son un tipo de pago sobre la congestión que impone un arancel para entrar (o atravesar) a un área congestionada, muchas veces en el perímetro del centro de una ciudad. Diferentes variaciones de tarifas de acceso a áreas restringidas se utilizan en Londres, Estocolmo, Singapur, Milán, cuatro ciudades noruegas incluida Oslo, y otras localidades más. En Londres, el cargo por congestión recortó en forma significativa los GEI y la contaminación del aire, al principio por aproximadamente un 16% dentro de la zona tarifada, y entre 2% y 3% en toda la región, aunque los beneficios han disminuido un poco dado al aumento de tránsito con el tiempo²³. En las ciudades latinoamericanas, la tarifa de acceso a áreas restringidas se podría aplicar en los activos distritos centrales de negocios (CBD por sus siglas en inglés). Estos esquemas se encuentran en consideración en São Paulo y en varias otras ciudades, pero –como en todas partes– deberá superar desafíos políticos potencialmente significativos relacionados con su implementación.

La evaluación del potencial de GEI de cualquier propuesta de tarifa de acceso a áreas restringidas en particular requiere el desarrollo de un modelo sofisticado que utilice modelos de transporte regional. Esto se debe a la complejidad de la respuesta, que incluye cambio de modalidad, cambio de ruta, cambio de franja horaria y abstención de realizar viajes. No obstante, la experiencia de otras ciudades puede servir como guía.

23 – Transport for London. (2008)

Estrategias de uso de suelo

Las medidas presentadas en esta sección se enfocan en transformar las ciudades para lograr patrones más eficientes de uso del suelo. Estas estrategias desalientan el uso del automóvil como principal fuente de transporte al reducir la duración de los traslados y facilitar y hacer más cómodos los que se realizan a pie, en bicicleta y en vehículos de transporte público. Los impactos de los viajes con reducción de GEI se ubican en la categoría denominada “cambiar”, pero los existentes en automóvil también pueden acortarse y en algunos casos evitarse.

El desarrollo de una ciudad compacta, también conocido como crecimiento inteligente, es una combinación de diferentes tipos de desarrollo, que incluyen: comunidades peatonales, Desarrollo Orientado al Transporte (DOT), desarrollo de uso mixto, vecindarios inspirados en el nuevo urbanismo (que reproducen formas de desarrollo anteriores a la existencia del automóvil) y desarrollo en terrenos urbanos (como alternativa al desarrollo en terrenos “verdes” lejos de la ciudad). Las estrategias de uso del suelo tratadas en esta sección incluyen códigos y prácticas de planificación, DOT, y zonas y actividades libres de automóviles. La implementación efectiva de las estrategias de uso del suelo requiere coordinación con un rango particularmente amplio de interesados, entre ellos, los responsables de la planificación y el desarrollo, los prestamistas y los dueños de propiedades, así como organizaciones comerciales, activistas y residentes locales.

Códigos y prácticas de planificación

Las políticas de planificación urbana y uso del suelo pueden emplearse en general para administrar los viajes al afectar futuros patrones de desarrollo y asegurar que los nuevos desarrollos no generen dependencia al uso del automóvil. Los efectos de los códigos y las prácticas de planificación urbana para reducir los viajes y recortar las emisiones de GEI deben ser considerados en tres escalas:

- » El arreglo de los usos de la tierra a escala regional o de la ciudad.
- » El nivel del sitio y la subárea, propiedad privada y edificios, así como caminos e infraestructura peatonal interna para los desarrollos privados.
- » El espacio público (calles y aceras).

A nivel de ciudad, alcanzar un equilibrio entre lugares de trabajo y viviendas en áreas de toda la ciudad puede llevar a viajes más cortos, comparado a la separación de estos usos o tener las zonas residenciales ubicadas lejos de los centros de trabajo. Los viajes más cortos no solamente reducen el consumo de energía por viaje (motorizado), sino que hacen más viables las modalidades no motorizadas y de transporte público.

A nivel de sitio o sub-área, los requisitos o incentivos para el retiro mínimo de los edificios, las cuadras cortas y los usos “activos” de los frentes que dan a la calle (en lugar de que haya muros ciegos) crean un ambiente más favorable para el peatón. Una mayor densidad de desarrollo y una zonificación de uso mixto reducen en

forma efectiva las distancias promedio entre el origen y el destino de los viajes al permitir tanto el desarrollo de viviendas como el de uso comercial dentro de distancias cortas o en los propios edificios. También hacen más viable el transporte público, caminar y circular en bicicleta al crear distancias de viaje más cortas y un número suficientemente elevado de viajes para apoyar un servicio frecuente de transporte público.

El diseño del espacio de calle público y privado, incluidas calzadas y aceras, tiene un impacto importante en las alternativas de viaje, ya que afecta la seguridad y comodidad de peatones, ciclistas y usuarios del transporte público. Las calles demasiado anchas, sin camellones, por ejemplo, tornan difícil el cruce y muchas veces comprimen el espacio de aceras y carriles para bicicletas. Las calles estrechas son más adecuadas para la pacificación del tránsito. Los estándares de diseño de “calle completa”, que apuntan a servir a peatones, ciclistas, vehículos de transporte público y automóviles particulares, pueden asegurar opciones de movilidad viables y seguras para todos.

Las estrategias de planificación y diseño urbano también pueden mejorar la conectividad. Es vital limitar el largo de las cuadras y adoptar requisitos de conectividad para que los vecindarios se vuelvan más permeables y aptos para caminar. Donde hay cuadras muy extensas y comunidades cerradas, por lo general el peatón se ve forzado a caminar largas distancias para llegar a donde se dirige. En la figura 14 se comparan los hallazgos de un estudio del uso de energía en los hogares en diferentes tipos de desarrollos, donde los que se encuentran en súper cuadras muestran un uso energético mucho más alto que los tipos más tradicionales con cuadras más cortas y mayor conectividad. En áreas próximas a los principales centros de transferencia del transporte

público, el trazado de accesos en diagonal para peatones y bicicletas y otros atajos que conducen directamente a dichas estaciones centrales puede ampliar la demanda para el transporte público.

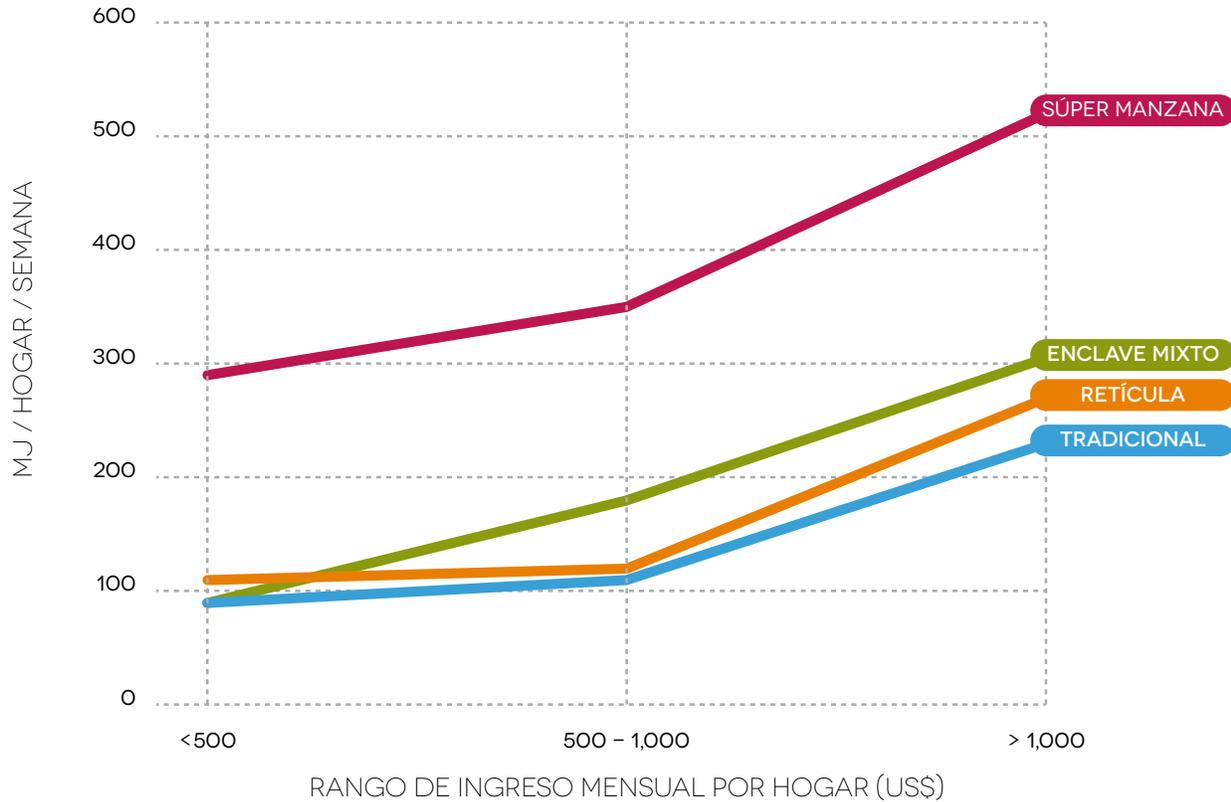
Dentro del mismo rango de ingreso, los hogares en los vecindarios con súper manzanas consumen mucha más energía para viajar que los de otros tipos de vecindarios.

En el largo plazo, la planificación del uso del suelo es una de las formas más efectivas de reducir los KVR y las emisiones de GEI. La evaluación de los GEI de factores de diseño urbano debe tener en cuenta las diversas interacciones, recurriendo a las investigaciones disponibles y, en los casos en que fuese posible, adaptándolas sobre la base de estudios locales similares. Los modelos de micro-simulación quizás puedan algún día abordar mejor estas cuestiones, al reducirse los costos de la adquisición automática de datos, el procesamiento de imágenes y el análisis inherente, pero por el momento tales métodos exigen demasiado volumen de datos como para usarlos en forma práctica día a día para el análisis de los GEI de los patrones del uso del suelo, especialmente a nivel regional. Mientras tanto, simplificaciones tales como los factores ambientales peatonales pueden captar gran parte de las interacciones entre el código de diseño y el comportamiento de los viajes que determinan la intensidad de los GEI en estos. Los estudios especializados (mayormente de los países desarrollados) han identificado elasticidades de viaje (participaciones modales, viajes de vehículos o KVR) respecto de diversas variables de medio ambientes construidos, entre otras, la densidad, la mezcla de usos y los factores de diseño como el tamaño promedio de las manzanas²⁴.

24 – Ewing, R., y Cervero, R. (2010)

USO DE ENERGÍA SEMANAL POR HOGAR SEGÚN INGRESO Y TIPO DE VECINDARIO EN JINAN, CHINA

(figura 14)



JIANG, Y., DAIZONG L., Y SUPING C. (2011)

Desarrollo orientado al transporte público

Hay un apego significativo en la dependencia del transporte a largo plazo en cualquier modalidad que sea la dominante en el momento de hacer una urbanización. Cuando un área se desarrolla alrededor del automóvil, se hace difícil proveer un ambiente favorable para el transporte público o con una zona marcadamente

peatonal. Cuando un área se desarrolla alrededor del transporte público, con mayor inclinación por el no motorizado, se hace más fácil sostener patrones de viaje basados en estos medios en el largo plazo. La característica principal del DOT está representada por el desarrollo compacto con altas densidades y los desarrollos de uso mixto a distancias cortas de entre 0,4 km y 0,8 km de estaciones principales de transporte público²⁵.

Los beneficios de la reducción de emisiones de GEI provenientes del DOT se estiman en el mediano plazo

25 - Rubin, J. (2011)

a un nivel moderado, aunque los impactos a largo plazo son grandes y profundos si el DOT se logra en una escala amplia, conjuntamente con un sistema de transporte público de alta capacidad. La evaluación de los beneficios de la reducción de emisiones de GEI provenientes del DOT puede efectuarse mediante el uso de pronósticos de demanda de viaje o con modelos integrados de transporte y uso del suelo que se hubiesen estimado sensibles a factores de diseño urbano. Sin embargo, en muchos casos no existirán modelos suficientemente sensibles. También hay herramientas básicas y parámetros transferibles que evalúan estos impactos, principalmente al comparar las experiencias en diversas áreas metropolitanas²⁶. Si se pudiera observar la participación modal o el volumen de pasajeros en transporte público per cápita en un corredor de transporte público existente, se podrían hacer inferencias sobre el probable comportamiento de viaje de nuevos residentes y trabajadores en DOT.

Zonas libres de automóviles y calles de tránsito restringido

Las zonas libres de automóviles, también llamadas áreas peatonales, son vecindarios en los que se restringe el uso del automóvil. Muchas ciudades latinoamericanas tienen centros de la ciudad favorables al peatón, lo que es óptimo para la reducción o eliminación del uso del automóvil. Además de las zonas libres de automóviles, numerosas ciudades de distintas partes del mundo también implementan eventos libres de automóviles, tales como la Ciclovía en Bogotá, Colombia. Según Ciclovías Recreativas de las Américas, 40 ciudades de América Latina celebran eventos semanales de un día libre de automóviles²⁷ para promover la actividad física, usar los espacios públicos y las principales arterias de transporte para propósitos recreativos. Durante estos eventos las calles de la ciudad se cierran a la circulación de automóviles y se alienta a las personas a andar en bicicleta, caminar, patinar, correr y practicar muchas otras actividades recreativas.

Los eventos y las calles libres de automóviles proporcionan un beneficio modesto de reducción de las emisiones de GEI. El impacto de GEI de estos eventos puede evaluarse en función de las reducciones directas de las emisiones provenientes de la disminución del tránsito estimado. Probablemente haya beneficios indirectos adicionales que provengan de cambios positivos asociados con modificaciones de la actitud del público hacia el TNM. Estos cambios son más difíciles de cuantificar, pero podrían ser evaluados en encuestas de actitudes.



Figura 15. Desarrollo Orientado al Transporte (DOT) en Bogotá, Colombia – Carlos Felipe Pardo

26 – Ewing, R., et. al. (2007)



Gestión y tarificación del estacionamiento

El estacionamiento es un vínculo sumamente importante entre el transporte y el uso del suelo. El automóvil promedio permanece estacionado un 95% del tiempo²⁷, lo que convierte al estacionamiento en uno de los más relevantes usos de suelo en cualquier ciudad. Administrar el estacionamiento requiere la implementación de una serie de estrategias específicas. Las medidas de gestión conducen a un uso más eficiente del espacio público designado para estacionamiento y sirve además como un medio para alentar a las personas a que utilicen modalidades de transporte alternativas. Puede implementarse una variedad de estrategias de gestión del estacionamiento para reducir los viajes en vehículos y desviar algunos traslados a modalidades de transporte más limpias. Estas estrategias también pueden ayudar a recuperar los costos de inversión y son ampliamente utilizadas para generar ingresos en muchas ciudades de países desarrollados. Las estrategias de gestión de estacionamiento tratadas aquí incluyen:

- » Determinar tarifas, lo que se refiere a establecer el precio correcto para estacionamiento, necesario para lograr una red de transporte más eficiente.
- » Gestionar la oferta de estacionamiento en la calle, lo que también contribuye a la eficiencia de la red de transporte, al determinar una cantidad de espacios que maximice la efectividad del que se utiliza para estacionar.
- » Establecer requisitos de estacionamiento para edificios y otros usos del suelo, a fin de reducir el número de espacios de estacionamiento que los planificadores requieren para un determinado tipo de uso de suelo.

Determinar tarifas de estacionamiento

En muchos países en desarrollo la mayor parte del estacionamiento se provee sin cargo. Por ejemplo, los dueños de negocios, empleadores e incluso los desarrolladores del suelo pueden proporcionar estacionamiento subsidiado sin costo a sus clientes; pero la construcción, la gestión y el mantenimiento de dichos espacios dista mucho de ser gratis. Las políticas para determinar las tarifas de estacionamiento pueden tener un impacto importante en la reducción de la congestión del tránsito y en la circulación de los vehículos por calles locales, al asegurar que los usuarios paguen los costos directos asociados con la provisión del servicio. Los estudios han mostrado que los automovilistas que buscan estacionar gratis en la calle pueden llegar a representar una tercera parte del tránsito en algunas calles urbanas²⁸. Las tarifas de estacionamiento en la calle se aplican para optimizar el uso del espacio de guarniciones liberando el acceso a las banquetas, determinar el tiempo que los automovilistas estarán estacionados en un espacio dado y también para reducir la congestión potencial ocasionada por los automovilistas que buscan un lugar para estacionar²⁹.

Los planes de movilidad sostenible deben considerar tanto la gestión del estacionamiento en la calle y fuera de la calle como las estrategias de tarificación. Si bien la municipalidad puede controlar directamente sólo la tarifa de los espacios en la calle y estacionamientos municipales, pueden aplicarse impuestos y tasas a los espacios privados. La tarifa también puede afectarse en forma indirecta.

27 – Shoup, D. (2005)

28 – Idem.

29 – Kodransky, M. y Hermann, G. (2011)

Algunas ciudades están exigiendo que los espacios de estacionamiento se vendan o alquilen en forma separada de las unidades residenciales o comerciales, lo que permite a los residentes y negocios ahorrar dinero si compran o alquilan menos estacionamiento. La reducción en la oferta de estacionamiento (véase la sección siguiente) también ayuda a crear un mercado para el estacionamiento tarifado.

Los mecanismos de tarifas de estacionamiento pueden tener un impacto entre mediano y alto en la reducción de los viajes y la mitigación de los GEI si son implementados en una escala amplia y con alternativas de alta calidad para la circulación en automóvil. El cambio a otra modalidad es un impacto primario, pero no el único. La tarifa también puede afectar las decisiones de adquisición de automóvil, lo que a su vez tiene un impacto profundo en el comportamiento de viaje de los hogares y en la elección de una modalidad de viaje. Asimismo, puede afectar la elección del destino, especialmente si se implementa solamente en áreas limitadas donde existen alternativas (como en los centros comerciales). En tales situaciones la tarifa puede tener consecuencias no intencionales, por ejemplo: en lugar de reducir los viajes, cambiar el destino del viaje en automóvil a otro donde el estacionamiento no esté tarifado. Es probable que estas consecuencias no intencionales sean mayores para los viajes que no sean el traslado diario al trabajo, puesto que los viajeros tienen más flexibilidad con respecto a los destinos.

El análisis de la tarifa de estacionamiento en los modelos de viaje regional requiere el uso de modelos bastante sofisticados sobre la propiedad de los automóviles, la modalidad elegida y las opciones del destino. De no existir tales modelos, la aplicación de modelos básicos y la observación de reglas generales podrían ser

suficientes. Por ejemplo, el costo del estacionamiento se puede promediar en el costo de un viaje, y aplicar una elasticidad de KVR con respecto al costo de viaje aplicado. Sin embargo, este análisis simplificado no contempla los cambios de viajes en automóviles a destinos no tarifados ni las horas del día.

Gestionar la oferta de estacionamiento en vía pública

Como se ha visto, las ciudades pueden reducir o gestionar de otras maneras la oferta de estacionamiento en vía pública, así como fijar la tarifa adecuada. De hecho, la tarifa de estacionamiento y la gestión de la oferta van de la mano. Es mucho más difícil implementar la tarifa cuando la oferta excede en mucho la demanda. Las estrategias de gestión de estacionamiento que pueden funcionar solas o en forma conjunta con las tarifas incluyen:

- » Reducir el uso excesivo del espacio de estacionamiento en la calle que perjudica a otros usos en la vía (por ejemplo, estacionarse en la acera) mediante la aplicación de normas de estacionamiento.
- » Implementar límites de tiempo (con parquímetros o letreros) en zonas comerciales para alentar la rotación, de modo que otros clientes puedan estacionar.
- » Designar zonas de carga para impedir que los vehículos obstaculicen el flujo de tránsito.
- » Implementar señalización estática o dinámica y otros sistemas de información para indicar a los automovilistas las opciones de estacionamiento disponibles.



Eliminar el estacionamiento en vía pública a fin de crear capacidad adicional de tránsito no suele ser una estrategia efectiva de reducción de GEI, ya que degrada la calidad del ambiente peatonal y puede derivar en tránsito adicional debido a efectos de demanda inducida. No obstante, a veces puede ser necesario eliminar parte del estacionamiento en las calles para mejorar las instalaciones peatonales o para bicicletas, lo que también puede reducir las emisiones de GEI.

La gestión del estacionamiento en la calle en sí misma puede dar como resultado un modesto beneficio de reducción de las emisiones de GEI, pero es una parte importante de esfuerzos más amplios, junto con el uso del suelo, el transporte público y el TNM, para crear ciudades con mayor capacidad peatonal. La gestión o las restricciones directas de la oferta son difíciles de evaluar porque pueden tener efectos complicados que los modelos actuales no están bien preparados para evaluar. En algunos casos se pueden usar modelos básicos, incluido el módulo de gestión de la demanda de viajes (TDM) del paquete TEEMP para evaluar los impactos de la estrategia de estacionamiento en los GEI.

Establecer requisitos máximos de estacionamiento o reducir los mínimos

Poner un tope a la cantidad de espacios de estacionamiento en los distritos financieros y los centros comerciales / de empleos, y limitar el estacionamiento provisto en todo nuevo desarrollo, puede desalentar los viajes de vehículos ocupados por una sola persona y fomentar el paso a diferentes modalidades. Los requisitos

mínimos elevados llevan muchas veces a una sobreoferta de estacionamiento, lo que hace bajar los precios (pero no el costo de provisión de estacionamiento) y promueve el uso del automóvil. Si simplemente se reducen o eliminan los requisitos mínimos, el mercado podría determinar la oferta necesaria. En muchas ciudades se están implementando requisitos de estacionamiento máximos para establecer un límite superior a la cantidad de espacios que se pueden construir con este fin. Esto resulta en el alza del precio de estacionamiento, lo que asegura que los automovilistas interioricen algunos de los costos relacionados con el uso del automóvil.

Las reducciones de emisiones de GEI obtenidas a partir de la reducción de requisitos de estacionamiento mínimos o el establecimiento de requisitos máximos varían según la amplitud de la política y las alternativas de viaje de alta calidad disponibles. Tales políticas tendrán los mayores beneficios de GEI cuando se implementen en conjunción con políticas de inversión en proyectos o programas relacionados con mejoras en el uso del suelo, el transporte público y TNM, que hagan que las alternativas al automóvil sean factibles y atractivas. Modelar los impactos de los límites de estacionamiento sobre el costo de estacionamiento, los viajes y las reducciones de GEI es un desafío. No obstante, la efectividad puede evaluarse en el transcurso del tiempo con un seguimiento de las tarifas de estacionamiento y modalidades de automóvil compartido para las áreas afectadas.

Política de reducción de viajes

Las políticas de reducción de viajes al trabajo apuntan a disminuir los traslados en vehículos motorizados al darles a los empleados incentivos y opciones para desplazarse mediante modalidades diferentes. Existen varias estrategias que los empleadores o los gobiernos municipales pueden utilizar para influir en la elección de desplazamiento de sus empleados. Las estrategias tratadas en esta sección incluyen:

- » Horarios de trabajo alternativos, horarios flexibles, semanas de trabajo comprimidas y trabajo a distancia o tele-empleo.
- » Coordinación e incentivos para viajes compartidos.
- » Incentivos económicos para el uso de modalidades alternativas y desincentivos para los empleadores que ofrecen estacionamiento gratis.

Estas estrategias son más comunes en los países desarrollados y escasean en aquellos con bajos niveles de ingreso, donde predomina el empleo en trabajo artesanal, industrial, agrícola o industrias extractivas. La implementación de este tipo de políticas deberá considerarse para los países en desarrollo, especialmente en áreas donde el empleo está creciendo en los sectores de servicios, informática, bancos, finanzas y oficinas. Estas políticas están comenzando a aparecer en algunos lugares; por ejemplo, varias organizaciones sin fines de lucro y grupos de estudiantes universitarios en México y Argentina han estado coordinando sistemas de coordinación de viajes compartidos.

Estas estrategias funcionan por medio de los mecanismos de “evitar” y “cambiar”. Su impacto depende del tamaño del mercado laboral afectado, de las características de

estos trabajadores y sus empleos (incluidas la modalidad actual de viaje y la flexibilidad para el cambio) y de los incentivos específicos o las opciones dadas. Las estrategias combinadas darán como resultado mayores beneficios. Estas estrategias no pueden ser evaluadas fácilmente mediante modelos de viaje regionales. Sin embargo, pueden encontrarse métodos de análisis básico para cada una de ellas en la caja de herramientas TEEMP y en otras herramientas básicas desarrolladas en Estados Unidos y Europa, como los modelos COMMUTER y TRIMMS.

Horarios flexibles

También conocidos bajo el nombre de “tiempo flexible”, estos horarios no rigurosos permiten a los empleados comenzar y terminar de trabajar dentro de una franja de tiempo variable. Por ejemplo, un empleado puede elegir trabajar ocho horas comenzando entre las 8:00 a.m. y 10:00 a.m. y terminando la jornada de trabajo entre las 4:00 p.m. y 6:00 p.m. Los horarios flexibles pueden aplicarse en muchos trabajos en el mundo en desarrollo, especialmente en las grandes organizaciones con gran cantidad de empleados de oficina, y también en dependencias gubernamentales. Si bien no reduce los viajes en vehículo automotor, puede producir que estos cambien de los períodos pico de congestión a períodos menos congestionados, reduciendo las emisiones de GEI mediante viajes más eficientes. Probablemente los beneficios en GEI del horario flexible sean modestos y difíciles de cuantificar. No obstante, el costo de la estrategia es mínimo y puede haber beneficios significativos para satisfacción de los empleados.



Semanas laborales comprimidas y trabajo a distancia

El trabajo a distancia o tele-empleo permite que los empleados laboren desde casa y utilicen la tecnología y las telecomunicaciones en lugar de trasladarse físicamente al lugar de trabajo. Las semanas laborales comprimidas son horarios compuestos por jornadas de trabajo más largas pero semanas laborales más cortas. Por ejemplo, hay dos horarios comunes que usan muchas compañías en Estados Unidos, incluidas ciertas dependencias del gobierno federal. La primera opción es trabajar 10 horas diarias y tener un día libre por semana (el horario denominado “4/40”). La segunda opción es trabajar jornadas de 9 horas y recibir un día libre cada dos semanas (el horario denominado “9/80”).

Estas estrategias tienen efectos similares al reducir un viaje de ida y vuelta al trabajo cada varios días o cada dos semanas por cada trabajador que participa. Sin embargo, puede haber un modesto impacto en la atenuación de GEI que resulta de hacer viajes adicionales no relativos al trabajo y del uso energético en el hogar el día que el empleado tiene libre. Por otra parte, es importante identificar los tipos de trabajo que son adecuados para los horarios laborales alternativos. El tele-empleo es más adecuado para labores de oficina, para empleados que no siempre necesitan estar físicamente presentes en su lugar de trabajo. Si bien la adopción de horarios alternativos es impulsada principalmente por el sector privado, los organismos públicos pueden tomar la delantera al ofrecer tales opciones a sus empleados, así como también brindar programas de asistencia técnica, entre ellos los recursos y políticas modelo de tele-empleo para necesidades tecnológicas.

Los beneficios de KVR y GEI del tele-empleo y de las semanas laborales comprimidas generalmente se analizan mejor con el desarrollo de estimaciones específicamente locales del mercado potencial de trabajadores afectados, del tipo de horario, de la duración de los traslados y de la participación anterior en las modalidades de viaje. Las herramientas básicas como TEEMP, COMMUTER y TRIMMS pueden ayudar con este análisis y proveer parámetros por defecto basados en la experiencia recogida en otros países.

Coordinación e incentivos para viajes compartidos

Esta estrategia se refiere a la organización de individuos para compartir un vehículo cuando se viaja desde y hacia el empleo, lo que también se conoce como “pool” de autos o camionetas. En el pool de automóviles por lo general se utiliza el auto de uno de los participantes, mientras que en el pool de camionetas generalmente se viaja en un vehículo alquilado provisto por el empleador u otra organización especializada³⁰. Para facilitar la aplicación de esta estrategia, los gobiernos locales, los grandes empleadores o las organizaciones pueden establecer programas de viajes compartidos para coordinar a conductores y pasajeros que viven y trabajan en localidades cercanas. También se pueden dar otros incentivos, como estacionamiento preferencial o premios ocasionales a los participantes registrados en el programa de vehículo compartido.

El viaje compartido presenta una oportunidad significativa para reducir los KVR y también las emisiones de GEI, ya que los automóviles que se comparten llevarían más

pasajeros de lo normal. Los beneficios dependerán de si los participantes antes viajaban en automóvil o usaban otras modalidades. No se han estudiado profundamente ni la efectividad ni los beneficios de los programas de facilitación y promoción de los viajes compartidos en los países de América Latina. Los beneficios de GEI del viaje compartido se analizan mejor si se usan datos locales específicos sobre los impactos del programa (coordinación y frecuencia de los viajes compartidos), así como sobre las participaciones modales y la duración de los viajes. Esto puede determinarse mediante encuestas realizadas en centros de trabajo donde se hayan aplicado programas de viaje compartido, antes y después de su implementación.

Incentivos impositivos para promover el uso de modalidades alternativas y desincentivos para empleadores que ofrecen estacionamiento gratis

Proveer estacionamiento subsidiado alienta a los empleados a ir en auto a trabajar, ya que el conductor no toma conciencia del precio del mismo. En áreas con numerosos puestos de trabajo, donde existe un valor de mercado para el estacionamiento, los empleadores pueden estimular a los empleados a que opten por no utilizar sus espacios mediante el ofrecimiento de “dinero en lugar de estacionamiento” (“cash-out”), que actúa como incentivo para que los empleados reduzcan el uso del vehículo. El cash-out es manejado directamente por el empleador, ya sea que se trate de un organismo

gubernamental o una compañía privada, y a veces está regulado por leyes locales o del estado. El gobierno puede alentar el cash-out de estacionamiento gravando el valor total de los beneficios de estacionamiento provistos, lo que hará más caro para el empleador proveer un beneficio dado.

Los incentivos impositivos también pueden estimular los traslados en el transporte público masivo, a pie o en bicicleta. Por ejemplo, el código fiscal de Estados Unidos permite a los empleadores dar hasta US\$230 por mes en subsidios de transporte público como beneficio pre impositivo. Se puede dar un crédito similar, por ejemplo, por la provisión de un beneficio mensual de bicicleta. Por último, pueden otorgarse créditos impositivos a empresas que proveen equipos de tele-empleo a sus empleados.

Como el viajero o el empleador están recibiendo una señal de precio directo, los incentivos y desincentivos impositivos son formas efectivas de estimular los viajes al trabajo en modalidades que no sean el uso de automóvil, lo que potencialmente provee un nivel medio de reducciones de emisiones de GEI y KVR de este tipo de traslados si se generaliza la implementación. La magnitud del beneficio de GEI guardará relación con el valor monetario del incentivo o desincentivo, así como también con la calidad de las alternativas disponibles y el tamaño del mercado de trabajo al cual se le ofrece. Se pueden usar métodos básicos como TEEMP y los modelos COMMUTER y TRIMM para evaluar los incentivos monetarios con base en los viajes al trabajo.

Acceso y uso del vehículo automotor

Esta sección incluye una cantidad de desincentivos a la propiedad y el uso del automóvil, e incentivos por no tenerlo. Las estrategias que funcionan como desincentivos a la propiedad y el uso del automóvil incluyen el aumento de los impuestos y tarifas de registro de vehículos automotores, los sistemas de cupo de vehículo automotor y las restricciones de placas que prohíben circular en días determinados. En contraste con estos criterios de incentivos para limitar el uso de vehículos, los programas de automóvil compartido también se describen como una “recompensa” para facilitar la movilidad personal sin poseer un automóvil.

Estas estrategias funcionan por medio de los mecanismos “evitar” y “cambiar”. Los hogares que no tienen un vehículo automotor (o solamente poseen uno en lugar de dos o tres) pueden abstenerse de algunos viajes pero también realizarán gran parte de ellos con otras modalidades más sostenibles. Las estrategias que restringen la propiedad y el uso de un vehículo automotor pueden ser difíciles de implementar porque son percibidas como restrictivas de las opciones de movilidad, pero esto puede mitigarse invirtiendo los ingresos en la mejora del transporte alternativo y proporcionando vehículos para dar opciones de movilidad por medio del automóvil compartido.

Programas de automóvil compartido

Los programas de automóvil compartido son programas de membresía en los cuales los usuarios tienen acceso a vehículos estacionados en lugares accesibles al público

cerca de su residencia o su lugar de trabajo. El automóvil compartido puede implementarse mediante entidades con fines de lucro, la creación de Asociaciones Público-Privadas (APP) o un sistema sin fines de lucro.

Los programas de automóvil compartido pueden brindar beneficios de GEI de bajo o mediano rango al reducir la necesidad de la propiedad individual de un automóvil sin sacrificar movilidad. El uso de estos sistemas hace que el usuario internalice los costos marginales del uso del automóvil, y puesto que el vehículo tiende a no estar cerca, los usuarios son consumidores conscientes. Si bien el automóvil compartido ha demostrado apoyar una menor propiedad de vehículos y viajes, algunos miembros no tenían automóvil antes y por lo tanto viajan más de lo que lo harían si no participasen. Esto representa un valioso beneficio de movilidad, pero contrarresta parte del ahorro de GEI del programa en el corto plazo. En el largo plazo, y en comparación con una línea base dinámica, los sistemas de automóvil compartido aportan un sólido beneficio de GEI al evitar que algunos hogares adquieran vehículos particulares.

Los modelos de viaje en general no representan el uso del automóvil compartido, que todavía ocupa un nicho muy pequeño de mercado aun en aquellos casos en los que está más disponible; por lo tanto, la investigación existente sobre los beneficios de este tipo de programa es probablemente el mejor lugar para comenzar a estimar los beneficios de GEI. Por ejemplo, un estudio reciente sobre el tema realizado en América del Norte halló que la reducción de emisiones de GEI por hogar participante en el sistema tuvo un promedio de entre 0,58 y 0,84 toneladas por año³¹. Cada vehículo del programa es

31 – Shaheen, S. y Elliot M. (2010)

compartido por lo general por 10 a 20 hogares, lo que deriva en un uso más eficiente del espacio de calle y de estacionamiento, lo cual puede tener un efecto indirecto en las emisiones de GEI al apoyar un ambiente más favorable para el peatón.

Impuestos y tarifas al registro de vehículos automotores

En los países desarrollados las tarifas al registro de automóviles se cobran en forma anual (o bienal). Las tarifas de registro se pueden cobrar según el tipo de vehículo (automóvil, motocicleta o vehículo comercial), año de fabricación, tamaño y tipo de combustible que consume. También se puede aplicar un impuesto a las ventas sobre todos los vehículos adquiridos. Estos impuestos se pueden usar para estimular la compra de vehículos más nuevos y más limpios. Por ejemplo, los gobiernos regionales y locales pueden establecer impuestos a los vehículos híbridos a una tasa inferior que la de otros vehículos a diésel o a gasolina. También se puede aplicar un sistema de desgravación para transferir pagos de incentivos de quienes compran vehículos con elevado consumo de combustible hacia quienes adquieren otros más eficientes en materia de consumo dentro de la misma clase de vehículo.

Los impuestos y tarifas en América Latina presentan una oportunidad para reducir la actividad de vehículos y emisiones de GEI a bajo costo de implementación, aunque las tarifas de nivel elevado pueden tener que hacer frente a obstáculos políticos. Los beneficios por la reducción de emisiones de GEI y de KVR estarán en

proporción con el tamaño del impuesto o tarifa aplicado. Estas estrategias pueden ser evaluadas por su impacto de GEI al usar modelos matemáticos de propiedad de vehículo automotor o elasticidades de propiedad de vehículo con respecto al costo. Como guía, también puede utilizarse la experiencia de otros programas de desgravación.

Sistemas de cupos de vehículos

Los países en desarrollo muestran elevados índices de motorización en todo el mundo. Los sistemas de cupos de vehículos apuntan a controlar la propiedad de vehículos automotores al requerir que el comprador adquiera un derecho complementario al registro del vehículo antes de comprar un auto. Esta estrategia se ha aplicado en Singapur, donde en 1975 se implementó el sistema de cupos de vehículos. Para comprar un auto en virtud de dicho sistema, una persona debe licitar y obtener una licencia o certificado de titularidad. Desde 1998, Shanghái también ha implementado un sistema de cupos de vehículos que limita el número de nuevos registros a 50.000 por año, los cuales se venden en subasta pública. En 2006, estos costaban alrededor de US\$5.000.

Los sistemas de cupos de vehículos ofrecen un elevado potencial de reducción de emisiones de GEI, según cuán exigentes sean el control y el nivel de precios, aunque pueden ser políticamente difíciles de implementar. Estos sistemas a menudo desembocan en más registros de vehículos en localidades fuera de la jurisdicción, a menos que solamente los vehículos registrados localmente tengan permiso para operar en algunas

zonas de la ciudad, un criterio que se propone en Pekín. Los beneficios de GEI y KVR de los sistemas de cupos pueden determinarse estimando el costo de la prima que se impondrá por el cupo y aplicando elasticidades de la propiedad de vehículo automotor con respecto al costo, o bien, proyectando el número de vehículos en operación sin el cupo frente a los que forman parte del cupo, y multiplicándolo por la distancia promedio recorrida por vehículo.

Restricción de placas

Las restricciones de placas pueden aplicarse para limitar la cantidad de automóviles que pueden circular legalmente en una ciudad. La estrategia prohíbe a los vehículos con ciertos números de placa circular uno o más días de la

semana. En algunas ciudades, la prohibición sobre el uso del automóvil puede hacerse efectiva durante ciertas horas, pero en otras se aplica todo el día. Uno de los programas más conocidos de restricción de placas en América Latina es “Hoy no circula”, en la Ciudad de México. El programa funciona seis días a la semana, reduce el uso de vehículos en un 20% en un día normal, y se cumple en esta ciudad y en 18 municipios vecinos³².

Los planes de restricción de placas pueden lograr un impacto medio en la reducción de emisiones de GEI. Estos impactos se pueden estimar con base en la cantidad de vehículos afectados por día y la distancia recorrida por vehículo. Pero a largo plazo terminan impulsando a la gente a comprar más automóviles, lo que ocasiona que las medidas pierdan efectividad con el tiempo.

Operación y Gestión de Sistema

Las estrategias de operaciones y gestión del sistema tienen por finalidad mejorar la eficiencia del viaje mediante cambios operacionales que eviten detener y arrancar nuevamente los vehículos –lo que redundaría en gasto de combustible– y mantenerlos en movimiento a velocidades moderadas y eficientes, además de divulgar información que ayude a capacitar a los motoristas acerca de cómo aplicar técnicas de manejo más eficientes. Generalmente no están dirigidas a reducir los viajes de los vehículos, si bien en algunos casos podrán tener como efectos secundarios el aumento o la reducción de los mismos. En cambio, se centran en el mecanismo de “mejorar” para reducir las emisiones de GEI. En general son las agencias gubernamentales, como las autoridades de transporte a nivel regional o municipal, las que

implementan las mejoras en las operaciones del sistema. También se pueden llevar a cabo campañas de manejo eficiente a través de los organismos de protección del medio ambiente, a nivel nacional o estatal, así como por medio de los fabricantes de vehículos y organizaciones sin fines de lucro. Las estrategias descritas en la presente sección incluyen:

- » Reducir los límites de velocidad en las autopistas.
- » Programas de mantenimiento de vehículos y manejo ecológico, para ayudar a los conductores a desempeñarse de manera más eficiente.
- » Sistemas inteligentes de transporte para mejorar la eficiencia de la red de transporte.

32 – Gobierno de la Ciudad de México, <http://www.df.gob.mx>.

Reducir los límites de velocidad en las autopistas

Además de ser más seguras, las velocidades más bajas mejoran la eficiencia del combustible y reducen las emisiones de GEI producidas por la combustión de los motores de los vehículos. En autopistas, las velocidades promedio superiores a los 100 km/h tienen un mayor impacto en las emisiones de GEI³³. Según las investigaciones realizadas, las velocidades promedio óptimas para las carreteras (a efecto de reducir las emisiones de GEI) se encuentran entre los 50 km/h y los 80 km/h, considerando flotas de vehículos típicas de países de América Latina.

Los beneficios que aportan los límites reducidos de velocidad en relación con los GEI pueden evaluarse al conocer el volumen de tránsito afectado, las velocidades promedio actuales, la relación entre velocidad y consumo de combustible o emisiones de GEI. También es necesario considerar el nivel de fiscalización y su efectividad. Si no se hacen cumplir los límites de velocidad, simplemente reducir los límites de velocidad redundará en escasos beneficios respecto de los GEI, dado que poca gente cumplirá con los límites más bajos.

Programas de mantenimiento de vehículos y manejo ecológico

El manejo ecológico se refiere a una variedad de programas educativos y tecnologías que asisten a los motoristas en la aplicación de técnicas que pueden reducir el consumo de combustible tanto en los vehículos de pasajeros como

en los de carga. Estos resultados se logran cuando se maneja conscientemente a velocidades constantes, dentro de los límites de velocidad, disminuyendo los episodios de rápida aceleración y desaceleración, utilizando en algunos casos el control crucero para mantener una velocidad continua y realizando los cambios de manera apropiada. Los programas de manejo ecológico pueden asimismo proporcionar capacitación para el mantenimiento adecuado de los vehículos, lo cual incluye información sobre los niveles óptimos de presión de aire dentro de los neumáticos, tipos de combustible y tipos de neumáticos. Un complemento importante para los programas educativos es contar con dispositivos de retroalimentación dentro de los vehículos nuevos (por ejemplo, luces que indiquen el aumento de velocidad o indicadores de economía de combustible), lo que requiere una reglamentación nacional.

Con la aplicación de niveles moderados de técnicas de manejo ecológico, el conductor de un automóvil particular debería esperar reducir el consumo de combustible en un 15%³⁴. Según un estudio canadiense, se estima que muchas flotas podrían alcanzar una mejoría del 10% en la economía de combustible mediante la capacitación y monitoreo de los conductores³⁵. Los beneficios con respecto a los GEI dependerán de cuán amplio sea el segmento de la población alcanzada y que adopta las prácticas del manejo ecológico. Constituye todo un desafío llegar a un amplio segmento de la población, como también lo es el hecho de que la gente retenga la información y siga ejercitando las técnicas de manejo ecológico a lo largo del tiempo. Algunos de los beneficios más grandes se pueden obtener por medio de programas que se concentren en flotas de camiones, autobuses y automotores del sector público, ya que el manejo ecológico puede producir ahorros de combustible y recursos para los operadores de vehículos y flotas,

33 – Barth, M.J., y Boriboonsomsin, K. (2008), Otten, M., y Van Essen, H. (2010)

34 – <http://www.ecodrivingusa.com>

35 – Agencia para la Protección del Medio Ambiente de Estados Unidos (2009).



y es posible llegar a muchos conductores con un solo programa de capacitación. El modelo TEEMP contiene un modelo básico simple para estimar los beneficios de las iniciativas de manejo ecológico, las que también pueden examinarse empleando otras herramientas específicas vinculadas a las experiencias de este programa.

Sistemas inteligentes de transporte

Los sistemas inteligentes de transporte (ITS, por sus siglas en inglés) hacen referencia a una serie de estrategias de la tecnología de la información que se utilizan tanto en las naciones desarrolladas como en aquellas en desarrollo para resolver problemas relacionados con la congestión de tránsito y optimizar el uso de la red de transporte. Entre las estrategias de ITS más comunes se encuentran:

- » Información en tiempo real para el viajero: se trata de sistemas que permiten adoptar decisiones más informadas antes o durante el viaje, brindando datos acerca de condiciones y opciones a través de todos los medios de transporte.
- » Temporización, sincronización y control adaptativo de las señales de tránsito para reducir demoras de vehículos y mover el tránsito de manera más eficiente por calles arteriales.
- » Gestión de incidentes, para identificarlos con mayor rapidez, mejorar los tiempos de respuesta y gestionar las escenas de incidentes de manera más efectiva.
- » Medición de rampa, que utiliza las señales de tránsito en las intersecciones de acceso por rampa para gestionar el flujo de tránsito que entra en las carreteras.

- » Gestión activa del tránsito y gestión integrada de corredores: combinaciones de tecnologías para gestionar de manera dinámica el flujo de tránsito y divulgar información a los conductores a lo largo de una vialidad o un conjunto de instalaciones paralelas de transporte.

Las estrategias de ITS pueden usarse para gestionar de manera efectiva episodios inesperados y difíciles, tales como accidentes de tránsito y grandes acontecimientos especiales. Pueden también reducir la congestión durante las horas pico, asegurando que los controles de tránsito operen la red de la manera más eficiente posible, e informando a los motoristas de las condiciones de la red vial en tiempo real, brindándoles también información acerca de rutas alternativas. Varias tecnologías de ITS pueden encontrarse asimismo en los sistemas de cargos por el uso de vialidades, programas de operaciones y gestión de sistemas, en los autobuses y las estaciones de transporte público. Un componente central de un sistema de ITS suele ser un centro de operaciones o de gestión de tránsito, mediante el cual se proporciona información en tiempo real acerca de las condiciones del tránsito a los ingenieros que pueden gestionar el sistema ajustando los tiempos de las señales de tránsito, brindando datos a los viajeros por medio de distintos canales y respondiendo a los incidentes en cuanto estos suceden. La implementación integral de ITS exige coordinación entre diferentes partes, entre ellas las autoridades de construcción y operación vial a nivel municipal, estatal y/o nacional, los operadores de tránsito y el personal de respuesta a emergencias.

Puesto que las mejoras en el tránsito facilitarán los viajes, probablemente resulten en una demanda inducida que con el tiempo erosionará los beneficios de los GEI. Por lo tanto, la potencial reducción de emisiones de la mayoría

Expansión o Reducción de la Capacidad Vial

Los programas de capacidad de la vialidad apuntan a reducir la congestión y la contaminación mediante una variedad de técnicas que expanden la capacidad y reducen los cuellos de botella, mejorando así el flujo del tránsito motorizado. Como ejemplos se pueden citar la construcción de pasos a desnivel, la instalación de señales y carteles de tránsito, y la construcción de circunvalaciones o desviaciones alrededor de ciudades para que el tránsito de paso no circule por medio de la ciudad.

Los beneficios directos en relación con los GEI obtenidos mediante importantes expansiones de la capacidad de la vialidad pueden evaluarse utilizando los modelos tradicionales de demanda de viaje de cuatro pasos. Estos modelos pronostican el volumen y la velocidad del tránsito por enlace de red, que puede utilizarse junto con el consumo de combustible con base en la velocidad o los factores de emisión para predecir el uso de combustible y las emisiones de GEI bajo diferentes escenarios. Los modelos de simulación de tránsito proveen una evaluación más detallada de los mejoramientos de las intersecciones. La evaluación a nivel de proyecto asimismo puede realizarse conociendo las velocidades y los volúmenes “antes” y “después” de la intervención en diferentes horas del día.

La expansión de la capacidad de la vialidad puede mejorar el flujo de tránsito y contribuir a los beneficios de reducción de los GEI en el corto plazo, pero se cree cada vez más que, con el tiempo, la implementación de estrategias para aliviar los cuellos de botella o para expandir la capacidad de la vialidad en ciudades de América Latina puede resultar contraproducente, dadas las presiones para el crecimiento del tránsito, además de ser difícil y costoso. Ello se debe a que proporcionar nuevo

espacio de vialidad en las zonas congestionadas tiende a inducir una nueva demanda³⁷. Según las investigaciones llevadas a cabo en las últimas dos décadas, la elasticidad del volumen de los viajes con respecto a la capacidad de la vialidad puede variar aproximadamente de $-0,2$ a $-0,5$ en el corto plazo y de $-0,4$ a $-0,9$ en el largo plazo, y según algunas estimaciones puede exceder incluso $-1,0$. Esto significa que si se aumenta la capacidad de la vialidad en un 20%, típicamente los volúmenes de tránsito se incrementan en un 4%–10% en el corto plazo, y en un 8%–18% o más en el largo plazo³⁸. Los valores de elasticidad en las ciudades en desarrollo, como las de América Latina, probablemente se encuentren en el extremo superior de este rango, dadas las fuertes presiones de motorización con las que se enfrentan.

Como respuesta, hay quienes ahora favorecen la demolición de algunas carreteras elevadas en lugar de construir nuevas. De hecho, los investigadores han demostrado que cuando se reduce la capacidad de tránsito, éste normalmente desaparece hasta el punto necesario para evitar condiciones inaceptablemente congestionadas. En dos estudios seminales, Cairns, Hass-Klau y Goodwin observaron datos acerca de volúmenes de tránsito antes y después de la demolición de carreteras en 10 países de Asia, Europa y América del Norte. En muchos casos, la cantidad total de tránsito se redujo significativamente en las redes estudiadas en el largo plazo, entre un 14% y un 25% del tránsito que antes utilizaba la vialidad afectada³⁹.

Los modelos de viaje de cuatro pasos normalmente subestiman el impacto del tránsito inducido porque no son sensibles a toda la gama de las decisiones de quienes viajan. Los modelos de micro-simulación de la demanda de viajes suelen ser más sensibles a tales interacciones

37 – Cervero, Robert. (2002)

38 – Litman, Todd. (2010)

39 – Cairns, S., Hass-Klau, C., y Goodwin, P. (1998)

si se les representa en el desarrollo de las herramientas de análisis. Varias herramientas básicas, como el modelo SMITE de la Administración Federal de Autovías de Estados Unidos, ofrecen capacidad para representar estas relaciones de demanda inducida y calcular los GEI y otras emisiones a nivel de proyecto, constituyendo de este modo una buena herramienta complementaria para agregar a los modelos de viaje⁴⁰.

En general no existe consenso y la evidencia es limitada

en cuanto a la medida en que los beneficios e impactos de la expansión de la capacidad se compensan unos con otros en lo que respecta a las emisiones de los GEI. No obstante, el estudio *Moving Cooler* de Estados Unidos, suponiendo niveles moderados de demanda inducida, concluyó que no existía un beneficio neto a largo plazo de GEI de la reducción de los cuellos de botella, considerando los efectos de la demanda inducida. Los niveles superiores de demanda inducida⁴¹ implicarían un incremento neto en las emisiones de GEI.

Estrategias multimodales de transporte de carga

La globalización económica, la creciente demanda de productos y las actuales tendencias de fabricación exigen cada vez más la integración de medios de transporte de carga. Las estrategias multimodales de transporte de carga resaltan la importancia de la integración de más de un medio de transporte (ferrocarriles, camiones y aviones) para trasladar cargas desde la fuente de la materia prima hasta los lugares donde se realiza la fabricación y luego al destino del consumo final. Estas relaciones de interconexión se han vuelto aún más importantes desde la introducción de los contenedores. Los gobiernos cumplen un papel fundamental en la provisión y reglamentación de las instalaciones intermodales de carga. Las empresas que utilizan mucho transporte de carga, los conductores de camiones y los consumidores mayoristas también desempeñan un papel esencial en la eficiencia y la optimización del servicio. Estos actores se benefician con el ahorro del tiempo y de los costos generados por una mayor eficiencia a lo largo de la cadena de suministros. Tales eficiencias pueden asimismo derivar en beneficios de reducción de las emisiones de los GEI.

Existen muchas formas de mejorar los sistemas de transporte de carga para reducir emisiones. Una mayor inversión en infraestructura de transporte de carga multimodal (que incluye ferrocarriles, puertos y terminales intermodales) puede abrir posibilidades para cambiar de camiones a medios menos intensivos de energía, como el ferrocarril y los buques marítimos y de navegación interior. Mejores sistemas de logística y la introducción de centros regionales de distribución de cargas pueden facilitar la transferencia de camiones grandes medio vacíos a camiones pequeños con carga completa, ayudar a minimizar la circulación de camiones vacíos y aumentar la utilización de la capacidad total de camiones y ferrocarriles. La optimización de cargas en los vehículos de transporte puede disminuir los costos de flete y apoyar los objetivos de un sistema de transporte sostenible. Finalmente, pueden aplicarse políticas de fijación de precios para contribuir a gestionar la demanda y proveer incentivos para contar con vehículos más limpios y eficientes. Las estrategias que se analizan aquí son:

40 – Administración Federal de Autopistas de Estados Unidos (2011).
41 – Cambridge Systematics, Inc. (2009)

- » Mejoras en la infraestructura intermodal del transporte de carga.
- » Fijación de precios y gestión del transporte de carga.
- » Centros regionales de distribución de carga, puertos secos y parques logísticos.

Mejoras en la infraestructura intermodal del transporte de carga

En la mayoría de los países existe un potencial de cambio modal del transporte de carga por camiones al transporte por ferrocarriles y vías acuáticas, utilizando métodos que probablemente reducen las emisiones de GEI. Si bien los camiones son más flexibles en cuanto a dónde viajar, el transporte de carga por ferrocarril tiene una menor resistencia al rodado y arrastre aerodinámico, lo cual le otorga mayor eficiencia energética y menores emisiones de GEI por tonelada/km (TKM). El flete por agua emplea aún menos energía por TKM, aunque por lo general es la más lenta de estas modalidades de transporte. No todas las mercancías son susceptibles al cambio de modalidad. El transporte por agua y por rieles funciona mejor para la carga a granel, como carbón, aceite, metales y granos. Las mercaderías terminadas de alto valor suelen ser transportadas en camiones o por avión. Para que resulten efectivos, los sistemas intermodales deben ser costo-efectivos para los expedidores y prácticos para los transportistas.

Entre las mejoras de infraestructura intermodal para alentar los cambios de modalidades se incluyen la expansión y mejora de los ferrocarriles de carga (por

ejemplo: límites de peso más altos, más altura de paso en puentes que permita el tránsito de contenedores de dos pisos), la construcción de infraestructura intermodal portuaria y el acceso mejorado a las instalaciones intermodales. El ITDP ha utilizado *Roadmap*⁴², un modelo global para vehículos, existencias y actividades a fin de considerar la potencial reducción de las actividades de los camiones (toneladas/km) que podría resultar de los cambios de modalidad y mejor eficiencia de los sistemas de logística en comparación con los escenarios habituales (BAU) en varios países y regiones alrededor del mundo. Los resultados preliminares indican que mediante la implementación de políticas que incentivan el cambio modal en un 4% de la actividad de los camiones al transporte por ferrocarril en México y Brasil se podrían reducir las emisiones de GEI en 4-6 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e) para el año 2030. Estos impactos representan la reducción de emisiones de GEI entre 1% y 4% de las emisiones de GEI relacionadas con el transporte.

Los modelos de demanda de viaje normalmente no representan de manera adecuada la actividad de los vehículos de carga, ni modelan las decisiones de los expedidores y transportistas de la misma manera en que lo hacen con respecto a las decisiones de viaje a nivel personal. Generalmente, el KVR global se incluye simplemente en la fracción de tránsito de camiones observados a partir del recuento. Los modelos regionales tampoco consideran los flujos de flete interregionales, que es la escala en la que existen las mayores oportunidades de cambio modal. En Estados Unidos y en Europa se han desarrollado modelos de minimización de costos para modelar opciones de transporte de carga intermodal a lo largo de corredores de larga distancia, pero no se han usado demasiado y quizá no sean transferibles a los contextos latinoamericanos.

42 – <http://theicct.org/roadmap-model>

Se necesita información para desarrollar modelos más efectivos de sistemas de transporte de carga urbanos y su actividad entre ciudades que brinden soporte a la planificación sostenible del transporte. Evaluar el impacto de GEI de las medidas de transporte de carga intermodal requiere modelos de existencia de vehículos a nivel nacional, así como inventarios de varios medios de transporte de carga y niveles de actividad. La recopilación de datos a nivel nacional debe asegurar que se comprendan las actuales características de las flotas, las tendencias y la estructura de la industria del transporte de carga, los flujos de productos y embarques, la actual utilización de la capacidad de vehículos y las políticas y estructuras de fijación de precios para los fletes.

Fijación de precios y gestión del transporte de carga

El transporte de carga produce una serie de externalidades negativas tanto en las zonas urbanas como en las rurales, tales como congestión de las calles, degradación de la calidad del aire y seguridad del tránsito, y provocan un desgaste vial desproporcionado. La fijación de precios más apropiados para recuperar el costo total que todo esto representa para la sociedad llevará a consumos e inversiones más eficientes. Asimismo, se pueden implementar estrategias de gestión relacionadas con los precios. A continuación se citan ejemplos de estrategias de gestión y de fijación de precios del transporte de carga:

- » Impuestos a los combustibles y peajes diferenciados para el uso de las carreteras, por ejemplo, con base en el peso de los vehículos.

- » Planes de fijación de precios basados en el tiempo y otros programas para puertos congestionados que permitan reducir las colas de camiones y las emisiones cuando los vehículos estén parados (en ralentí).
- » Horas de restricción en áreas congestionadas, por ejemplo en el CBD, para realizar las entregas en horas que no sean pico.
- » Rutas asignadas a camiones y restricciones para su tránsito, a fin de mantenerlos fuera de los vecindarios residenciales.
- » Estacionamiento de camiones y zonas de carga para que los camiones no impidan el flujo del tránsito.

Existen algunos estudios acerca del impacto de la gestión del transporte de carga en los GEI. Por ejemplo, se estima que la fijación de precios, la hora del día y las iniciativas de vehículos limpios implementadas en los puertos de Los Ángeles y Long Beach (Estados Unidos) redujeron el uso del combustible de los camiones que accedían a ellos en un 17%⁴³. Sin embargo, en general no se han estudiado extensamente los beneficios respecto de los GEI y otros derivados de la fijación de precios y de la gestión del transporte de carga. Dado que no existen buenas herramientas para analizar estas estrategias y sus beneficios dependerán específicamente de cómo se implementen, será esencial el diseño cuidadoso de los programas con base en la información local que se recopile.

43 – Tioga Group (2008)

Centros regionales de distribución, puertos secos y parques logísticos

Los centros urbanos de consolidación, también conocidos como puertos secos, tienden a maximizar la eficiencia de la cadena de suministros de la industria del autotransporte de carga al proporcionar a los camioneros un punto en donde transferir la mercancía desde vehículos más grandes designados para el movimiento entre ciudades a vehículos más pequeños y apropiados para las calles urbanas congestionadas, así como un espacio compartido para esperar durante las horas pico y realizar entregas más rápidas cuando se libera el espacio de la vialidad. Los parques logísticos, también conocidos como plataformas de carga, concentran instalaciones para distribución y montaje alrededor de una terminal

de ferrocarril para minimizar la cantidad de tiempo y de viaje por camión necesaria para reunir la mercancía que llega de proveedores nacionales e internacionales y por tren, y despachar las cargas según la medida de las necesidades de un comercio específico, por camión. En Europa existen varios ejemplos de parques logísticos.

Estas estrategias han sido escasamente implementadas y existe poca evidencia acerca de los beneficios que pudieran tener con respecto a los GEI. Un estudio concluyó que los beneficios de dichos centros, de ponerse en marcha en Estados Unidos, serían modestos debido al limitado potencial de los cambios en el tránsito (menos de 0,5 MtCO₂e por año)⁴⁴. Los beneficios de los parques logísticos tampoco han sido estudiados en detalle, pero pueden considerarse como un componente valioso de un gran sistema intermodal de transporte de cargas.

Eficiencia energética de los vehículos y cambio de combustible

La eficiencia del combustible de todos los vehículos se puede mejorar por medio de las tecnologías actualmente disponibles. Puesto que las emisiones de GEI son directamente proporcionales al uso de combustible fósil, disminuirán con la mejora de la eficiencia de los combustibles. Podrán obtenerse mayores reducciones de emisiones con el reemplazo de la gasolina y del diésel por gas natural, que tiene menor intensidad de carbono, en el transporte carretero. Esta opción ya se comercializa en muchos países. Por otra parte, los beneficios del uso del biocombustible son más cuestionables. La mejora de la eficiencia energética no se limita a los vehículos

de autotransporte; son también sustanciales las oportunidades para los ferrocarriles, buques y aeronaves. Algunas de las opciones se tratan a continuación.

Automóviles y motocicletas eficientes

En 2008, la AIE estimó que el consumo de combustible y las emisiones de GEI de los automotores a nivel mundial aproximadamente se duplicarían entre los años 2000 y 2050. Sin embargo, un informe de la Iniciativa Global

para la Economía del Combustible⁴⁵, indica que un movimiento mundial hacia una economía de combustibles más eficientes a una escala que ya se puede lograr técnicamente, utilizando paulatinamente tecnologías costo-efectivas para automóviles, complementada con cambios a combustibles bajos en carbono, podría ahorrar más de 6.000 millones de barriles de petróleo al año para 2050, reducir a la mitad las emisiones de GEI de los automóviles y generar beneficios significativos en lo que respecta a la contaminación del aire local.

Las tecnologías requeridas para mejorar la eficiencia de los nuevos automóviles en el corto a mediano plazo comprenden cambios graduales en los sistemas de transmisión y motores de combustión interna convencionales, junto con una reducción en el peso y una mejor aerodinámica. Las mejoras en la eficiencia, de bajo costo y basadas en tecnología inmediata, comprenden: una mejor afinación de los motores, el reemplazo de neumáticos y de aceites lubricantes, la promoción de manejo eficiente en el uso de combustibles (manejo ecológico), la reducción del peso de los vehículos (eliminando elementos y cargas innecesarios) y, lo que es de particular importancia para los países en desarrollo, la implementación de reglamentaciones o incentivos para promover la economía del combustible en vehículos importados de segunda mano.

Camiones eficientes

El costo de combustible para camiones es el principal factor de impulso para adoptar una nueva tecnología y el gasto más importante en las flotas de camiones pesados⁴⁶. Las oportunidades para aumentar la eficiencia del transporte de carga comprenden la implementación de tecnología logística para minimizar la existencia de camiones vacíos

o parcialmente cargados, y la consideración de criterios de eficiencia en las reglamentaciones que limiten el tamaño, la forma y la configuración de camiones de carga para larga distancia. Se espera que las mejoras tecnológicas actualmente en desarrollo traigan mayores niveles de carga y eficiencia de combustible para los sistemas de camiones (camiones y acoplados) que comprenden: la introducción de materiales modernos, de peso liviano, como la fibra de carbono; mejoras en los sistemas de los motores por medio de la combustión avanzada, la recuperación de calor residual y una menor fricción y desgaste; reducciones en el arrastre aerodinámico, mediante la disminución de la brecha del acoplado y la integración del semirremolque; la reducción de la carga accesoria mediante la electrificación de éstas, como la dirección asistida y el aire acondicionado; y la optimización de la transmisión por medio de la reducción de la fricción, el desgaste y la hibridación.

El almacenamiento avanzado de energía (particularmente para sistemas híbridos y de reducción de ralentí) sigue constituyendo un desafío para los camiones pesados, ya que los ciclos y los requisitos de potencia son muy diferentes de los de los vehículos ligeros. Sin embargo, son alternativas viables para los camiones que se usan para reparto urbano de cargas.

Biocombustibles

Los biocombustibles como el metanol, el bio-diésel y el etanol producen menos contaminantes en los tubos de escape que la gasolina convencional y el diésel, de tal modo que su uso mejora la calidad del aire local. Los vehículos pueden funcionar solamente con combustibles alternativos o alternar entre combustibles convencionales y biocombustibles. No queda claro si existe un beneficio

45 – Global Fuel Economy Initiative (2009)

46 – Departamento de Energía de Estados Unidos (2009).



neto en términos de reducciones de las emisiones de GEI a partir del uso de los biocombustibles actuales, a excepción del etanol, proveniente de la caña de azúcar, para el transporte. Esto se debe a que las emisiones indirectas asociadas con el cambio en el uso del suelo y la producción de combustible y materia prima, o su extracción y distribución, podrían resultar sustanciales.

comprenden buques de mayor tamaño, optimización de casco y propulsión, máquinas más eficientes y revestimientos innovadores, de baja resistencia, para los cascos”.

Vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos ofrecen ahorros significativos en términos de combustible y diésel. Más aún, la introducción de vehículos a batería eléctrica conectados a la red eléctrica –lo cual incluye a los vehículos que funcionan con batería eléctrica, los híbridos que se conectan y posiblemente aquellos con células de combustible de hidrógeno– contribuirán a significativas mejoras en la eficiencia y a que haya un cambio del combustible a la electricidad. El cambio de un vehículo a combustible a uno eléctrico se hará más viable si se logran nuevas mejoras en las baterías y la tecnología se torna costo-efectiva. Las ganancias en términos de reducción de las emisiones de GEI de los vehículos eléctricos dependerán de la capacidad que tengan los países de generar electricidad de bajo carbono en gran escala.

Embarcaciones eficientes

Si bien los barcos constituyen el medio de transporte de carga más eficiente, en 2007 los embarques internacionales constituyeron aproximadamente un 2,7% del total mundial de emisiones de GEI⁴⁷. De acuerdo con el Centro para Soluciones Climáticas y Energéticas “las opciones tecnológicas para barcos nuevos más eficientes

47 – Buhaug, Ø., et al. (2009)

Parte 3

Medición de los GEI

y Principios de Contabilidad

Introducción a Términos y Conceptos Clave

En esta sección se presenta una introducción a los principios y a los términos clave acerca de la medición y contabilización de los GEI, así como un panorama sobre los principales desafíos que representa dicha medición en el sector del transporte.

Gases de efecto invernadero (GEI). Los GEI son gases de la atmósfera que pueden absorber radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre. Este proceso constituye la causa fundamental del efecto invernadero. Los principales GEI son: el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y el ozono (O₃). Existen también GEI que son solamente producidos por actividades humanas, como los clorofluorocarbonos (CFC), el hexafluoruro de azufre, los hidrofluorocarbonos, los perfluorocarbonos y el trifluoruro de nitrógeno.

Emisiones de GEI. Los GEI provienen tanto de fuentes naturales como de aquellas provocadas por el hombre. Desde la revolución industrial, las actividades humanas han agregado GEI a la atmósfera, principalmente debido a la quema de combustibles fósiles y a la tala de bosques. Las emisiones de GEI que provienen de la actividad humana se denominan emisiones antropogénicas de GEI.

Potencial de calentamiento global. (GWP, por sus siglas en inglés). El GWP para un GEI en particular es la relación de calor atrapado por una unidad de masa de GEI con respecto a esa unidad de masa de CO₂ a lo largo de

un período de tiempo determinado⁴⁸. Normalmente, los GWP se registran en períodos de cien años⁴⁹.

En el cuadro 6 se presentan los principales GEI, sus fuentes antropogénicas y su potencial de calentamiento global en cien años.

Cuadro 6. Principales GEI, fuentes y potenciales de calentamiento global⁵⁰

PRINCIPALES GEI	FUENTES DE EMISIÓN DE GEI	GWP (HORIZONTE TEMPORAL DE CIENTO AÑOS)
Dióxido de carbono (CO ₂)	La quema de combustibles fósiles y la deforestación llevan a mayores concentraciones de CO ₂ en la atmósfera. Los cambios en el uso del suelo causados principalmente por la deforestación en los trópicos representan un tercio del total de las emisiones antropogénicas de CO ₂ .	1
Metano (CH ₄)	La fermentación entérica del ganado y el manejo del estiércol, el cultivo del arroz, los cambios en los humedales y el uso del suelo, la exploración y producción de petróleo, gas y carbón y el manejo de residuos.	25
Clorofluorocarbonos, hidroclorofluorocarbonos e hidrofluorocarbonos	El uso de clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, y el uso de CFC y halones en procesos de fabricación y extinción de incendios.	Hasta 14.800
Óxido nitroso (N ₂ O)	Actividades agrícolas (incluido el uso de fertilizantes), combustión de combustibles fósiles y producción de ácido adípico y nítrico.	298

48 – <http://www.epa.gov/highwpl/scientific.html>

49 – El GWP cambia según el horizonte temporal evaluado, pero en general se usa el plazo de 100 años a fin de poder realizar comparaciones.

50 – Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Cuarto Informe de Evaluación (AR4).

Emisiones de GEI provenientes del transporte. Las emisiones de GEI provenientes de fuentes de transporte incluyen CO₂, CH₄, N₂O, HCFC y HFC. El CO₂ es un producto directo de la combustión del combustible fósil, mientras que el CH₄ y el N₂O se emiten en los escapes de los vehículos (el CH₄ también puede emitirse como fuga del gas natural). Los HCFC y los HFC se emiten como fugas de los sistemas de aire acondicionado. Las fuentes de transporte emiten otros compuestos, además de GEI, tales como O₃, monóxido de carbono (CO) y aerosoles, los cuales se cree que tienen un efecto indirecto en el calentamiento global. Estos compuestos en general no están incluidos en los cálculos de las emisiones de GEI provenientes del transporte, ya que su vida en la atmósfera varía y los científicos no han podido cuantificar su impacto con certeza.⁵¹

El CO₂ es definitivamente el GEI más significativo emitido por las fuentes del transporte y generalmente se acepta el enfoque primario en estas emisiones como indicativo del total de las emisiones de GEI. En el recuadro 2 se describe cómo se calculan las emisiones de CO₂ a partir de la combustión de combustibles fósiles.

Inventario de emisiones de GEI. Un inventario es una cuantificación de emisiones de GEI por fuente y por gas. Éstos pueden reportarse por un país entero y/o por estados, ciudades, sectores industriales, compañías u otras entidades individuales. Dado que el CO₂ constituye la principal fuente de emisiones en transporte, los inventarios en este sector suelen limitarse a este gas.

Recuadro 2: Cálculo de emisiones de CO₂ derivadas de combustibles fósiles

Las emisiones de CO₂ provenientes de la combustión de combustibles fósiles se obtienen multiplicando la cantidad de combustible consumido por un número de coeficientes, como se describe a continuación:

Emisiones de CO₂ = combustible quemado x contenido de carbono en el combustible x fracción oxidada x (44/12)

El contenido de carbono en el combustible se expresa en términos del tipo y de la cantidad de combustible consumido, un coeficiente específico de contenido de carbono en el combustible- por ejemplo, gramos de carbono por litro de gasolina-, y un factor de oxidación.

Cuando se quema combustible, la mayor parte del carbono se oxida en CO₂ y se emite a la atmósfera. En consecuencia, el factor de oxidación para el transporte se considera en general del 100%.

Para calcular el CO₂ emitido, se multiplican las emisiones de carbono por (44/12), que es la relación de los pesos moleculares del CO₂ (44) con respecto al carbono (12).

Para obtener el total de emisiones de CO₂, se aplica esta ecuación para cada combustible fósil, sumando el total.

De este modo, los datos requeridos para calcular las emisiones de CO₂ a partir de la combustión de combustibles fósiles se limitan al consumo de combustible en términos de unidades de energía y un conjunto de coeficientes por defecto que se encuentran a disposición del público. Si se desea un mayor nivel de precisión, se recomienda usar unidades físicas para la medición del consumo de combustible, que luego se multipliquen por el contenido específico de calor del combustible o valores brindados por los proveedores.

51 – Asociación Internacional de Transporte Público (2000).

MARCO ASIF PARA DETERMINAR LAS EMISIONES DE GEI PROVENIENTES DEL TRANSPORTE

(figura 17)

$$\text{EMISIONES DEL TRANSPORTE } (G) = A \times S \times I \times F$$

Donde:

A = Actividad: Total de kilómetros de los vehículos y/o kilómetros de pasajeros

S = Estructura: Participación modal

I = Intensidad: Intensidad energética de cada medio de transporte

F = Combustible: Tipo de combustible y emisiones por unidad de combustible

Marco ASIF. Como se observó anteriormente y se explicó en el recuadro 2, las emisiones de CO₂ dependen principalmente del consumo de combustible fósil. Éste depende en sí de muchos factores, y las emisiones del transporte a menudo se expresan mediante el llamado marco ASIF⁵², propuesto inicialmente por Schipper et al. (2000), que se presenta en la figura 17.

De acuerdo con la ecuación ASIF, las emisiones de GEI en el sector del transporte (G) dependen de cuatro elementos:

1. Actividad del transporte (**A**);
2. Estructura (Structure) modal (**S**);
3. Intensidad de la energía (**I**);
4. Combustible (Fuel) (**F**).

A continuación se describirá cada uno de estos elementos:

Actividad del transporte (A). Se trata de la demanda total de transporte, que normalmente se separa en transporte de pasajeros y de carga, y suele expresarse en términos de pasajeros por kilómetros (PKM) y TKM, respectivamente.

Los PKM se determinan sumando la distancia recorrida por cada persona (en términos de km) sobre la población que se está estudiando. De modo similar, las TKM se determinan mediante el movimiento de una tonelada de carga sobre una distancia de un kilómetro, y se calcula multiplicando la carga del vehículo en toneladas por la distancia transportada. El aumento de la población lleva a aumentos en los PKM. Una mayor actividad económica en general implica aumentos en las TKM.

Estructura modal (S). La estructura modal está representada por la participación de cada medio disponible en el viaje total, por ejemplo, automóviles, autobuses, trenes, taxis, bicicletas, aviones, entre otros para el transporte de pasajeros; y camiones, camionetas, ferrocarriles, aviones o buques para el transporte de carga. La elección del medio de transporte se ve afectada por su disponibilidad, velocidad y tiempo de viaje provisto por otros medios utilizables, el precio del combustible y de los vehículos, los niveles de ingresos, cuestiones de seguridad y las dinámicas sociales y psicológicas.

52 – Schipper, L., Marie-Lilliu, C., and Gorham, R. (2000)



intensidad de la energía (I). La intensidad de la energía es la energía consumida por unidad de viaje. En el caso de los viajes de pasajeros puede definirse en términos del uso de energía por vehículo por kilómetro (VKM) o PKM. Depende de la eficiencia energética del vehículo, de la utilización de su capacidad y de su optimización. La optimización se refiere al uso óptimo/más eficiente del vehículo, así como a la infraestructura sobre la cual opera (es decir, las carreteras de baja calidad o muy congestionadas reducen la optimización de un vehículo tanto de transporte de pasajeros como de carga). En el caso del transporte de pasajeros, por ejemplo, la intensidad de la energía es baja cuando un autobús o un tren con un motor eficiente van repletos de pasajeros, y es alta cuando un automóvil viejo, ineficiente o grande transporta a un solo ocupante. En el caso del transporte de carga, la intensidad de la energía es baja en el transporte por buque y por ferrocarril, y es más alta para el transporte terrestre y aéreo. Los viajes con cargas parciales o sin carga aumentan la intensidad de la energía por unidad de mercancía o por persona transportada.

Combustible (F). El tipo de combustible determina su contenido de carbono. Hasta ahora se han mencionado solamente los combustibles fósiles, principalmente la gasolina y el diésel. En el caso de estos combustibles, el contenido de carbono está bien definido y en general es similar en distintos países. Dicho contenido se define en términos del factor de emisiones para el combustible, por ejemplo, en gramos de CO₂ por litro (gCO₂/litro), o de toneladas de CO₂ por tonelada de combustible (tCO₂/t). Las emisiones de CO₂ a partir de la combustión de combustibles renovables, como el etanol o el éster metílico, suelen considerarse nulas (cero), ya que el carbono en el CO₂ que se emite durante la combustión fue absorbido por el aire cuando creció la planta (de la cual se obtuvo el biocombustible). Sin embargo, éstas

son emisiones relacionadas con el crecimiento de plantas y capturadas en una evaluación del ciclo de vida (más adelante se describe este concepto en mayor detalle). El transporte también puede ser propulsado eléctricamente, como en el caso de trenes, subterráneos, tranvías, trolebuses y, más recientemente, automóviles eléctricos e híbridos conectables. En estos casos, la electricidad es suministrada por la red eléctrica. El factor de emisión (expresado en gCO₂/kWh o tCO₂/MWh) depende de la mezcla de combustibles usados para generar y suministrar electricidad a la red eléctrica en cuestión. Por lo tanto, el impacto final de los GEI de la electrificación de los vehículos dependerá de la intensidad del carbono que tenga la electricidad proveniente de ella.

Las medidas del transporte sostenible pueden intentar impactar uno o más elementos del marco ASIF. Las acciones relacionadas con la gestión de la demanda de los viajes afectan los elementos actividad y estructura, en tanto que las tecnologías de avanzada empleadas en los vehículos impactan principalmente los elementos intensidad energética y combustible.

Evaluación del ciclo de vida de las emisiones del transporte. El análisis anterior considera las emisiones provenientes de la combustión de combustibles fósiles. La evaluación del ciclo de vida –también conocida como el análisis “de la cuna a la tumba”– incorpora emisiones asociadas con todas las etapas de la vida o del proceso del producto. La evaluación del ciclo de vida correspondiente a las emisiones del transporte toma en cuenta aquellas asociadas con la energía utilizada para propulsar a los vehículos, así como también a las asociadas con la fabricación y el mantenimiento de los mismos, el desarrollo de infraestructura, la extracción y distribución de combustible y otras actividades relacionadas.

Cuadro 7. Ciclo de vida de las emisiones del transporte⁵³

	CICLO DEL VEHÍCULO	CICLO DEL COMBUSTIBLE	CICLO DE LA INFRAESTRUCTURA
Emisiones anteriores	Extracción, procesamiento, fabricación, montaje y distribución de las materias primas usadas para fabricar un vehículo o sus piezas.	Las emisiones de combustible anteriores se denominan también emisiones desde el pozo hasta la bomba. Estas emisiones derivan de la exploración, la perforación, el refinamiento/ procesamiento, el almacenamiento y la distribución de tipos de combustible. Deberá tenerse cuidado al considerar emisiones fugitivas. En el caso de la biomasa o de los biocombustibles, se contarán también los cambios en el uso del suelo y las actividades agrícolas, incluidos el transporte y la distribución.	Desmonte de tierras, producción de materias primas y actividades de construcción.
Emisiones directas	Consumo de energía de las actividades de mantenimiento del vehículo y del desgaste de neumáticos.	Combustión de combustible.	Reacondicionamiento, mantenimiento y limpieza.
Emisiones posteriores	Disposición y reciclaje de piezas, neumáticos y vehículos.	Disposición y reciclaje de productos del petróleo.	Disposición y reciclaje de material de infraestructura.

Las emisiones en la evaluación del ciclo de vida generalmente se clasifican como anteriores, posteriores o directas. Las emisiones anteriores (upstream) son aquellas que tienen lugar antes de que el producto se use o de que el proceso se inicie, e incluyen –por ejemplo– aquellas emisiones asociadas a la extracción, al procesamiento y a la distribución de materias primas, a la fabricación y al montaje de piezas (en oposición al producto final) y a la construcción de la infraestructura requerida para utilizar el producto final. Las emisiones posteriores (downstream) son aquellas asociadas con la disposición y/o el reciclado de un producto o material de infraestructura. Las emisiones directas son aquellas asociadas con el funcionamiento y el mantenimiento de los vehículos, la infraestructura, etc. El cuadro 7 brinda ejemplos de emisiones asociadas con las evaluaciones del ciclo de vida del transporte.

El análisis del ciclo de vida del transporte puede resultar útil para las planificaciones a nivel del proyecto, en aquellos casos en los que éste tiene una gran huella de construcción. Las emisiones de la construcción tienden a ser mayores en proporción a las emisiones

operativas durante el tiempo de vida para proyectos que contemplan estructuras sustanciales elevadas o túneles, como en el caso de las líneas de subterráneos o las autopistas elevadas. Sin embargo, cabe señalar que los actuales métodos para el análisis del ciclo de vida de la infraestructura y de los vehículos suelen ser intensivos en cuanto a datos y no están bien desarrollados.

Los biocombustibles comprenden otra área donde el análisis de los ciclos de vida es importante para determinar las emisiones generales. El ciclo de las emisiones de los biocombustibles muestra una variabilidad mucho mayor (si se les compara con las emisiones directas) que la de los combustibles fósiles, dependiendo de los procesos y supuestos de producción relativos a los impactos indirectos (como la conversión de tierra requerida para cultivar materias primas). Por ejemplo, el etanol que se obtiene a partir de la caña de azúcar da normalmente como resultado emisiones de GEI con un ciclo de vida inferior que el del obtenido a partir del maíz. Además, las decisiones políticas acerca de la producción y el uso de biocombustibles dependen de consideraciones agrícolas y del uso del suelo, más que de políticas de transporte.

53 – Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (2006).

En Estados Unidos se utilizan comúnmente dos modelos para el análisis del ciclo de vida del transporte: el Modelo de Emisiones del Ciclo de Vida (LEM)⁵⁴ y el modelo de Gases de Efecto Invernadero, las Emisiones Reguladas y el Uso de la Energía en el Transporte (GREET)⁵⁵. Ambos explican las emisiones del ciclo del combustible anterior y del ciclo del vehículo para diversas categorías de combustibles y vehículos. Sin embargo, ambos comprenden importantes requisitos de datos y supuestos.

Proyecto. Este término se usa en un sentido amplio para significar el conjunto de actividades o intervenciones propuestas o bajo consideración para mitigar el cambio climático. Se puede tratar de un simple proyecto físico (como el arreglo de una vialidad o de una línea masiva de tránsito), un programa que comprenda muchos proyectos, o acciones no físicas, como cambios en materia de políticas (fijación de precios, normas de eficiencia, uso del suelo).

Límite del proyecto. Es el límite geográfico físico dentro del cual se han de determinar las reducciones de las emisiones.

Tiempo de vida del proyecto. Se trata de la duración esperada de la acción de mitigación propuesta. Debe observarse que esta duración es diferente –normalmente mayor– de la del “período de acreditación”⁵⁶ que se aplica a los proyectos en los mercados del carbono.

Medición (monitoreo), reporte y verificación (o medible, reportable y verificable, MRV). La sigla MRV se usa para describir los requisitos o procedimientos para medir, reportar y verificar (en algunos casos por medio del análisis de terceros) que las reducciones de emisiones prometidas por un proyecto han sido efectivamente logradas. El método de MRV debería poder dar respuesta a las siguientes preguntas:⁵⁷

- » ¿Están realmente sucediendo las acciones?
- » ¿Se están utilizando los recursos para el propósito para el que fueron provistos?
- » ¿Cuán eficazmente se están implementando las acciones?
- » ¿Cuán grande es el impacto de las emisiones y las reducciones logradas?

Evaluación ex ante vs. ex post. La evaluación ex ante es una estimación de los impactos de un proyecto antes de que se implemente. Para los cálculos ex ante se utilizan datos disponibles y métodos de pronóstico a fin de determinar los probables impactos. La evaluación ex post es una estimación (o medición) de los impactos de un proyecto después de haber sido implementado, utilizando en la medida de lo posible datos observados acerca de los verdaderos impactos.

Otros GEI. Hasta ahora, este análisis se ha centrado exclusivamente en el CO₂ proveniente de la combustión de combustibles fósiles, ya sea del vehículo mismo o de las plantas energéticas conectadas a la red eléctrica que proveen de electricidad a un sistema de transporte. En la combustión de gas natural se emiten también pequeñas cantidades de CH₄ y de N₂O. Estas pueden incluirse en el concepto básico descrito en el marco ASIF (figura 17). Cuando el combustible es el gas natural, existen emisiones anteriores de CH₄ provenientes de la producción gas, transporte, tratamiento y actividades de suministro. Cabe recordar que la fuente dominante de emisión de GEI sigue siendo el CO₂ a partir de la combustión de combustible fósil, de modo que, en una primera aproximación, ignorar las emisiones de otros GEI no llevaría a un error significativo en la estimación de las reducciones de emisiones de un proyecto de mitigación.

54 – Delucchi, M. (2003)

55 – Departamento de Energía de Estados Unidos, Centro de Investigación para el Transporte (2001).

56 – En el contexto del MDL, el período de acreditación es el período para el cual se verifican las reducciones de emisiones a partir de la línea base y son certificadas por auditores independientes a fin de publicar las reducciones de emisiones certificadas (CER, por sus siglas en inglés).

57 – Sterk, W. (2011).

Desafíos en la Medición de la Reducción de las Emisiones en Proyectos de Transporte

A fin de lograr ambiciosos objetivos de reducción de emisiones de GEI provenientes del transporte, los encargados de la formulación de políticas necesitan recoger datos completos y actualizados con referencia a: la composición de la flota y sus características, la actividad de transporte, la participación de los medios de transporte, el consumo de combustible y los índices de emisiones para cada medio de transporte. Con el tiempo, invertir en un marco sólido de recopilación y monitoreo de datos a fin de guiar las estrategias para un transporte sostenible ahorra dinero, ya que ayuda a evitar políticas mal dirigidas de reducción del GEI.

Existen varios desafíos asociados con la recopilación de los datos requeridos, tanto para el pronóstico ex ante como para la medición ex post de los impactos de los GEI de las políticas de transporte. Entre dichos desafíos se pueden mencionar los siguientes:⁵⁸

- » El rápido crecimiento o el cambio tecnológico, que dificulta la estimación o el pronóstico preciso acerca de cuál sería el escenario habitual (BAU) en términos de emisiones de GEI.
- » Los factores que cambian en tanto se implementa un proyecto y que afectan a las decisiones sobre el transporte, por ejemplo: el crecimiento de los ingresos o los precios de los combustibles.

- » Impactos que son indirectos o que tienen lugar con un considerable retraso, por ejemplo: las políticas sobre el uso del suelo o inversiones en carreteras que afectan al desarrollo.
- » Retroalimentación o efectos no deliberados, como las medidas tendientes a la eficiencia de los vehículos que aumentan la demanda para el transporte abaratando los viajes.

Por otra parte, en las evaluaciones ex ante de los proyectos de transporte, suele haber una considerable incertidumbre acerca de cuál será el verdadero impacto de las medidas que lleven a reducir GEI (por ejemplo, cuánta gente decidirá eventualmente cambiar el auto o la motocicleta por un sistema de transporte masivo). En el caso de la evaluación ex post, resulta imposible observar directamente qué habría sucedido en ausencia del proyecto de transporte y difícil diferenciar entre los cambios en las emisiones activadas por el proyecto y aquellos producidos por otros factores.

Las intervenciones del sector transporte, particularmente aquellas que afectan su demanda⁵⁹, resultan más efectivas cuando comprenden una combinación de medidas para la reducción de las emisiones, debido a las sinergias que existen entre ellas. Por ejemplo, los patrones compactos para el uso del suelo proveen un

58 – Sterk, W. (2011)

59 – Ellis, J., y Moarif, S. (2009)



mercado para el transporte público, al que luego las inversiones en ferrocarriles o en el BRT pueden servir. La implementación de políticas para la fijación de precios destinadas a encarecer el traslado al distrito financiero o a zonas congestionadas muy probablemente lleven a mayores reducciones en las emisiones de GEI y encuentren menos oposición por parte de los usuarios si, antes de promulgarlas, se ofrecen alternativas para los viajes en vehículos particulares. Por otra parte, en varios países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) se ha probado que coordinar el despliegue de un gran rango de opciones de movilidad, que abarcan el transporte tradicional público, el BRT, los esquemas para compartir automóviles, los sistemas para compartir bicicletas, entre otros, aumenta la probabilidad de que los pasajeros hagan la transición hacia zonas urbanas con viajes menos intensivos en GEI. Los planes integrales de transporte bajo en carbono constituyen una forma de superar el enfoque proyecto por proyecto para mitigar el problema de los GEI, y han sido sugeridos como pieza central de los esquemas emergentes de financiamiento para la mitigación del cambio climático, como en el caso de las NAMAs.⁶⁰

Un sistema sostenible de transporte apunta a satisfacer los requisitos básicos de movilidad de una manera segura, asequible, equitativa, efectiva y eficiente, que brinde apoyo a las necesidades de una economía creciente a la vez que reduzca los impactos en el medio ambiente y en la sociedad. Una desventaja de las metodologías más rigurosas disponibles hoy en día para evaluar el impacto de la sostenibilidad de las intervenciones del transporte deriva del hecho de que estas intervenciones requieren la implementación de medidas para ser evaluadas en forma aislada, con lo cual no se capta el efecto total que podrían tener con el tiempo en otras formas de transporte. Para abordar esta desventaja y ayudar en general a las actividades de MRV, los encargados de la formulación de políticas deben considerar la implementación de un inventario de emisiones de GEI en el sector de transporte como parte de su estrategia para reducirlas.

60 – Center for Clean Air Policy (2010).

Parte 4

Herramientas y Metodologías

para Determinar las Reducciones de las
Emisiones de GEI a partir de
las Actividades de Mitigación

Determinando Emisiones GEI a partir de las Estrategias de Mitigación de Transporte

En los últimos años se han desarrollado varias herramientas y metodologías para determinar la reducción de las emisiones de GEI en los proyectos de transporte, principalmente en relación con el financiamiento del carbono. Dos de las principales fuentes para estas herramientas son las metodologías desarrolladas para proyectos del MDL y los modelos de emisiones utilizados en conexión con los proyectos implementados bajo el GEF, conocidos como los TEEMP. En este capítulo se consideran estas herramientas y metodologías, que resultan más útiles a fin de determinar las reducciones de emisiones de GEI a partir de las actividades de mitigación en el transporte. Se analizan como procedimientos generales, sin referencia a su pertinencia para cualquier mecanismo específico de financiamiento. He aquí las razones:

- » Están emergiendo nuevos planes de financiamiento para el cambio climático y aún falta definir los requisitos de MRV para dichos planes.
- » Las herramientas no necesitan estar ligadas al financiamiento climático, ya que la determinación del impacto de las emisiones de GEI debe ser parte de la evaluación de las actividades de transporte, con inclusión de los siguientes casos:
 - Un país, una provincia o una ciudad pueden emprender proyectos de transporte sin referencia a ningún plan de financiamiento climático.

- Los proyectos de transporte pueden ser financiados sin estar ligados al financiamiento climático.

La Parte II del presente informe (“Panorama de las estrategias de mitigación de los GEI en el transporte”) comprende 11 categorías de estrategias de mitigación. La columna de la izquierda del cuadro 8 enumera estas estrategias (I a XI), junto con sus subcategorías. Puesto que las herramientas TEEMP y las metodologías del MDL son específicas para los tipos de proyectos, el cuadro indica qué modelos TEEMP y metodologías del MDL se pueden aplicar para las diferentes categorías o subcategorías, cuando existen.

A continuación del cuadro se analiza una serie de metodologías del MDL, seguidas de varias herramientas TEEMP. El impacto general de un conjunto de acciones de mitigación, donde quedan comprendidos por ejemplo un plan sostenible de movilidad urbana o un plan nacional de transporte de carga, se determina mejor mediante los inventarios de GEI, que se consideran al final de la parte IV.

Las opciones de mitigación presentadas en el cuadro 8 cubren el transporte urbano, interurbano, de pasajeros y de carga.



Los modelos TEEMP y las metodologías del MDL se basan en el marco ASIF que aparece en las partes II y III del presente informe, es decir, las emisiones dependen del nivel de actividad (A), la estructura (S), la intensidad (I) y el combustible (F). La herramienta o metodología más simple corresponde a una situación en donde sólo la intensidad (I) se ve afectada por la actividad de mitigación. Las mejoras en cuanto a la intensidad

reflejan la introducción de un vehículo más eficiente en reemplazo del existente o el reacondicionamiento del mismo para tornarlo más eficiente en relación con el combustible. Existen dos metodologías del MDL, AMS-III.AA y AMS-III.AP, que captan el reacondicionamiento de un vehículo existente para volverlo más eficiente en relación con el combustible. A continuación se tratan éstas y otras metodologías del MDL.

Cuadro 8. Modelos y metodologías para cuantificar la reducción de emisiones de GEI según diferentes estrategias de mitigación para el transporte

MEJORAS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Mejoras operativas del transporte público		
2. Mejoras en el sistema de tarificación del transporte masivo		
3. Integración del sistema de transporte público en corredores prioritarios		
4. Autobuses de tránsito rápido	Proyectos BRT	AM0031, ACM0016
5. Tren ligero, sistemas ferroviarios tipo metro y sistemas ferroviarios de desplazamiento diario	Proyectos LRT/MRT Proyectos ferroviarios	ACM0016
6. Reglamentación para la vida útil de los autobuses y eliminación gradual de vehículos, y programas de chatarrización		
7. Teleféricos para los sistemas de transporte masivo rápido		AMS-III.U
POLÍTICAS DE TRANSPORTE NO MOTORIZADO		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Aceras y cruces para peatones nuevos y mejorados	Proyectos para peatones	
2. Pacificación del tránsito		
3. Infraestructura mejorada para bicicletas, redes, instalaciones de apoyo	Sistema de bicicletas públicas Carriles para bicicletas	
CARGOS PARA EL USO DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Impuestos al combustible automotor y subsidios		
2. Cargos por el uso de carreteras		
3. Cargos por congestionamiento		
4. Cargos para acceso a zonas restringidas		
ESTRATEGIAS PARA EL USO DEL SUELO		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Códigos y prácticas para la planificación urbana		
2. Desarrollo orientado al transporte público		
3. Zonas libres de automotores y calles restringidas al tránsito		

GESTIÓN Y FIJACIÓN DE PRECIOS PARA ESTACIONAMIENTO		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Cargos por estacionamiento	Fijación de precios	
2. Gestión del estacionamiento en vía	Fijación de precios	
3. Establecimiento de requisitos máximos o reducción de requisitos mínimos para el estacionamiento		
POLÍTICAS DE REDUCCIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS DIARIOS		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Horarios flexibles		
2. Semanas de trabajo comprimidas y tele-empleo	Estrategias para el viajero diario	
3. Coordinación de viajes compartidos e incentivos	Estrategias para el viajero diario	
4. Incentivos fiscales para el uso de medios alternativos y desincentivos para estacionamiento gratis provisto por los empleadores	Estrategias para el viajero diario	
ACCESO Y USO DE AUTOMOTORES		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Sistemas de automóviles compartidos		
2. Impuestos y tarifas para el registro de vehículos automotores		
3. Sistemas de cuotas de vehículos automotores		
4. Restricciones de circulación por placa		
OPERACIONES Y GESTIÓN DEL SISTEMA		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Reducir los límites nacionales de velocidad en las autopistas		
2. Manejo ecológico y programas de mantenimiento de vehículos	Manejo ecológico	
3. Sistemas inteligentes de transporte		
EXPANSIÓN O REDUCCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA VIALIDAD		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Expansión o reducción de la capacidad de la vialidad	Vía rápida	
ESTRATEGIAS MULTIMODALES DE TRANSPORTE DE CARGA		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Mejoramiento de la infraestructura intermodal del transporte de carga		AM0090
2. Gestión y fijación de precios de flete		
3. Centros regionales de distribución de carga , puertos secos y parques logísticos		
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CAMBIO DE COMBUSTIBLES		
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN	MODELOS TEEMP	METODOLOGÍAS DEL MDL
1. Vehículos eléctricos e híbridos		AMS.III.C
2. Regulación de la vida útil y eliminación gradual de vehículos, y programas de chatarrización		
3. Tecnologías para reacondicionamiento		AMS-III.AA
4. Actividades de eficiencia energética con uso de dispositivos para vehículos detenidos		AMS-III.AP
5. Instalación de sistemas de tacógrafos digitales		AMS-III.AT
6. Vehículos de baja emisión/tecnologías para flotas de vehículos comerciales		AMS.III.S
7. Introducción del bio-GNC		AMS-III.AQ
8. Autobuses GNL		AMS-III.AY



Metodologías de MDL

El MDL del Protocolo de Kioto⁶¹ ha producido una serie de metodologías para calcular y monitorear la reducción de las emisiones de GEI en los proyectos que reclaman créditos de carbono.

El escenario de línea base para una actividad en un proyecto del MDL se define como el escenario que represente razonablemente las emisiones antropogénicas por fuentes de GEI que tendrían lugar en ausencia de dicha actividad del proyecto del MDL. Las emisiones de línea base son emisiones de GEI que tendrían lugar en este escenario. De modo similar, el escenario del proyecto corresponde al escenario de la actividad dentro del proyecto, y las emisiones de GEI correspondientes se denominan emisiones del proyecto.

Un concepto importante que define la elegibilidad de un proyecto dentro del MDL es la adicionalidad. En este caso, el término “adicionalidad” quiere decir que una actividad dentro de un proyecto dado no se habría llevado a cabo sin los flujos financieros generados por el MDL y que la reducción de las emisiones producidas se agregan a aquellas que hubiesen ocurrido de no haber existido la actividad registrada dentro del proyecto⁶². El concepto es importante, dado que los países del anexo I⁶³ que ratificaron el Protocolo de Kioto pueden adquirir los créditos de carbono por la reducción de emisiones derivadas de un proyecto del MDL para compensar sus propias emisiones de GEI por la misma cantidad. Considérese el caso en el cual se hubiese producido de todas maneras una reducción de emisiones en un país no perteneciente al anexo I, y los países del anexo I fuesen

a reclamar esta reducción de emisiones no adicionales. En este escenario, los países del anexo I no necesitarían reducir sus emisiones internas en esa cantidad, y aun así cumplirían con sus compromisos de acuerdo con el Protocolo de Kioto. Como resultado, aumentaría el total de emisiones de GEI en los países que aceptaran los objetivos de limitación de los GEI, en razón de la inclusión de dichos créditos de carbono no adicionales. Dada la importancia de la adicionalidad como prueba de la reducción genuina de las emisiones, en el contexto del Protocolo de Kioto, las reglas para la determinación de ésta son rigurosas. Lamentablemente, para ciertas categorías de proyectos, la adicionalidad puede resultar controvertida o difícil de establecer de manera absoluta.

Los créditos de carbono generados bajo el Protocolo de Kioto implican la transferencia de fondos de los países del anexo I a los que no pertenecen al anexo I donde se desarrollan los proyectos del MDL. Si esta transferencia no estuviera vinculada de forma tal que permitiera que los países del anexo I compensen sus emisiones, el concepto de adicionalidad sería menos crítico. En el marco del GEF, la transferencia de fondos a un país no permite que otro país aumente sus emisiones. El GEF incluye el concepto de “costos crecientes”, que son los costos adicionales asociados con la transformación de un proyecto que posee beneficios a nivel nacional en otro que posea beneficios para el medio ambiente a nivel global. Los subsidios del GEF pretenden cubrir algunas de las diferencias entre los costos, o “costos crecientes”.

61 – Los antecedentes del MDL se presentan en la Parte I, sección B de este informe.

62 – Protocolo de Kioto, Artículo 12(5) y libro de normas del MDL, disponible en <http://cdmrulebook.org>.

63 – Los países del Anexo I de la UNFCCC abarcan todos los países miembros originales de la OCDE y las economías en transición. Por lo tanto, los países que no están en el Anexo I son países en desarrollo. Tanto bajo la UNFCCC como bajo el Protocolo de Kioto, los países del Anexo I tienen requisitos más exigentes en cuanto a los límites de las emisiones de GEI y la obligación de proporcionar recursos financieros y técnicos para alcanzar los objetivos generales de la Convención y del Protocolo.

Las metodologías del MDL comprenden en general dos partes principales: la configuración de una línea base o de referencia y el plan de monitoreo. La función inicial de cada metodología es establecer el escenario base apropiado y determinar si la actividad propuesta dentro del proyecto es adicional. Si lo es, la metodología especifica cómo establecer la reducción de las emisiones de GEI, normalmente basadas en un procedimiento de monitoreo, especificado dentro de la metodología.

En las siguientes secciones se estudiarán algunas de las metodologías que se aplican más comúnmente al transporte, comenzando con las más simples y avanzando luego gradualmente a las más complejas como se detalla a continuación.

- » Las metodologías del MDL más simples, que se aplican a reacondicionamientos de vehículos sin cambio de combustible son la AMS-III.AA y la AMS-III.AP, puesto que, como se mencionó anteriormente, solo se relacionan con el término “I” (intensidad) del marco ASIF⁶⁴. Estas dos metodologías son similares en complejidad, refiriéndose la primera a modificaciones en motores y la segunda a un dispositivo que detiene el motor cuando el vehículo está parado (en ralentí). Dada la similitud de estas dos, optamos por concentrarnos en la metodología AMS-III.AA del MDL.
- » Las actividades de mitigación algo más complejas comprenden el ahorro y el cambio de combustible, de modo que abarcan los términos de intensidad (I) y combustible (F) del marco ASIF. Existen dos metodologías del MDL en esta categoría: la AMS-III.S, que comprende la introducción de vehículos /tecnologías de baja emisión para las flotas de vehículos comerciales, y la AMS-III.C,

que determina la reducción de emisiones de los vehículos eléctricos e híbridos. Si bien tienen diferentes alcances, son similares en complejidad, por lo que se optó por examinar solamente la AMS-III.S.

- » Finalmente, hay actividades de mitigación más complejas, que comprenden el cambio de medio de transporte, por ejemplo: pasajeros que viajan en autobús o en bicicleta en lugar de manejar un automóvil, o que toman el tren en lugar del autobús. Estas actividades cambian los términos actividad (A) del transporte y estructura (S) de la modalidad, y a menudo también los términos “I” y “F” del marco ASIF. En consecuencia, estas metodologías son más complejas y exigen sustancialmente más información. La metodología del MDL más simple en esta categoría es la AMS-III.U: teleféricos para los sistemas de transporte masivo rápido, que se analizará primero. Luego se estudiará la “AM0031: proyectos de tránsito rápido por autobús”, que es sustancialmente más compleja.
- » Cada metodología del MDL es válida para un conjunto de condiciones de aplicabilidad. Algunas metodologías son muy restrictivas, en tanto que otras, denominadas metodologías consolidadas y designadas como “ACM”, son de aplicación más amplia. Generalmente se apoyan (consolidan) en varias metodologías previas. La última metodología del MDL que presentamos es la más compleja, pero al mismo tiempo la de aplicabilidad más amplia para actividades de proyectos de transporte masivo rápido: “ACM0016: proyectos de transporte masivo rápido”.

64 – La designación “AMS” del MDL se refiere a metodologías de pequeña escala, las cuales tienden a ser más simples y requieren menos datos que las metodologías “normales”, que se designan con la sigla “AM”.

DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN EL MDL

(figura 18)

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$$

Donde:

ER_y : Reducción de emisiones en el año y ($t\ CO_2e$)

BE_y : Emisiones de línea base en el año y ($t\ CO_2e$)

PE_y : Emisiones de proyectos en el año y ($t\ CO_2e$)

LE_y : Emisiones por fuga en el año y ($t\ CO_2e$)

La fórmula general para determinar la reducción de emisiones en el MDL se describe en la figura 18.⁶⁵

Las emisiones de línea base y de los proyectos corresponden a emisiones en los escenarios de línea base y de los proyectos, como se definió anteriormente. El MDL define a las emisiones por fuga como el “cambio neto de emisiones antropogénicas por fuentes de GEI que tienen lugar fuera del límite del proyecto, y que se puede medir y atribuir a la actividad del proyecto del MDL”.⁶⁶

Las metodologías del MDL suelen ser complicadas y, cuando se necesitan muchos datos, los requisitos de monitoreo pueden ser muy costosos. Luego de la revisión de las metodologías del MDL, se analizan otras alternativas, específicamente las herramientas TEEMP y los inventarios de emisiones, que tienden a ser más simples y/u ofrecer otras ventajas.

65 – Esta ecuación se puede encontrar en la mayoría, sino en todas, las metodologías del MDL.

66 – Glosario de Términos del MDL, versión 6 (2012).

AMS-III.AA. Actividades para la eficiencia energética del transporte con empleo de tecnologías de reacondicionamiento

La metodología AMS-III.AA se aplica a los vehículos comerciales de pasajeros en existencia o usados que son sometidos a un reacondicionamiento del motor, como resultado del cual se logran niveles superiores de eficiencia del combustible.

Aplicabilidad. Esta metodología se puede aplicar bajo las condiciones que se indican en el recuadro 3.

Límite del proyecto. Cada metodología del MDL define un límite del proyecto dentro del cual es necesario que se consideren todas las emisiones de GEI. Esta metodología especifica el límite del proyecto como el lugar físico o geográfico de los vehículos reacondicionados que son parte de la actividad del proyecto que se implementa. El límite físico o geográfico puede ser una ciudad (en el caso de los vehículos usados en vialidades urbanas) o pueden ser carreteras entre ciudades (para los vehículos usados en vialidades periurbanas).⁶⁷

GEI incluidos. Sólo CO₂.

Emisiones de línea base. Dado que sólo se consideran las mejoras en términos de eficiencia energética (es decir, “I” del ASIF), este tipo de emisiones se determinan en términos de un factor, el BEF, que está determinado por el consumo de combustible y su respectivo factor de

emisión de combustible, expresado en toneladas de CO₂ por km. Las emisiones de línea base en un año dado se determinan a partir del producto de la cantidad de vehículos (N), la distancia promedio recorrida por año (AD) y el BEF. Cabe notar que los valores para N y AD son determinados para los vehículos del proyecto, es decir, después de modificado el motor. De esta manera, las emisiones de línea base corresponden a lo que los vehículos de línea base habrían emitido si existieran en la misma cantidad que los vehículos del proyecto y recorrieran la misma distancia promedio por año. Esto corresponde a un escenario de línea base dinámica donde este tipo de emisiones dependen de los parámetros establecidos bajo el escenario del proyecto. En términos del marco “ASIF”, se consideró que el nivel de actividad (“A” de ASIF), definido por N y AD, no cambia de los escenarios de línea base a los de los proyectos.

Emisiones del proyecto. Éstas se determinan en la misma forma que las emisiones de línea base, observándose que los valores N y D son los mismos en cada caso, y que sólo el consumo de combustible es diferente para la actividad del proyecto.

Fuga. La metodología no requiere ninguna consideración en relación con las emisiones por fuga.

67 – AMS-III.AA, Versión 1



Recuadro 3: Condiciones de aplicabilidad de AMS-III.AA

Se puede aplicar a:

- » Reacondicionamiento de motores de vehículos existentes comerciales de pasajeros, como autobuses, carros / *rickshaws* motorizados, taxis.
- » Vehículos que circulan por rutas y condiciones de tránsito comparables en escenarios de línea base y de proyecto.

No se puede aplicar a:

- » La introducción de vehículos nuevos o de bajas emisiones.
- » Cambio de combustible en vehículos ya existentes.
- » Transporte de carga.
- » Vehículos privados

AMS-III.S. Introducción de vehículos/ tecnologías de baja emisión para flotas de vehículos comerciales

Mientras que la AMS-III.AA consideraba la eficiencia energética sin cambio de combustible, afectando así solamente la “I” de ASIF, la AMS-III.S abarca este cambio, de modo que la “F” de “ASIF” puede también cambiar desde el escenario de línea base al del proyecto. En este caso, el escenario del proyecto puede incluir vehículos comerciales nuevos y también eléctricos; de este modo, se interpreta que en el término “combustible” se incluye también la electricidad. Además, esta metodología se aplica tanto a vehículos comerciales de pasajeros como de transporte de carga.

Aplicabilidad. Esta metodología se puede aplicar bajo las condiciones que se indican en el recuadro 4.

Límite del proyecto. El límite del proyecto incluye: (a) la flota en la que se introducen los vehículos de baja emisión; (b) la zona geográfica que cubren las rutas físicas de la flota; y (c) las instalaciones auxiliares, tales como

estaciones de aprovisionamiento de combustible, talleres y estaciones de servicio visitados por los vehículos de la flota.

GEI incluidos. Principalmente CO₂; sin embargo, la metodología exige que se tenga en consideración la fuga de HFC en aquellas situaciones donde “los vehículos del proyecto tienen aire acondicionado en tanto que los vehículos de la línea base no”. Si no se dispone de información acerca de las fugas, se usará un valor por defecto.

Emisiones de línea base. El procedimiento es similar a la AMS-III.AA, donde la actividad de nivel “A” para las emisiones de línea base se determina por la cantidad de pasajeros o de toneladas de carga multiplicadas por la distancia. Sin embargo, esta metodología permite los casos en que el tipo de vehículo de línea base es diferente del vehículo del proyecto, e indica un procedimiento

para estimar el consumo de combustible para el tipo de vehículo de línea base.

Emisiones del proyecto. El procedimiento es muy parecido al de AMS-III.AA, es decir, se basa en el consumo de combustible y el factor de emisión, y es igualmente directo. Sin embargo, dado que esta metodología acepta vehículos eléctricos, posiblemente deba tomarse en cuenta el uso de electricidad, además del consumo de combustibles. En el caso de los combustibles fósiles, el factor de emisión está determinado simplemente por su contenido de carbono. Puesto que la electricidad para los vehículos es suministrada a partir de un sistema interconectado de energía eléctrica alimentado por muchas centrales, el proceso para determinar el factor de emisión asociado con el suministro de electricidad es más complicado. Para este fin, la AMS-III.S cita una “herramienta metodológica” para determinar emisiones a partir del consumo de electricidad⁶⁸

Dicha herramienta es directa, y básicamente se trata de una multiplicación del consumo de electricidad por el factor de emisiones del sistema de energía eléctrica, tomando en cuenta las pérdidas de transmisión y de distribución. El factor de emisión para un sistema de energía eléctrica está determinado por otra herramienta⁶⁹, que es relativamente compleja y se describe en la figura 19. Dado que un gran número de proyectos MDL comprenden la aplicación de la herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema de electricidad, algunos gobiernos nacionales calculan el factor de emisión del sistema de electricidad usando esta herramienta y dando a conocer la información públicamente.⁷⁰

Fuga. La metodología no requiere ninguna consideración en relación con las emisiones por fuga.

Recuadro 4: Condiciones de aplicabilidad de la AMS-III.S⁷¹

Se puede aplicar a:

- » La introducción de vehículos de baja emisión de GEI.
- » El transporte de pasajeros y de carga.
- » Vehículos nuevos y reacondicionados.
- » Vehículos en existencia que cambian de combustibles fósiles intensivos con alto GEI a bajo GEI.
- » Vehículos que operan en rutas fijas identificables y nivel comparativo de servicio (promedio/total de pasajeros o toneladas transportadas y la distancia promedio transportada no cambia antes y después de implementado el proyecto).

No se puede aplicar a:

- » Medidas que causan un cambio de modalidad, por ejemplo, de carretera a rieles.
- » Situaciones donde hay un cambio en el nivel de los servicios y/o de las tarifas que se cobran y que puede derivar en cambios en los patrones de uso del vehículo.

68 – Herramienta para calcular emisiones de línea base, del proyecto y/o por fuga a partir del consumo de electricidad, disponible en http://cdm.unfccc.int/Reference/tools/ls/meth_tool05_v1.pdf.

69 – Herramienta para calcular el factor de emisiones de un sistema eléctrico, <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAMethodologies/tools/am-tool-07-v2.pdf>

70 – IGES (2012).

71 – AMS-III.S, versión 3.



PASOS ESQUEMÁTICOS SIMPLIFICADOS PARA CALCULAR EL FACTOR DE EMISIONES PARA UN SISTEMA DE ELECTRICIDAD

(figura 19)

1.

IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ELECTRICIDAD PERTINENTE

2.

DETERMINACIÓN DE LA INCLUSIÓN DE CENTRALES ELÉCTRICAS FUERA DE LA RED EN EL SISTEMA DE ELECTRICIDAD DEL PROYECTO

3.

SELECCIÓN DE UN MÉTODO PARA DETERMINAR EL MARGEN OPERATIVO (OM) Y EL CÁLCULO DEL OM

El factor de emisiones OM es el promedio de emisiones por unidad de generación de electricidad de todas las centrales de generación eléctrica que se encuentran operativas. Se pueden usar cuatro métodos para determinarlo, de acuerdo con la información disponible: 1) OM simple; 2) OM simple ajustado; 3) OM del análisis de datos del despacho; y 4) OM promedio.

4.

CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES POR MARGEN DE CONSTRUCCIÓN (BM)

El factor de emisiones BM es el factor promedio de emisiones de las centrales eléctricas recientemente construidas. Normalmente se incluyen las centrales más recientes que suman hasta un 20% de la generación total de la red eléctrica.

5.

CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES POR MARGEN COMBINADO (CM)

El factor de emisiones CM es el promedio ponderado de los factores de emisión BM y OM. Normalmente el BM y el OM se ponderan por igual.

AMS-III.U. Teleféricos para los sistemas de transporte masivo rápido (MRTS)

Ésta es también una metodología a pequeña escala, pero inherentemente más compleja que las consideradas hasta ahora⁷², dado que entran en juego los cuatro factores de “ASIF”. Se puede aplicar a situaciones en las que un sistema teleférico reemplaza al tradicional transporte urbano de pasajeros por carretera. Asimismo, se trata de la primera metodología en este análisis que incorpora cambios al parámetro “S” de ASIF, es decir, un cambio de modalidad del transporte masivo tradicional por carretera a un sistema teleférico. Por lo tanto, es necesario realizar encuestas para recopilar información a fin de determinar el cambio de modalidad. Además de este cambio modal, la sustitución del transporte masivo tradicional por carretera por un sistema de teleférico menos intensivo en GEI genera ganancias en eficiencia energética, lo cual afecta al parámetro “I”, e implica un menor consumo de combustible debido al paso del combustible a la electricidad, lo cual afecta al parámetro “F”. Si bien la mayor parte de los pasajeros que toman el teleférico, en ausencia de éste habrían usado un vehículo que se desplazara por la carretera, desde el mismo origen y hasta el mismo destino, la metodología tiene en cuenta el llamado “tránsito inducido”, es decir, nuevos pasajeros que usan el teleférico y que no provienen del sistema vial, por ejemplo, quienes antes caminaban para subir y bajar por la pendiente, y los turistas, que de otro modo nunca habrían tomado el teleférico. De este modo, la metodología toma en consideración cambios en la actividad de transporte “A”.

Esta metodología introduce asimismo el concepto de emisiones indirectas del proyecto. Puesto que los

teleféricos operan en rutas fijas, es posible que los pasajeros necesiten utilizar otros medios de transporte para acceder y salir del sistema, generando así emisiones adicionales de GEI que tendrán que tenerse en cuenta. El proceso se ilustra en la figura 20.

Aplicabilidad. Esta metodología es aplicable a los teleféricos que sustituyen a los viajes de transporte vial tradicionales, bajo las condiciones que se indican en el recuadro 5.

Límite del proyecto. El límite del proyecto es la zona geográfica urbana de los viajes de los pasajeros que utilizan el sistema teleférico.

GEI incluidos. Para el cálculo de las emisiones del proyecto y de línea base se consideraron emisiones de CO₂ provenientes de combustibles líquidos, en tanto que para los combustibles gaseosos se incluyeron emisiones de CH₄ además de las de CO₂. Quedaron excluidas las emisiones de N₂O.

Emisiones de línea base. La instalación de un nuevo sistema teleférico inevitablemente comprende un cambio modal. Los pasajeros que adopten el nuevo sistema han usado previamente otros sistemas de transporte. Las emisiones de línea base requieren la determinación de: a) qué sistemas de transporte habrían usado estos pasajeros en ausencia del teleférico, y b) cuántos se pasaron de cada uno de los otros sistemas al teleférico. Por lo tanto: se requieren encuestas sobre el origen-destino, a fin de determinar el cambio modal; la metodología incluye un

72 – Como un indicador de complejidad, notamos que esta metodología es de 25 páginas, mientras las anteriores eran de 6 y 8 páginas respectivamente.

EMISIONES INDIRECTAS DEL PROYECTO CAUSADAS POR PASAJEROS QUE UTILIZAN EL SISTEMA TELEFÉRICO

(figura 20)



FUENTE: AMS- III. U VER. 1, FIGURA 1

anexo donde se explican los principios de la encuesta y un cuestionario de muestra.

Se deben tomar en consideración las emisiones de todos los vehículos de línea base comprendidos. La metodología ofrece valores por defecto para determinadas categorías de vehículos.

Emisiones del proyecto. Las emisiones del proyecto deben considerar las emisiones directas que provengan de los pasajeros transportados utilizando teleféricos, y las emisiones indirectas que se ilustran en la figura 15. Las emisiones resultantes de los pasajeros transportados por el sistema teleférico se determinan a partir del consumo medido de electricidad y un factor de emisiones para la generación de la electricidad, teniendo en cuenta las pérdidas por transmisión y distribución. Las emisiones indirectas del proyecto se determinan a partir de una

encuesta de pasajeros que usen el sistema teleférico, a fin de establecer qué medios de transporte se emplean para acceder al sistema o al salir de este, y la distancia indirecta de viaje por medio de transporte y por pasajero. El procedimiento para calcular las emisiones indirectas es el mismo que el que se utiliza para determinar las emisiones (directas) del proyecto, como en la metodología AMS-III.S.

Fuga. Esta metodología requiere la consideración de emisiones de fuga cuando se espera que los índices promedio de ocupación por tipo de vehículo cambien en más de un 10%. La metodología solo requiere la inclusión de fuga si el resultado neto del cambio de ocupación fuera a aumentar la reducción de las emisiones, es decir, los créditos de carbono a obtenerse.

Recuadro 5: AMS-III.U. Teleféricos para MRTS

Es aplicable:

- » A un nuevo sistema de teleférico.
- » Para transporte de pasajeros exclusivamente.
- » A teleféricos como medios de transporte masivo.
- » Si el origen y el destino del teleférico son accesibles por carretera.

- » Cuando los tipos de combustible permitidos en las actividades de línea base y del proyecto son: electricidad, combustibles gaseosos o fósiles líquidos.

No es aplicable a:

- » Extensiones de los sistemas existentes de teleféricos.
- » Transporte de carga.

AM0031. Proyectos de Autobús de Tránsito Rápido (BRT)⁷³

Esta metodología se aplica a situaciones en las cuales se construye un nuevo sistema de BRT para transportar pasajeros urbanos o se amplía un sistema ya existente. Una ventaja de los sistemas BRT es que aumenta la velocidad del transporte público, de modo que probablemente la gente cambie del transporte privado a éste. Es más, los autobuses articulados y dobles articulados poseen una capacidad superior de transporte de pasajeros⁷⁴ que los autobuses normales, y por lo tanto el consumo de combustible por PKM es inferior. En términos del marco ASIF, el principal beneficio de los BRT se ubica en el término intensidad (I). El nivel de actividad (A) del transporte privado disminuye, mientras que el del BRT aumenta. Así, se produce también un cambio modal (S). La metodología considera todos los medios de transporte para los escenarios de línea base y de proyectos, entonces, en principio, el parámetro combustible (F) también se vería afectado. Sin embargo, y dado que los BRT normalmente utilizan diésel como combustible, al igual que los autobuses convencionales, éste último parámetro no suele ser afectado por este tipo de proyecto.

La AM0031 se puede aplicar a los casos en donde el BRT comprende tanto rutas troncales como alimentadoras y se completa el recorrido total dentro del sistema. Por lo tanto, todas las emisiones de GEI son directas y, a diferencia de la AMS-III.U, no es necesario considerar las emisiones indirectas. Sin embargo, la AM0031 es una metodología a gran escala y, comparada con las metodologías a pequeña escala que se revisaron anteriormente, agrega una serie de complejidades de procedimiento. Las principales complicaciones surgen del requisito de considerar muchos tipos de emisiones por fuga. El BRT puede reducir el factor de carga de otros medios de transporte, aumentando sus emisiones por PKM. Además, es capaz de reducir la congestión en las calles, alentando más tránsito. En el caso de que se produjera un aumento en la demanda de combustibles gaseosos en el escenario del proyecto, deberán incluirse las emisiones de metano provenientes de fugas anteriores a la combustión (derivadas de la producción y transmisión/distribución de gas natural).

Aplicabilidad. Las condiciones de aplicabilidad se resumen en el recuadro 6.

73 – AM0031, versión 5.

74 – Los autobuses normales que tienen generalmente una longitud de 10 metros poseen una capacidad de transporte de menos de 100 pasajeros, en tanto que los autobuses articulados de 18 metros y los biarticulados de 24 metros de largo tienen una capacidad máxima de transporte de 160 y 240 pasajeros, respectivamente.

Límite del proyecto. El límite está definido por la zona geográfica cubierta por el sistema de BRT dentro de la ciudad donde el proyecto se lleva a cabo.

GEI incluidos. Principalmente CO₂, en tanto que el metano necesita ser considerado sólo para los combustibles gaseosos. Sin embargo, las emisiones de metano podrán dejarse de lado cuando se usan tanto en el escenario de línea base como en el del proyecto. Esto se debe a que el consumo de combustible disminuye de uno a otro escenario, de modo que las emisiones de metano también se reducirán. Por consiguiente, al dejarlas de lado, se está actuando de manera conservadora desde la perspectiva del MDL, donde se suelen permitir los supuestos conservadores que disminuyen la reducción estimada de emisiones de GEI.

Emisiones de línea base. Éstas se estiman tanto ex ante (es decir, con anterioridad a la implementación del proyecto) como ex post, en cada caso utilizando la secuencia de pasos que se indican en el cuadro 9.

Dado que los autobuses en general y los BRT en particular emiten menos por PKM, es decir menor gCO₂/PKM, al cambiar de otros vehículos a los BRT se reducen las emisiones. Se necesitan encuestas sobre origen-destino para determinar la magnitud del cambio de otros medios de transporte a los BRT. Sin embargo, si quien propone el proyecto del MDL no pretende reclamar la reducción de emisiones por el cambio modal, no serán necesarias las encuestas. En tal caso, se asumiría que los pasajeros de BRT han usado autobuses convencionales en el escenario de línea base. De cualquier modo, en el Apéndice E de la metodología se provee un procedimiento de diseño detallado de la encuesta, y en el Apéndice F, un cuestionario para realizarla.

Emisiones del proyecto. Las emisiones del proyecto comprenden emisiones provenientes de viajes realizados en el sistema BRT nuevo o ampliado, tanto en rutas troncales como en líneas alimentadoras. La metodología sugiere dos opciones para determinar el consumo de combustible de los autobuses en el sistema BRT; la elección depende de los datos disponibles. Estas son: a)

Recuadro 6: AM0031 – Proyectos de autobús de tránsito rápido

Se puede aplicar bajo las siguientes condiciones:

- » Construcción y operación de un nuevo sistema de BRT.
- » Ampliación de un sistema de BRT ya existente.
- » Los escenarios de línea base y del proyecto pueden incluir todo tipo de combustibles y electricidad, con algunas restricciones para los biocombustibles:
 - Los autobuses del proyecto deben usar la misma mezcla de biocombustible que comúnmente usan los autobuses urbanos en el país.
 - Los autobuses del proyecto no usarán una mezcla de biocombustibles significativamente superior a la

utilizada por los automóviles y los taxis.

- » Sólo se consideran las emisiones causadas por el sistema de BRT, es decir que quedan excluidas las generadas por los viajes que los pasajeros necesiten realizar a fin de conectarse con el sistema.

No se puede aplicar bajo las siguientes situaciones:

- » La actividad del BRT del proyecto reemplaza a los MRTS de rieles.
- » No se pueden incluir en la referencia los sistemas de transporte y carga por agua.

Cuadro 9. Pasos para la determinación de emisiones de línea base

PASO	DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS
1	Determinar las categorías de los vehículos	En general abarca autobuses, automóviles, taxis, motocicletas. Siempre es necesario incluir el TNM, así como el “tránsito inducido”. No es necesario considerar estas categorías mientras no se reclamen los créditos de carbono para los cambios modales de automóviles, taxis y motocicletas.
2	Determinar las emisiones por kilómetro para cada categoría	Esto es similar al procedimiento utilizado en las metodologías AMS-III.AA y AMS-III.S. Sin embargo, se pueden incluir las emisiones de metano provenientes de la combustión de combustible.
3	Determinar las emisiones por pasajero para cada categoría	Esto se basa en el factor de emisión por km (determinado anteriormente), ocupación de los vehículos y distancia recorrida.
4	Factor de mejoramiento de la tecnología	Este factor toma en cuenta los futuros mejoramientos de la eficiencia, por ejemplo, el reemplazo por vehículos nuevos. El apéndice A de la metodología indica que el factor de mejoramiento fijo anual es de 0,99 para los autobuses, los automóviles y los taxis, y de 0,997 para las motocicletas.
5	Cambio de parámetros de línea base durante la operación del proyecto	Este paso es necesario cuando interviene un cambio modal, es decir, cuando los pasajeros cambian el uso de otros vehículos que no son autobuses para reemplazarlos por el BRT. Se toma en cuenta el factor de carga o la cantidad de pasajeros por vehículo, la distancia recorrida y los cambios de combustible (en el caso de los vehículos de pasajeros). En cada caso, los parámetros se refieren a los vehículos que los pasajeros habrían usado de no existir el BRT.
6	Emisiones de línea base	Determinadas como el producto del factor de las emisiones y los pasajeros, sumado para todas las categorías de vehículos.

el uso de datos sobre el consumo real de combustible, o b) el uso de datos sobre el consumo específico de combustible y la distancia recorrida.

Fuga. La metodología exige la consideración detallada de tres tipos de emisiones por fuga, es decir, mayores emisiones en otros lugares a causa de la implementación de la actividad del proyecto:

- 1. Cambio del factor de carga en otros medios de transporte.** El uso de BRT puede reducir la cantidad de pasajeros en otros medios, aumentando su intensidad de combustible. La metodología exige que se tengan en cuenta las emisiones por fuga cuando el factor de carga cambia en más del 10%. La metodología incluye tres apéndices donde se indican los procedimientos para determinar el factor de carga para diferentes tipos de vehículos.
- 2. Congestión reducida.** Si el BRT se basa en reservar carriles en una ruta ya existente, habrá menos lugar para otros vehículos y no se reducirá la congestión.

Sin embargo, si el BRT se basa en una nueva infraestructura vial, se dispondrá de más espacio en las otras rutas, induciendo mayor tránsito y emisiones. La metodología indica procedimientos para determinar los cambios en lo que respecta a la capacidad de las vialidad, y las consecuentes emisiones por fuga, las que es necesario considerar si son positivas. Asimismo, la metodología señala procedimientos para determinar las emisiones a partir del mayor uso de vehículos (como resultado del proyecto, y no del crecimiento general del tránsito), así como el aumento de la velocidad de los vehículos, en cada caso solamente para los automóviles de pasajeros y taxis.

- 3. Emisiones anteriores asociadas con el uso de combustibles gaseosos.** La extracción, el transporte y la distribución de gas natural liberan metano en la atmósfera. En el caso del gas natural licuado, hay emisiones que se asocian con los combustibles y con la electricidad usada en la licuefacción del gas natural. Estas se denominan emisiones “anteriores”.

ACM0016. Proyectos de transporte masivo rápido (MRTS)

En tanto que la AM0031 sólo se aplica a los sistemas BRT, la ACM0016 se puede aplicar a MRTS basados en transporte por rieles o por autobuses en regiones urbanas y suburbanas. La ACM0016 se puede aplicar también a sistemas BRT, aunque existe una diferencia fundamental en cuanto al abordaje. La AM0031 requiere que las rutas troncales y todas las rutas alimentadoras incluidas en el BRT queden comprendidas dentro de la actividad del proyecto. De este modo, no se tienen en consideración las emisiones indirectas de los pasajeros que van o vuelven del BRT (las emisiones indirectas fueron explicadas en la figura 20 en el contexto de los teleféricos). La ACM0016 se puede aplicar a los sistemas basados en transporte por rieles, que funcionan con rutas fijas y cubren zonas limitadas, de modo que a menudo se necesitan otros medios de transporte para llegar al sistema. Según el mismo argumento, la ACM0016 se puede aplicar a los corredores aislados de BRT, donde no se incluyen las rutas alimentadoras.

Aplicabilidad. Las condiciones de aplicabilidad se resumen en el recuadro 6.

Límite del proyecto. El límite del proyecto abarca la zona urbana más grande de la ciudad, de modo que cubre viajes en el nuevo proyecto de MRTS, así como viajes de línea base desde su origen hasta el destino final.

GEI incluidos. Principalmente CO₂ y, en el caso de que se consuman combustibles gaseosos, se habrá de incluir también CH₄.

Emisiones de línea base. Éstas se definen como en las metodologías analizadas anteriormente (AMS-III.U y AM0031): se trata de emisiones asociadas con los medios de transporte que los pasajeros habrían utilizado de no haber existido el proyecto MRTS.

En la figura 21 se detallan los pasos esenciales requeridos para determinar las emisiones de línea base. Los principales datos ingresados son:

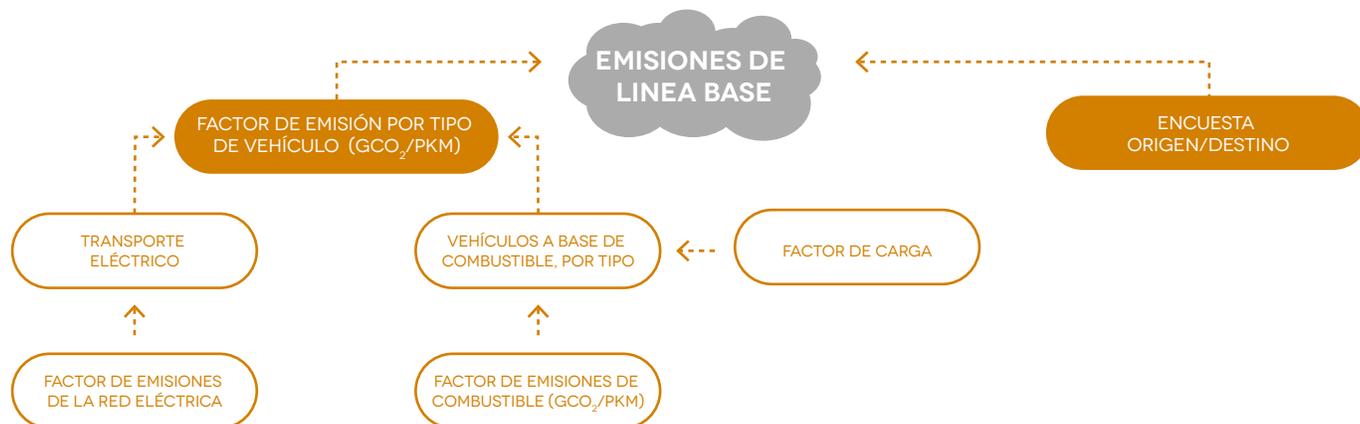
- » Una encuesta de origen-destino de los pasajeros que usan el sistema de transporte del proyecto, para determinar qué medio de transporte habrían usado de no existir el sistema de transporte del proyecto, es decir: su línea base.
- » Una determinación de los factores de emisión asociados con todos los medios de transporte. Los factores de emisión están determinados como gramos de emisiones equivalentes a CO₂ por PKM (gCO₂-eq/PKM).

La ACM0016 brinda muchos detalles para determinar los dos elementos antes mencionados. Además, en el anexo 4 de la metodología se proporciona un procedimiento detallado para realizar la encuesta, con la inclusión de consideraciones estadísticas y un cuestionario por defecto.

La ACM0016 provee también un procedimiento paso a paso para determinar las emisiones de línea base por pasajero encuestado en términos de las siguientes variables clave:

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE PASOS PARA DETERMINAR LAS EMISIONES DE LÍNEA BASE

(figura 21)



- » Factor de emisión por PKM del medio de transporte i (gCO_2/PKM).
- » Distancia de viaje de línea base por pasajero encuestado p usando el medio de transporte i (PKM).

El siguiente paso es determinar el factor de emisiones ($\text{gCO}_2\text{-eq}$ por PKM) para cada uno de los medios de transporte de línea base. La metodología divide los medios de transporte en dos categorías:

- » Sistemas basados en rieles.
- » Sistemas basados en transporte vial.

El factor de emisiones por PKM se calcula como el factor de emisiones por km dividido por el índice de ocupación, es decir, la cantidad de pasajeros. Sin embargo, los procedimientos para determinar el factor de emisiones por km son más elaborados para los sistemas basados en el transporte vial. La ACM0016 brinda dos opciones:

- » Monitoreo anual del consumo específico de combustible de la categoría respectiva del vehículo.

- » Uso de un factor fijo de mejoramiento de la tecnología para la categoría respectiva de vehículos, considerando básicamente una optimización del 1% en eficiencia de combustible por año.

Para determinar los índices de ocupación, en los Anexos 1, 2 y 3 de la ACM0016 se brindan procedimientos detallados con base en estudios visuales (en todos los medios de transporte) y encuestas de entrada y salida de pasajeros (en autobuses).

Emisiones del proyecto. La metodología especifica procedimientos para determinar las emisiones del proyecto y las clasifica en directas e indirectas, y estas últimas se definen como en la AMS-III.U.

Los principales antecedentes para determinar las emisiones del proyecto son:

- » Combustible o electricidad usada por el sistema de transporte del proyecto.
- » Factores de emisión para el combustible o la electricidad.

De no disponerse de datos confiables sobre el consumo total de combustible, este se puede determinar a partir del consumo específico de vehículos similares y la distancia total recorrida, con base en una muestra de vehículos en la ruta del proyecto.

Fuga. La ACM0016 considera las mismas tres fuentes de fuga que la AM0031, y especifica procedimientos muy parecidos para determinar las emisiones por fuga.

Como se viera en las subsecciones anteriores, se puede decir que las metodologías del MDL para proyectos que comprenden cambios modales (por ejemplo, la AMS-III.U, la AM0031 y la ACM0016) son complejas, ya que exigen muchos esfuerzos y gastos para monitorear, recopilar y analizar la información. Las herramientas TEEMP brindan una alternativa a las metodologías del MDL, que resulta especialmente útil para las estimaciones ex ante de las emisiones tanto de línea base como del proyecto, así como para la reducción de las mismas.

Recuadro 7: ACM0016 – Proyectos de transporte masivo rápido

Se puede aplicar a:

- » La instalación de sistemas nuevos de BRT y/o sistemas basados en rieles.
- » Viajes urbanos o suburbanos.
- » Transporte de pasajeros (solamente).
- » Los pasajeros pueden completar todo el viaje, o parte, en BRT o en un MRTS basado en rieles.

No se puede aplicar a:

- » Transporte de carga.
- » Mejoras operativas de un MRTS ya existente basado en un transporte por autobús o por rieles, es decir, mejoras en la eficiencia energética del uso final.
- » Cambio de combustible, por ejemplo, transportes que usan combustibles de petróleo líquidos, a GNC, a propulsados con electricidad.
- » Carriles de bicicletas.
- » Transporte interurbano.

ESQUEMA SIMPLIFICADO DE PASOS EN LA DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DEL PROYECTO

(figura 22)



Modelos de Evaluación de las Emisiones del Transporte para Proyectos

Los Modelos de Evaluación de las Emisiones del Transporte para Proyectos (TEEMP) fueron desarrollados para evaluar los proyectos del GEF⁷⁵. Los TEEMP comprenden un conjunto de planillas diseñadas para determinar los cambios producidos en los GEI y las emisiones contaminantes del aire, provenientes de los proyectos de transporte. Los TEEMP fueron diseñados para facilitar la comparación de escenarios de proyectos frente a escenarios sin proyectos y calcular la reducción acumulada de emisiones a lo largo de la vida de un proyecto.

Cuando se las compara con las metodologías de los proyectos del MDL, las herramientas de los TEEMP pueden percibirse como menos rigurosas y con menor uso intensivo de datos. Sin embargo, fueron específicamente diseñadas para que los proponentes de proyectos con recursos limitados de información puedan utilizarlas.

Los TEEMP permiten el uso de valores por defecto y de herramientas básicas para abordar las limitaciones que existen cuando no se cuenta con datos locales. En el recuadro 8 se describen los supuestos básicos considerados al trabajar con los TEEMP.

Hay que entender que los TEEMP pretenden ir más allá de la estimación del impacto de los GEI y analizar los co-beneficios a nivel local. Algunos de los co-beneficios que los TEEMP intentan captar son: la implementación de políticas de gobierno para promover inversiones favorables al clima, el desarrollo de capacidad a nivel local, el potenciamiento del financiamiento proveniente del sector privado, entre otros. Por otra parte, el impacto de los GEI, confirmado por los TEEMP, se mide en tres niveles: directo, directo posterior al proyecto, e indirecto. El impacto directo de los GEI es aquel claramente asociado con la intervención o el proyecto real, es decir,

Recuadro 8: Supuestos utilizados al calcular el impacto de GEI con base en TEEMP

- » Todos los impactos de GEI se contabilizan en unidades equivalentes a CO₂ (CO₂eq).
- » Se debe reportar la reducción de emisiones acumuladas de GEI en la vida del proyecto o de la intervención (al menos veinte años).
- » No se deben descontar las reducciones de emisiones futuras de GEI.
- » Los proponentes de proyectos deben usar la mayor cantidad posible de datos locales disponibles. Cuando no se disponga de información o ésta no sea confiable, se habrán de usar los valores conservadores por defecto .provistos en los TEEMP.

75 – Los TEEMP fueron desarrollados por ITDP, CAI-Asia y Cambridge Systematics, Inc. La caja de herramientas y la documentación perteneciente a los TEEMP se encuentran disponibles en el sitio web <http://www.itdp.org/what-we-do/climate-and-transport-policy/transport-emissions-evaluation-models-for-projects/>.

la reducción de emisiones lograda dentro de los límites del proyecto, que normalmente incluye una combinación de mejoras en cuanto a la eficiencia de los combustibles, la intensidad de los GEI en el combustible utilizado, la actividad del transporte, la elección del medio de transporte y los niveles de ocupación. El impacto directo de los GEI posterior al proyecto es el que deriva de la implementación de mecanismos financieros, por ejemplo: una línea de garantías crediticias o fondos rotatorios que continúan respaldando las inversiones directas que se realicen a lo largo de la vida posterior del proyecto, en lo

que atañe a la reducción de la emisión de GEI. El impacto indirecto tiene una definición diferente de la usada en el MDL, ya que en el caso de los TEEMP comprende la reducción de las emisiones que derivan de la potencial réplica de un proyecto exitoso. El enfoque general de los TEEMP aparece ilustrado en la figura 23.

A continuación analizaremos el modelo TEEMP para los BRT. En el proceso, señalaremos las diferencias entre este enfoque y las metodologías del MDL con que se pueden comparar.

SECUENCIA DE PASOS REQUERIDOS PARA IMPLEMENTAR LOS TEEMP

(figura 23)

CALCULAR LAS EMISIONES DE LÍNEA BASE DE GEI



CALCULAR EL IMPACTO DIRECTO DE GEI

$$CO_2 \text{ directo} = E * c * I$$

Calculado generalmente como el combustible/energía ahorrados o sustituidos (E) a lo largo de la vida (I) del proyecto multiplicado por la intensidad CO_2 del combustible/energía (c).

CALCULAR LOS IMPACTOS INDIRECTOS DE GEI

Esto requiere la evaluación de expertos acerca de la probabilidad de que un proyecto se repita en la misma región o país dentro de los diez años posteriores a la conclusión del proyecto original.

El impacto de GEI de las replicaciones probables del proyecto puede estimarse por medio de enfoques ascendentes o descendentes.

ESTIMAR EL IMPACTO DIRECTO DE GEI DESPUÉS DEL PROYECTO

Si el financiamiento de las acciones de mitigación continúa una vez terminado el proyecto de GEF, las reducciones de emisiones directas se deben reportar por separado.

El impacto del GEI se calcula extrapolando el impacto directo del GEI de la implementación del proyecto multiplicado por un factor de rotación que describe el índice de reinversión de los flujos financieros.

Modelo TEEMP para BRT

El modelo TEEMP para BRT comprende tanto un método de “acceso directo” como uno de “escenario completo” para estimar el impacto de las emisiones de los proyectos BRT, las necesidades de infraestructura y el cambio modal resultante. El método de acceso directo es un cálculo de baja confiabilidad que puede resultar útil en las etapas tempranas de la planificación, ya que simplemente consiste en multiplicar la longitud del corredor BRT propuesto por la reducción promedio de emisiones en varios proyectos de la misma clase implementados con anterioridad⁷⁶. El método del escenario completo exige que se cuente con información específica local y del proyecto, a fin de producir un cálculo más confiable del impacto de los GEI del mismo⁷⁷. En el recuadro 9 se presentan los requisitos de datos para el método del escenario completo para proyectos de BRT.

Como se puede observar a partir de la figura 23, el método de escenario completo exige principalmente un cálculo de la cantidad de pasajeros de BRT, longitud de la ruta, participación modal, frecuencia, capacidad del autobús y tipo de motor, combustible y velocidades promedio, entre otros parámetros. Estos datos se pueden obtener a partir de encuestas locales o por valores de defecto. El Manual TEEMP proporciona procedimientos para estimar la cantidad de usuarios, con base en los siguientes parámetros:

- » Cambio de precio con respecto a los sistemas actuales de autobuses, es decir, tomando en cuenta la elasticidad del precio.
- » Datos acerca de las rutas actuales de los autobuses a lo largo del corredor BRT propuesto, lo cual incluye:
 - Velocidades promedio.
 - Longitud promedio del viaje.

- Recuentos de frecuencia y ocupación.
- Recuentos de entrada y salida de pasajeros.
- Velocidad del BRT.

En este sentido, el modelo TEEMP provee procedimientos para la estimación ex ante de emisiones de línea base y del proyecto, es decir, antes de que el BRT sea construido. Esto no es el caso para las metodologías MDL AM0031 y ACM0016. Sin embargo, estas metodologías incluyen procedimientos y cuestionarios para las encuestas de origen-destino que se pueden aplicar al modelo TEEMP.

Mientras que las metodologías del MDL sólo consideran emisiones de GEI cuando el vehículo está en funcionamiento, el modelo TEEMP contempla también las emisiones generadas a partir de la construcción de la infraestructura de BRT. El modelo TEEMP provee valores por defecto para las necesidades de material de construcción (toneladas de cemento, asfalto y acero) y las emisiones asociadas con éste, permitiendo que el usuario aplique valores más específicos para el proyecto cuando disponga de ellos.

También es sabido que la construcción de edificios se intensifica a lo largo de las rutas de BRT, de modo que disminuye la longitud promedio de viaje. El modelo TEEMP para BRT toma en consideración los cambios que se producen en el uso del suelo a lo largo de sus corredores.

La producción del modelo TEEMP incluye parámetros que no estaban considerados en las metodologías del MDL, por ejemplo, las emisiones PM y NOx, que son importantes para la calidad del aire, en especial de las zonas urbanas, pero no directamente relevantes para la mitigación del cambio climático.

76 – Instituto para las Políticas de Transporte y Desarrollo (2011).
77 – *Ibidem*.

Mientras que el mejoramiento del transporte público, por ejemplo mediante los BRT y el metro, está cubierto tanto por las metodologías del MDL como por los modelos TEEMP, estos últimos proveen procedimientos para varias categorías de medidas que el MDL no cubre, como las políticas de TNM, las tarifas de estacionamiento, las políticas de reducción de desplazamientos diarios,

el manejo ecológico y la expansión o reducción de la capacidad de la vialidad (véase el cuadro 8). A continuación, analizamos el modelo TEEMP de carriles para bicicletas como ejemplo de TNM, así como el modelo de “fijación de precios” TEEMP. Todas las herramientas TEEMP se enseñan en el recuadro 10.

Recuadro 9 TEEMP BRT: Necesidad de información para el método de “escenario completo”

<p>Escala de tiempo: año base, año intermedio y año horizonte (BY, IY, HY, respectivamente, por sus siglas en inglés).</p> <p>Para cada uno de estos años (BY, IY, HY):</p> <ul style="list-style-type: none"> » Kms BRT acumulados a ser construídos. » Cantidad de pasajeros en BRT. » Por tipo de vehículo, incluido el BRT: <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad promedio (km/h). • División por tecnología (porcentaje de pre-Euro, Euro II, Euro III). • Tipo de combustible (porcentaje gasolina y diésel). • Promedio de ocupación (personas por vehículo). • Eficiencia del combustible a 50 km/h (km/litro). • Participación modal (porcentaje). • Longitud de viaje promedio (km). 	<p>Valores fijos, por tipo de vehículo:</p> <ul style="list-style-type: none"> » Factores de emisión PM y NOx de acuerdo con el tipo de tecnología. <p>Parámetros del proyecto BRT:</p> <ul style="list-style-type: none"> » Componentes del proyecto BRT: <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura. • Estaciones. • Operaciones. • Información sobre pasajeros. » División de combustible por flota BRT (porcentaje de gasolina y diésel). » Factor de emisión para BRT (gCO₂/km). » Factor de cambio a modo motorizado. » Factor de impacto por uso del suelo.
---	--

Recuadro 10: Caja de herramientas de TEEMP

<ul style="list-style-type: none"> » Modelo de bicicletas compartidas » Modelo de carriles para bicicletas » Modelo BRT » Modelo de estrategias para el viajero diario » Modelo de manejo ecológico (eco-driving) » Modelo de vía rápida 	<ul style="list-style-type: none"> » Modelo de metro » Modo de pagao por conducir » Modelo de mejoras para los peatones » Modelo de tarificación » Modelo ferroviario <p style="text-align: right;"><i>Fuente: www.thegef.org/gef/node/9638</i></p>
--	--

Modelo TEEMP de carriles para ciclovías

Este modelo provee una herramienta para calcular el impacto de los GEI del desarrollo de carriles para bicicletas. Los carriles o senderos para bicicletas, así como otras actividades del TNM, intentan cambiar el transporte apartándolo de medios más intensivos en GEI.

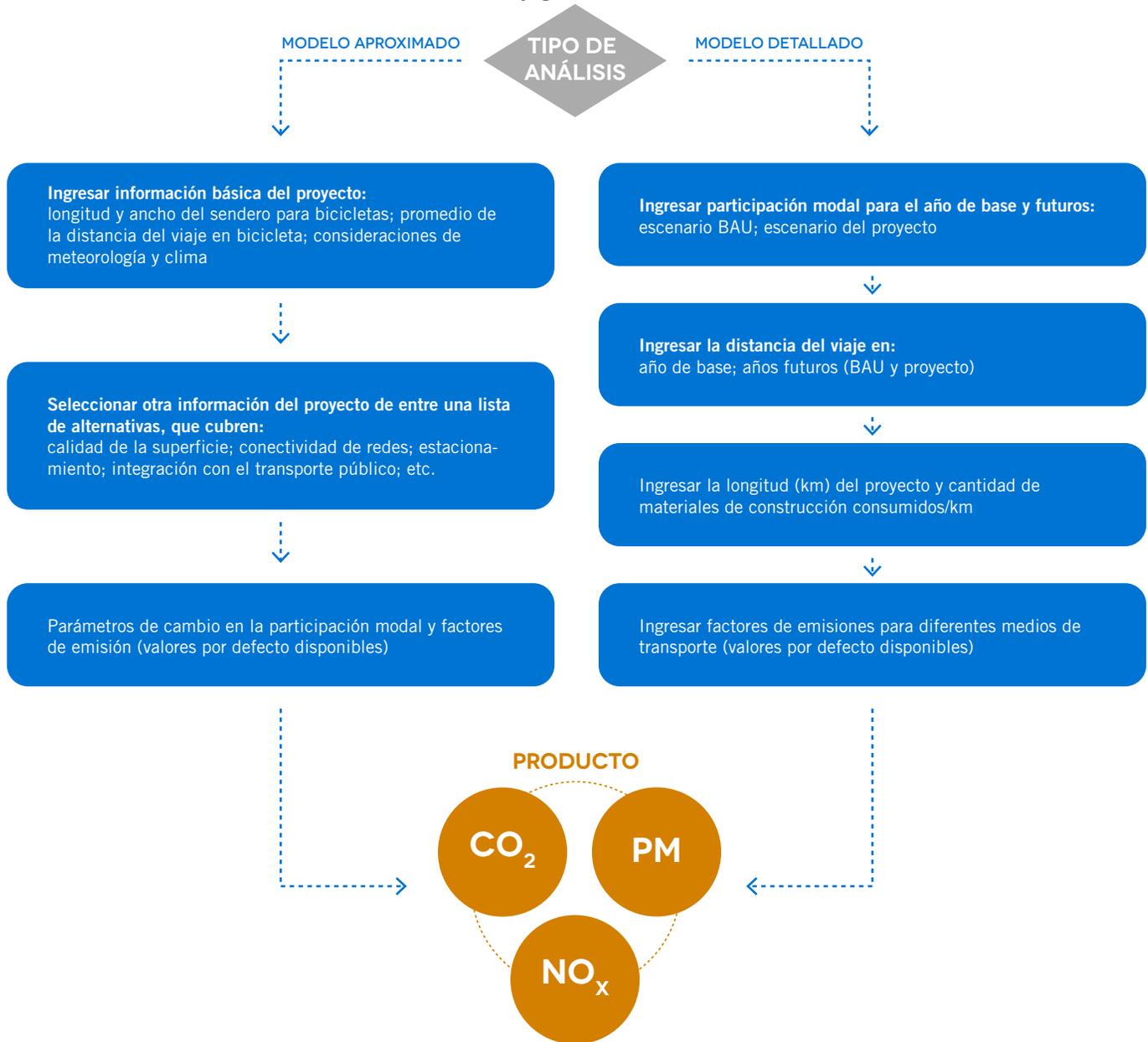
Como en otros modelos TEEMP, existe una versión simplificada (básica) y una más detallada. El análisis básico brinda un cálculo aproximado cuando se dispone de pocos datos locales, concentrándose principalmente en dos parámetros de información: la longitud de los carriles para bicicletas y la longitud promedio de un viaje por defecto. El modelo detallado puede utilizar mucha información local, así como valores por defecto para aquellos parámetros que son difíciles de determinar para calcular los escenarios de línea base (BAU) y los escenarios correspondientes a las actividades del proyecto para varios horizontes temporales. Asimismo, capta también emisiones de GEI a partir de la construcción de los senderos para bicicletas. En la figura 24 se presenta un panorama de los requisitos de información de ambos enfoques.

El cambio modal puede ser inducido de varias formas. La disponibilidad de BRT y de carriles de bicicletas reduce las emisiones proporcionando un medio alternativo de viajar. Otro enfoque que alienta el cambio modal y disminuye la demanda de viajes tiene lugar mediante las estrategias de gestión de la demanda de viajes. Entre estas iniciativas se pueden citar, por ejemplo, los esquemas de tarificación del transporte, las estrategias de transporte integrado y de planificación del uso del suelo, la gestión de estacionamientos, los programas diseñados para evitar/reducir el transporte tales como trabajar a distancia o compartir automóvil, etc.

Las estrategias de gestión de la demanda de transporte afectan en general a los parámetros “A” y “S” de la ecuación ASIF. La actividad total del transporte “A”, revelada por KVR y/o PKM disminuiría si las iniciativas de gestión de la demanda se implementaran de manera efectiva. Asimismo, se esperarían cambios “S” en la cuota modal como resultado de las iniciativas de fijación de precios del transporte. El modelo de fijación de precios TEEMP se tratará en detalle en la siguiente sección.

ENFOQUES BÁSICO Y DETALLADO EN EL MODELO DE CARRILES PARA BICICLETAS TEEMP⁷⁸

(figura 24)



78 – Repogle, M., Punte, S., y Mejia, A. (2011)

Modelo de tarificación TEEMP

El modelo de tarificación TEEMP considera tres medidas para reducir la demanda de viajes: 1) las tarifas de estacionamiento, 2) la densidad del estacionamiento y 3) los vehículos pertenecientes a las compañías. El aumento de las tarifas de estacionamiento y la menor cantidad de espacios para estacionar en las zonas urbanas reduce el uso de los automóviles privados y alienta el uso de transporte público. Los empleados tienen pocos incentivos para conducir menos si tienen un automóvil provisto por la empresa donde trabajan. Si se eliminan los vehículos de la compañía o el combustible gratis para viajes que no sean de negocios, esto redundará en un menor uso de los vehículos.

En este caso, TEEMP no proporciona modelos básicos y detallados por separado. Los datos que se requieren para los tres modelos de demanda de viaje incluidos en

la fijación de precios TEEMP aparecen indicados en el cuadro 10. En general, se requieren los datos para el año de inicio y para el año en que se despliega la política en su totalidad.

Hay metodologías del MDL y herramientas TEEMP para algunas de las opciones de mitigación que figuran en el cuadro 8. No obstante, ni los modelos TEEMP ni las metodologías del MDL existen para muchas de las otras opciones mencionadas. Por lo tanto, es necesario ampliar los modelos o metodologías existentes o desarrollar nuevos procedimientos para cubrir estas otras medidas.

Asimismo, un proyecto típico de mejoramiento del transporte comprende muchas medidas. Por ejemplo, un proyecto de transporte urbano de pasajeros podría incluir un BRT nuevo o ampliado, un metro nuevo o

Cuadro 10. Ingreso de datos requeridos para las tres medidas incluidas en el modelo de fijación de precios TEEMP

PRECIO DEL ESTACIONAMIENTO	DENSIDAD DEL ESTACIONAMIENTO	VEHÍCULOS DE LAS COMPAÑÍAS
Viajes diarios por vehículo	Viajes diarios por vehículo a los distritos o centros financieros	Cantidad total de vehículos pertenecientes a empresas
Viajes de vehículos por persona	Cantidad de espacios de estacionamiento disponibles en el distrito financiero	Promedio anual de kilometraje para vehículos de las compañías
Aumento del porcentaje promedio de la tarifa de estacionamiento	Espacios comerciales y para oficinas en el centro o empleo total en el distrito financiero	Participación de vehículos pertenecientes a empresas con beneficio de combustible gratis
Porcentaje de estacionamiento afectado por el aumento de las tarifas	Tamaño de la ciudad	Reducción objetivo del total de los vehículos de las empresas (fracción)
Distribución de ingresos de los viajeros afectados	Nivel de transporte público	Reducción objetivo de vehículos de las empresas con beneficio de combustible gratis (fracción)
División por medio vehicular		Cantidad total de vehículos pertenecientes a empresas de línea base(BAU)
Tamaño de la ciudad		
Ubicación del estacionamiento		
Nivel de transporte público		

ampliado, vehículos eléctricos, carriles para bicicletas, mejor acceso para transeúntes, restricciones de estacionamiento, cargos para los horarios de uso de las vialidades, etc. De modo similar, la política de transporte de carga podría contemplar vehículos propulsados con combustibles eficientes, chatarrización y reemplazo de vehículos, cambios de transporte vial a transporte por rieles y/o por agua, manejo ecológico, entre otros. Los modelos o metodologías analizados anteriormente o mencionados en el cuadro 8 no abordan el impacto de dichas combinaciones de medidas con respecto a las emisiones.

En las herramientas TEEMP y en las metodologías del MDL, se supone que los cambios modales tienen lugar a medida que avanza la actividad del proyecto. Sin embargo, estos se consideran parte del escenario de línea base, de modo que la reducción de emisiones de la actividad del proyecto se compara con una referencia que incluye los otros cambios que están sucediendo. Por ejemplo, el modelo TEEMP de BRT toma en cuenta una serie de parámetros que evolucionan sobre el horizonte temporal que se modela, como la división de tecnología (de pre-Euro, a Euro II y a Euro III), la eficiencia del combustible, el tipo de combustible para los vehículos de línea base, etc. De modo similar, la metodología del MDL ACM0016 considera el mejoramiento de la tecnología con el paso del tiempo, como parte del escenario de línea base.

Por otra parte, una ciudad puede emprender actividades de mitigación a medida que pasa el tiempo. En este sentido, la ciudad podrá implementar un proyecto de BRT,

teniendo como línea base a los autobuses convencionales y otros vehículos. Más tarde, la misma ciudad podrá implementar un sistema de transporte por metro o por teleférico, o ambos. Para determinar la reducción de emisiones de este último proyecto, el escenario de línea base será la ciudad con el sistema BRT. De este modo, el escenario para el primer proyecto se convierte en la línea base para el segundo.

TEEMP-CITY es una herramienta de cálculo recientemente desarrollada para evaluar el impacto de los GEI de un plan de ciudad multimodal, en donde se incorporan: a) desarrollos urbanos actuales y proyectados y las tendencias de transporte, b) los proyectos propuestos y las inversiones y c) el impacto en las emisiones, el tiempo y el combustible ahorrado. Esta herramienta permite también que se evalúen escenarios alternativos. Se podría desarrollar una versión más elaborada con el nivel de detalle que dispone el modelo TEEMP de BRT.

Ciertas medidas de mitigación para el transporte -por ejemplo, el mejoramiento de ferrocarriles urbanos o del transporte de cargas intermodales- exigen importantes inversiones en infraestructura y pueden tomar años para su total implementación. Otras pueden ser medidas de índole administrativa -como la fijación de cargos por el uso de carreteras- que se pueden implementar rápidamente. El efecto neto de todas las medidas que se pueden implementar se determina de mejor manera mediante el establecimiento periódico, por ejemplo anual, del total de emisiones del sector de transporte, es decir, los inventarios de emisiones de GEI, que se analizan a continuación.

Inventarios de Emisiones GEI

Un inventario de este tipo cuantifica el total de las emisiones de GEI. Los inventarios se pueden realizar a nivel nacional, pero también por ciudad, empresa u otra entidad. En este caso, el inventario cubriría al sector del transporte, con un límite geográfico que puede ser reducido, como una zona urbana, o muy grande, como todo un país. En el caso de políticas específicas, por ejemplo, un plan urbano de movilidad sostenible, el límite geográfico está definido naturalmente por el alcance de la política. En la siguiente sección se analizan cuestiones que tienen que ver con los inventarios de transporte urbano.

A diferencia de los modelos TEEMP y de las metodologías del MDL, el propósito de un inventario de GEI que abarca un sector, no consiste en evaluar el impacto en las emisiones de GEI provenientes de proyectos o medidas específicas del transporte, sino que brinda un panorama de todas las emisiones de GEI del sector en el momento específico en que se ha concluido el inventario. El recálculo periódico del inventario determina la tendencia de las emisiones de GEI con el tiempo, reflejando los efectos de todas las medidas adoptadas, así como otros factores que afectan a las emisiones GEI en el sector, entre ellos la actividad económica en general o el precio mundial del petróleo.

Inventarios de GEI del transporte urbano

El Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) recientemente analizó las metodologías para los inventarios de GEI provenientes del transporte urbano. Los inventarios urbanos efectuados en un momento dado permiten que los funcionarios de la ciudad y los planificadores cuantifiquen la magnitud del total de emisiones y su distribución entre pasajeros y carga, y entre medios de transporte. El inventario es asimismo el punto de partida para el desarrollo de una estrategia de mitigación, y de ser posible debería incluir el transporte de cargas y el de pasajeros.

Estos son los temas que abordó el estudio realizado por el WRI:

- » ¿Cuál es el límite apropiado, y cómo deberían encararse los viajes que lo atraviesan?

- » ¿Qué subsectores del transporte y tipos de viaje deben quedar comprendidos en el inventario?
- » ¿Con qué frecuencia debe actualizarse el inventario?
- » ¿Cuál es el mejor marco temporal para evaluar los cambios que se producen en las emisiones?
- » ¿Cómo debería la actualización del inventario explicar el aumento de la población urbana?
- » ¿Cuál es la mejor forma de reportar las emisiones GEI en un inventario?

Los inventarios de GEI que abarcan un sector adoptan las prácticas y los métodos usados a nivel nacional, que se preparan siguiendo las normas y las mejores prácticas adoptadas por la UNFCCC. En la siguiente sección se analiza el vínculo que existe entre los inventarios de transporte y los inventarios nacionales.

Inventarios nacionales

Las partes del anexo I de la UNFCCC declaran los inventarios de todas las emisiones anuales de GEI, en tanto que los países que no pertenecen al anexo I las declaran a la UNFCCC en forma periódica como parte de sus comunicaciones nacionales. Los procedimientos para realizar los inventarios nacionales de GEI están bien establecidos⁷⁹. Además, la mayoría de los países realizan regularmente balances energéticos a nivel nacional y ponen la información a disposición del público. Estos cuantifican la energía producida por distintas fuentes energéticas y la demanda de los principales sectores de consumo, entre ellos el del transporte. En algunos casos, el consumo de energía del transporte es desglosado por transporte de pasajeros y de carga. Como se observó anteriormente, las emisiones de CO₂ provenientes del consumo de combustible pueden determinarse fácilmente. En tanto que la mayoría de los países dispone de balances energéticos actualizados, el nivel de desagregación del uso de la energía en el sector de transporte varía. En general, la información se encuentra principalmente disponible para los países miembros de la OCDE.

En el cuadro 11 se presentan algunos de los indicadores clave para la economía y el transporte de Brasil, México,

Alemania y Estados Unidos, a modo de ejemplo. La parte superior del cuadro muestra dos indicadores clave de la “actividad” transporte:

- » Transporte vial de pasajeros total (millones de pasajeros-km).
- » Transporte de carga vial y por ferrocarril (millones de toneladas-km).

Dado que esto depende del volumen de la economía, se pueden ver ajustados por estos otros dos indicadores:

- » Transporte vial de pasajeros per cápita (millones de pasajeros-km/cápita).
- » Transporte de carga vial y por ferrocarril por unidad de PIB (toneladas-km/PIB).

Mientras que estos indicadores se pueden usar para comparar países, son mucho más útiles para hacer un seguimiento de los avances dentro de cada país con el paso del tiempo. Por lo tanto, estos indicadores resultan ideales para evaluar el impacto de los planes de movilidad urbana y de otras actividades integrales de mitigación en el sector de transporte.

79 – Lineamientos de PICC para los Inventarios Nacionales de Gas de Efecto Invernadero (2006).

Cuadro 11. Parámetros clave de la economía y emisiones de CO₂ provenientes del transporte en Brasil, México, Estados Unidos y Alemania (2007).

TRANSPORTE Y ECONOMÍA	UNIDADES	BRASIL	MÉXICO	ESTADOS UNIDOS	ALEMANIA
Población	Millones	191,60	105,68	302,09	82,26
PIB, PPA	Mil millones 2000 US\$	1.561,26	1.169,19	11.468,00	2.315,34
Pasajeros: tpte. vial/km	Millones PKM		449.917	4.486.974	933.387
Carga: tpte. vial y ferrocarril/km	Millones TKM		299.560	4.507.819	458.054
Pasajeros: tpte. vial (per cápita)	PKM/cápita		4.257,35	14.585,10	11.346,79
Carga: tpte. vial y ferrocarril (por PIB)	TKM/\$ GDP		0,26	0,39	0,20
Emisiones CO₂					
CO ₂ proveniente de la combustión de combustibles	Mt CO ₂	362,73	449,98	5915,46	829,55
... del cual el CO ₂ proveniente del transporte es		162,08	159,67	1953,62	179,8
Transporte como porcentaje del total	Porcentaje	44,7%	35,5%	33,0%	21,7%
Vial	Mt CO ₂	132,26	139,84	1527,58	140,81
Ferrocarril	Mt CO ₂	1,86	2,09	39,74	1,26
Aviación de cabotaje	Mt CO ₂	8,06	0,06	191,11	5,41
Aviación internacional	Mt CO ₂	4,2	9,37	50,19	21,45
Navegación interna/local	Mt CO ₂	4,29	2,93	11,04	0,52
Embarques internacionales	Mt CO ₂	11,44	2,69	95,96	9,66
Otros transportes	Mt CO ₂	0	2,69	37,99	0,7

Fuente: Adaptado de: Federación Internacional del Transporte (ITF 2010).

Parte 5

Síntesis y Conclusiones

Hallazgos Clave: El Estado Actual de la Práctica en la Evaluación de los GEI

La región de ALC se está enfrentando con altos índices de motorización a medida que se desarrolla. Esto plantea desafíos no sólo para el logro de los objetivos del cambio climático a nivel mundial, sino también para el manejo crítico de los problemas locales, incluidos los congestionamientos de tránsito, la contaminación del aire, la seguridad y la movilidad a través del espectro de los ingresos. A fin de proveer una movilidad que respalde el desarrollo de manera sostenible, existe la necesidad urgente de replicar y dimensionar las políticas y actividades sostenibles de transporte con bajo carbono en la región. El enfoque ASI brinda un marco para desarrollar planes de transporte sostenible. Esta monografía sirve como introducción a las estrategias que los países de ALC pueden emplear para reducir las emisiones de GEI provenientes del transporte, siguiendo el enfoque ASI, y también como introducción a los conceptos y herramientas que se pueden usar para respaldar la evaluación de los GEI de dichas estrategias.

El cambio climático es la preocupación clave de muchos países e instituciones financieras. Los recientes esfuerzos de parte de gobiernos e instituciones, como el BID, se han concentrado en el empleo de instrumentos financieros para reducir las emisiones de GEI, en especial en los países en desarrollo. Dichos instrumentos pueden proporcionar a los gobiernos locales un beneficio creciente que ayudaría a inclinar la balanza para que un proyecto avance hacia una intervención baja en carbono en lugar de hacerlo hacia una alternativa menos sostenible.

Sin embargo, para aprovechar las oportunidades financieras vinculadas al clima, los patrocinadores de proyectos deben proporcionar a los organismos que brindan el financiamiento pruebas de que los proyectos financiados reducirán las emisiones de GEI. Los requisitos de evaluación para los mecanismos de financiamiento vinculados con el clima varían ampliamente y demandan una amplia gama de enfoques para evaluar las emisiones e impactos de los GEI sobre varias escalas espaciales y temporales. En tanto que algunos mecanismos financieros (como el MDL) tienen rigurosos requisitos de evaluación que muchos patrocinadores de proyectos encontrarán difíciles de cumplir, otros (como el GEF) tienen requisitos más flexibles que se pueden satisfacer con modestas inversiones en datos y análisis. Los obstáculos para la participación del sector del transporte en iniciativas climáticas planteados por los requisitos de evaluaciones pueden reducirse en el futuro con el desarrollo de mecanismos más flexibles de financiamiento. Los patrocinadores de proyectos relacionados con el clima que buscan financiamiento deben examinar con cuidado los requisitos de evaluación de las diferentes fuentes, y saber si están en condiciones de cumplir con dichos requisitos; asimismo, deberán definir el enfoque para reunir datos y realizar análisis, satisfaciendo así las necesidades de sus probables socios.

Entre los instrumentos disponibles actualmente para respaldar la evaluación de los GEI se incluyen herramientas básicas, modelos avanzados de pronóstico y simulación de demanda de viajes y modelos de factores de emisión. Debido a las limitaciones de los datos disponibles, a menudo será necesario usar herramientas básicas, como por ejemplo TEEMP, o métodos ad hoc desarrollados por el patrocinador del proyecto utilizando los datos disponibles. La precisión de estos métodos se podrá mejorar con el tiempo, a medida que se reúnan nuevos datos.

Con el tiempo, invertir en capacidad institucional para evaluar el desempeño del sistema –mediante la recopilación sistemática de datos sobre el transporte y el desarrollo de modelos sólidos para realizar evaluaciones de proyectos ex ante y ex post– redundará en beneficios para las ciudades y los países de ALC, permitiéndoles el uso de más mecanismos de financiamiento y respaldando el desarrollo de sistemas de movilidad modernos, sostenibles y de alto desempeño. No obstante, tales inversiones no constituyen un requisito previo para avanzar hacia un medio de transporte más sostenible.

Avance en el Estado de la Práctica para la Estimación de Emisiones

Al considerar qué análisis resulta vital para respaldar el desarrollo de planes de inversión para una movilidad sostenible, es importante contemplar el consejo de John W. Tukey, quien dijo: “Mucho mejor es tener una respuesta aproximada a la pregunta correcta [...] que una respuesta exacta a la pregunta incorrecta”⁸⁰. Existen muchos marcos de evaluación que pueden usarse para considerar el impacto de los proyectos y programas de transporte en las emisiones, pero son pocos los que consideran adecuadamente los impactos secundarios, inducidos y acumulados, que suelen ser difíciles de ajustar perfectamente a los efectos de la evaluación. También es útil contemplar el consejo de George E.P. Box: “Todos los modelos están equivocados, pero algunos son útiles”⁸¹.

Avanzar con los proyectos de movilidad sostenible eficazmente requiere contar con suficiente información fundamentada a nivel local a fin de garantizar una planificación y un diseño efectivos. Identificar los impactos a corto y largo plazo de un proyecto relacionado con los GEI de manera certificable bajo los estrictos requisitos del MDL exige considerablemente más datos e información. Identificar la magnitud probablemente mayor de los impactos de un proyecto o programa de transporte en las emisiones de CO₂ y de otros gases, que suelen incluir impactos profundos secundarios e indirectos, exige una clase de análisis distinto del usado para el MDL. Si es necesario realizar tal análisis de mayor impacto en forma rigurosa y costo-efectiva, se requerirán múltiples tipos de encuestas y modelos locales y una capacidad analítica

80 – Tukey, J. (1962)

81 – Box, J. (1987)

institucional considerable y sostenida. Si bien tal análisis puede realizarse de manera aislada para un proyecto importante en particular, ello resulta menos rentable. Institucionalizar esta capacidad y aplicarla regularmente al análisis de proyectos importantes y a la evaluación periódica de programas y políticas de inversión a gran escala conlleva beneficios significativos. Este último enfoque aumenta la probabilidad de que la calidad del análisis técnico mejore con el tiempo por medio de su aplicación recurrente y del desarrollo de herramientas, y lleva a que los encargados de tomar decisiones y los ciudadanos aprendan a usar estas herramientas a fin de respaldar el funcionamiento de sistemas más inteligentes de transporte y el cuidado más sabio de los recursos de inversión.

Los gobiernos nacionales y municipales que buscan desarrollar planes de movilidad sostenible, pero que carecen de los datos y modelos que se requieren para realizar análisis más rigurosos provistos por modelos integrados sobre el uso del suelo, el transporte y las emisiones deberán:

1. **Desarrollar un inventario minucioso de los datos y modelos existentes** que puedan respaldar el análisis de los GEI provenientes del transporte, identificar las fortalezas y debilidades que caracterizan a las herramientas y los sistemas de información existentes, su capacidad para evaluar razonablemente la demanda inducida, los cambios en la composición y las características de las flotas de vehículos automotores a lo largo del tiempo y los inventarios de emisiones. En la medida de lo posible, dar a conocer estos datos a fin de respaldar el desarrollo de las herramientas de análisis en colaboración con universidades, organizaciones no gubernamentales, participantes interesados en el sistema y otros socios potenciales.
2. **Desarrollar un plan de evaluación para el análisis ex ante de los impactos en los GEI** de las inversiones y programas de transporte, empleando para ello una combinación de herramientas existentes y datos locales con modelos básicos de respuesta rápida y parámetros de datos transferibles desde otras regiones, complementados por la recopilación de datos locales de rápida respuesta, según lo permitan los recursos y el tiempo disponibles. Explorar la posibilidad de asociarse con universidades, organizaciones no gubernamentales y otras entidades a fin de expandir y sostener la capacidad institucional para llevar a cabo las tareas de monitoreo, evaluación y reporte.
3. **Desarrollar y asegurar el financiamiento a fin de implementar oportunamente un plan de monitoreo** del funcionamiento del transporte y del desarrollo urbano que proporcione la base para crear líneas base más sólidas que permitan medir las características del tránsito, el flujo del transporte, las flotas de vehículos, los inventarios de emisiones, las actividades de uso del suelo, y las tendencias con el correr del tiempo. Fijar un objetivo para invertir del 2% al 4% del capital del transporte en un mejor monitoreo del sistema, la evaluación de su desempeño y las capacidades de análisis de la planificación estratégica. Explorar las oportunidades de obtener una rápida devolución en cuanto al ahorro de costos a raíz de un sistema con un mejor rendimiento. Asegurarse de que la inversión en el sector privado contribuya al desarrollo de estos sistemas, en lugar de solamente a estudios aislados concentrados en un proyecto, que meramente se auto-sirven y que no logran vincularse unos con otros o crear capacidad institucional local independiente. Con tal nivel de inversión, las ciudades, los estados/provincias y los países podrán

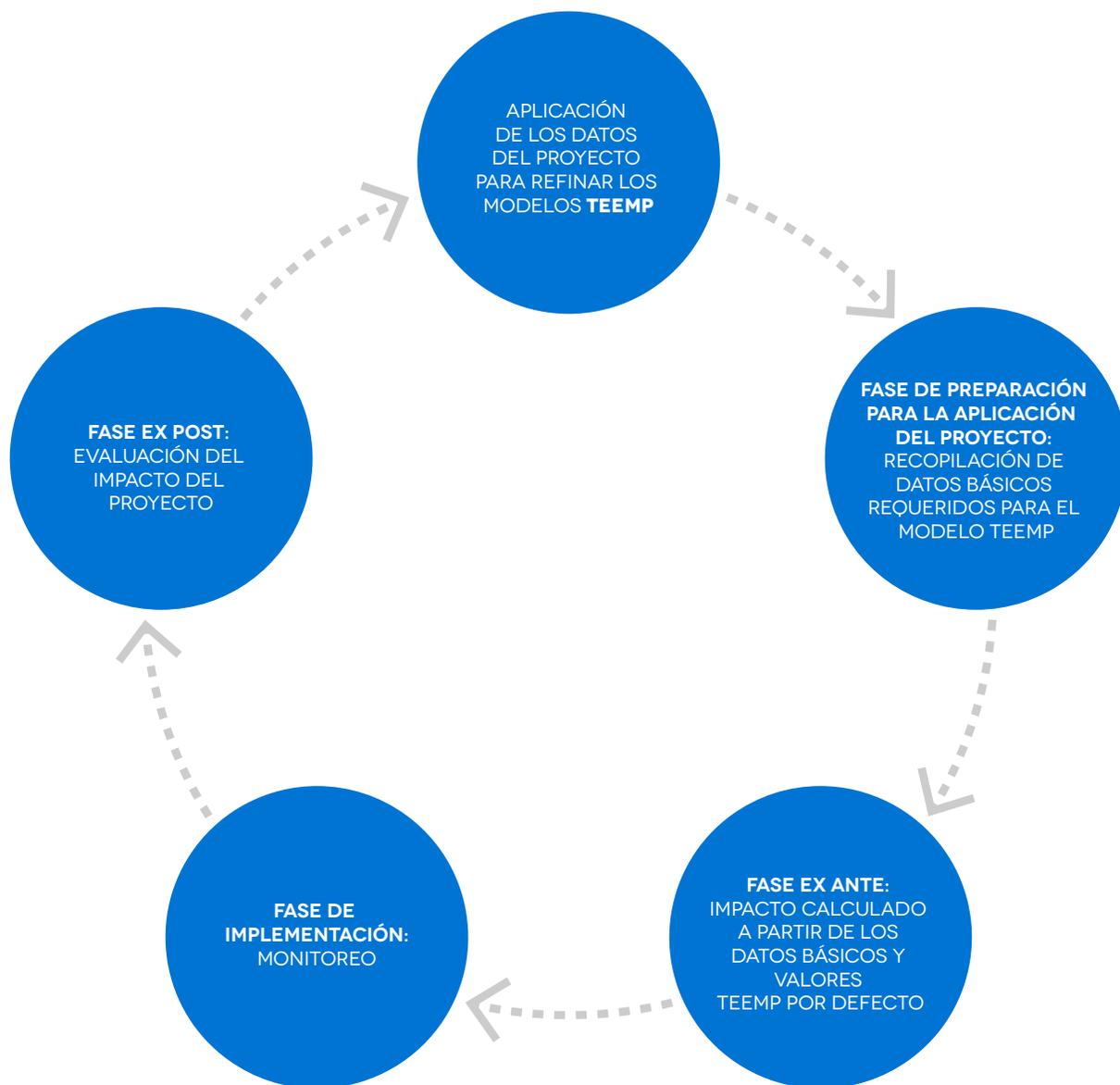
en unos pocos años contar con herramientas de análisis razonablemente efectivas que integren las representaciones de su transporte y su uso del suelo con las emisiones y el análisis del impacto en los recursos naturales, con capacidad institucional para usar dichas herramientas para la implementación efectiva de planes de transporte sostenibles a nivel de las ciudades, estados/provincias y naciones. El costo de la adquisición de datos está cayendo rápidamente por medio del uso de sondas de celulares y vehículos, monitores de GPS de bajo costo, minería de datos y técnicas de innovación social colaborativa (crowd-sourcing).

4. **Refinar análisis ex ante con más datos locales y llevar a cabo evaluaciones ex post** de los impactos de proyectos y programas. Utilizar la información obtenida en las evaluaciones para mejorar el entendimiento local y colaborar con parámetros apropiados a nivel regional para modelos básicos, de tal modo que las planificaciones y el análisis futuros estén mejor fundamentados en la experiencia real mundial, como lo ilustra la figura 25, utilizando TEEMP como ejemplo.

La evaluación del plan de transporte ex ante y de las emisiones del proyecto normalmente se basa más en parámetros por defecto, requiere un grado menor de confianza y provee estimaciones que son más toscas y menos confiables. La evaluación ex post, como el monitoreo y la verificación requeridos para las actividades del proyecto del MDL o los modelos integrados de transporte, uso del suelo y emisiones desarrollados a partir de información local, normalmente se basan en más mediciones y proveen un nivel superior de confianza a un nivel de análisis más detallado. Pasar de herramientas ex ante a ex post exige un costo más alto y mayores niveles de complejidad en el marco del análisis, pero estas inversiones deben formar parte de los presupuestos de los proyectos.

REFINAMIENTO DE PARÁMETROS DEL MODELO BÁSICO DE TEEMP MEDIANTE APLICACIÓN Y ANÁLISIS

(figura 25)



Fuente: GEF, *Manual for Calculating GHG Benefits of Transport Projects*,
disponible en http://www.thegef.org/gef/GEF_C39_Inf.16_Manual_Greenhouse_Gas_Benefits.

Ubicando los Beneficios de los GEI en el Contexto de la Movilidad Sostenible

Para satisfacer las necesidades de quienes toman las decisiones y de otros interesados, las herramientas de análisis y los sistemas de monitoreo de movilidad sostenible deben evaluar no sólo las emisiones de GEI, sino también otros contaminantes del aire, el impacto en la calidad del agua, el impacto en los costos y beneficios de los usuarios, y otros elementos del desempeño del sistema de transporte. Se busca en general la realización de proyectos de transporte porque mejoran el acceso o movilidad, mejoran la seguridad o reducen los impactos adversos en la salud pública, respaldan el desarrollo económico, o alguna combinación de estos factores. Los proyectos y programas de transporte que son más sostenibles progresan en todos estos objetivos y ayudan también a reducir la contaminación por GEI, ya sea en términos absolutos o en comparación con las alternativas de inversión habituales (BAU)⁸².

Por ejemplo, como se observa en la figura 26, un análisis centrado en la fase temprana del proyecto del sistema BRT en Ciudad de México mostró que los beneficios del proyecto relacionados con el CO₂ eran eclipsados por otros beneficios, en especial por el valor del ahorro en combustible, aun cuando el CO₂ costara el alto precio de US\$85 por tonelada evitada. De modo similar, mediante

el análisis descendente a nivel nacional de las potenciales estrategias de mitigación de CO₂ para Estados Unidos, se halló que el ahorro de los costos operativos de los usuarios de vehículos automotores excedía, por mucho, el costo de la implementación de políticas de inversión en transportes de bajo carbono, luego de un breve período de inicio⁸³.

Ganar respaldo político y fiscal para el desarrollo de programas de políticas e inversión tendientes a una movilidad sostenible será más fácil mediante un mejor análisis de la distribución de los diversos beneficios y cargas que caracterizan a las iniciativas actuales y las alternativas futuras. Una micro-simulación bien calibrada, amplia e integral, basada en los modelos de transporte y uso del suelo, muy probablemente tenga la capacidad de brindar dicho respaldo analítico, y debe constituirse como una meta para el desarrollo de la capacidad institucional que resulte en la efectiva creación de políticas y planificación regional. Pero incluso en ausencia de tales herramientas se podrán utilizar modelos básicos, como los TEEMP, para considerar los co-beneficios, basándose en parámetros transferibles por defecto, y en las opiniones de analistas expertos, a fin de proveer estimaciones iniciales.

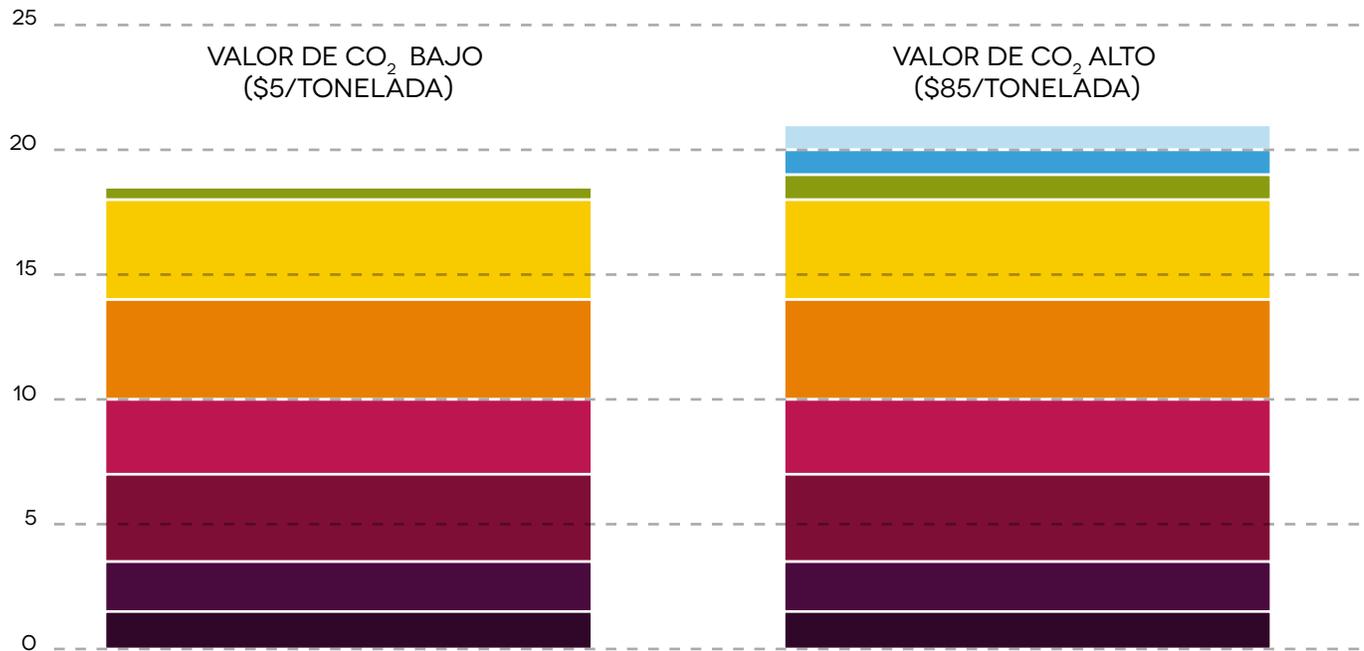
82 – Para profundizar en el tema de las técnicas de estimación de los co-beneficios, véase IGES (2011).

83 – Cambridge Systematics. (2009)

VALORACIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL METROBÚS BRT EN CIUDAD DE MÉXICO⁸⁴

(figura 26)

MILLONES US\$



- REDUCCIÓN DE CO₂ EN TRÁNSITO PARALELO
- REDUCCIÓN DE CO₂ POR CAMBIO MODAL DE AUTOMÓVIL A AUTOBÚS
- REDUCCIÓN DE CO₂ A PARTIR DEL CAMBIO DE AUTOBÚS
- AHORRO DE COMBUSTIBLE POR TRÁNSITO PARALELO
- AHORRO DE COMBUSTIBLE POR CAMBIO DE AUTOMÓVIL A AUTOBÚS
- AHORRO DE COMBUSTIBLE A PARTIR DEL CAMBIO DE AUTOBÚS
- CONTAMINACIÓN DEL AIRE / BENEFICIOS PARA LA SALUD A PARTIR DE MENOR CONTAMINACIÓN DEL AIRE
- COSTOS EXTERNOS KVR - REDUCCIÓN EN EL TRÁNSITO TOTAL
- AHORRO DE TIEMPO PARA LOS PASAJEROS DE AUTOBÚS

84 – Shipper, L., et al. (2009).

Referencias

- Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos. (2011). Spreadsheet Model for Induced Travel Estimation (SMITE), <http://www.fhwa.dot.gov/steam/smite.htm>
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2006). Greenhouse Gas Emissions from the US Transportation Sector 1990- 2003. Office of Transportation and Air Quality, EPA 420 R 06 003, Marzo 2006.
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2009). "Driver Training: A Glance at Clean Freight Strategies." EPA420F09-034, <http://www.epa.gov/smartway>.
- Agencia Internacional de Energía. (2011) CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2011. <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>
- Barth, M.J., y Boriboonsomsin, K. (2008) "Real-world carbon dioxide impacts of traffic congestion", Transportation Research Record, 2058, 163-171.
- Blackman, A., Oskwe, R., y Alpizar, F. (2009) "Fuel Tax Incidence in Developing Countries". Resources for the Future: 25.
- Broaddus, A., et al. (2009) "Transportation Demand Management". Documento de capacitación. GTZ Transport Policy Advisory Services.
- Binsted, A., et al. (2011) "Assessing Climate Finance for Sustainable Transport: A Practical Overview". Sustainable Urban Transport Technical Document #5. GTZ - http://www.transport2012.org/bridging/ressources/files/1/956,TD05_FinGuid.pdf
- Buhaug, Ø., et al. (2009) Second IMO GHG Study 2009 Update of the 2000 GHG Study: Final Report covering Phase 1 and Phase 2. Londres, International Maritime Organization. http://www.imo.org/blast/blastDataHelper.asp?data_id=27795&filename=GHGStudyFINAL.pdf.
- Box, G., y Draper, N. (1987) "Empirical Model-Building and Response Surfaces".
- Cairns, S., Hass-Klau, C., y Goodwin, P. (1998) Traffic Impact of Highway Capacity Reductions: Assessment of the Evidence. Landor Publishing, Londres. Resumen disponible en: <http://www.worldcarfree.net/resources/freesources/Evide.htm>
- Center for Clean Air Policy (2010) "Transportation NAMAs: A Proposed Framework". Washington, D.C.
- Cervero, R., y Hansen, M. (2002) "Induced Travel Demand and Induced Road Investment: A Simultaneous Equation Analysis". Journal of Transportation Economics and Policy. 36.3: 22.
- Cervero, R. (2002) "Induced Travel Demand: Research Design, Empirical Evidence, and Normative Policies", Journal of Planning Literature 2002; 17; 3, <http://jpl.sagepub.com/cgi/content/abstract/17/1/3>
- Cervero, R., Murphy, C., Ferrell, N., Goguts, N., y Tsai, Y. H. (2004) Transit-oriented development in the United States: Experiences, challenges, and prospects. Washington, DC: Transportation Research Board, TCRP Report 102.

Ciclovías Recreativas de las Américas 2011, <http://www.cicloviasunidas.org>

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2007).

Corporación Andina de Fomento. (2010) Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina. http://omu.caf.com/media/2537/caf_omu_jun2010.pdf

Deakin, E., Trapenberg, K., y Skabardonis, A. (2009) “Intelligent Transport Systems”. Access. 34:6.

Dalkmann, H., y Brannigan, C. (2007) “Transport and Climate Change: Module 5e”; Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities. GTZ. 2007. <http://www.gtz.de/de/dokumente/en-transport-and-climate-change-2007.pdf>

Dalkmann, H. (2009) Post 2012 - Scenarios for future MRV requirements for the transport sector, STAP-ADB Workshop, Asian Development Bank, Manila. <http://www.adb.org/Documents/Events/2009/Scientific-Technical-Advisory-Panel/GEF-STAP-Manila-Dalkmann.pdf>.

Dargay J., Gately, D., y Sommer, M. (2007) “Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030”, Enero de 2007.

DeCicco, J.M. (2010) “A Fuel Efficiency Horizon for U.S. Automobiles”. Informe preparado para The Energy Foundation. <http://www.hybridcars.com/files/fuel-efficiency-horizon.pdf>

DeCorla-Souza, Patrick (2003) “Evaluation of Toll Options Using Quick-Response Analysis Tools: A Case Study of the Capital Beltway”, presentado en la Reunión Anual de TRB en enero de 2003. <http://www.fhwa.dot.gov/steam/smitemldoc.htm>

Delucchi, M. (2003) Lifecycle Emissions Model (LEM). Institute of Transportation Studies, Universidad de California.

Departamento de Energía de Estados Unidos. (2001) Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation (GREET) 1.6 Model. Centro de Investigación para el Transporte, Argonne National Laboratory.

Departamento de Energía de Estados Unidos. (2009). “Research and Development Opportunities for Heavy-Duty Trucks”

Departamento de Transporte de Estados Unidos. (2000) Research and Innovative Technology Administration. “ITS Benefits Database”, <http://www.itsbenefits.its.dot.gov/its/benecost.nsf/BenefitsHome>

Duduta, N., y Bishins, A. (2010) “Citywide transportation greenhouse gas emissions inventories: a review of selected methodologies”. World Resources Institute Working Paper. Octubre de 2010. <http://www.wri.org/publication/citywide-transportation-greenhouse-gas-emissions-inventories>.

Ernst y Young (2011) “Impact of Beijing’s Licence Quota System on the Chinese Automotive Industry”. Ernst & Young Advisory Services. (2011).

Ellis, J., y Moarif, S. (2009) “GHG Mitigation Actions: MRV Issues and Options”. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Ewing, R., et al. (2007) Growing Cooler: Evidence on Urban Development and Climate Change, Urban Land Institute, Washington, DC.

Ewing, R., y Cervero, R. (2010) “Travel and the Built Environment”. Journal of the American Planning Association.,.

Fondos de Inversión en el Clima. (2009) Clean Technology Fund Investment Criteria for Public Sector Operations, http://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/CTF_Investment_Criteria_Public_sECTOR_revisedFeb9.pdf

- Fondos de Inversión en el Clima. (2010) Clean Technology Fund Results Framework, <http://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/CTF%206%20Results%20Framework%20nov2010.pdf>
- GIZ (2009) International Fuel Prices 2009, 6a Edición: 49. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. <http://www.giz.de/Themen/en/29957.htm>
- Global Fuel Economy Initiative (2009). “Making Cars 50% More Fuel Efficient by 2050 Worldwide”. http://www.fiafoundation.org/publications/Documents/50BY50_report.pdf
- Hidalgo, D. (2009) “Citywide transit integration in a large city: the case of the Interligado system, São Paulo, Brazil”. Transportation Research Board.
- Hook W., y Wright L. (Eds.) (2007) Bus Rapid Transit Planning Guide. Nueva York: Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo. <http://www.itdp.org/microsites/bus-rapid-transit-planning-guide>
- Hook, W., Kost, C., Navarro, U., Replogle, M., y Baranda, B. (2010) “Carbon dioxide reduction benefits of Bus Rapid Transit Systems: Learning from Bogotá, Colombia; Mexico City, Mexico; and Jakarta, Indonesia”. Transportation Research Board. <http://dx.doi.org/10.3141/2193-02>
- Hughes, Colin, y Zhu, Xianyuan (2011) Guangzhou China Bus Rapid Transit Emissions Impact Analysis, Institute for Transportation and Development Policy, Nueva York. <http://www.itdp.org/documents/20110810-ITDP-GZBRTImpacts.pdf>
- Institute for Global Environmental Strategies (2011) Mainstreaming Transport Co benefits Approach A Guide to Evaluating Transport Projects, Japón, . <http://www.iges.or.jp/en/cp/pdf/co-benefits/Transport%20Co-benefits%20Guidelines.pdf>
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, Manual for Calculating Greenhouse Gas Benefits of Global Environment Facility Transportation Projects. (2010) Preparado por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo para el Panel de Asesoramiento Científico y Técnico del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. <http://www.unep.org/stap/calculatingghgbenefits>
- Jiang, Y., Daizong L., y Suping C. (2011) Assessment Tools for China Low Carbon City Projects: From the CSTC's Perspective, China Energy Foundation, Beijing.
- Keong, C. K. (2002) “Road Pricing Singapore's Experience”. IMPRINT-EUROPE Thematic Network. 3er seminario: Brussels. 10.
- Kodransky, M., y Hermann, G. (2011) “Europe's Parking U-Turn: From Accommodation to Regulation”. <http://rfflibrary.wordpress.com/2011/01/25/europe%E2%80%99s-parking-u-turn-from-accommodation-to-regulation/>
- Litman, T. (1999) Traffic Calming: Benefits, Costs, and Equity Impacts, Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC. <http://www.vtpi.org/calming.pdf>.
- Litman, T. (2010) “Generated Traffic and Induced Travel Implications for Transport Planning”, Victoria Transport Policy Institute.
- Millard-Ball, A. (2010) “Transportation NAMAs: A Proposed Framework”. Center for Clean Air Policy. <http://ccap.org/resource/transportation-namas-a-proposed-framework/>

- Oficina de Estadísticas de Transporte de Estados Unidos. (2009). National Household Travel Survey.
- Otten, M., y Van Essen, H. (2010) Why Slower is Better: Pilot Study on the climate gains of motorway speed reduction. CE Delft: Países Bajos.
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- Pardo, C. (2011) “The (R)evolution of parking in Bogotá: Part 2 Too much of a good thing? (2000-2007)”. Reinventing Parking. 02/28/2011. <http://www.reinventingparking.org>
- Pucher, J., y Buehler, R. (2009) “Integrating Bicycling and Public transport in North America”. Journal of Public Transportation. 12.3: 26.
- Reducing Transport Greenhouse Gas Emissions: Trends and Data 2010. OCDE/ITF 2010. <http://www.internationaltransportforum.org/Pub/pdf/10GHGTrends.pdf>
- Replogle, M., Puente S., y Mejia, A. (2011) “Transport Emissions Evaluation Models for Project (TEEMP)”. Presentación en Acciones de Mitigación Apropriadas a Nivel Nacional como Catalizadoras para el Transporte Sostenible para el Medio Ambiente. <http://www.transport2012.org/bridging/ressources/documents/2/1362,4.-TEEMP-Overview-Seoul-12Apr2011-f.pdf>
- Rondinelli, D., y Berry, M. (2000) “Multimodal Transportation, Logistics, and the Environment: Managing Interactions in a Global Economy”. European Management Journal. 18.4: 13.
- Rubin, J. (2011) “Transit-Oriented Development”. Conclusions from the UCTC TOD Benchmark Study. Centro de Transporte de la Universidad de California-Berkeley, California.
- Schipper, L., et al. (2009) “Considering Climate Change in Latin American and Caribbean Urban Transport: Concepts, Applications and Cases”, Universidad de California, junio de 2009.
- Schipper, L., Marie-Lilliu, C., y Gorham, R. (2000). Flexing the Link Between Transport and Greenhouse Gas Emissions. París, Agencia Internacional de Energía.
- Shaheen, S., y Elliot M. (2010) Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America, Mineta Transportation Institute, disponible en: http://76.12.4.249/artman2/uploads/1/Greenhouse_Gas_Emission_Impacts_of_Carsharing_in_North_America.pdf
- Shoup, D. (1999) “The trouble with minimum parking requirements”. Transportation Research Part A 33.30.
- Shoup, D. (2005) The High Cost of Free Parking. American Planning Association. University of Chicago Press.
- Sterk, W. (2011). “South-North-South cooperation in the development of transport NAMAs: The TRANSfer project”. Wuppertal Institute, presentado en el evento lateral de COP 17, Durban, diciembre de 2011.
- Teixeira de Almeida, C. (2009) “Energy Efficiency in Cities: Curitiba’s Green Line”. Semana de la Energía del banco Mundial. Banco Mundial: Washington, DC.
- Tioga Group (2008). “DrayFLEET: EPA SmartWay Drayage Activity and Emissions Model and Case Studies”. Preparado para la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y la Administración Federal de Carreteras.

- Transport for London (2008). "Central London Congestion Charging: Impacts Monitoring - Sixth Annual Report. "Central London Congestion Charging Scheme: ex-post evaluation of the quantified impacts of the original scheme", preparado para Transport for London (2007).
- Tukey, J. (1962) "The future of data analysis". Annals of Mathematical Statistics 33.
- Victoria Transport Policy Institute Travel Demand Management (TDM) Encyclopedia, <http://www.vtpi.org>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2007). "Climate change: Impacts, vulnerabilities and adaptation". <http://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf>
- Winkelman, S., Bishins, A., y Kooshian, C. (2010) "Planning for economic and environmental resilience". Transportation Research Part A: Policy and Practice, vol. 44, No. 8, octubre de 2010, págs. 575-586.
- Zegras, C., y Gakenheimer, R. (2006) "Driving Forces in Developing Cities' Transportation Systems: Insights from Selected Cases". 2006 http://web.mit.edu/czegras/www/Zegras&Gakenheimer_WBCSD3.pdf

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) lanzó el Plan de Acción en el 2010, del Área Estratégica Regional de Transporte Sostenible (REST por sus siglas en inglés), esto con el fin de orientar a sus clientes y para facilitar la incorporación de la perspectiva de la mitigación del cambio climático y la adaptación en las operaciones de transporte del BID. Las actividades iniciales se han enfocado en la construcción de conocimientos y capacidades a través de seminarios y talleres internacionales, la creación de productos de conocimiento para el apoyo del transporte sostenible, y la capacitación del personal y los clientes del BID en movilidad urbana y transporte de mercancías.



El aumento de los ingresos en América Latina y el Caribe auguran un aumento del consumo de vehículos motorizados, con la correspondiente problemática de gestionar la congestión del tráfico, la contaminación del aire, la suficiencia energética y el calentamiento global. La preocupación internacional acerca de los efectos del cambio climático está dando lugar a la creación de mecanismos para promover las iniciativas de transporte que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, existe un interés cada vez más extendido en las estrategias de transporte sostenible que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la calidad del aire, mientras que también proveen y favorecen la movilidad y el desarrollo económico. Este documento tiene por objeto ayudar a los planificadores en América Latina y el Caribe en la comprensión de la forma de evaluar los beneficios de la reducción de emisiones de GEI en proyectos, políticas y estrategias de transporte sostenible.



División de Transporte

1300 New York Avenue, N.W. Washington D.C., U.S.A., 20577
Stop E 509 | Tel. +1(202) 623-1557
E-mail: ine-tsp@iadb.org