

**VERSIÓN BORRADOR**

# **Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL**

**Informe final**

José Luis Barías, CC&D  
Jodi Browne, IISD  
Eduardo Sanhueza, CC&D  
Erin Silsbe, CCAP  
Steve Winkelman, CCAP  
Chris Zegras, IISD



Internacional  
Institute for  
Sustainable  
Development

Institut  
international  
de développement  
durable



Center for  
Clean Air Policy



Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

**VERSIÓN BORRADOR**

# **Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL**

**Informe final**

Marzo, 2005

**Autores principales**

José Luis Barías, CC&D

Jodi Browne, IISD

Eduardo Sanhueza, CC&D

Erin Silsbe, CCAP

Steve Winkelman, CCAP

Chris Zegras, IISD



## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

### IISD

El Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable contribuye al desarrollo sustentable difundiendo recomendaciones de políticas sobre comercio e inversión internacional, políticas económicas, cambio climático, medición y evaluación y gestión de recursos naturales. A través de Internet informamos sobre negociaciones internacionales y compartimos el conocimiento obtenido a través de proyectos de colaboración con socios globales, lo que origina una mayor investigación detallada, creación de capacidad en países en desarrollo y un mejor diálogo entre el Norte y el Sur.

La visión de IISD es una mejor vida para todos—sustentabilidad; su misión es promover la innovación, permitiendo que las sociedades vivan sustentablemente. IISD está registrada como una organización benéfica en Canadá y tiene una condición 501(c) (3) en Estados Unidos. IISD recibe el apoyo operacional central del Gobierno de Canadá, provisto a través de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA), el Centro de Investigación del Desarrollo Internacional (IDRC), Ambiente Canadá y de la Provincia de Manitoba. El Instituto recibe financiamiento de proyectos de numerosos gobiernos dentro y fuera de Canadá, de las agencias de las Naciones Unidas, fundaciones y del sector privado.

### CCAP

Un grupo de gobernadores estatales creó en 1985 el Centro para Políticas de Aire Limpio a fin de desarrollar y promover políticas innovadoras para solucionar problemas energéticos y ambientales. Desde nuestro trabajo inicial como un actor clave en el desarrollo de un sistema de transacciones de SO<sub>2</sub> para ayudar a controlar la lluvia ácida hasta proyectos actuales que están orientados al mercado y que están relacionados con el ozono, cambio climático y componentes tóxicos en el aire, hemos promovido la idea que las soluciones de políticas sólidas en el ámbito energético y ambiental sirven tanto a los intereses ambientales como económicos. El Centro tiene más de 15 años de experiencia de trabajo en el cambio climático, emisiones ambientales y políticas energéticas en formas que son eficientes y efectivas. El Centro ha estado comprometido activamente en el análisis y promoción de políticas en todos los sectores de la economía—electricidad, transporte y uso de suelos, edificios, comercio, industria, agricultura y silvicultura—junto con experiencias transversales en las transacciones y registros de emisiones. Para obtener más información sobre CCAP, visite nuestro sitio en Internet: [www.ccap.org](http://www.ccap.org)

### CC&D

Cambio Climático y Desarrollo es una firma basada en Chile que se especializa en la evolución del Protocolo de Kyoto, incluyendo las posiciones de las partes y en particular sus inclinaciones y estrategias de negociación. Eduardo Sanhueza, Director de CC&D, ha participado como parte del Comité Nacional Asesor de Chile en las negociaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1998. CC&D ha tenido un rol preponderante en la creación de posiciones y estrategias en el proceso CMNUCC y ayudando a integrar los intereses específicos de distintos miembros del Comité Asesor Nacional en la agenda de trabajo de la Convención. CC&D también ha jugado un rol integral en el desarrollo del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), tanto como una fuente de las propuestas nacionales de Chile sobre este tema como en las negociaciones de la Convención Marco. El señor Sanhueza ha participado como miembro subrogante en el Consejo Ejecutivo del MDL durante dos períodos.

Publicado por el Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable

International Institute for Sustainable Development

161 Portage Avenue East, 6th Floor

Winnipeg, Manitoba

Canada R3B 0Y4

Tel: +1 (204) 958-7700

Fax: +1 (204) 958-7710

E-mail: [info@iisd.ca](mailto:info@iisd.ca)

Sitio Web: <http://www.iisd.org/>



### Agradecimientos

La evolución y avance de este progreso fue guiado por un Comité Directivo compuesto por representantes de instituciones, comisiones y ministerios de Chile<sup>1</sup> relacionados con el transporte y la planificación. El Comité Directivo fue liderado por Transantiago (Eduardo Giesen), el principal asociado de gobierno del proyecto. El comité se reunió formalmente siete veces a través de los 2,5 años del proyecto, además de numerosas discusiones para mejorar las capacidades y más talleres formales que se realizaron con los miembros del equipo del proyecto. La principal responsabilidad del Comité fue proveer información y pautas para la evolución del trabajo del proyecto y para facilitar el intercambio de ideas e información sobre los estudios de caso y el desarrollo técnico y operacional del MDL en Chile. Al equipo de proyecto de IISD, CC&D y CCAP le gustaría agradecer la alianza, la guía e información provistas por los distintos departamentos dentro del Gobierno de Chile que sirvieron como miembros del Comité Directivo, en particular a Eduardo Giesen por liderar el proyecto hasta su término total exitoso.

Más aún, nos gustaría agradecer a las siguientes personas por su tiempo y dedicación durante el curso del proyecto: Kristen Manaigre, Jo-Ellen Parry, John Drexhage, Stuart Slayen, Dennis Cunningham, Jennifer Senenko, Ned Helme, Alexandra Mackie, Greg Dierkers, Barbara Baxter, Charles Yowell, Catherine Leining, Margot Edwards, Paula Barbella, Lorena Acuña, Jorge Pérez y personal de Diego de Velásquez. También agradecemos al Grupo Labtus de la Universidad de Chile, incluyendo a Francisco Martínez, Pedro Donoso y Freddy Aguirre, por su contribución en el análisis de eficiencia de localización y también por sus contribuciones y comentarios sobre las secciones más relevantes de este informe.

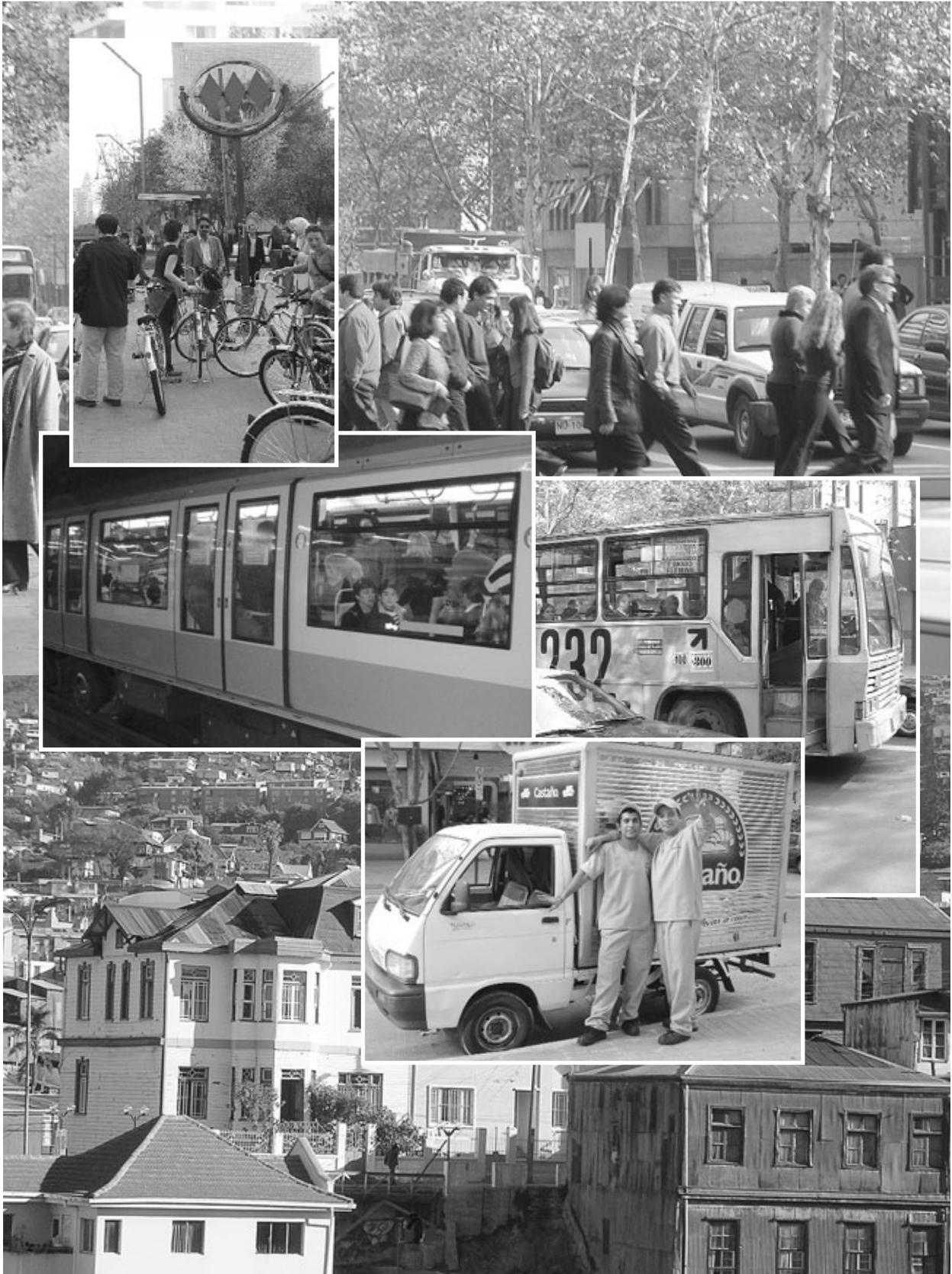
Este proyecto ha sido posible gracias al financiamiento provisto por el Fondo de Desarrollo para el Cambio Climático de Canadá (CCCDF), administrado a través de la Agencia de Desarrollo Internacional de Canadá (CIDA). El taller internacional también recibió el apoyo de la Oficina DL/JI de Canadá (DFAIT) y la Corporación Andina de Fomento (CAF).

Se puede encontrar más información, documentos con antecedentes y la versión electrónica completa de este informe en el sitio Web del proyecto en: <http://www.iisd.org/climate/global/ctp.asp>

---

1 En el Apéndice A se puede encontrar una lista completa de las instituciones que participan en el Comité Directivo.

Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL



## Tabla de contenido

Resumen ejecutivo	v
Lista de abreviaturas	viii
Lista de figuras	ix
Capítulo uno: introducción	1
Antecedentes del proyecto	1
Estructura del informe	1
Antecedentes	2
Oportunidades de reducción de emisiones	4
MDL y el transporte	6
Capítulo dos: el contexto del MDL	7
Régimen regulatorio emergente	7
Metas y propósito del MDL	7
Estructura del MDL	8
Reglas directrices para el MDL	11
Definición de las líneas base y verificación de las reducciones	12
Cómo probar la adicionalidad	13
Estado actual del mercado MDL	14
Desafíos de mercado: infraestructura e incertidumbre después del 2012	15
Las emisiones del transporte y el MDL	16
Capítulo tres: contexto chileno	21
Sistema de transporte de Santiago	23
Autoridades chilenas de transporte	24
Capacidad de planificación	26
Conclusión	30
Capítulo cuatro: estudios de caso	31
Introducción	31
A) Cambio de tecnología de microbuses y el MDL	31
Reseña/contexto	31
Análisis	33

B) Iniciativas para bicicletas y el MDL	39
Reseña/contexto	39
Análisis	41
Conclusiones y recomendaciones	46
C) Eficiencia de localización y el MDL	48
Reseña/contexto	48
Análisis	53
Implicancias y lecciones	58
Capítulo cinco: aspectos claves en el MDL y el transporte	65
Adicionalidad	65
El rol de ODA	66
Incentivos perversos	67
Demanda inducida y límites	68
Proyectos unilaterales	69
Enfoques basados políticas y enfoques sectoriales	71
Transporte y cambio climático: más allá del MDL	73
Capítulo seis : conclusiones y recomendaciones	75
Introducción	75
Estudio de caso de cambio de tecnología de microbuses	75
Estudio de caso de iniciativas para bicicletas	76
Estudio de caso de eficiencia de localización	78
Conclusiones generales del proyecto	79
Referencias	83
Apendice A: Comité directivo	89
Anexo B: Ideas iniciales del proyecto y selección de casos de estudio	91

# Resumen ejecutivo

Este informe presenta un resumen de los hallazgos de un estudio llevado a cabo por el Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (IISD), Consultores de Cambio Climático y Desarrollo (CC&D) y el Centro para la Política de Aire Limpio (CCAP). Este trabajo fue financiado por la Agencia de Desarrollo Internacional de Canadá (CIDA) en cooperación con una cantidad de agencias gubernamentales en Chile, principalmente Transantiago. El proyecto examina los posibles escenarios para utilizar el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) como una herramienta para promover el desarrollo sustentable en el sector Transporte chileno. Los desafíos de movilidad, una capacidad sólida en el modelamiento, el compromiso con el MDL y excelentes conjuntos de datos hacen que Chile sea un lugar ideal donde se pueden probar las soluciones de transporte.

A nivel global, el sector transporte es responsable de casi un cuarto de las emisiones de dióxido de carbono. Esta proporción está aumentando anualmente, particularmente en los países en desarrollo, donde se espera que la población urbana se duplique en el año 2030. Este crecimiento sin control, junto con los muchos otros efectos colaterales del crecimiento del transporte incluyendo la contaminación atmosférica, los impactos en la salud, la congestión, la contaminación por ruido y los accidentes de tránsito enfatizan la importancia de monitorear y reducir las emisiones del sector transporte.

El MDL ofrece la posibilidad de aumentar el financiamiento de proyectos de transporte sustentables, mejorar la capacidad local de planificación y evaluación de proyectos y expandir las oportunidades de transferencia de tecnología. Sin embargo, a pesar su potencial de reducción de

emisiones, los proyectos en el sector transporte han sido más lentos en desarrollarse que otros proyectos en otros sectores. Esos proyectos, especialmente las iniciativas del lado de la demanda, enfrentan importantes barreras metodológicas y financieras. Este proyecto analizó tres estudios de caso que examinaron cómo se podría utilizar el MDL para encontrar soluciones tecnológicas y del lado de la demanda para reducir las emisiones del sector transporte de Santiago.

El primer estudio de caso consistió en un *cambio de tecnología de microbuses* que examinó los potenciales beneficios en los gases de efecto invernadero al cambiar las tecnologías de microbús, desde diesel a híbrido y analizó su factibilidad como un proyecto MDL. El segundo estudio de caso involucró *iniciativas de bicicletas* y evaluó los desafíos metodológicos asociados con el desarrollo de ciclovías y redes como proyectos MDL. El tercer estudio de caso se enfocó en la *eficiencia de la localización* e involucró la medición de los cambios de la demanda de viajes (y la reducción de GEIs) a partir de la motivación del desarrollo de rellenos y discute cómo el MDL se podría utilizar como un incentivo para tener un desarrollo urbano eficiente en cuanto a localización.

Al tratar sobre las preguntas claves del MDL incluyendo la línea base del proyecto, la adicionalidad, metodología y fugas, los estudios de caso ilustraron cómo una gama de proyectos de transporte se ajusta dentro del MDL actual y cómo podrían trabajar mejor en el futuro, y donde otros enfoques de políticas podrían ser apropiados. A partir de las lecciones aprendidas de estos estudios de caso junto con las que emergieron del Taller Internacional,<sup>2</sup> y de las discusiones con otros profesionales en el campo, se desarrollaron conclusiones con respecto a cómo se

2 Los socios del proyecto y el Gobierno de Chile auspiciaron un Taller Internacional sobre Transporte y MDL en Agosto de 2004 (Las presentaciones y el material del Taller se pueden encontrar en el sitio Web del proyecto en: <http://www.iisd.org/climate/global/ctp.asp>).

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

ajustan actualmente los proyectos de transporte a la estructura MDL y los cambios potenciales para después del año 2012. Las principales conclusiones incluyen:

*El MDL debería acomodar los esfuerzos de reducción de la demanda de viajes y también los enfoques basados en políticas y los enfoques sectoriales.*

- Si el MDL tienen que tener un impacto significativo en un transporte sustentable, debe contribuir con los cambios fundamentales en las compras de vehículos (por ejemplo, una mayor eficiencia de combustibles), uso de combustibles (por ejemplo, combustibles de menor contenido de carbono) y muy importante, la conducta en los viajes (por ejemplo, un crecimiento más lento en la demanda de viajes en vehículos motorizados).
- Los proyectos del lado de la demanda están relacionados con la raíz del problema de transporte y tienen múltiples beneficios colaterales, incluyendo aire, salud, ruido, etc.
- Los enfoques basados en políticas y sectoriales pueden tener un impacto mayor en las emisiones, aunque ellas pueden introducir incertidumbres adicionales, especialmente en las proyecciones de las reducciones de los GEIs.
- Dado el bajo tonelaje y los muchos beneficios colaterales de los proyectos de transporte, un enfoque unilateral podría ser más adecuado para los proyectos que se enfocan en las iniciativas con bicicletas, tránsito público o uso de suelos.
- Los enfoques sectoriales tienen el potencial de revertir el “incentivo perverso” que puede disuadir a los países en desarrollo de buscar políticas de reducción de GEIs y también pueden reducir las inquietudes sobre “fugas” de emisiones debido a su naturaleza integral.

*El marco basado en proyectos requerido por las actuales reglas MDL es restrictivo y hace que la cuantificación sea complicada.*

- Las emisiones del sector transporte vienen de muchas fuentes pequeñas (por ejemplo, vehículos individuales) que tienden a no estar gobernadas o monitoreadas por una agencia central, sino que dependen de opciones personales. Las fuentes pequeñas múltiples tienden a ser un desafío para capturarlas a nivel del proyecto.
- El enfoque basado en proyectos podrían no detectar muchas oportunidades de reducción de emisiones importantes, tales como los programas

de economía de combustibles, normas de combustibles renovables, y esfuerzos integrales de “crecimiento inteligente” (eficiencia de localización, políticas del tránsito y del transporte no motorizado).

- Los cambios que potencialmente podrían entregar reducciones substanciales, por ejemplo promoviendo el desarrollo eficiente en cuanto a localización, son demasiado complicados para capturarlos en el marco basado en proyectos requerido.
- Los proyectos de transporte no motorizado (TNM), como el de ciclovías individuales no trabajan bajo el marco basado en proyectos. Una red integral de bicicletas podría ser factible, pero probablemente calzaría mejor en un enfoque sectorial o uno basado en políticas.
- Particularmente en el sector transporte, que requiere que los desarrolladores de proyectos se concentren en lo que se puede cuantificar con confianza, lleva a descontar beneficios de proyectos con el tipo de impacto a largo plazo que el mecanismo trata de promover sobre la demanda de viajes.

*La mayoría de los proyectos de transporte no se ajustan bien dentro del MDL tal como éste funciona actualmente.*

- Dado los altos costos asociados con los proyectos de transporte y la variedad de co-beneficios que motivan esas inversiones, es difícil probar que el MDL tal como está diseñado actualmente lleve a muchos proyectos de transporte a sobrepasar los márgenes para transformarlos en proyectos factibles.
- Aunque tienen el potencial de contribuir positivamente a las metas de sustentabilidad de largo plazo tales como la reducción de la demanda de viajes, los proyectos del lado de la demanda (TNM, uso de suelos, tránsito) no se ajustan bien a la actual estructura del MDL. Esto sucede principalmente por la incertidumbre que existe sobre la implementación de planes de transporte futuros, la complejidad del modelamiento de los impactos de las políticas de viajes/emisiones y los desafíos del monitoreo.
- Los proyectos que sí se ajustan al MDL (como los de cambio de combustible/tecnología) con frecuencia se caracterizan por las bajas emisiones y típicamente tienen un impacto mínimo en la reducción del crecimiento de las emisiones en el largo plazo.

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

- Las reglas restrictivas de adicionalidad llevan a tener una menor presentación de proyectos de transporte para su consideración.

*La consideración de las reducciones de emisiones debería integrarse en la planificación a largo plazo del transporte.*

- Cualquier enfoque basado en proyectos con respecto a las reducciones de emisiones (y probablemente los enfoques sectoriales y de políticas si es que surgen y cuando surjan en el futuro) necesita que se midan indicadores (emisiones, viajes, participación de modos) contra una proyección de hacer negocios como es usual.
- Esta medición requiere una visión clara de los futuros planes de transporte y sus posibles emisiones relacionadas. Por lo tanto, los procesos locales que clarifican los planes de transporte para el futuro como Transantiago contribuyen a facilitar este proceso.

*El MDL es solo una de las herramientas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector transporte.*

- Las decisiones políticas para canalizar los recursos hacia la planificación de uso de suelos, el tránsito público y peatonal y hacia la infraestructura para bicicletas son más importantes para la sustentabilidad en el largo plazo.
- A fin de impactar las emisiones del transporte al largo plazo, se deben apoyar las iniciativas locales a través de esfuerzos internacionales, por ejemplo, ODA bilaterales, fondos GEF, etc.
- El cambio climático (tanto su mitigación como la adaptación) y el transporte deberían integrarse más plenamente en los Documentos Estratégicos para la Reducción de la Pobreza (PRSPs) y también en los marcos de financiamiento del FMI, del Banco Mundial, de los Bancos de Desarrollo Regionales y otros. El MDL podría utilizarse como apalancamiento en cooperación con estas otras fuentes de financiamiento.

Chile representa un terreno de pruebas ideal para proyectos MDL de transporte debido que sus aspectos de movilidad y sus problemas de calidad del aire son bastantes similares a los de otros países en desarrollo; debido a sus datos de transporte y a su fuerte capacidad de modelamiento; y debido que el gobierno chileno tiene un fuerte compromiso con el MDL y con afrontar el cambio climático.

A pesar los datos de alta calidad de Chile, los modelos avanzados y los profesionales más experimentados, los proyectos tales como los que se revisan en los estudios de caso, particularmente bajo iniciativas del lado de la demanda, enfrentan importantes desafíos metodológicos e incertidumbres. Estos desafíos podrían imponer barreras insalvables en la gran mayoría de los países en desarrollo que tienen datos más pobres, modelos más débiles y menos experiencia que Chile en el modelamiento y análisis de proyectos de transporte y de uso de suelos.

Dado el hecho que las emisiones del sector transporte provienen de muchas fuentes pequeñas (por ejemplo, vehículos individuales), el impacto de los proyectos será muy pequeño a menos que se vea afectada una gran cantidad de vehículos, litros de combustible o pasajeros. El MDL fue diseñado para abarcar proyectos específicos con reducciones de GEIs cuantificables y verificables. Aun así, este enfoque basado en proyectos podría perder importantes oportunidades de reducciones de emisiones del sector transporte, como los programas de economía de combustibles, normas de combustibles renovables y esfuerzos integrales de “crecimiento inteligente” (por ejemplo, uso de suelos con eficiencia de localización y las políticas de tránsito y TNM).

Los países en desarrollo necesitan un enfoque integrado donde el transporte forma parte de una mayor orientación hacia el desarrollo sustentable que también incluya el tema de la vivienda, uso de suelos y el desarrollo económico. Las actuales decisiones de infraestructura, inversiones y desarrollo tienen un gran impacto sobre las tasas de emisión a futuro; el implementar soluciones sustentables hoy ayudaría avanzar hacia múltiples metas públicas. Los beneficios de corto plazo (por ejemplo, la calidad del aire y el mejoramiento de la salud y el alivio de la congestión) pueden ayudar a hacer que las soluciones de sustentabilidad a largo plazo sean más viables políticamente. Para avanzar en estas y otras metas de sustentabilidad local a través de MDL, los proyectos y políticas de transporte deben ajustarse mejor bajo los parámetros del mecanismo.

Bajo el escenario después del 2012, el permitir un MDL basado en políticas o un MDL sectorial se podría acomodar mejor los cambios tales como las estrategias integrales de tránsito y uso de suelos, normas de economía de combustible y normas de combustibles renovables a través de todo el sistema. A fin de asegurar el impacto a largo plazo de las

## **Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL**

emisiones de transporte, las iniciativas MDL necesitarán aprovechar la asistencia internacional a través de ODA, los bancos de desarrollo y otras

agencias y programas de financiamiento y deberán trabajar codo a codo con los líderes locales para lograr esta meta común.

## Lista de abreviaturas

AAU/CUA	cantidad unitaria asignada	NGO/ONG	organización no gubernamental
ADB	Banco de Desarrollo Asiático	NMT/TNM	tráfico no motorizado
BRT/TRB	tránsito rápido de buses	N <sub>2</sub> O	óxido nitroso
CBD/DCC	distrito comercial central	OD	origen/destino (encuesta)
CER/CER	certificado de reducción de emisiones	ODA	asistencia oficial de desarrollo
CDM/MDL	mecanismo de desarrollo limpio	OECD	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
CH <sub>4</sub>	metano	PDD/DDP	documento de diseño del proyecto
CNG/GNL	gas natural comprimido	PFCs	perfluorocarbonos
CO	monóxido de carbono	PTUS	plan para el transporte urbano de Santiago
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono	SECTRA*	Secretaría Interministerial de Planificación de Transporte
CONASET*	Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito	SF <sub>6</sub>	hexafluoruro de azufre
CONAMA*	Comisión Nacional del Medio Ambiente	TDM	gestión de la demanda de transporte
DAC	comité de asistencia al desarrollo (de la OECD)	UN/NU	Naciones Unidas
DOE/EOD	entidad operacional designada	UNDP/PNUD	Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
EB/CE	Consejo Ejecutivo (del MDL)	UNEP	Programa del Ambiente de las Naciones Unidas
EFE	Empresa de los Ferrocarriles del Estado	UNFCCC/CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
EIT/EET	economías en transición	USD	dólares estadounidenses
EU	Unión Europea	USDOE	Departamento de Energía de Estados Unidos
GEF	Instalación Ambiental Global	USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
GHG	gas de efecto invernadero	VOC/COV	compuesto orgánico volátil
GIS/EIV	esquema de inversión verde	VKT/VKV	vehículos kilómetros viajados
GWh	giga watt hora	\$	Todas las cifras en dólares se cotizan en dólares estadounidenses a menos que se indique lo contrario.
HFCs	hidrofluorocarbonos		
IET	transacciones internacionales de emisiones		
JI/IC	implementación conjunta		
LE/EL	eficiencia de localización		
MIDEPLAN	Ministerio de Planificación y Cooperación		
MINVU*	Ministerio de Vivienda y Urbanismo		
MOPTT*	Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Telecomunicaciones		
MT	megatonelada		
MW	megawatt		

Las abreviaturas en negrita se utilizan en español en el texto.

\* indica que es miembro del comité directivo del proyecto.

## Lista de figuras

1	Emisiones Globales de CO <sub>2</sub> durante 2001 por Sector	2
2	Emisiones GEIs de Vehículos de Pasajeros en Chile: 2000–2020	3
3	Determinantes de las Emisiones del Transporte de Pasajeros: Conductas y Tecnologías	4
4	El Ciclo de un Proyecto MDL	9
5	Iniciativas Actuales de Transporte en Desarrollo como Proyectos MDL	17
6	Distribución de Hogares en el Gran Santiago por Nivel de Ingresos	21
7	Emisiones de CO <sub>2</sub> por Modos del Sector Transporte en Chile	22
8	Inventario de las Emisiones Anuales de Contaminantes en Santiago	22
9	Evaluación de Participación de Modos para Santiago 1991–2001	23
10	Instituciones Involucradas en el Transporte Urbano y el Desarrollo Urbano	25
11	Supuestos de Costos de Vehículos y Costos Operacionales	37
12	Costo Incremental de Uso de Microbuses Híbridos Diesel-eléctricos (Específico para Transantiago)	38
13	Supuestos para la Partición Modal de Línea Base para Cálculos de Muestra	44
14	Cálculo de Emisiones Evitadas para una Red de Bicicletas Integral	46
15	Toneladas Acumulativas (millones) Reducidas Bajo los Distintos Escenarios	55
16	Costo estimado por Tonelada (US\$) Bajo Diferentes Periodos de Tiempo para Proyectos MDL	55
17	Comparación de los Resultados de los Estudios de Caso	62

# Capítulo uno

## Introducción

### Antecedentes del proyecto

El Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (IISD), Consultores de Cambio Climático y Desarrollo (CC&D) y el Centro para la Política de Aire Limpio (CCAP), con el financiamiento de la Agencia de Desarrollo Internacional de Canadá (CIDA) en el año 2001 se embarcaron en un proyecto para explorar el potencial de los proyectos de transporte dentro del MDL y crear la capacidad dentro del sector transporte chileno para integrar la consideración de los gases de efecto invernadero en su proceso de planificación de transporte.

El propósito de este proyecto fue dar asistencia al gobierno de Chile en la identificación de proyectos de transporte que pudieran aprovechar el financiamiento del MDL y construir su capacidad institucional para reconocer y desarrollar proyectos de transporte que reduzcan las emisiones. Más explícitamente, las metas del proyecto eran:

- Construir la capacidad institucional chilena para desarrollar, evaluar, y facilitar proyectos y políticas MDL en el sector transporte que producen reducciones verdaderas de los gases de efecto invernadero (GEIs) y de los contaminantes atmosféricos locales que cumplan con las necesidades de desarrollo sustentable del país.
- Involucrar a todos los actores del transporte en Santiago en un diálogo sobre los hallazgos analíticos del estudio y su rol potencial en el MDL y otras iniciativas para la reducción de emisiones.
- Identificar y conducir una evaluación de la factibilidad preliminar de las oportunidades reales de un proyecto MDL en el sector transporte de Chile, basado en los hallazgos de la fase de investigación del proyecto y en actividades de construcción de capacidad.

- Desarrollo de métodos y recomendaciones para estructurar los proyectos MDL en el sector transporte.

La decisión de asociarse con Chile fue estratégica; el país está preparado para los proyectos de transporte sustentables y se considera como un buen anfitrión para inversiones MDL. Chile tiene una economía abierta, estable y desregulada, crecimiento económico anual sólido y niveles de pobreza en disminución, pero aun debe progresar para llegar a una economía sustentable. Aprovechar el MDL para enfrentar estos desafíos, particularmente en el sector transporte, es una oportunidad importante para Chile.

Además, Chile ya ha demostrado un compromiso nacional para afrontar el cambio climático con su apoyo a la CMNUCC, tal como se expresó en la Primera Comunicación Nacional. La ratificación del Protocolo de Kyoto de parte de Chile y su liderazgo regional para atraer inversiones de MDL son claras evidencias de su compromiso en la búsqueda de estas oportunidades. El gobierno ha indicado su deseo de actuar inmediatamente para atraer proyectos y el mercado internacional del carbono lo ha reconocido como un gobierno líder en esta área.

Finalmente, Chile ya posee una sólida capacidad dentro del país para afrontar la complejidad de la aplicación del MDL al sector transporte. La participación en el proceso de Kyoto ha familiarizado a los funcionarios gubernamentales con los temas relacionados con el cambio climático y también con el marco y las reglas relacionados con el MDL. Si el transporte funciona con MDL, debería ser en Chile, donde existen datos y modelos de alta calidad para ayudar a superar los desafíos metodológicos.

### Estructura del informe

El informe comienza con una discusión de trasfondo sobre el transporte y el clima y continúa con una revisión del MDL y el estado actual del mercado del carbono. El Capítulo 3 provee los antecedentes del sector transporte en Santiago en el pasado, el presente y el futuro. Este capítulo también resalta los desafíos ambientales locales, el estado de la infraestructura de transporte y las principales instituciones involucradas en la planificación y ejecución de las iniciativas de transporte en la ciudad.

A través de tres estudios de caso diferentes, el proyecto examinó el desarrollo de línea base y los aspectos de la adicionalidad, el monitoreo y los requerimientos de datos tanto tecnológicos como de las reducciones de emisiones del lado de la demanda. El Capítulo 4 presenta los hallazgos resumidos de estos tres estudios de caso. El primer estudio de caso examina la factibilidad de utilizar el MDL para promover un *cambio de tecnología* de microbuses diesel a microbuses híbridos diesel-eléctricos. El escenario examina el impacto de los mejoramientos técnicos adicionales al plan de transporte que se está desarrollando actualmente para Santiago y que tienen como objetivo reducir aun más las emisiones. El estudio de las *iniciativas de bicicletas* analizó el potencial y factibilidad de desarrollar un proyecto MDL para tanto una sola ciclovía como una red integral de bicicletas para la ciudad de Santiago. El estudio de caso final sobre la eficiencia de localización evaluó el potencial de reducción de GEIs causados por el transporte cambiando los patrones de desarrollo urbano para habilitar viajes más cortos y un cambio a modos menos contaminantes. Los resultados de este estudio están basados en una integración del uso de suelos y el modelamiento de la demanda de viajes.

El Capítulo 5 del informe presenta discusiones de los desafíos claves asociados con el MDL del sector transporte, incluyendo la adicionalidad y la verificación de reducciones. Este capítulo también examina nuevas ideas y provee una mirada del sector transporte al rol de la asistencia oficial para el desarrollo de proyectos, el desarrollo de políticas en forma de proyectos y el potencial de MDL sectorial y unilateral. Aquí también se incluyen temas como la demanda inducida y los incentivos perversos. Aunque el MDL podría contribuir al desarrollo de sistemas de

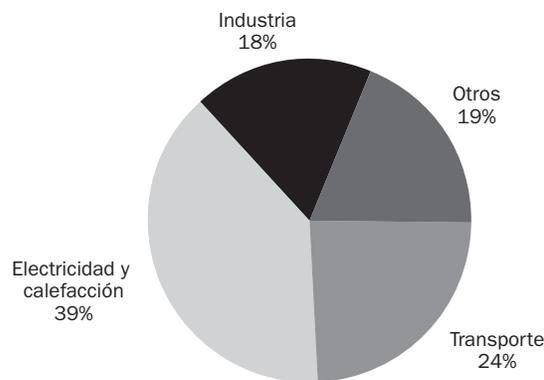
transporte sustentables en el futuro, es importante reconocerlo como una herramienta de muchas otras. Como tal, el Capítulo 5 también hace resaltar algunas de las oportunidades más importantes de reducción de emisiones que son posibles a través de inversiones en el sector y su regulación.

Finalmente, en el Capítulo 6 el informe entrega recomendaciones basadas en los estudios de caso llevados a cabo en Santiago y dirigidas a los que toman las decisiones sobre el transporte nacional y también dirigidas a la comunidad MDL internacional.

### Antecedentes

El transporte es un gran contribuyente al problema global del cambio climático. La Figura 1 ilustra el rol dominante del transporte en la producción de CO<sub>2</sub>. Este sector es responsable de casi un cuarto de las emisiones de dióxido de carbono y es la fuente de emisiones de GEIs de más rápido crecimiento a nivel mundial. Las emisiones del transporte están creciendo a aproximadamente un 2,1 por ciento al año en todo el mundo y un 3,5 por ciento al año en los países en desarrollo.<sup>3</sup> Con la expectativa de duplicar la población urbana de los países en desarrollo en el 2030, las emisiones del transporte son de particular preocupación para los centros urbanos.

Figura 1: Emisiones globales de CO<sub>2</sub> durante 2001 por sector (IEA, 2003)<sup>4</sup>



Si bien el transporte aéreo, marítimo y terrestre son todos importantes contribuidores a la participación del sector a las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, el crecimiento en el uso de vehículos particulares y de los vehículos

3 Agencia Internacional de Energía. *World Energy Outlook*, 2002.

4 Emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de la Combustión de Combustibles, Edición 1970/2001–2003. París, IEA/OECD.

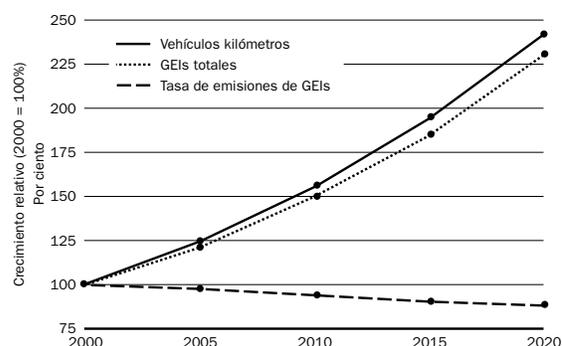
kilómetros viajados es de particular preocupación. Las proyecciones de transporte proyectan un continuo y rápido crecimiento en la cantidad de conducción tanto en países industrializados como en desarrollo. Por ejemplo, en la Unión Europea, las emisiones del transporte colectivamente están un 34 por ciento sobre los niveles de emisiones de 1990.<sup>5</sup> Los mejoramientos proyectados en la eficiencia de los vehículos de pasajeros y el contenido de carbono en los combustibles dependen de variables específicas de los países.

El crecimiento sin control del sector en Chile subraya la importancia del monitoreo y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. En Chile, como en la mayoría de los países en desarrollo, el transporte es una de las fuentes más grandes de emisiones de dióxido de carbono relacionada con la energía. Los agudos incrementos de emisiones vendrán acompañados con otros riesgos que incluyen la contaminación atmosférica local, impactos en la salud, congestión, contaminación sonora, accidentes del tránsito y otros.

El sector transporte en Chile representa el 34 por ciento de las emisiones de CO<sub>2</sub> y carbono relacionadas con la energía—segundo después del sector de generación eléctrica que representa el 36 por ciento. En el 2001, las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte llegó a un total de 19,3 millones de toneladas.<sup>6</sup>

Paralelamente, la Región Metropolitana de Santiago está experimentando un rápido crecimiento en el sector transporte, que se ve representado por un mayor uso de vehículos particulares. El escenario de línea base proyectado en el informe de Pew Center, *Transporte en Países Desarrollados: Escenarios del Gas de Efecto Invernadero para Chile*, muestra que las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector transporte podrían más que duplicarse en el año 2020 si no se toman medidas de mitigación.<sup>7</sup> La Figura 2 muestra el espectacular impacto del rápido crecimiento de la conducción en las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de vehículos de pasajeros en Chile, basado en el análisis del Pew Center.<sup>8</sup>

**Figura 2: Emisiones GEIs de vehículos de pasajeros en Chile: 2000–2020**



El Pew Center proyecta un 12 por ciento de mejoramiento en las emisiones de CO<sub>2</sub> en los vehículos de pasajeros para el 2020 (línea inferior), pero a la vez proyecta un 141 por ciento de aumento en los vehículos kilómetros viajados (VKV – línea superior), llevando a un importante crecimiento en las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (línea del medio).<sup>9</sup> Este escenario específico para Chile refleja una tendencia común que se ve en otros países a nivel mundial. Aunque los mejoramientos de la tecnología de los vehículos pudieron mantenerse a la par con el crecimiento en los VKVs, las emisiones del transporte se nivelarían a los niveles del año 2000. Sin embargo, los investigadores del clima indican que se requieren reducciones de aproximadamente un 60 por ciento por debajo de los niveles de 1990 en el año 2050 para estabilizar las concentraciones atmosféricas de GEIs y así evitar importantes perturbaciones ecológicas y económicas.<sup>10</sup> Así, además de los mejoramientos en las tecnologías de los vehículos, será necesario evaluar los ahorros potenciales de las medidas de combustibles con bajo contenido de GEIs y de las políticas para disminuir el crecimiento de los VKVs. Los esfuerzos estratégicos para influenciar el diseño y densidades

5 Jurgen LeFevre, Comisión Europea, “Desarrollo Reglamentario y Vínculos: La Unión Europea” (presentación en la reunión IETA, Noviembre 2004).

6 Conama-Dictuc-Pnud. Inventario de Emisiones 2001.

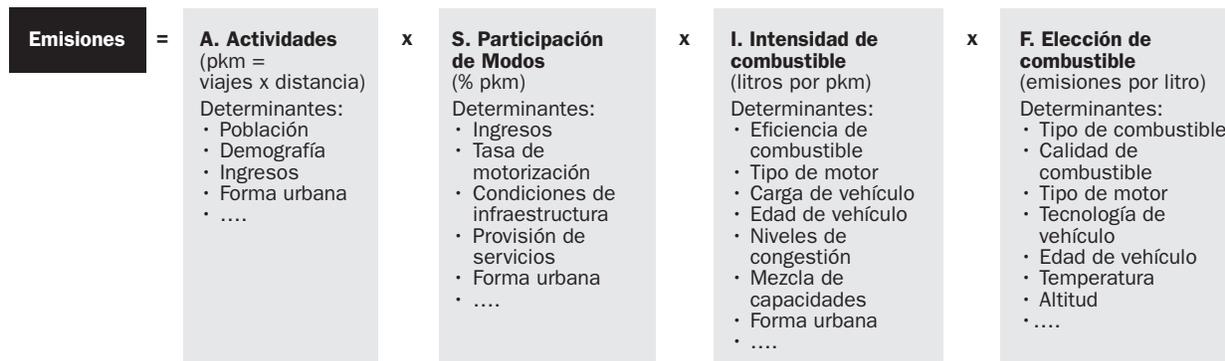
7 Pew Center sobre el Cambio Climático. 2002. *Transporte en Países Desarrollados: Escenarios del Gas de Efecto Invernadero para Chile*. Washington, D.C.

8 Pew Center 2002, *ibid.*

9 Nota: esta figura ilustra el porcentaje de aumento de las emisiones con respecto al año 200; diferente al requerimiento del protocolo de Kyoto de una promedio de reducciones de GEIs de aproximadamente un 5 por ciento bajo los niveles de 1990 para los países industrializados.

10 Panel Inter-gubernamental sobre Cambio Climático, Tercer Informe de Evaluación, 2001.

Figura 3. Determinantes de las Emisiones del Transporte de Pasajeros: Conductas y Tecnologías<sup>11</sup>



Nota: pkm = pasajeros kilómetros

urbanas pueden impactar significativamente la demanda de viajes y pueden tener un rol potencial en la reducción de las emisiones.

Los proyectos del lado de la demanda se enfocan en alejar la conducta de viajes de los automóviles y acercarla al transporte público y al transporte no motorizado (TNM), de esa forma revirtiendo o disminuyendo la tasa de crecimiento de los VKVs y reduciendo las emisiones. El evitar las emisiones a través de las reducciones de las demandas tiene beneficios que van más allá que mitigar el cambio climático; la calidad del aire mejora y también se reducen los problemas como el asma causados por la exposición a los contaminantes.

### Oportunidades de reducción de emisiones

Hay cuatro componentes claves que guían las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte: actividad de viajes (vehículos kilómetros viajados, o VKVs), participación de modos, intensidad de combustible, y contenido de carbono en combustible (consultar la Figura 3).

Los esfuerzos para influenciar los patrones de las actividades de viajes o las selecciones de modo son de una naturaleza esencialmente conductual, mientras

que los que influyen la intensidad de combustible y el contenido de carbono tienen como objetivo del “arreglo” tecnológico. Hay tres componentes esenciales en el diseño de potenciales oportunidades de reducción de emisiones:

#### 1. Mejoramientos de la tecnología de los vehículos

La regulación de la economía de combustibles en los vehículos ha sido una política muy exitosa en Estados Unidos, Europa y Japón y probablemente será una herramienta importante en el futuro. Los acuerdos voluntarios con la industria también podrían jugar un rol importante en algunos países. Se espera que los esfuerzos en Canadá, Europa, Japón y China mejoren la economía de los combustibles de los nuevos vehículos en un 23–33 por ciento en el 2010. Se espera que las nuevas normas de gases de efecto invernadero en California logren un 30 por ciento de reducción en las tasas de emisión de CO<sub>2</sub> de vehículos de pasajeros nuevos en el 2016, dando como resultados ahorros de *parque completo* de 27 por ciento en el 2030.<sup>12</sup> Desafortunadamente, se prevé que el rápido crecimiento de la conducción continuará siendo incluso mayor que estos esfuerzos tan progresistas.

11 Adaptado de: Lee Schipper *et al.*, *Flexibilizando el Vínculo entre las Emisiones de Gases de Invernadero a partir del Transporte: Una Vía para el Banco Mundial*, (París: Agencia Internacional de Energía, Junio 2000); Sheoli Pargal y Mark Heil, “Reducción de la Contaminación Atmosférica del Transporte Urbano de Pasajeros: Un Marco para el Análisis de Políticas,” *Journal of Environmental Planning and Management*, 43, No. 5 (2000), 667–668.

12 Ver, por ejemplo, An. F., and A. Sauer, “Comparación de la Economía de Combustibles en Vehículos de Pasajeros y Normas de Emisión de Gases Alrededor del Mundo,” Pew Center sobre el Cambio Climático Global, Diciembre 2004.

### 2. Disminución de la intensidad de carbono en los combustibles

El uso de bio-combustibles como el etanol y el biodiesel puede reducir las emisiones GEIs porque el carbono contenido en el combustible ha sido absorbido de la atmósfera por los cultivos. El E-10 (gasolina con un 10 por ciento de etanol) se puede utilizar en la mayoría de los automóviles y reducir el ciclo de vida de las emisiones de GEIs en aproximadamente 25 por ciento, dependiendo del cultivo utilizado.<sup>13</sup> Una penetración total del E-10 y B-20 (por ejemplo, de acuerdo a las normas de combustibles renovables) reduciría las emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte en cerca de un 7–10 por ciento. Probablemente la reducción podría ser mayor en aquellos países con condiciones agrícolas, económicas y políticas apropiadas (por ejemplo, con cultivos energéticos nacionales de bajo costo y una penetración significativa del E-85 o el E-100).<sup>14</sup>

El etanol celulósico derivado de plantas leñosas puede dar como resultado tres veces el ahorro del etanol derivado del maíz o de la caña de azúcar (el E-10 de la madera reduciría los GEIs en aproximadamente 8 por ciento). Se necesitará más investigación y desarrollo para bajar los costos de producción a un nivel competitivo. Los potenciales beneficios de GEIs del etanol celulósico dependerán de la cantidad de superficie terrestre disponible para la producción de los cultivos de bio-combustibles.

Los vehículos con celdas combustibles han atraído mucho la atención durante los últimos años como una solución prometedora a la dependencia del petróleo y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los analistas de la industria y gubernamentales predicen que tomará entre 25 a 40 años para que estos vehículos estén disponibles comercialmente, para que sean asequibles y para que logren una penetración significativa en el mercado. Actualmente los vehículos con celdas combustibles enfrentan significativas barreras técnicas y económicas.<sup>15</sup> Los beneficios de los gases de invernadero de los vehículos con celdas combustibles son inciertos y dependen de la fuente de hidrógeno. Tal como sucede con la electricidad, existirá la necesidad de haber un aumento importante

en el uso de energías renovables o avances tecnológicos en la captura del carbono y la quelación del carbón a fin de generar hidrógeno en una forma amistosa con el clima. Además se requerirán inversiones en nueva infraestructura como la de las redes de distribución de hidrógeno. A través de mucha investigación y desarrollo podríamos llegar a tener vehículos de hidrógeno amistosos con el clima. O, como sucede frecuentemente con la Investigación y Desarrollo, el camino al hidrógeno podría encauzarse a direcciones insospechadas y llevar a otros importantes avances. Una pregunta clave es qué tipo de retraso en la penetración de la tecnología existirá en los países en desarrollo y si hay oportunidades de avance rápido.

### 3. Disminución del crecimiento en la demanda de viajes

La inversión en infraestructura, las decisiones de desarrollo y las políticas de transporte actuales tendrán un impacto mayor en las emisiones futuras. El rápido crecimiento en la propiedad y el uso de los automóviles parece inevitable, pero la disponibilidad de opciones eficientes como la infraestructura de bicicletas requerirá de planificación e inversiones premeditadas. La continuación de la aplicación de políticas de hacer los negocios como es usual—contrariamente a la inversión en transporte sustentable y la búsqueda de políticas eficientes de uso de suelo—impondrá altos costos de oportunidad bloqueando los patrones de viajes orientados al automóvil que ponen al mundo en una vía hacia altos GEIs.

El mejoramiento de los vehículos y combustibles necesitará I y D continuo junto con políticas de implementación eficaces. La disminución del crecimiento en la demanda de viajes requiere opciones de transporte eficientes, patrones de desarrollo del suelo que se acomodan a los peatones y al tránsito, y (quizás) incentivos complementarios y señales de precio. La investigación muestra que la gente conduce menos en lugares con opciones valiosas de transporte y patrones de desarrollo eficientes. Esto lleva a dos preguntas fundamentales: 1) ¿hasta qué punto pueden las políticas de transporte sustentable disminuir la tasa de crecimiento en las actividad de viajes (VKV)?; y 2) ¿qué se necesitará para implementar estas políticas?

13 Para obtener más información sobre los impactos de los GEIs de los combustibles renovables sobre el ciclo de vida, ver el modelo GREET y su documentación en <http://greet.anl.gov/publications.html>.

14 Por ejemplo, Brasil.

15 Para obtener más información sobre vehículos a hidrógeno, ver D. Sperling y J. Cannon, eds., *La Transición de la Energía del Hidrógeno*, Elsevier Press, 2004. [http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws\\_home/702930/description#description](http://www.elsevier.com/wps/find/bookdescription.cws_home/702930/description#description)

Una revisión de los planes de transporte regional sustentable en Estados Unidos que enfatiza el tránsito público y políticas de uso de suelos con “crecimiento inteligente” indica que tales iniciativas pueden reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 3–25 por ciento bajo las proyecciones de “hacer los negocios como es usual.”<sup>16</sup> Se puede esperar que el rango de ahorros potenciales sería más alto en los países en desarrollo, los que tienden a tener altas densidades poblacionales urbanas, niveles bajos y de rápido crecimiento en la propiedad de automóviles y que generalmente no han experimentado medio siglo de tendidos suburbanos orientados a los automóviles. El lograr importantes reducciones en los VKVs y en las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de políticas de crecimiento inteligentes requiere tres elementos críticos: planificación regional integral, liderazgo político y financiamiento (para el tránsito, los cambios de diseño, incentivos de desarrollo, infraestructura para bicicletas, etc.). Consultar el Capítulo 5 para revisar más sobre el tema.

### **MDL y el transporte**

El Mecanismo de Desarrollo Limpio se creó como una forma de contribuir al desarrollo sustentable de los

países en desarrollo y a la vez ofrecer reducciones de emisiones efectivas en cuanto a costo a aquellos países comprometidos con los objetivos de GEIs de acuerdo al Protocolo de Kyoto. El MDL ofrece la posibilidad de aumentar el financiamiento de proyectos de transporte, intensificar la planificación local y la capacidad de evaluación de proyectos y expandir las oportunidades de transferencia tecnológica. Sin embargo, existen desafíos difíciles que se tienen que superar antes que estos proyectos se tornen más factibles de realizar. Hasta la fecha se han ejecutado muy pocos proyectos bajo desarrollo para el MDL en el sector transporte, en parte debido a las dificultades en el modelamiento, medición y cuantificación de las reducciones en este sector. Este hecho subraya la importancia de un análisis adicional. El Capítulo 2 provee los antecedentes contextuales para los hallazgos de la investigación revisando la estructura y funcionamiento del MDL y el estado actual del mercado de carbono.

---

16 Centro para la Política de Aire Limpio, “Crecimiento Inteligente y Activador de la Calidad del Aire,” Diciembre 2004.

# Capítulo dos

## El contexto del MDL

### Régimen regulatorio emergente

El 16 de febrero del 2005, noventa días después de la ratificación de Rusia, el Protocolo de Kyoto entró en vigencia como acuerdo internacional siete años de haberse concluido en prolongadas negociaciones en Diciembre de 1997. Todos los acuerdos elaborados en el Protocolo, incluyendo la muy importante Declaración de Bonn y los Acuerdos de Marrakech que también comenzaron su vigencia. Esto significa que las reglas establecidas por los Mecanismos de Kyoto para el recuento, reporte y monitoreo de depósitos y emisiones y también los términos relacionados con la construcción de capacidad, y la transferencia y adaptación de tecnologías hoy son todos obligatorios. Esto representa un gran logro. A pesar de sus objetivos controversiales, no hay duda que Kyoto representa un primer paso importante para el desarrollo de un régimen global sobre el cambio climático, atribuyendo un importante valor al carbono y otros gases de efecto invernadero.

Muchos de los países que han ratificado el Protocolo de Kyoto actualmente están desarrollando y ejecutando enfoques para lograr sus respectivos compromisos de reducción de emisiones.<sup>17</sup> El Mecanismo de Desarrollo Limpio es un elemento importante para que los países puedan cumplir con sus compromisos y para crear nuevas oportunidades de desarrollo económico y sustentable en los países anfitriones.

### Metas y propósito del MDL

El Protocolo de Kyoto fue firmado en 1997 por los estados miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

(CMNUCC). El Protocolo establece metas obligatorias de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para cada país industrializado a un promedio de aproximadamente 5,2 por ciento bajo los niveles de 1990 durante el periodo 2008–2012.<sup>18</sup> El Protocolo incluye los seis gases de efecto invernadero claves: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Siendo el primer acuerdo para establecer restricciones legalmente obligatorias sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, el Protocolo también fue pionero con la introducción de tres “mecanismos de mercado” desarrollados para reducir el costo del cumplimiento de los compromisos:

*Transacción Internacional de Emisiones (IET):* permite a los países transferir parte de sus emisiones permisibles, o “Cantidad Unitaria Asignada” (CUA).

*Implementación Conjunta (IC):* autoriza a los países a reclamar créditos por las reducciones de emisiones de las inversiones en otros países industrializados, lo que lleva a la transferencia de “Unidades de Reducción de Emisiones” (URE) entre las partes.

*Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL):* permite que los proyectos que reducen emisiones y que den como resultado un desarrollo sustentable en los países anfitriones generen “Certificados de Reducción de Emisiones” (CERs) para que los utilice el inversionista o para la venta del parte del proponente del proyecto.

17 Hay cuatro países industrializados que aun no han ratificado el Protocolo de Kyoto: Australia, Liechtenstein, Mónaco y Estados Unidos.

18 Debido a la falta de vinculación de parte de Estados Unidos y Australia en el primer periodo de compromiso, si el resto de las Partes cumple con sus compromisos, este promedio será más bajo.

El MDL permite que se ejecuten proyectos de parte de gobiernos o entidades privadas de países industrializados (definidos bajo el Protocolo en su Anexo 1) que reduzcan las emisiones en países en desarrollo (no-Anexo 1). Los proponentes recaudan créditos en forma de unidades de Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) que se pueden aplicar contra sus propias metas nacionales para la reducción de emisiones. En esta forma, los países que son anfitriones de proyectos MDL pueden sacar ventaja de los beneficios del desarrollo sustentable y los que invierten pueden cosechar el menor costo por tonelada de la reducción de carbono. En algunos casos podría ser posible que los países anfitriones lleven a cabo proyectos independientemente y pueden vender los créditos en el mercado sin un inversionista del anexo 1 involucrado. Estos proyectos se han denominado “proyectos unilaterales.”

El Artículo 12 del Protocolo de Kyoto clarifica la doble meta del MDL:

“El propósito del mecanismo de desarrollo limpio será:

1. asistir a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr el desarrollo sustentable y contribuir al objetivo final de la Convención; y
2. asistir a las Partes incluidas en el Anexo I a lograr el cumplimiento de su limitación cuantificada de emisiones y los compromisos de reducción establecidos en el Artículo 3.”<sup>19</sup>

### Estructura del MDL

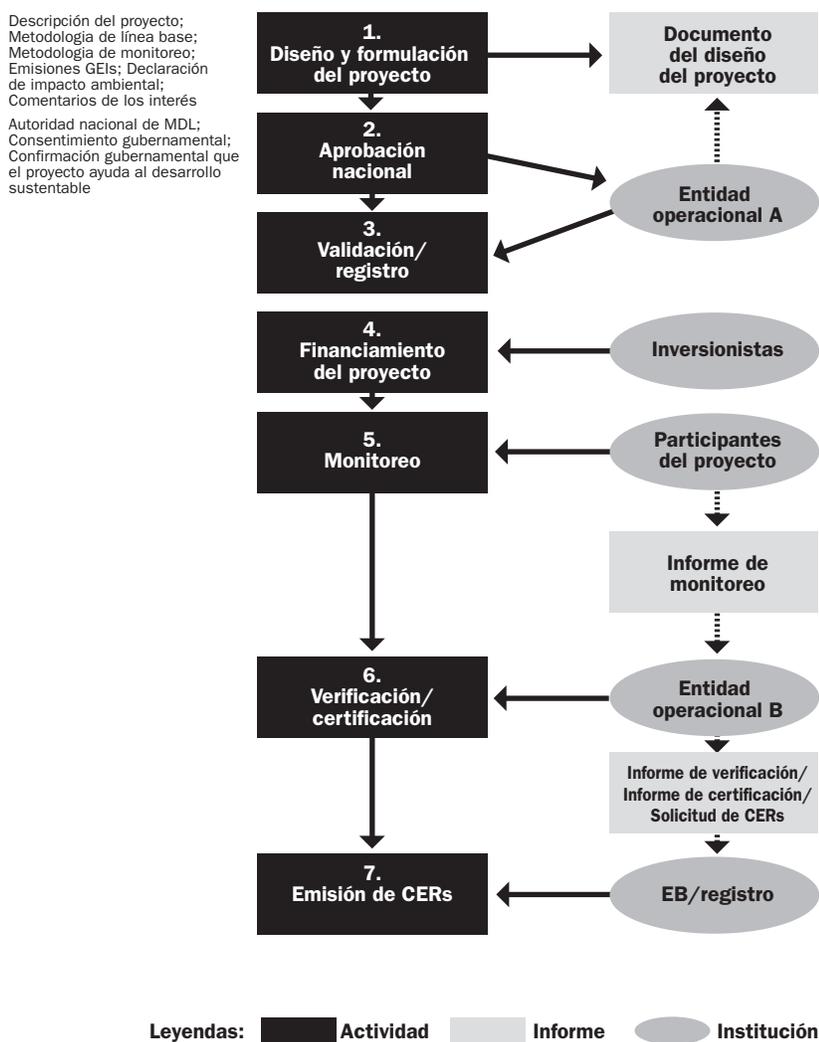
El Mecanismo de Desarrollo Limpio está organizado de acuerdo a un ciclo de proyecto (consultar la Figura 4). El siguiente capítulo provee una breve reseña de los pasos del ciclo de un proyecto MDL, seguido por una descripción de los actores claves en el sistema. Es importante señalar que aunque el diagrama muestra un proceso lineal, en realidad varios de estos pasos se pueden realizar simultáneamente, o en algunos casos el orden puede ser levemente distinto.

1. *Diseño y formulación del proyecto:* Los proponentes del proyecto desarrollan un borrador de Documento de Diseño de Proyecto (DDP), la definición de la línea base y los requerimientos de adicionalidad, la estimación de las reducciones de emisiones proyectadas para el proyecto y una descripción de un plan de monitoreo.

2. *Aprobación Nacional:* Se requiere la aprobación del país anfitrión antes que el proyecto pueda pasar a la fase de validación o de registro. Los proponentes presentan el DDP a la Autoridad nacional Designada para el MDL en el país y debe obtener una carta de aprobación después de haberse completado el proceso de aprobación nacional. En algunos casos este proceso involucra una Evaluación de Impacto Ambiental, consultas con los actores y/o requerimientos de permisos legales.
3. *Validación/Registro:* El DDP se presenta a una Entidad Operacional para su validación. Los componentes del proceso de validación incluyen: la revisión de los resultados de la participación ciudadana, comentarios de los actores locales, evaluación de impacto ambiental y revisión de la metodología, línea base y plan de monitoreo.
4. *Financiamiento del proyecto:* El financiamiento de un proyecto MDL puede tener muchas formas, dependiendo del ‘Acuerdo de Compra’ firmado entre el proponente del proyecto y el comprador. El inversionista puede contribuir con los fondos totales o parciales de los costos del proyecto y recibirá tanto el retorno financiero como los CERs. Los detalles exactos de cada acuerdo de compra no los especifica el protocolo y los deciden las partes involucradas en la transacción.
5. *Monitoreo:* El monitoreo externo de las reducciones de emisiones que ocurren en un proyecto MDL debe ser realizado por terceros como condición para la verificación.
6. *Verificación/Certificación:* La verificación la realiza una segunda Entidad Operacional e incluye una revisión de la documentación del proyecto, inspecciones de las actividades en terreno, revisión de los resultados del monitoreo y análisis de la línea base y de las reducciones de emisiones. Los resultados de esta etapa del proceso son de divulgación pública en el sitio Web MDL CMNUCC para su revisión.<sup>20</sup>
7. *Emisión de CERs:* El Consejo Ejecutivo emite Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) después de haber completado el proceso de verificación. los CERs ingresan en las cuentas de los compradores.

<sup>20</sup> [http://unfccc.int/kyoto\\_mechanisms/cdm/items/2718.php](http://unfccc.int/kyoto_mechanisms/cdm/items/2718.php)

Figura 4: El ciclo de un proyecto MDL 21



Hay varios actores involucrados a través de todo el ciclo del proyecto y la ejecución de un proyecto MDL:

### Proponente del proyecto

El proponente del proyecto es la empresa, el gobierno o la entidad local que desarrolla e implementa el proyecto MDL. En el caso de un MDL unilateral, el proponente del proyecto puede ser el país anfitrión mismo (o una entidad privada dentro de él).

### Comprador de CERs

Los compradores de CERs típicamente son gobiernos del Anexo I, bolsas de carbono o empresas, todos ellos interesados en suplementar sus reducciones nacionales con unidades de carbono adicionales. Los beneficios para los países inversionistas incluyen la oportunidad de tener opciones de reducciones de emisiones de menor costo que lo que podrían lograr localmente y la participación en iniciativas de desarrollo sustentable. El MDL también ofrece la oportunidad de tener acceso a nuevos mercados, exhibir tecnologías más limpias y crear asociaciones con países en desarrollo.

21 UNEP, Introducción al Mecanismo de Desarrollo Limpio, (sin fecha), <http://www.unepriaoe.org/CDMCapacityDev/>, página 12.

### País anfitrión/autoridad nacional

Ser anfitrión de proyectos MDL puede ser una oportunidad atractiva para países en desarrollo a fin de guiar las inversiones a las áreas de prioridad económica, para cosechar los beneficios asociados de calidad del aire y de la salud, y tener acceso a tecnologías limpias. Los proyectos MDL pueden llevar a mejoramientos en la infraestructura, mayor empleo y potencialmente a tener una menor dependencia de los combustibles importados. En el caso de proyectos MDL “unilaterales,” los países anfitriones también podrían obtener ingresos a partir de la venta de CERs llevando a cabo proyectos (sin inversiones directas de una Parte del Anexo I) que se alinean con las metas nacionales de desarrollo sustentable.

El Protocolo de Kyoto estipula que para ser anfitrión de proyectos, los países deben haber establecido una Autoridad Nacional Designada (AND o AN) para el MDL. El propósito de una AN es doble: en primer lugar, regular y aprobar proyectos que se ejecutan dentro de sus fronteras y en segundo lugar, promover las oportunidades de negocio con la comunidad MDL internacional. Un proceso de aprobación y facilitación de las iniciativas MDL bien organizado, claro y eficiente tiene la posibilidad de influenciar la calidad y cantidad de proyectos que ocurren en un país específico. El proceso de evaluación y aprobación involucra la evaluación de la contribución del proyecto a los objetivos de desarrollo sustentable del país anfitrión. Aunque claramente la intención de del MDL era contribuir al desarrollo sustentable, la definición oficial del término no se negoció formalmente como parte del Protocolo. Como tal, es prerrogativa de cada AN crear su propio conjunto de criterios o pautas de desarrollo sustentable para proyectos MDL basados en prioridades y necesidades locales.<sup>22</sup> Los países anfitriones podrían considerar varios criterios incluyendo los criterios sociales (¿contribuye el proyecto al alivio de la pobreza y a resolver los problemas de equidad?), económicos (¿incluye el proyecto retornos financieros a las entidades locales?, ¿involucrará esta iniciativa la transferencia de la tecnología apropiada a las comunidades locales?) y ambientales (¿tiene este

proyecto co-beneficios más allá de la reducción de GEIs, tales como un impacto positivo en la calidad del aire, la salud y la calidad de del agua?).

La capacidad técnica e institucional para revisar, aprobar, desarrollar y promover los proyectos MDL en una forma sistemática, evaluar y eliminar barreras a la implementación y comercializar eficazmente las oportunidades de proyectos en el mercado es crítico para los países anfitriones. Aunque se ha establecido una línea clara bajo los Acuerdos de Marrakech estipulando que la Asistencia de Desarrollo Oficial (ODA) no se puede utilizar para comprar créditos MDL, estos fondos pueden y han sido utilizados para asistir a los países en la creación de oficinas de Autoridad Nacional (incluyendo las contribuciones para el desarrollo de líneas directrices de desarrollo sustentable), para explorar las oportunidades de mercado y para desarrollar estudios de pre-factibilidad.<sup>23</sup> Un informe reciente del Comité de Asistencia para el Desarrollo (DAC) de la OECD además señaló: “... los CERs que provienen de proyectos MDL financiados por ODA deberían considerarse como un retorno al donante y deberían deducirse de los flujos ODA. Por el contrario, si en vez de recibir CERs un donante ha decidido con el país anfitrión no recibir ninguno de los CERs recibidos, o si el proyecto no genera CERs (por ejemplo, una actividad de desarrollo de capacidades), no sería necesario realizar deducciones.”<sup>24</sup> Esta interpretación de los Acuerdos de Marrakech apoya un uso más flexible de los fondos hacia iniciativas MDL.

### Consejo ejecutivo

El MDL es supervisado y guiado por un Consejo Ejecutivo (CE) que incluye diez miembros: un representante de cada uno de las cinco regiones oficiales de las UN (África, Asia, Latinoamérica y el Caribe, Europa Central y Oriental, y la OECD), uno de los estados en desarrollo de las pequeñas islas y dos de cada una de las partes pertenecientes al Anexo I y no Anexo I.<sup>25</sup> El CE realiza reuniones regulares para proveer pautas a las partes y a los proponentes de proyectos sobre el desarrollo de metodologías y líneas base y para continuar estableciendo los procedimientos

22 Figueres, Christiana (ed.) Establecimiento de Autoridades Nacionales para el MDL: Una Guía para Países en Desarrollo, IISD, 2002.

23 Figueres, Christiana, 2002, *ibid.*

24 OECD, DAC, “Aspectos de Elegibilidad ODA para los Gastos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio,” Proposición de la Presidencia, reunión de Alto Nivel DAC, 15–16 Abril, 2004. página 3.

25 UNEP, Introducción al Mecanismo de Desarrollo Limpio, (sin fecha), <http://www.unepiso.org/CDMCapacityDev/> accesado el 25 de Febrero, 2004.

bajo los cuales funcionará el MDL. Se creó una subsección separada del CE para trabajar específicamente con las reglas y modalidades de las metodologías de proyectos, el “panel de Metodologías.” El rol del Panel de Metodologías es proveer recomendaciones al Consejo Ejecutivo.

### Entidad operacional designada (EOD)

Como parte del sistema de verificación para los proyectos MDL, el Consejo Ejecutivo designa varias entidades legales u organizaciones internacionales para participar como deponentes del ciclo del proyecto. La EOD tiene dos funciones primarias: validar y registrar las actividades propuestas para el proyecto y verificar que las reducciones de emisiones han ocurrido. Una vez que la EOD ha confirmado la reducción de las emisiones de un proyecto, solicita al Consejo ejecutivo emitir los CERs.

### Reglas directrices para el MDL

El Protocolo de Kyoto estableció el marco para el MDL, sin embargo, se necesitaron negociaciones posteriores para dar detalles de cómo operarían los mecanismos. Estas negociaciones culminaron en el año 2001 con el establecimiento de los Acuerdos de Marrakech, que establecieron las reglas base para el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Existen tres líneas directrices fundamentales para las iniciativas MDL:

1. Los proyectos deben asistir a las Partes no-Anexo I a “lograr un desarrollo sustentable y contribuir con el objetivo final de la Convención.”
2. Los proyectos deben resultar en “beneficios reales, medibles y de largo plazo relacionados con la mitigación del cambio climático.”
3. Los proyectos deben dar como resultado “reducciones en las emisiones que son adicionales a cualquier emisión que debiera ocurrir en ausencia de la actividad del proyecto certificado.”<sup>26</sup>

Los proyectos MDL son elegibles para ser registrados si comenzaron después del 1ro de enero de 2000 y podrían estar incluidos dentro de los siguientes sectores:

- Mejoramientos de eficiencia energética de uso final

- Mejoramientos de eficiencia energética en el lado de la oferta
- Energía renovable
- Cambio de combustible
- Agricultura: reducción de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)
- Procesos industriales: reducciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del cemento, hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)
- Proyectos de depósitos (solo deforestación y reforestación)

La energía nuclear no es una actividad elegible bajo el MDL. Un gravamen por adaptación de 2 por ciento de todos los CERs se encauzará a la ayuda a países desarrollados a adaptarse a los impactos del cambio climático.

Los CERs generados a partir de proyectos MDL se pueden vender o transar en el mercado internacional. Se pueden ejecutar proyectos por un periodo fijo de diez años o en tres periodos renovables de siete años cada uno (hasta un total de 21 años). Los países están limitados en el uso de créditos de proyectos de depósitos (deforestación y reforestación) hasta un 1 por ciento de sus emisiones base del año 1990. Dado el ciclo de crecimiento los árboles, los proyectos de depósito bajo el MDL tienen un margen de tiempo mayor de ya sea 30 o 20 años con un máximo de dos renovaciones (siempre que se reevalúe la línea base).

Los proyectos de pequeña escala frecuentemente involucran importantes beneficios de desarrollo sustentable para las comunidades locales; sin embargo, ellos no pueden absorber los mismos costos de transacción que tienen los proyectos de tamaño normal. Los Acuerdos de Marrakech reconocen la diferencia entre los proyectos de pequeña y gran escala, y establecen reglas para facilitar aun más su desarrollo. En un intento para promover estos tipos de proyectos y sus beneficios locales, y para reducir los costos de transacción asociados involucrados en el ciclo del proyecto, la Conferencia de las Partes (COP) en Marrakech elaboró líneas directrices adicionales para proyectos pequeños en el 2003. Las reglas simplificadas se aplican a tres tipos de iniciativas:

26 Protocolo de Kyoto, Artículo 12, párrafo 5.

1. Actividades de proyectos de energía renovable con una capacidad máxima de 15 MW.
2. Proyectos de eficiencia energética que reducen el consumo en hasta 15 GWh al año.
3. Proyectos que reducen las emisiones de fuentes de menos de 15 Kt de CO<sub>2</sub> al año.

Los proyectos que se incluyen en una de estas tres categorías son elegibles para varios beneficios que reducen los costos de transacción y el tiempo de aprobación. Los proponentes pueden utilizar un Documento de Diseño de Proyecto (DDP) simplificado. El análisis estandarizado de la línea base y las metodologías simplificadas de monitoreo son otros dos beneficios en esta ruta, junto con la opción de juntar pequeños proyectos. Finalmente, la validación, verificación y emisión de CERs se puede hacer a través de una sola Entidad Operacional.

### Definición de las líneas base y verificación de las reducciones

#### Desarrollo de la línea base

Los proponentes de proyectos deben crear una visión defendible de las emisiones futuras como resultado de su proyecto comparado con una proyección de “hacer los negocios como es usual” o una proyección de línea base. En el sector transporte esto implica estimar varios factores complicados e interconectados, incluyendo, pero no limitándose a: la adopción de nuevas tecnologías de vehículos, cambios en el uso de combustibles, mejoramientos en la recolección de datos, habilidad de hacer proyecciones, incorporación de viajes no motorizados y cambios en políticas relacionadas con el transporte o la planificación urbana que pudieran impactar ya sea la habilidad de medir o la predicción misma de las emisiones de gases de efecto invernadero a partir del transporte. Los escenarios de línea base deben reflejar las normas *de facto vs de jure*, es decir, aquellas que están actualmente en uso y no las normas que están reglamentadas pero que no están vigentes.

La calidad, la consistencia y la disponibilidad de la información básica necesaria para construir líneas base creíbles pueden ser obstáculos claves. A fin de crear tales proyecciones complejas de las emisiones futuras, los modeladores del transporte deben tener acceso a datos de transporte detallados. Es esencial tener información sólida y completa sobre los kilómetros viajados, participación modal, ocupación, eficiencia de los vehículos, uso de combustibles y otros factores. Típicamente esta información es recabada por agencias gubernamentales a través de largos horizontes de tiempo y se utiliza para toda una gama de otros propósitos desde la planificación del transporte hasta la planificación de desarrollo urbano y para las evaluaciones ambientales. La recolección de datos de este tipo es intensiva en cuanto a recursos y requiere considerable apoyo presupuestario para poder mantenerse y administrarse. Además de la información completa sobre las conductas de viaje, es necesario tener una capacidad de modelamiento del transporte específico para la localización.<sup>27</sup> Esta capacidad para modelar el transporte debe construirse, mediante la inversión en el desarrollo de modelos, la experiencia y la recolección de datos, para poder facilitar la participación en el MDL u otras iniciativas de reducción de emisiones en el futuro.

#### Líneas base estáticas vs dinámicas

Las líneas base pueden tener dos formas: pueden establecerse al principio para toda la vida del proyecto para funcionar como un sistema de referencia fijo (“estática”), o se pueden revisar durante la operación del proyecto (“dinámicas”).<sup>28, 29</sup> La gran mayoría de las líneas base que se han establecido para las actividades basadas en proyectos han sido estáticas, incluyendo la mayoría de proyectos en la fase AIJ<sup>30</sup>, y todas menos una de las metodologías que han sido revisadas por el Panel de Metodologías de MDL hasta la fecha.<sup>31</sup> Las líneas base son predecibles y aumentan la certidumbre con respecto al volumen de generación de créditos a través de toda la vida del proyecto.

Las líneas base están diseñadas para reevaluarse en puntos específicos durante la ejecución de un proyecto

27 Uno de los argumentos claves para conducir la investigación en Chile fue la fortaleza del modelamiento y de los conjuntos de datos que ya están presentes para Santiago.

28 Ellis, Jane, “Opciones para las Emisiones de Línea Base de un Proyecto,” Documento Informativo de la OECD, 2000, página 20.

29 Ringus, Lasse, P. Grohneit, L. H. Nielson, A.L. Olivier, J. Painuly y A. Villavicencio “Proyectos de Energía Eólica en el MDL: Metodologías y herramientas para las líneas base, financiamiento del carbono y análisis de sustentabilidad” UNEP-Risoe, 2002.

30 Ellis, Jane, 2000, *ibid.*

31 Comunicación personal, Oficina canadiense MDL/JI, 14 de Marzo, 2005.

para permitir una mejor estimación de las reducciones. En vez de ser un número fijo para cada año, la línea base fluctúa para incluir factores que influyen las emisiones del transporte como las características de los vehículos motorizados, la demografía, las variables económicas, y otros proyectos y políticas de influencia. Como tales, podrían reflejar en una forma más precisa qué habría sucedido en ausencia del proyecto, y al hacerlo se podría asegurar la continuidad de la adicionalidad ambiental de un proyecto en una forma más consistente que las líneas base estáticas.<sup>32, 33</sup>

Hay varios beneficios y desventajas en el uso de líneas base dinámicas. Las líneas base dinámicas proveen el beneficio de aumentar la certeza en las mediciones de las reducciones de emisiones logradas a través de un proyecto dado. La desventaja de este tipo de enfoque es que la estructura dinámica introduce una mayor incertidumbre para los inversionistas haciendo más difícil predecir los volúmenes de CERs de antemano. Dicho esto, es posible reducir esta incertidumbre señalando claramente cuando, después de qué intervalo de tiempo y basado en qué factores se recalculará la línea base. Aunque no se ha hecho un análisis completo que compare las dos opciones, es razonable considerar que las líneas base dinámicas llevarán a mayores costos administrativos, de monitoreo y de reportes durante la vida del proyecto.<sup>34</sup>

Dicho esto, podría haber elementos dinámicos que se pueden agregar a la línea base para que reflejen mejor y minimicen algunas de las dificultades de las formulaciones de líneas base estáticas. Por ejemplo, en un proyecto de bicicletas, usar los datos más recientes de la partición modal regional (para los viajes cortos) en vez de utilizar el valor proyectado aumentaría la exactitud del cálculo de la reducción de emisiones. Sin embargo, para un proyecto lo suficientemente grande, el enfoque simplista no funcionaría, ya que el proyecto mismo tendería a influenciar los datos regionales.<sup>35</sup> Se puede argumentar que las líneas base están particularmente bien adecuadas para el transporte dado la gran cantidad de variables fuera de las fronteras del proyecto que podrían impactar los resultados. Si es así, y dado los costos más altos para

estas medidas adicionales, esto podría apuntar a otra barrera que deben superar los proyectos de transporte involucrados con el MDL.

### Monitoreo

Una vez que se ha hecho la estimación de las emisiones, el desafío siguiente es el monitoreo preciso de los cambios originados por el proyecto. En el caso del transporte, la dificultad con el monitoreo yace en parte en la gran cantidad de partes responsables de las emisiones: efectivamente, cada vehículo es una fuente separada. Los países en desarrollo necesitan recursos y creación de capacidad para mejorar la calidad y cantidad de los datos de monitoreo recolectados. Idealmente, se recabaría información específica para la ciudad para los vehículos kilómetros viajados (VKV), kilómetros personales viajados (KPV), participación modal (para viajes de pasajeros y carga), contenido de carbono en los combustibles y precios de combustible (por ejemplo, consultar el diagrama ASIF en la Figura 3, Capítulo 1).

### Cómo probar la adicionalidad

Para ser elegibles para el MDL, los proyectos propuestos deben causar reducciones de emisiones que son adicionales a lo que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto. Antes de discutir específicamente sobre las particularidades en este sector, es útil revisar las decisiones marco que guiaron la interpretación de la adicionalidad bajo el Protocolo. El concepto se detalla en los Acuerdos de Marrakech, donde el término se utiliza por primera vez en el texto oficial. La Decisión 17/CP.7 establece:

(Párrafo 43) “Una actividad de un proyecto MDL es adicional si las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero de distintas fuentes se reducen bajo los niveles que hubieran ocurrido en ausencia de la actividad de un proyecto MDL registrada.”<sup>36</sup>

Además de este texto, los Acuerdos de Marrakech dan un mandato al Consejo Ejecutivo para ahondar más y proveer pautas adicionales sobre el tema de la adicionalidad. Estas líneas directrices se difundieron

32 Conforme a los Acuerdos de Marrakech, no se requiere una prueba de la adicionalidad ambiental.

33 Ellis, Jane, 2000, *ibid.*

34 Ellis, Jane, 2000, *ibid.*

35 El definir los parámetros de línea base que son exógenos al proyecto (PIB, precios de combustible) evitaría esa “contaminación” de la línea base, pero los pocos datos sobre las relaciones entre estas variables y el uso de bicicletas podría ser un obstáculo.

36 FCCC/CP/2001/13/Anexo 2, página 36.

recientemente en forma de herramientas para la demostración y evaluación de la adicionalidad.<sup>37</sup>

### Estado actual del mercado MDL

En preparación del cumplimiento de las metas nacionales para el primer periodo de compromiso, tanto el lado de la demanda como de la oferta del mercado de CERs se está desarrollando rápidamente. Varios países han iniciado programas para la adquisición de unidades de carbono y las empresas privadas y los fondos de carbono se están involucrando directamente en el mercado.

Dos años después que el Consejo Europeo adoptara la directiva de transacciones de emisiones de la Unión Europea, se lanzó el esquema de transacciones de la Unión Europea (ETS) el 1ro de enero de 2005. Desde este momento en adelante, las emisiones de CO<sub>2</sub> impactarán directamente los resultados finales de las empresas que participan en el esquema. Las transacciones ya han aumentado su volumen uniformemente cada semana a medida que los países completan sus Planes de Asignación Nacional e ingresan al mercado. Dado que los créditos MDL/IC se pueden aplicar en el sistema ETS de la Unión Europea (de acuerdo a la “directiva vinculante” legislada en Noviembre de 2004), el nuevo sistema ha ampliado efectivamente el mercado de los créditos de carbono.

La demanda por créditos de carbono en los países OECD para el primer periodo de compromiso bajo el Protocolo de Kyoto (2008–2012) se ha estimado recientemente en 2500 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>.<sup>38</sup> Algunas estimaciones sugieren que el MDL y JI contribuirán con aproximadamente 300MT, dejando una brecha substancial de 700MT que deberá cubrirse a través de transacciones internacionales de emisiones y compras de créditos de las Economías en Transición (EETs). La brecha de cumplimiento podría aumentar, ya que muchos actores claves tienen un largo camino que recorrer para cumplir con sus metas de Kyoto a través de sus políticas nacionales (por ejemplo, Canadá, Japón,

Italia, España, etc.), y se estima que los costos de eliminación a nivel nacional serán altos. Hay varios factores que influyen la confiabilidad del tamaño estimado del mercado de CERs. Muchas Partes del Anexo 1 aun no han desarrollado o al menos no han divulgado públicamente una estrategia clara para el cumplimiento de sus metas de Kyoto. Otros permanecen sin decidirse sobre el rol que los mecanismos flexibles tendrán dentro de su estrategia y no han identificado la cantidad de créditos que piensan abastecer. La demanda por CERs dependerá de la efectividad de las políticas y medidas nacionales y también de las oportunidades disponibles tanto a través de la IC como de las EETs.

Un mirada a la oferta de créditos muestra que de los 1192 proyectos en desarrollo informados (al mes de Febrero de 2005), 206 de ellos han llegado a la fase de DDP.<sup>39</sup> Los proyectos de energía renovable (biomasa, bagazo) son los que dominan el escenario actualmente, con un 41 por ciento de todos los proyectos en desarrollo, seguido de cerca por proyectos de eficiencia energética y de gases de vertederos. Sin embargo, se puede encontrar una mejor ilustración de la oferta cuando se examina el volumen de créditos que actualmente se están desarrollando: aquí vemos una abrumadora mayoría de CERs que surgen de proyectos HFC<sub>23</sub> y N<sub>2</sub>O—ambos químicos son áreas de preocupación para las ONGs debido a sus implicancias limitadas para la sustentabilidad local y bajos co-beneficios percibidos.<sup>40</sup> Pocos países del Anexo 1 han especificado formalmente sus preferencias por ciertos tipos de proyectos, aunque los proyectos de energía hidroeléctrica y de depósitos siguen siendo mal percibidos por varios países compradores en gran medida por razones políticas.

Algunos países han emergido como fuentes claves de CERs. Chile recientemente ha sido calificado por Point Carbon, un grupo analista del Mercado de las Emisiones, como uno de los cinco más atractivos países anfitriones para proyectos MDL.<sup>41</sup> Junto con crear una ruta prioritaria para dólares de inversión verde, que de otra forma no se canalizarían a los países en desarrollo, el concepto del MDL ofrece a los países

37 Aprobado en la 16ta reunión del Consejo Ejecutivo, Octubre 2004.

38 Newcombe, Ken, Banco Mundial “Desarrollo del Mercado MDL: Una instantánea de sus estado y problemas” presentación en el 4to Foro IETA sobre el Estado del Mercado de Gases de Efecto Invernadero, Octubre 2004.

39 CDM & JI Monitor, Point Carbon, Octubre 2004.

40 CDM Watch “Fracaso del mercado: por qué el MDL no promueve el desarrollo sustentable,” Octubre 2004.

41 De acuerdo a Point Carbon, las clasificaciones superiores para los países anfitriones de proyectos MDL son (en orden descendente): India, Chile, Brasil, México, Morocco News, “Clasificación MDL de Países Anfitriones” 29-10-04.

anfitriones una oportunidad para reducir los gases de efecto invernadero y a la vez afrontar las prioridades locales de sustentabilidad. Los beneficios de iniciativas con metas locales junto con un potencial aumento de los dólares de inversión extranjera hacen que muchos países estén abiertos a ser anfitriones de proyectos MDL.

Se han desarrollado numerosos memorandos de entendimiento (MDE) para apoyar el desarrollo de proyectos MDL entre países anfitriones y compradores. Los MDE formalizan una intención de cooperación a largo plazo y proveen un marco de apoyo para actividades subyacentes. La mayoría de los MDE entre países Anexo 1 y potenciales países fuente de CERs se han desarrollado entre países Sudamericanos (Costa Rica y Chile son anfitriones de un total combinado de 11 de ellos) y del Sureste Asiático. India y China también son proveedores claves emergentes.

El rango actual de precios de los CERs es de entre \$4–5 por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente. Sin embargo, la transparencia del mercado es baja, ya que la mayoría de los compradores y vendedores están reacios a proveer información sobre los precios definidos en acuerdos privados de compra.<sup>42</sup> De acuerdo a la OECD, el financiamiento global para los proyectos MDL, el análisis y las iniciativas de creación de capacidad relacionadas probablemente excederán los mil millones de dólares en el 2012. El precio de los créditos de la Unión Europea se está transando a un nivel más alto, con precios actuales en el rango de €8–10/tonelada.

Las noticias a fines del 2004 sobre la ratificación de Rusia revivió el entusiasmo por el MDL. La brecha de cumplimiento que se esperaba para los países del Anexo 1 hoy se puede cubrir en parte con los créditos de Rusia. Sin embargo, antes que estas transacciones comiencen a ocurrir, hay una gran cantidad de avances que se necesitan hacer en Moscú; Rusia debe aclarar los procesos internos y establecer qué departamento gubernamental tiene el derecho de vender Cantidades Unitarias Asignadas (CUAs).

Una opción adicional para los créditos de carbono está surgiendo en Europa Oriental. Debido a la caída

económica experimentada en países con economías en transición (EET) durante la última década y media, algunos países hoy tienen emisiones que son substancialmente menores que las de 1990 cuando se estableció la línea base. Sin embargo, este exceso de cumplimiento no se debe a los esfuerzos directos para reducir las emisiones. Como resultado de ello, se ha liberado una gran cantidad de créditos para venderlos a otros países del Anexo 1. Para garantizar que los beneficios ambientales se acumulan a partir de estas compras, muchos países Anexo 1 han indicado que sólo comprarán Cantidades Unitarias Asignadas si los países vendedores a su vez invierten las ganancias en programas que proveen reducciones reales de las emisiones de gases de efecto invernadero (“inversiones verdes”). Este sistema se ha rotulado “Esquema de Inversiones Verdes” (EIV). El EIV reciclaría los ingresos de las transacciones de emisiones para aumentar las reducciones de GEIs u otros propósitos ambientales en países con economías en transición. Un informe reciente del Banco Mundial sobre un EIV para Bulgaria aclara: “el EIV está modelado con la idea de proyectos de implementación conjunta, pero el EIV es más flexible. Por ejemplo, el EIV podría apoyar proyectos o actividades ambientales donde las reducciones de emisión de carbonos exacta son más difíciles de verificar y el periodo de la reducción de emisiones se podría extender más allá del 2012. También el EIV podría proveer la flexibilidad a ambas partes para dirigir el financiamiento de acuerdo a lo apropiado y para lograr las reducciones de emisiones globales en la forma más eficiente y en periodo más corto de tiempo posible.”<sup>43</sup> El EIV podría presentar excelentes oportunidades para proyectos en el sector transporte, y como tal, podría proveer un ejemplo práctico de las reducciones sectoriales (para revisar una discusión en más detalle, consultar el Capítulo 5).

### **Desafíos de mercado: infraestructura e incertidumbre después del 2012**

La voluntad de los inversionistas para embarcarse en proyectos largos y costosos de reducción de emisiones está siendo impactada por el nivel de incertidumbre sobre el futuro régimen climático después del 2012.

42 IETA, “Demanda Actual y Potencial de MDL en Partes Anexo I,” Point Carbon, Octubre 2003, en <http://www.ieta.org> 24 de febrero de 2004.

43 Tangen, K, A. Korppoo, V. Berdin, T. Sugiyama, C. Egenhofer, J. Drexhage, O. Pluzhnikov, M. Grubb, T. Legge, A. Moe, J. Stern y K. Yamaguchi, “Un Esquema de Inversiones Verdes Ruso: Asegurando los beneficios ambientales de las transacciones internacionales de emisiones,” Estrategias Climáticas (sin fecha).

Hay un amplio consenso de parte de los observadores que el éxito de un segundo periodo de compromiso depende del compromiso de Estados Unidos y de los países en desarrollo con altos niveles de emisión. Los eventos del COP-10 confirmaron que Estados Unidos no está preparado para considerar nuevos compromisos que se pudieran percibir como una desatención de su desarrollo económico. Se podrían ver indicadores más positivos dentro de las acciones de los países en desarrollo. Los países con altos niveles de emisión como India, Brasil y China están realizando acciones para reducir sus emisiones, y los mensajes de estos países en el COP-10 dieron señales de una mayor voluntad para entrar en el “debate del compromiso.” La continua desvinculación de China de su consumo de combustibles fósiles y de su crecimiento económico proveerá un modelo crítico para otros países en desarrollo.

Los desarrolladores de proyecto y algunos gobiernos han expresado mucha frustración por los largos retrasos del Consejo Ejecutivo y del Panel Metodológico en la revisión y las recomendaciones de la gran cantidad de solicitudes. Ha habido muchas peticiones para que la Junta Ejecutiva mejore el proceso del ciclo de retroalimentación a los proponentes, ya que pueden pasar varios meses antes que los proponentes reciban la información de vuelta con la revisión de sus proyectos, y hay una oportunidad mínima de solicitar aclaraciones. Otros reclamos se han centrado en lo que algunos han percibido como interpretaciones excesivamente rigurosas de la adicionalidad, y la reciente introducción de metodologías consolidadas que se dice que en algunos casos reducen las potenciales reducciones de los proyectos en casi un 40 por ciento. Quizás las experiencias caras y que consumen mucho tiempo de los desarrolladores de proyecto hasta la fecha han ilustrado el difícil rol, si es que es necesario, de los primeros actores en un sistema totalmente nuevo.

Así como hay críticas dirigidas a la arquitectura del mecanismo, muchos observadores han expresado serias inquietudes sobre la calidad de las metodologías y proyectos presentados o en desarrollo. La reciente presentación de metodologías HFC en particular creó inquietudes sobre los proyectos que obtienen créditos por reducciones substanciales de emisiones pero que no contribuyen simultáneamente a cambios hacia

producciones y usos más sustentables de la energía, tal como podría suceder a través de proyectos en el sector transporte.

Sin embargo, es importante recordar la naturaleza vanguardista del Mecanismo de Desarrollo Limpio y la tarea monumental que se le ha asignado al Consejo Ejecutivo al navegar a través del proceso de traducir la teoría en una realidad con recursos extremadamente limitados.<sup>44</sup> Las UN no tienen una historia extensa de regulación de mercados; su foco principal ha sido la gestión y distribución de recursos asistenciales. Han transcurrido muchos años y se han realizado considerables sacrificios políticos para crear la arquitectura del Protocolo de Kyoto y el MDL; los clamores de reformas y las críticas deberían equilibrarse reconociendo la fragilidad del mecanismo tal como está en sus inicios.

### **Las emisiones del transporte y el MDL**

Con casi un 25 por ciento de los GEIs originándose en el sector transporte, el potencial de las reducciones de emisiones son considerables. Por su parte, los que establecen políticas en Chile, tal como sucede en muchos países en desarrollo, enfrentan el desafío de dirigir el desarrollo sustentable futuro del sector transporte del país hacia el cumplimiento de la demanda generada por la población, el desarrollo económico y los patrones de desarrollo de hacer negocios como es usual sin comprometer la salud humana y la calidad ambiental. Lograr avanzar hacia el transporte sustentable requiere análisis profundos sobre las opciones de políticas para promover los mejoramientos de tecnología, cambio de combustibles, desarrollo de infraestructura sólida de transporte y una planificación eficaz del uso de suelos y también con el compromiso de importantes recursos financieros.

Tales mejoramientos también requerirán el compromiso para crear alianzas y superar los desafíos de implementación del financiamiento y de la voluntad política. El MDL conforma una serie de herramientas que están potencialmente disponibles para los planificadores del transporte para mejorar los beneficios del desarrollo sustentable para las comunidades locales y a la vez producir créditos por reducción de emisiones de gas de efecto invernadero

<sup>44</sup> Aunque las partes del Protocolo de Kyoto acordaron un presupuesto de \$6,8 millones para el presupuesto de dos años (2002–2003) de actividades del Consejo Ejecutivo, solamente se recibieron \$1,6 millones de ese total.

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

Figura 5: Iniciativas actuales de transporte en desarrollo como proyectos MDL<sup>45</sup>

Proyecto	Localización	Tipo	Toneladas estimadas	Estado
Proyecto de Conversión a Gas Natural de Bangladesh	Bangladesh	Conversión de gasolina a gas natural para 17.000 vehículos	130.000 (10 años)	Aun en su fase conceptual, desarrollado por el programa Algas de ADB
Proyecto de vehículo eléctrico de la ciudad de Dhaka	Bangladesh	Conversión de gasolina a gas natural para 3.000 vehículos	10–14.000 (10 años)	DDP en desarrollo en el Centro Bangladesh para Estudios Avanzados bajo el Proyecto Sur Sur Norte
Proyecto de combustible de etanol	Brasil	100.000 vehículos con combustible de etanol	No está disponible (10 años)	Costo del proyecto: \$43 Millones
Proyecto de transporte urbano TransMilenio	Colombia	Cambio tecnológico: microbuses articulados de alta capacidad que transitan por vías troncales y microbuses de menor capacidad operando en rutas alimentadoras	2.503.517 (10 años)	Desarrollado por Dutch CDM Facility; busca la aprobación de la línea base y la metodología de monitoreo; es el primer proyecto de transporte que presente una metodología
Proyecto de gasohol	India	Uso de gasolina mezclada con gasohol producido a partir de etanol producido a través de biotecnología de desechos procesados de la caña de azúcar	No disponible	En desarrollo de parte del gobierno de Japón
Proyecto en Khon Kaen de etanol para combustible	Tailandia	Producción de anhídrido de etanol a partir de melaza de caña de azúcar que se mezclan con gasolina para usarlo en transporte	525.080 (10 años)	Busca la aprobación de la línea base y la metodología de monitoreo, ya se ha terminado la participación ciudadana
Proyecto de biodiesel de Andhra Pradesh	India	Uso de biodiesel en vehículos	181.594 (7 años)	Busca la aprobación de la línea base y la metodología de monitoreo, ya se ha terminado la participación ciudadana
Proyecto de sistema eléctrico para el tránsito masivo de Lima y Callao	Perú	Establecimiento de un sistema eléctrico de tránsito masivo en Lima y Callao	9.044.326 (10 años)	Se ha completado el estudio de factibilidad, en busca del financiamiento de carbono
Proyecto Protransporte	Perú	Sistema de transporte público para poblaciones de bajos ingresos utilizando microbuses de alta capacidad en vías exclusivas	1.997.439 (10 años)	Se ha completado el estudio de factibilidad, en busca del financiamiento de carbono
Proyecto Transantiago	Chile	Reorganización del transporte público (metro y microbús)	350.000 toneladas al año por 10 años <sup>46</sup>	DDP en desarrollo <a href="http://www.dnv.com/certification/climatechange/Projects/ProjectList.asp">http://www.dnv.com/certification/climatechange/Projects/ProjectList.asp</a>

<sup>45</sup> Información del proyecto recabada principalmente del sitio de CDM Watch: [http://www.cdmwatch.org/project\\_list.php](http://www.cdmwatch.org/project_list.php)

<sup>46</sup> O’Ryan, Raul y Jaime Parada, “Diagnostico del Plan Transantiago en el Marco MDL del Protocolo de Kyoto” presentación en taller en Santiago, Chile, Agosto de 2004, “Transporte y el MDL” [http://www.iisd.org/climate/south/ctp\\_seminar.asp](http://www.iisd.org/climate/south/ctp_seminar.asp)

para el mercado global. Como uno del conjunto de países que atraen la mayor atención hasta la fecha, la oportunidad para que el mecanismo contribuya a los objetivos de desarrollo sustentable en Chile es aún mayor.

Aunque hoy se están iniciando algunos proyectos MDL en el sector transporte, las cifras ciertamente continúan siendo bajas comparadas con el porcentaje total de emisiones del sector. El transporte actualmente representa un dos por ciento de los proyectos de reducción de emisiones que han llegado a la etapa de Documento de Diseño del Proyecto (DDP).<sup>47</sup> La lista de más abajo provee una reseña de los proyectos de transporte que actualmente están en la línea del MDL, incluyendo el Proyecto Transantiago de Chile (consultar el Capítulo 3 para obtener más información sobre Transantiago).

Recordando la Figura 3 del Capítulo 1 del informe, hemos visto que hasta la fecha, la mayoría de los proyectos del sector transporte propuestos por el MDL se han enfocado en los componentes Intensidad de Combustible (I) y/o Elección de Combustible, como por ejemplo, la proposición de cambiar 200 microbuses en Yogyakarta, Indonesia con vehículos a Gas Licuado de Petróleo (GLP).<sup>48</sup> Algunas propuestas, en particular la potencial segunda fase del sistema *Transmilenio* de Bogotá, se han dirigido a los componentes Intensidad de Combustible y Participación Modal: mejorar la utilización de combustible con vehículos más nuevos y de mayor ocupación (de esa forma disminuyendo el consumo de combustible por pasajero kilómetro [pkm] viajado) y desplazando algo de los futuros viajes de vehículos motorizados particulares por viajes en transporte público haciendo más atractivo el transporte público.<sup>49</sup> Los desafíos para estimar los cambios en la participación modal no son triviales. En el caso del proyecto *Transmilenio*, el DDP estima cambios de participación modal en el futuro (debido a la implementación del proyecto) basados en una encuesta

de usuarios del sistema actual que indica que el 10 por ciento de los usuarios de *Transmilenio* previamente viajaba en vehículos particulares. Aparentemente este valor de 10 por ciento se aplicó al futuro volumen de transporte del sistema para estimar las reducciones de emisiones debido al cambio modal. Desafortunadamente, la documentación disponible no permite una estimación directa de cuánto de las reducciones anuales proyectadas de 610.000 toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> se pueden atribuir al cambio de participación modal. Ya que estos efectos son fundamentalmente conductuales y, en algunos casos dependen de influencias de segundo orden, la estimación de sus impactos requiere técnicas de modelamiento conductual con importantes incertidumbres y dificultades.

Las reducciones en la cantidad y duración de los viajes podrían ser áreas claves de futura relevancia para el MDL en vista de la rápida y creciente demanda de transporte y la falta de una fijación tecnológica clara (cero-carbono) en el horizonte de corto a mediano plazo. Heywood et al muestran los desafíos relevantes en una evaluación reciente sobre los impactos energéticos de posibles mejoramientos tecnológicos de vehículos en el mercado de Estados Unidos.<sup>50</sup> Debido al parque vehicular existente y el continuo crecimiento de los vehículos particulares kilómetros viajados (VKV), encuentran que incluso si la eficiencia de combustible de los vehículos nuevos mejorar a una tasa anual de 1,3 por ciento (lo que sigue las tendencias durante los últimos 20 años<sup>51</sup>), el consumo de combustible para el transporte privado aumentaría en un 30 por ciento entre el año 2000 y 2015 (en cuyo momento el combustible se estabilizaría). Su modelamiento sugiere que una estrategia *combinada* de un crecimiento anual más lento en las ventas de vehículos nuevos, una disminución en la participación de mercado de camionetas livianas, un 50 por ciento de participación de mercado de los autos híbrido y

47 Del total de 1192 proyectos en la base de datos completa de Point Carbon, solamente 206 han llegado a la etapa DDP. De estos 206, cuatro DDP se han desarrollado para proyectos en el sector transporte. (Comunicación personal, A. Eik, Point Carbon, 5 de Febrero, 2005).

48 Para ver más información del Proyecto de Reemplazo de Buses de Yogyakarta ver: <http://www.cdm.or.id/en/project/?pid=1>

49 Corporación Andina de Fomento (CAF) y Transmilenio, S.A., *Sistema de Transporte Masivo: Transmilenio. Bogotá DC, Colombia*. Documento de Diseño del Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (sin fecha).

50 Heywood, J. et al., "El Rendimiento de Futuros Vehículos ICE y de Celdas Combustibles y su Potencial Impacto en el Parque," (Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Laboratorio de Energía y del Ambiente, Publicación No. LFEE 2003-004 RP, Diciembre 2003) (disponible en: <http://lfee.mit.edu/publications/reports>).

51 Hellman, K. H. y R. M. Heavenrich, *Tecnología Automotriz Liviana y tendencias de la Economía de los Combustibles: 1975 a 2004*. EPA420-S-04-001. (Ann Arbor, MI: U.S. Agencia de Protección Ambiental, División de Tecnologías Avanzadas, Oficina de Transporte y Calidad del Aire, Abril de 2004)(disponible en: <http://www.epa.gov/otaq/fetrends.htm>).

*nada de crecimiento* en VKV daría como resultado lo siguiente: un 13 por ciento de aumento en consumo de combustible entre 2000 y 2010; un retorno a los niveles del año 2000 en el año 2020; y una reducción a los niveles de 1970 en el año 2030.<sup>52</sup> Esta evaluación los lleva a la “seria conclusión global” que *tanto* los mejoramientos tecnológicos *como* las reducciones en el crecimiento de los viajes son críticos.<sup>53</sup>

Para los países en desarrollo con niveles de movilidad de vehículos particulares relativamente bajos, lógicamente podemos esperar un crecimiento mucho más rápido en la propiedad y el uso de los vehículos. A partir de un modelo reciente desarrollado para el Consejo de Comercio Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD) por la Agencia Internacional de Energía (IEA), durante los próximos 50 años los VKVs de vehículos livianos per cápita en los países OECD aumentarán entre 0,2 a 0,8 por ciento al año, comparado con casi un 6 por ciento en China, 5 por ciento en India y casi un 3 por ciento en Latinoamérica.<sup>54</sup> Claramente, estas altas tasas de crecimiento significan una gran cantidad de “recuperación de tiempo”—las proyecciones sugieren que en el año 2050 los VKVs per capita en Norteamérica aun serán tres veces más alto que en Latinoamérica (comparado con los niveles 11 veces más altos en el año 2000). Sensatamente, no se puede esperar que los países en desarrollo soporten la carga de

la reducción de los GEIs simplemente limitando el crecimiento de sus propios viajes en vehículos particulares. Sin embargo, si las tecnologías de vehículos aisladamente no pueden resolver el problema de los GEIs durante el próximo medio siglo, entonces casi seguro será necesario tener algún grado de reducción del crecimiento de los VKVs privados *tanto* en los países industrializados *como* en los países en desarrollo.

Las tendencias demográficas y los patrones de desarrollo urbano en el mundo en desarrollo indican que un enfoque en el transporte metropolitano será crítico. Sin embargo, ¿podrá ocurrir una moderación en el crecimiento de los VKVs en una era de rápida descentralización urbana en el mundo en desarrollo? Por ejemplo, en Santiago durante el periodo 1985–1995, el área urbana se expandió a una tasa casi el doble de la tasa de crecimiento poblacional en la ciudad.<sup>55</sup> Casi todas las ciudades de los países en desarrollo están siguiendo patrones de desarrollo de suelos similares,<sup>56</sup> con importantes implicancias para futuras demandas de viajes y emisiones relacionadas. Influenciar estos patrones para los propósitos de reducir la demanda de viajes y las emisiones implica inducir cambios conductuales y no cambios tecnológicos. Si el actual MDL puede acomodar proyectos que incluyan la demanda de viajes subyacente es una interrogante esencial.

---

52 Heywood *et al.*, *ibid.* 2003, pp. 13–14.

53 Heywood *et al.*, *ibid.* 2003, p. 15.

54 Adaptado de IEA/SMP Modelo de Transporte desarrollado para el Proyecto de Movilidad Sustentable del Consejo de Comercio Mundial para el Desarrollo Sustentable de la Agencia Internacional de Energía. Modele y documentación disponible en: <http://wbcسد.org/plugins/DocSearch/details.asp?type=DocDet&ObjectId=MTE0Njc>.

55 C. Zegras y R. Gakenheimer, *Gestión del Crecimiento Urbano para la Movilidad. El Caso de Santiago, Chile, Región Metropolitana* (Cambridge, MA: Preparado para el Lincoln Institute of Land Policy y el MIT Cooperative Mobility Program, 2000), p. 20.

56 Consejo de Comercio Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), *Movilidad 2001: La Movilidad Mundial a Fines del Siglo Veinte y su Sustentabilidad* (Ginebra: preparado por el Massachusetts Institute of Technology y Charles River Associates para el Grupo de Trabajo de Movilidad Sustentable del WBCSD (2001).

Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL



## Capítulo tres

### Contexto chileno

Chile es un país de más de 15 millones de habitantes. Tiene tres niveles principales de institucionalidad democrática: nacional, regional y municipal. En el nivel regional el país está dividido en 13 Regiones, con la ciudad de Santiago ubicada en la Región XIII, también conocida como Región Metropolitana. La Región Metropolitana juega un rol fundamental que cobra cada vez más importancia en la economía de Chile, a pesar de los intentos del gobierno durante años por descentralizar el crecimiento económico.<sup>57</sup> La Región Metropolitana tiene una concentración relativamente alta de residentes con recursos, es decir es el lugar de residencia de más de la mitad de los hogares con mayores recursos del país y con menos de un cuarto de los pobres de todo el país.<sup>58</sup> Casi un 90 por ciento de los habitantes de la Región Metropolitana vive en lo que se conoce como el Gran Santiago, el cual a menos que se indique algo distinto, es el objetivo básico del presente proyecto. La Figura N° 6 muestra la distribución de hogares por grupos de ingreso en el Gran Santiago.

El nivel más local de gobierno en Chile es la municipalidad. El gobierno municipal es de elección

directa, a cargo de la unidad geográfica conocida como la *comuna* y es responsable de la planificación territorial local y la regulación del uso de suelo. Dentro de su propia comuna los gobiernos Municipales tienen la autoridad de operar sus propios sistemas de transporte público (aunque esto es muy escaso), establecer sus propias normas en cuanto a asuntos de tránsito a nivel local y colaborar con otras municipalidades para abordar iniciativas de transporte.<sup>60</sup> Las actividades oficiales de planificación de transporte actualmente incluyen 38 comunas dentro del Gran Santiago, aun cuando la constante expansión urbana hacia nuevas jurisdicciones finalmente define al Gran Santiago como un área dinámica.

El hecho de contar con múltiples niveles de gobierno, cada uno con sus propias facultades para influir sobre el uso de suelo y los patrones de transporte, implementando políticas sustentables de transporte, exige cooperación en todos los niveles.

La calidad del aire es una inquietud particular para los habitantes de Santiago. La Figura N° 7 muestra las

Figura N° 6: Distribución de hogares en el Gran Santiago por nivel de ingresos<sup>59</sup>

Ingreso Anual Promedio por Hogares (US\$ 2001)							
	Más de \$92.000	\$30.000 -\$92.000	\$8.000 -\$30.000	\$5.000 -\$8.000	\$2.800 -\$5.000	Menos de \$2,800	Total
Hogares	4.502	80.724	444.728	378.236	372.832	232.915	1.513.938
% de Hogares	0,3%	5,3%	29,4%	25,0%	24,6%	15,4%	

Nota: Convertido en ingreso anual basado en una tasa de cambio promedio de 650 pesos por US\$1

57 Zegras, C. y R. Gakenheimer, 2000, *ibid.*

58 Zegras, C. y R. Gakenheimer, 2000, *ibid.*

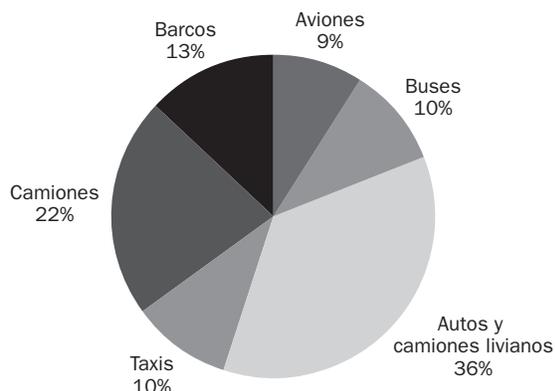
59 SECTRA, *Estudio sobre Movilidad 2001: Informe Ejecutivo* (Santiago de Chile: SECTRA y Ministerio de Planificación y Cooperación, 2004).

60 Zegras, C. y R. Gakenheimer, 2000, *ibid.*

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del transporte en Chile, con un claro predominio de los vehículos de pasajeros.

**Figura N° 7: Emisiones de CO<sub>2</sub> por Modos del Sector Transporte en Chile<sup>61</sup>**



**Figura N° 8: Inventario de las emisiones anuales de contaminantes en Santiago (% del total) - 2000<sup>62</sup>**

Fuente	PM <sub>10</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	VOCs	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
Buses	27.6	3.2	37.9	3.1	8.8	0.0
Camiones	18.5	1.8	17.1	3.0	5.2	0.0
Vehículos livianos	9.3	87.9	30.7	24.5	10.2	3.1
Vehículos todo terreno	1.0	0.8	1.6	0.3	0.1	0.0
Total de fuentes móviles	56.4	93.8	87.3	30.9	24.3	3.2
Fuentes fijas y de áreas	43.6	6.2	12.7	69.1	75.7	96.8

El uso cada vez mayor de vehículos, en conjunto con la meteorología y topografía de la región (que impiden la dispersión de los contaminantes) conspiran para hacer que el problema de contaminación ambiental de la ciudad sea comparable al de Ciudad de México y de San Pablo. El sector de transporte de la región es la principal fuente de óxido nítrico (NO<sub>x</sub>), monóxido

de carbono (CO) material particulado respirable (PM<sub>10</sub>) (Consultar Figura N° 8). Adicionalmente, el rápido crecimiento en el uso de vehículos y la permanente sub-urbanización ha tenido una serie de repercusiones medioambientales, incluida la pérdida de suelo agrícola fértil y de ecosistemas frágiles, mayores presiones sobre zonas pantanosas, contaminación y agotamiento del agua, mayor contaminación acústica y la pérdida de áreas verdes

### Cambio Climático, el MDL y Chile

El cambio climático es una problemática urgente para Chile y el gobierno ha reconocido hace bastante tiempo su vulnerabilidad ante el cambio climático acelerado. Este reconocimiento llevó a Chile a jugar un papel proactivo en el desarrollo de una política nacional sobre cambio climático, así como también a participar activamente en esfuerzos climáticos internacionales. Entre las fechas importantes en este sentido se incluyen:

*22 de Diciembre de 1994* – Chile ratificó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático

*13 de Abril de 1995* – La Convención se transformó en Ley de la República de Chile

*29 de Marzo de 1996* – Chile decretó la creación del Comité Asesor Nacional sobre Cambio Climático que convocó a los ministros pertinentes, universidades, instituciones de investigación y al sector privado. Este grupo comenzó a funcionar en 1998

*Noviembre, 1999* – Chile presentó su Primera Comunicación Nacional a la CMNUCC

*26 de Agosto, 2002* – Chile ratificó el Protocolo de Kyoto

*27 de Mayo, 2003* – El Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente anunciado como el DNA de Chile

*24 de Agosto, 2004* – Chile y la firma canadiense de energía TransAlta firman el acuerdo que completa la primera compra por parte de Canadá de Reducciones Certificadas de Emisiones en virtud del Protocolo de Kyoto al gigante agrícola chileno Agrosuper

61 Sólo emisiones directas de CO<sub>2</sub>. Adaptada de Pew, 2000, página 33.

62 CONAMA Región Metropolitana de Santiago. Evolución de la calidad del aire en Santiago 1997–2003. Área Descontaminación Atmosférica, Diciembre, 2003. (<http://www.conama.cl/rm/568/article-29215.html>).

Chile ha hecho una contribución significativa en las discusiones internacionales sobre cambio climático desde las negociaciones de la CMNUCC a principios de los 90. Esta participación ha sido particularmente notoria en el desarrollo de modalidades y procedimientos para el MDL.

En el año 2003 se creó un Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente para constituirse como la Autoridad Nacional Designada de Chile (AND). El rol del comité es revisar los proyectos que requieren aprobación en el nivel nacional para la participación en el MDL, incluida la evaluación de su contribución al desarrollo sustentable de Chile. Este comité es presidido por el Director Ejecutivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) e incluye un representante de las cinco instituciones participantes: CONAMA, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Agricultura, Comisión Nacional de Energía y Consejo Nacional para la Producción Limpia. En caso que los proyectos propuestos comprendan a otros ministerios o servicios públicos, el comité invita a participar a los representantes de las instituciones que corresponda.

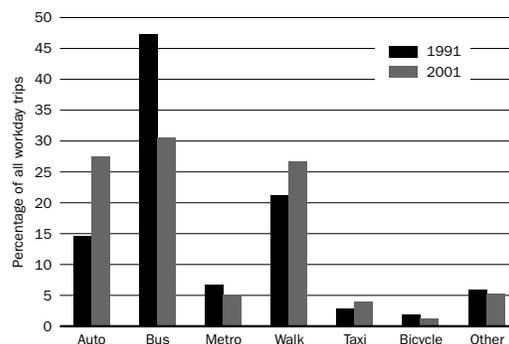
Chile es un líder regional en el desarrollo de proyectos MDL y se le califica en forma permanente como uno de los cinco países mejor evaluados según el indicador Point Carbon de país anfitrión. Esta posición de liderazgo es respaldada por una serie de Memorandos de Entendimiento (MDE) sobre MDL entre Chile y Canadá, Francia y Dinamarca. Se encuentran en desarrollo también otros Memorandos de Entendimiento con Alemania, Austria, Italia y Holanda. Además de las asociaciones mejoradas que se crean mediante estos Memorandos de Entendimiento, desde el año 2003 Pro Chile, que es una agencia especializada vinculada al departamento de comercio exterior, se ha encargado de promover las oportunidades en Chile. La cartera de proyectos MDL en desarrollo o visualizados en Chile se enmarcan primordialmente en el área de recuperación de metano, pero también incluyen la reducción de renovables, cambio de combustibles y grandes proyectos hidroeléctricos. El proyecto hidroeléctrico Chacabuco es uno de los proyectos MDL más

conocidos de Chile.<sup>63</sup> Una subsección del plan Transantiago se transformará en el primer proyecto MDL del sector transporte en Chile y actualmente se encuentra en la fase de desarrollo DDP.

### Sistema de transporte de Santiago

En línea con tendencias presentes en otras economías de rápido crecimiento, en los últimos diez años Santiago ha experimentado un aumento en el uso de vehículos particulares y la correspondiente reducción en el uso del transporte público. Según lo indican los datos recopilados por el gobierno chileno en las Encuestas de Origen-Destino en los años 1991 y 2001 (consultar la Figura N° 9), el uso de vehículos particulares creció de un 15 por ciento de los viajes totales a casi un 30 por ciento. En el mismo periodo el uso de microbuses se redujo de un 45 por ciento a un 30 por ciento, los desplazamientos en Metro bajaron levemente y aumentaron los viajes diarios a pie.<sup>64</sup>

Figura N° 9: Evaluación de participación de modos para Santiago 1991-2001<sup>65</sup>



La cantidad de vehículos particulares en la región de Santiago se acerca al millón. La tasa de motorización de toda la ciudad aumentó de 94 vehículos particulares por cada 1000 habitantes en 1991 a 143 en 2001.<sup>66</sup> Desde principios de los 90 Chile se ha embarcado en un ambicioso programa de concesión de infraestructura de transporte, con la construcción y/o mejoramiento de las carreteras más importantes por

63 [http://www.cdmwatch.org/country\\_list.php](http://www.cdmwatch.org/country_list.php)

64 SECTRA, 2004, *ibid.* Consulte detalles adicionales sobre la metodología de la encuesta y planes actuales en: E.S. Ampt y J. de D. Ortúzar, "Sobre Mejores Prácticas en Encuestas de Movilidad Continua a Gran Escala," *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3 (Mayo 2004), páginas 337-363.

65 SECTRA, 2004, *ibid.*

66 SECTRA, 2004, *ibid.*

parte del sector privado mediante el mecanismo de construcción-operación-transferencia. La controvertida Carretera Costanera Norte, programada para abrir en 2005 tendrá un trazado este-oeste a través del corazón de Santiago. El proyecto se construyó mediante un programa de concesión, aunque con considerables subsidios implícitos del gobierno a modo de garantías. Otras carreteras concesionadas en el Gran Santiago están en desarrollo o en etapas avanzadas de planificación.

El transporte público en Santiago consta de una red de tren subterráneo (*Metro*), operado en forma privada, taxis y taxis compartidos con ruta fija o *colectivos*. El metro es un sistema de tren con ruedas de caucho que inició sus operaciones en 1975, con cobertura en las principales áreas de actividad comercial y áreas residenciales centrales. Tres líneas, incluidos tramos subterráneos, a nivel y tramos elevados con un total de 52 estaciones tiene una cobertura de 40 kilómetros y transporta aproximadamente 700,000 pasajeros diarios. Actualmente *el Metro* está experimentando considerables planes de expansión, ampliando varias líneas y agregando una cuarta línea. El servicio de microbuses en Santiago se presta con unos 8000 microbuses (oficialmente) que atienden 285 recorridos sobre 1500 Km. de vías urbanas. En 1995 el gobierno construyó cinco kilómetros de vías segregadas para microbuses y creó pistas “exclusivas” para microbuses en el área del centro de Santiago para facilitar el flujo del transporte público. En 1996 había oficialmente 50,000 taxis trabajando en el área metropolitana.<sup>67</sup>

No existe ninguna red de ciclovías exclusivas en Santiago. La infraestructura para bicicletas está limitada sólo a algunas rutas no pavimentadas en parques urbanos y una pequeña cantidad de ciclovías o pistas para bicicletas junto a calles importantes. En los años 90 el Metro comenzó la implementación de un plan de pistas y estacionamientos para bicicletas conectados con ciertas estaciones, pero no llegaron a concretarse.<sup>68</sup> La mayoría de las calles de Santiago tienen vías peatonales (es decir, aceras, veredas, pasos de cebra, señales con control de tiempo), particularmente en el distrito comercial céntrico y en

las áreas comercializadas de Providencia y Las Condes. En las áreas más fuertemente urbanizadas de la ciudad existen señales para peatones y se están haciendo cada vez más comunes los pasos de cebra bien demarcados.

### **Autoridades chilenas de transporte**

A pesar de los intentos por descentralizar las funciones en lo relativo a la política y la administración, Chile sigue siendo un país altamente centralizado. Esto es quizá aun más notorio en el Gran Santiago, debido a la importancia económica y política de la región. Las autoridades regionales tienen facultades limitadas (no son elegidas) y las ramas regionales de los Ministerios nacionales a menudo actúan como extensiones de facto de las autoridades centrales. En la Figura N° 10 se describe una serie de autoridades ministeriales y otras instituciones que participan en la planificación e implementación de las políticas de transporte.

#### **Gobierno**

*Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU)*<sup>69</sup> – desarrolla planes y normativas de desarrollo de uso de suelo a nivel regional, aprueba los planes de uso de suelo municipal y administra diversos programas de subsidio para la vivienda. También construye la infraestructura de transporte urbano por medio de su división de Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU).

*Ministerio de Planificación (MIDEPLAN)* – Establece los criterios y técnicas de evaluación de proyectos respecto de los cuales se miden y se justifican grandes inversiones.

*Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones (MOPTT)*<sup>70</sup> – Supervisa las operaciones del transporte, incluido el transporte público, puertos y aeropuertos y gestiona la construcción y mantención de grandes instalaciones interurbanas, incluido el programa de concesiones.

*Comisión Nacional de Seguridad del Transporte (CONASET)*<sup>71</sup> – Desarrolla los planes de seguridad

67 Lanfranco, P., R Quijada, L Sagaris, R. Alvarez, E. Rivera, C. Quijada, D. Fuccaro, R. Planzer, G. Montero, L. Basso, P. Donoso, R. Fernandez, C. Garrido y C. Palma, 2003. *Muévete por tu ciudad: una propuesta ciudadana de transporte con equidad*, Ciudad Viva, Santiago, Chile.

68 Zegras y Gakenheimer, 2000, *ibid.*

69 <http://www.minvu.cl>

70 <http://www.moptt.cl>

71 <http://www.conaset.cl>

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

Figura N° 10: Instituciones involucradas en el transporte urbano y el desarrollo urbano<sup>72</sup>

Área de influencia		Entidad gubernamental		
		Nivel nacional	Nivel regional	Nivel municipal
Transporte	Infraestructura construcción & mantención	MINVU (SERVIU) MOP		Municipalidades
	Planificación	MINVU MOP SECTRA MIDEPLAN	SEREMITT SERPLAC	Municipalidades
	Operaciones	MINTRATEL METRO EFE	SEREMITT UOCT	Municipalidades
Uso de suelo	Planificación	MINVU MIDEPLAN	SEREMI-MINVU GoRe SERPLAC	Municipalidades
	Desarrollo	SERVIU		Municipalidades (cordesan en Santiago)
Medioambiente	Planificación	CONAMA	COREMA GoRe (OTAS)	
	Fiscalización	CONAMA MINTRATEL MINSALUD	COREMA SESMA	

para peatones, ciclistas, conductores y pasajeros, además de promover programas para reducir el número de accidentes. También supervisa la planificación del tránsito de las bicicletas para la región.

*Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA)*<sup>73</sup> – Está a cargo del desarrollo y propuesta de políticas medioambientales y planes de control y administra el programa de evaluaciones de impacto ambiental.

*Transantiago*<sup>74</sup>, anteriormente *Comité de Gestión del Transporte de Santiago (CGTS)* – Implementa el plan de transporte para la Región Metropolitana de Santiago a través de la integración de todos los ministerios antes mencionados (consultar la sección siguiente para obtener más información).

*Secretaría de Planificación de Transportes (SECTRA)*<sup>75</sup> – Diseña los planes de transporte metropolitano e interurbano, desarrolla los modelos (por ejemplo,

ESTRAUS) y la metodología de evaluación para los análisis de demanda de transporte, recopila y divulga información sobre transporte y uso de suelo (Encuesta Origen-Destino o Encuesta OD) y diseña las políticas de transporte.

### Operadores de transporte y actores del sector privado

El sector privado juega un papel muy importante en la prestación del servicio de transporte público en Chile. Todos los microbuses son de propiedad y son operados por privados, sin subsidios explícitos del gobierno. Desde principios de los 1990s el gobierno ha reintroducido gradualmente normativas mediante la concesión de recorridos de microbuses, lo que ha generado un mejoramiento, reduciendo la cantidad total de máquinas, estabilizando las tarifas y mejorando la calidad del servicio.<sup>76</sup> Existen muchas

<sup>72</sup> Zegras y Gakenheimer, 2000, *ibid.*

<sup>73</sup> <http://www.conama.cl>

<sup>74</sup> <http://www.transantiago.cl>

<sup>75</sup> <http://www.sectra.cl>

<sup>76</sup> A. Dourthé *et al.*, “Experiencia de Santiago de Chile con la Regulación del Mercado de Transporte Público,” Documento elaborado para 79ª Reunión Anual del Consejo de Investigación de Transporte (TRB), Washington, DC, Enero 2000.

firmas consultoras de transporte del sector privado. El gobierno ha sido muy activo en la promoción de su desarrollo a través de la externalización de datos relevantes, desarrollo de modelos, desarrollo de proyectos y actividades de evaluación. Metro S.A. es una compañía pública que recibe subsidios del gobierno para el desarrollo de infraestructura pero cubre sus costos operacionales con ingresos.

### Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Las organizaciones no gubernamentales han cobrado cada vez más protagonismo en los asuntos relacionados con el transporte urbano durante los últimos 15 años. Una de las ONG es *Ciudad Viva*<sup>77</sup>, un grupo de líderes comunitarios y asesores expertos provenientes de una amplia variedad de ámbitos incluidos la ingeniería del transporte, planificación y arquitectura. La organización apoya el transporte sustentable, preservación del patrimonio, manejo de desechos, reducción de la contaminación acústica, mayor seguridad y desarrollo económico local. El *Movimiento Furiosos Ciclistas*<sup>78</sup> promueve una mayor disponibilidad de recursos para el uso de bicicletas para los habitantes de Santiago, incluidas pistas para bicicletas, ciclovías y estacionamientos para bicicletas. La organización apoya la integración de un plan para las bicicletas en Santiago con otros modos de transporte.

### Agencias de desarrollo

El Banco Mundial mediante el Fondo Global para el Medioambiente (GEF) entregó apoyo financiero que comenzó en el año 2002 para implementar un plan de transporte urbano en Santiago para el período 2000–2010. Parte de esta iniciativa es un foco sobre la mitigación de la calidad del aire y los impactos de los gases de efecto invernadero generados por el transporte. Específicamente, el proyecto GEF acordó financiar seis estudios de factibilidad orientados en parte a lograr reducciones de gases de efecto invernadero: promoción del uso de ciclovías y bicicletas, tecnologías de combustibles alternativos para los microbuses, programas de uso de suelo para

reducir de demanda de viajes, tarificación vial, combinación de viajes y técnicas de evaluación medioambiental para análisis de programas de transporte urbano.<sup>79</sup>

### Academia

Chile tiene un sistema de educación superior bien desarrollado, con muchas universidades activas en áreas de ingeniería de transporte, ingeniería medioambiental y planificación urbana. Tanto la Universidad de Chile como la Universidad Católica de Chile cuentan con reconocidos departamentos de ingeniería de transporte con una gran capacidad para el análisis de esta actividad. Las universidades han sido muy activas en el trabajo con los proyectos de gobierno, a menudo a través de firmas consultoras relacionadas. Por ejemplo, el Programa para Investigación Científica y Tecnología en la Facultad de Ingeniería (DICTUC)<sup>80</sup> de la universidad Católica ha estado a cargo del desarrollo de encuestas de viajes y trabajos relacionados de gestión de datos, mientras que LABTUS, un laboratorio de modelación de transporte de la Universidad de Chile, ha desarrollado y mantiene un modelo de uso de suelo urbano para la integración con modelos predictivos de transporte.<sup>81</sup>

## Capacidad de planificación

### Planes y políticas pertinentes

Durante los últimos años ha habido un esfuerzo concertado en todos los niveles del gobierno para mejorar las condiciones del sistema de transporte, gestionar el crecimiento urbano y mitigar el problema de contaminación ambiental de Santiago.

Una de las más importantes iniciativas del gobierno chileno para mejorar el desempeño del sistema de transporte comprendía el desarrollo del “Plan para el Transporte Urbano (PTUS) para la Ciudad de Santiago 2000–2010” comunicado a fines del año 2000. Dicho plan tiene sus orígenes en un plan del año 1994 elaborado por SECTRA, el cual identificaba estrategias e inversiones para el período 1995–2010. El propósito expresado en el plan es ‘mejorar la calidad

77 <http://www.ciudadviva.cl/>

78 <http://www.mfc.cl/>

79 <http://web.worldbank.org/external/projects/main?pagePK=104231&piPK=73230&theSitePK=40941&menuPK=228424&Projectid=P073985>

80 <http://www.dictuc.cl/>

81 <http://www.labtus.cl/site/>

de vida en la ciudad y promover la equidad social entre sus ciudadanos'. Los objetivos claves del PTUS incluían la promoción del transporte público, fomentar el uso responsable de los automóviles particulares, influir sobre las decisiones de uso de suelo con el propósito de reducir las distancias de desplazamiento y coordinar los esfuerzos de las agencias de gobierno que trabajan en el tema de transporte. Con el fin de cumplir dichos objetivos, el plan establecía programas orientados a modernizar el transporte público, invertir en obras viales y control de tráfico, reubicar colegios, modificar los patrones de uso de suelo con fines residenciales, promover el transporte no motorizado, monitorear los grados de avance y estimular la participación pública.<sup>82</sup>

Como es frecuente en temáticas multi-jurisdiccionales con responsabilidades poco claras en los ámbitos de planificación e implementación, la implementación integral del PTUS continúa enfrentando barreras y retrasos considerables en cuanto a su materialización total. El componente de transporte público que incluye el PTUS se conoce hoy en día como "Transantiago," el cual comprende una gran cantidad de programas relacionados con la modernización del parque de microbuses y de las empresas del rubro, reestructuración de rutas, integración tarifaria y de servicio con el Metro y el desarrollo de una infraestructura especializada (vías exclusivas para microbuses y estaciones intermodales). Transantiago involucra el rediseño de la red de microbuses para contar con cinco *troncales* (rutas principales) y diez *alimentadores* (zonas de alimentación) que se conectan con las líneas troncales. Este mejoramiento de la red se ha diseñado para satisfacer toda la demanda por transporte público en la ciudad. Los diferentes tipos de microbuses, de diversos tamaños y capacidades, manejarán las variaciones en la demanda en las diferentes rutas. En una zona de servicio, que abarca el centro de la ciudad, la flota contará de tecnologías limpias (gas natural comprimido, motores híbridos diesel-eléctricos). El nuevo servicio propuesto marca un alejamiento considerable de lo que es el sistema actual, el cual ha experimentado también una evolución a partir de estado casi caótico en que se encontraba a fines de los años 80 mediante un gradual mejoramiento en la normativa. No es de sorprender que la implementación de dicho plan haya enfrentado desafíos tanto técnicos como políticos, siendo estos

últimos no sólo la oposición de los operadores existentes, sino que también del Metro, que aparentemente temió una pérdida en el control de sus ingresos. En este momento la visión es que Transantiago se implemente en tres fases: Agosto de 2005 a Mayo de 2006, cuando se harán cargo del sistema las nuevas empresas, incluida la introducción de 1200 microbuses nuevos, que vienen a reemplazar aproximadamente 3500 unidades existentes. Mayo de 2006 a Agosto de 2006, fecha en que se introducirá una tecnología de medio de pago electrónico integrado y desde Agosto de 2006 en adelante, cuando se concrete la implementación total. El plan Transantiago es responsabilidad de la institución Transantiago, la cual supervisa estas diferentes etapas y otros aspectos de la implementación del plan.

Por supuesto el plan Transantiago y el desarrollo del transporte en general también es objeto de la influencia de otros planes, en particular los planes de concesión de infraestructura de carreteras urbanas, así como también los planes de gestión de uso de suelo. Históricamente ha habido una desconexión considerable entre las visiones pertinentes, en parte debido a algún nivel de competencia inter-institucional. En el caso de los planes de uso de suelo, el plan principal para el área metropolitana se publicó en el año 1994 y se modificó en 1997 con el fin de incluir un área de rápida suburbanización directamente al norte del Gran Santiago. El plan de uso de suelo metropolitano rige los planes de uso de suelo a nivel comunal. Desde siempre la norma ha sido la falta de alineación entre la planificación del uso de suelo (en manos del MINVU) y la planificación de transporte (a cargo de SECTRA y el MOPTT).<sup>83</sup>

En términos del medio ambiente, la Ley Marco General del Medio Ambiente del año 1994 creó las bases legislativas para la protección del medioambiente a nivel nacional. La ley establece las condiciones básicas para las regulaciones medioambientales, incluido el establecimiento del marco para la elaboración de normas sobre concentración de contaminantes y el proceso mediante el cual las áreas que infringen dichas normas deben comenzar a cumplirlas. Actualmente existen estándares de calidad del aire para el material particulado respirable, material particulado en suspensión, plomo, monóxido de carbono, ozono, dióxido de nitrógeno y dióxido de

82 *Plan de Transporte Urbano para la Ciudad de Santiago 2000–2010.*

83 Consultar Zegras y Gakenheimer, 2000, *ibid.* para obtener más detalles.

azufre.<sup>84</sup> La Ley Marco General del Medio Ambiente también estableció el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental bajo la supervisión de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) (la autoridad medioambiental competente que también fue creada por la legislación).

En virtud de la legislación medioambiental del año 1994, la Región Metropolitana de Santiago fue declarada en infracción (*zona saturada*) de las normas establecidas para el material particulado total en suspensión (TSP), material particulado respirable (PM<sub>10</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), y monóxido de carbono (CO) y en riesgo de cometer una violación (*zona latente*) por NO<sub>2</sub>. Debido a esta declaración, las autoridades desarrollaron un plan de reducción de la contaminación y un plan de prevención en 1997, los cuales se han actualizado en forma periódica. El sector del transporte es responsable del 56 por ciento del PM<sub>10</sub> y del 87 por ciento de NO<sub>x</sub>, un precursor del ozono (el transporte es responsable del 31 por ciento de los COVs, el otro precursor de ozono) (consultar Figura N° 8 anterior)—los dos problemas más serios de contaminación en la ciudad capital.

En los últimos diez años, el gobierno chileno se ha concentrado en reducir las emisiones contaminantes del transporte mediante el mejoramiento de la calidad de los combustibles y el endurecimiento de los estándares de emisiones para los vehículos, utilizando como guía las normas de la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency) y normas europeas. Estas normas son apoyadas por la implementación de un régimen de inspección nacional para los vehículos. Como resultado, los vehículos pesados y los microbuses han logrado un avance significativo en el cumplimiento de las normativas, con los microbuses mostrando un marcado mejoramiento. Al mismo tiempo, Santiago ha mostrado mejoras importantes en concentración de contaminantes. Las nuevas fuentes estacionarias (por sobre los umbrales establecidos) tienen la obligación de compensar sus emisiones hasta en un 150 por ciento. Este esquema ha provocado una exitosa reducción de los días de contaminación grave. Por ejemplo, desde la implementación del plan de

control de la contaminación en el año 1997, la ciudad ha experimentado una caída del 18 al 34 por ciento en las concentraciones de PM<sub>10</sub> en días de invierno (la ciudad sufre un fenómeno de inversión térmica) medida en siete estaciones de monitoreo ubicadas en distintos lugares de la ciudad. Las concentraciones de ozono han demostrado ser más persistentes, manteniéndose en un nivel relativamente constante la cantidad de días en que se supera la norma (40 a 46 por año) durante los últimos seis años.<sup>85</sup>

A pesar de estos éxitos en la reducción de los niveles locales de contaminación, las normativas de mando y control son cada vez más costosas. La modelación ha estimado que la creación de un sistema local de transacción de emisiones para Chile podría generar ahorros de más de \$180 millones en un período de diez años. Estos ahorros, así como la oportunidad de proporcionar opciones más flexibles de cumplimiento para el sector privado, llevó al gobierno a comenzar el desarrollo de un sistema formal de Transacción de Emisiones. La primera fase del Sistema de Transacción de Emisiones propone aplicar un límite y un marco de transacción a las fuentes estacionarias mayores (principalmente la manufactura), transporte público y procesos industriales y comprendería el PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> en la Región Metropolitana y posiblemente SO<sub>x</sub> y CO.<sup>86</sup> El marco legal para el establecimiento de dicho sistema de transacción todavía está en trámite en el Congreso chileno.

### Modelación de capacidad

La avanzada capacidad de modelación con que Chile cuenta es un recurso clave para Santiago con el fin de analizar los planes de transporte.

*ESTRAUS* es un modelo de planificación de transporte urbano desarrollado por SECTRA en los años 80 específicamente para Santiago. *ESTRAUS* representa lo más avanzado que hay en uso, incluida una formulación simultánea de equilibrio para la distribución de desplazamientos, partición modal y asignación que garantizan coherencia entre estos submodelos, una representación detallada de la red de transporte público, incluidas las limitaciones en la capacidad de los vehículos; la posibilidad de introducir la modelación de las opciones de horas de inicio de los

84 Es posible encontrar más detalles sobre estándares de calidad del aire en: <http://www.conama.cl/portal/1255/propertyvalue-10316.html>.

85 CONAMA Región Metropolitana de Santiago, 2003 *ibid.*

86 Chile: Emissions Trading System, IEA, 2003, <http://www.iea.org/textbase/work/2003/ghgem/CHILE.PDF>

desplazamientos, entre otras innovaciones.<sup>87</sup> Además de haberse transformado en forma ostensible en el modelo “oficial” de transporte para propósitos de planificación en Santiago, el modelo de transporte EMME/2 también ha sido utilizado por las autoridades de planificación del MOPTT, en particular para planificar redes regionales de carreteras y de los suburbios del norte en rápida expansión.

Durante los años 90, los investigadores de la Universidad de Chile desarrollaron *MUSSA*, un modelo equilibrado de uso conductual del suelo.<sup>88</sup> Se diseñó para proyectar la ubicación esperada de los agentes, residentes y firmas en el área urbana con el fin de estimular el impacto económico sobre el mercado inmobiliario del crecimiento demográfico y económico, la aplicación de políticas de gestión urbana, la ejecución de proyectos inmobiliarios o de transporte y cambios en la estructura conductual de los consumidores.<sup>89</sup> El desempeño del sistema de transporte (por ejemplo los resultados arrojados por *ESTRAUS*) sirve como insumo para el modelo de ubicación de *MUSSA*, proporcionando una plataforma de modelación de uso de suelo. *SECTRA* está planificando actualmente el uso de *MUSSA* en conjunto con *ESTRAUS* con el fin de evaluar las futuras inversiones en infraestructura de transporte. Nuevamente el MOPTT también ha utilizado otros modelos integrados de uso de suelo y transporte, *MEPLAN*, en el desarrollo de actividades de proyección a nivel regional para la Región Metropolitana.

En los últimos años, *SECTRA* ha estado a la cabeza del desarrollo (por parte de la Universidad de Chile) de *MODEM*, un modelo de emisión vehicular, que traduce los flujos de transporte público y privado (mediante enlaces de red y utilizando velocidades promedio) de un modelo de proyección de desplazamientos (como *ESTRAUS*) en estimaciones de emisiones contaminantes atmosféricas. *MODEM* considera unos 60 tipos diferentes de vehículos y siete contaminantes ( $PM_{10}$ , CO, hidrocarburos totales,  $NO_x$ , óxido nitroso, metano, amoníaco) así como también el consumo de combustible. Los resultados de *MODEM* (por ejemplo, emisiones por enlace y

período de tiempo) se pueden incorporar en los modelos de dispersión de contaminantes, con los que actualmente trabajan las autoridades medioambientales en Santiago. *SECTRA* ha estado trabajando para finalizar un modelo (*MODEC*) con el fin de cuantificar la implicancias económicas (morbilidad y mortalidad humanas) de las concentraciones de contaminantes provenientes del transporte, concentrándose en los materiales particulados respirables y el ozono. Actualmente, los costos económicos que se deben utilizar en el *MODEC* todavía son objeto de debate por parte de las autoridades, pero en último término esta plataforma va a ofrecer una importante herramienta para evaluar los co-beneficios locales.

El tránsito de carga (camiones) está actualmente excluido, así como la modelación de las emisiones contaminantes.

### Disponibilidad de datos en Santiago

Los datos primarios de transporte utilizados en la modelación (al igual que el presente estudio) provienen de encuestas residenciales de origen y destino, que existen para Santiago para los años 1977, 1991 y 2001. Las últimas dos encuestas se han llevado a cabo bajo el auspicio de la secretaría nacional de planificación del transporte (*SECTRA*). La encuesta O-D 2001 incluyó 15000 hogares (aproximadamente un 1 por ciento del Gran Santiago), 12000 encuestados durante la “temporada normal” y 3000 durante el verano. La encuesta incluyó todos los viajes en el espacio público realizados por los residentes del hogar (incluidos los niños) e incluidos los viajes de fin de semana. La encuesta contiene información sobre nivel educacional, nivel de ingresos, 13 diferentes objetivos para los viajes (es decir, trabajo, trámites, estudios) y 28 modos diferentes de viajes (por ejemplo, conductor de vehículo) o una combinación de modos (por ejemplo, pasajero de automóvil-Metro).<sup>90</sup> La información de los hogares está geo-codificada en un sistema de información geográfica (SIG) (lo que permite un detallado análisis espacial), en el centro del bloque censal (casi 50.000 bloques)<sup>91</sup>, mientras que la

87 de Cea, J. *et al.*, “*ESTRAUS* : Un Paquete Computacional para Resolver Problemas de Equilibrio de Oferta y Demanda sobre Redes de Transporte Urbano Multimodal con Múltiples Clases de Usuarios,” (Washington, DC: documento presentado en la Reunión Anual del Consejo de Investigación sobre Transporte, 2003).

88 [http://www.mussa.cl/E\\_general.html](http://www.mussa.cl/E_general.html)

89 Martínez, F. y P. Donoso, “*MUSSA*: un modelo de equilibrio de uso conductual de suelo con ubicación”; externalidades, normativas y políticas tarifarias,” Universidad de Chile. <http://tamarugo.cec.uchile.cl/~dicedet/fmartinez/Mussa.PDF>

90 *SECTRA*, 2004 *ibid.* y Amp y Ortúzar, 2004, *ibid.*

91 El bloque censal fluctúa en tamaño de 0.00097 a 4,000 hectáreas, con un promedio de 1.5 hectáreas.

información de origen y destino también se geocodifica. En el caso de usos de suelo, recientemente se ha hecho un esfuerzo para recopilar la información pertinente a partir de registros tributarios nacionales y permisos comerciales y de uso de suelo (según se informan a los gobiernos Municipales). La información (por ejemplo, tipo de uso, superficie construida) está ahora disponible para 1,3 millones de residencias aproximadamente y 400.000 usos de suelo no residenciales, geo-referenciados a nivel de dirección o en ocasiones a nivel de bloque censal. En el caso de emisiones contaminantes, las autoridades cuentan con instalaciones para la prueba de vehículos y han desarrollado perfiles de uso de bicicletas para Santiago, que han servido para alimentar el desarrollo de MODEM.

### **Conclusión**

A pesar del prolongado compromiso con iniciativas de transporte por parte de una amplia gama de actores, todavía hay espacio para mejoramientos en sustentabilidad en una serie de áreas del sector transporte de Chile. Si se considera la naturaleza cada vez más urbana y de rápido crecimiento de la población del país, surgirán nuevos y complejos desafíos en la próxima década a medida que crece la demanda por transporte. Las iniciativas como el Transantiago y la serie de componentes financiados con GEF actualmente en desarrollo están contribuyendo a enmarcar y avanzar en el objetivo de un transporte más sustentable. Los capítulos posteriores de este informe exploran en mayor detalle de qué forma iniciativas similares orientadas a abordar inquietudes sobre sustentabilidad a nivel local y global en el sector de transporte pueden cobrar mayor fuerza cuando se emplazan en el contexto del cambio climático global.

# Capítulo cuatro

## Estudios de caso

### Introducción

El proyecto analizó tres estudios de caso sobre como el MDL podría utilizarse para abarcar soluciones tecnológicas y del lado de la demanda para reducir las emisiones GEIs en el sector transporte de Santiago: A) Cambio de Tecnología de Microbuses, B) Iniciativas de Bicicletas, y C) Eficiencia de Localización. El Comité Directivo de Proyectos seleccionó estos tres estudios de caso después de revisar 16 ideas iniciales de proyectos. Los tres finales fueron elegidos basado en el uso de criterios de selección incluyendo el impacto en el desarrollo sustentable, efectividad en cuanto a costos, elegibilidad para el MDL, potencial de reducción de GEIs, replicabilidad y factibilidad (consultar el Apéndice B). El Comité se preocupó de incluir tanto las medidas tecnológicas y del lado de la demanda para reflejar la gama de opciones necesarias para reducir las emisiones y también como una forma de maximizar las oportunidades de aprendizaje de los estudios de caso. La lista de ideas de proyectos no incluyó el sistema de tránsito rápido de microbuses (TRB) de Transantiago ya que éste ya se había examinado a través del proyecto GEF.

A través de un análisis de los componentes claves de MDL incluyendo la línea base del proyecto, la adicionalidad, metodología, monitoreo y fugas, los estudios de caso proveyeron ejemplos prácticos de potenciales proyectos MDL de transporte. Estos ejemplos sirven para enriquecer la discusión de cómo los proyectos de transporte se ajustan dentro de las modalidades y procedimientos tal como están hoy, cómo podrían contribuir a un futuro mecanismo, y en

qué casos podría ser más apropiado un enfoque alternativo de políticas. Cada estudio de caso incluye los siguientes elementos: Reseña/Contexto; Análisis; Resultados Cuantitativos; y Discusión. Los estudios de caso incluyen una breve comparación de resultados, con sus conclusiones y recomendaciones exploradas en mayor profundidad en el Capítulo 6.

### A) Cambio de tecnología de microbuses y el MDL

#### Reseña/contexto

#### ¿Por qué un cambio de tecnología de microbuses?

Aunque los microbuses representan solo aproximadamente un diez por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) del transporte de Chile,<sup>92</sup> éste modo contribuye a altos niveles de contaminación local de Santiago. En 1991, los microbuses se utilizaban para casi la mitad de todos los viajes, pero en el 2001, se utilizaban solamente en un poco menos que un tercio de los viajes.<sup>93</sup> Aunque la participación de los viajes en microbuses ha disminuido, la cantidad total de viajes en microbús aumentó en más de un diez por ciento. Se espera que estas tendencias a disminuir la participación del modo con un aumento de los viajes continúen en el corto y mediano plazo.

Por consiguiente, las tecnologías de microbuses que disminuyen o reemplazan los combustibles fósiles con otras fuentes de combustible menos intensivas en

92 Cifuentes, B., "Cuantificación y Proyección de Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte en Chile," memoria para optar al grado de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile, 2000. Citado en: Pew Center del Cambio Global, *Transporte en Países en desarrollo: Escenarios de Gases de Efecto Invernadero para Chile*. Tabla 11.

93 SECTRA, "Encuesta Origen Destino De Viajes 2001."

GEIs son una parte importante de una estrategia integral para controlar el crecimiento de las emisiones de GEIs en el sector transporte. Tal cambio puede proveer importantes co-beneficios locales—como la mejor calidad de aire—que son de gran interés tanto para países desarrollados como en desarrollo.

### Actuales políticas/programas de microbuses en Santiago

Tal como se discutió en el Capítulo 3, el Gobierno de Chile se está embarcando actualmente en un esfuerzo integral dirigido a la modernización del sistema de transporte público de Santiago. El plan Transantiago mejorará la provisión global de servicios y también mejorará la calidad de aire de la región.

Bajo Transantiago, la provisión de servicios de microbuses se licitará públicamente dentro de un marco de reglamentos estrictos que se deben cumplir para cada una de las áreas de servicio. La cantidad y tamaño de microbuses, normas de eficiencia y la frecuencia de servicio estarán todos reglamentados. Estos requerimientos implicarán reemplazar aproximadamente un 20 por ciento de los microbuses (casi 1.250 vehículos) por nuevos vehículos al comienzo del plan a mediados de 2006. El parque se renovará progresivamente desde la fecha de inicio, con la meta de reemplazar todo el parque de vehículos en el 2010. Los motores en todos los microbuses nuevos necesitarán cumplir con las normas de emisión más rígidas (Euro III o EPA 98), las transmisiones deben ser automáticas y los vehículos deben utilizar dirección hidráulica o dirección asistida. Vale la pena hacer notar que el área de servicio de alimentadoras locales en el Distrito Comercial Central (DCC) tendrá requerimientos adicionales de vehículos con tecnologías más limpias (de gas natural comprimido (GNC), híbridos o eléctricos). Los proveedores de servicios para este distrito se verán compensados por este requerimiento adicional al adjudicarse una concesión de mayor duración.

A través de esta reestructuración integral de la gestión del servicio de transporte público para la ciudad, Transantiago reducirá substancialmente la cantidad de vehículos requeridos para ofrecer una mejor calidad de servicio a los usuarios. Esto, conjuntamente con una renovación de flote progresiva con normas de calidad más estrictas con el objetivo de mejorar la calidad del aire, también causará una importante reducción de las

emisiones GEIs. Aunque las normas de Transantiago se imponen principalmente para mejorar la calidad del aire, para optimizar el uso de las vías y mejorar la congestión, las reducciones de GEIs asociadas se traducirán en importantes co-beneficios.

Es importante notar el equilibrio existente entre los mejoramientos de los niveles locales de contaminantes y la menor eficiencia de combustibles—algunas tecnologías de control de emisiones aumentan el uso de energía de los vehículos y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, los mejoramientos globales del sistema (por ejemplo, la menor cantidad de vehículos, microbuses de mayor capacidad) más que compensan esos efectos y llevan a una disminución neta de las emisiones globales *por pasajero*. Aunque no están incluidos actualmente en el plan Transantiago, los microbuses híbridos diesel-eléctricos ofrecen el potencial de disminuir tanto las emisiones *por vehículo y por pasajero* debido a la reducción del consumo de combustible.

### Precedentes de las políticas

El uso de políticas para mejorar la calidad de los servicios de transporte público no es nuevo, sin embargo Transantiago (junto con su antecesor, PTUS<sup>94</sup>) es el primer esfuerzo integral para manejar el transporte público en Santiago. Otras ciudades en América Latina también han asumido el desafío de mejorar los servicios de transporte público y aumentar los co-beneficios crecientes para los residentes. Quizás el enfoque más sobresaliente para este problema son los esfuerzos en Curitiba (Brasil) y Bogotá (Colombia), que han enfocado su atención en la optimización de la gestión del servicio a través de microbuses de gran capacidad, infraestructura segregada (vías exclusivas para microbuses) y el diseño de microbuses y estaciones que permiten un abordaje rápido. El diseño de Transantiago se basa en parte en el ejemplo de TransMilenio de Colombia, un reacondicionamiento completo de los microbuses públicos de Bogotá que empezó en el 2000. TransMilenio ha introducido 48 Km de vías segregadas para microbuses, descritas como un “sistema de metro de superficie,” con un plan para agregar 346 Km adicionales para el 2016. La naturaleza efectiva en cuanto a costo y orientada al consumidor del Tránsito Rápido de Buses (TRB) han contribuido a una reducción clara en la utilización de automóviles particulares y de taxis, y a aumentos

94 Para obtener más información sobre PTUS y la evaluación de Transantiago, ver Capítulo 3.

significativos en los viajes de pasajeros en el transporte público. Dos años después de su inauguración, Transmilenio había disminuido los tiempos de viaje para los usuarios en un 32 por ciento, disminuyó los accidentes del tránsito en un 80 por ciento y disminuyó la contaminación sonora en un 30 por ciento. Transmilenio también ha mejorado las lecturas de la calidad del aire en la capital de Bogotá: los niveles de SO<sub>2</sub> cayeron en un 43 por ciento y tanto el NO<sub>2</sub> como el material particulado se redujeron en un 18 por ciento.<sup>95</sup> En los primeros cuatro años de la iniciativa, las estimaciones sugieren que las reducciones de CO<sub>2</sub> han estado en el orden de 694 toneladas métricas al día. Si los beneficios proyectados hacia el futuro (suponiendo que se realizan los planes actuales), las reducciones aumentarán a 5688 toneladas métricas al día en el 2015.<sup>96</sup> Similar a Transantiago, TransMilenio está planeando un componente de MDL en su iniciativa—los desarrolladores del proyecto actualmente están solicitando la aprobación de la metodología.

### Análisis

#### El estudio de caso

El proyecto propuesto examina el rol del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) como una potencial nueva fuente de financiamiento para promover un mejoramiento de tecnología para el parque de microbuses. En particular, el estudio evalúa un cambio de tecnología de microbuses diesel a híbridos diesel-eléctricos, aplicados a las áreas alimentadoras dentro del plan Transantiago. Los motores híbridos diesel-eléctricos son más eficientes y tienen menores emisiones de GEIs que los motores diesel tradicionales. Actualmente se considera que la tecnología diesel se podrá utilizar en todos los servicios de superficie incluidos en el plan Transantiago, con la excepción (tal como se discute más arriba) del distrito comercial central donde los vehículos deben cumplir con normas de desempeño superior.<sup>97</sup>

La selección de la tecnología que se estudiará tomó en cuenta los contaminantes locales que Transantiago intenta eliminar, la seguridad en el suministro del combustible involucrado y los costos de renovación para la obtención de nuevos microbuses. La

metodología descrita más abajo se aplica a cualquier sección del sistema Transantiago; sin embargo el análisis se enfoca específicamente en las áreas alimentadoras de microbuses porque los datos requeridos para las estimaciones cuantitativas de las reducciones de emisiones estaban más disponibles para estos casos.

Este estudio examina la posibilidad de una nueva fuente de financiamiento a partir de la venta—dentro del marco del Protocolo de Kyoto u otros sistemas de reducción de carbono paralelos—de los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs) que provienen de reducciones atribuibles a este cambio tecnológico. En el Capítulo 2 se puede encontrar más discusiones sobre cómo estos créditos se ajustan dentro de la estructura internacional de la mitigación del cambio climático.

### Método

El enfoque utilizado para cuantificar el impacto del MDL del cambio de la tecnología de microbuses incluye tres componentes: 1) evaluación de los costos incrementales, 2) evaluación de las reducciones de emisiones mediante discusiones o comentarios sobre a) la determinación de las emisiones de línea base, y b) la justificación de la adicionalidad, y finalmente 3) cálculo de las emisiones y costos.

#### 1. Evaluación de los costos incrementales

Un cambio tecnológico puede impactar los gastos e ingresos Asociados con la provisión de servicios en el sistema Transantiago. El análisis de costo llevado a cabo incluyó los siguientes elementos:

- Abastecimiento de vehículos (precio de compra de microbuses)
- Impuestos
- Combustible
- Costos operacionales (batería, neumáticos, lubricantes, mantención, reparaciones, etc.)
- Valor residual (al final del ciclo de vida)

Cualquier costo que permanezca constante entre la tecnología nueva y la original, como los salarios del

95 Peterson, Lisa, “Expertos Señalan los Beneficios de un Mejor Sistema de Microbuses,” ITDP, Abril, 2003.

96 Díaz, Oscar Edmundo, “Impactos Estimados de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero sobre las Medidas de BRT, TDM y NMT de Bogotá,” ver: [http://www.itdp.org/read/GEFbackground\\_nairobi2002.pdf](http://www.itdp.org/read/GEFbackground_nairobi2002.pdf)

97 Consulte el Capítulo 3 para ver más detalles.

conductor, costos de estacionamiento, etc., se excluyeron del análisis. Se asume que los ingresos del servicio permanecen constantes, ya que la tarifa se establece para todo el sistema, independiente de la tecnología utilizada.

Se utilizaron varios factores y supuestos para calcular los costos incrementales del mejoramiento de tecnología:

- El financiamiento del abastecimiento de la tecnología se solicita al banco y los créditos y gastos bancarios asociados se calculan en la forma típica.
- El valor residual de los microbuses es un 10 por ciento del valor de abastecimiento.
- Se utiliza el impuesto de capital presunto como porcentaje del valor de los microbuses en los bienes de capital total de la empresa, considerando su depreciación (lineal) durante la vida del proyecto.
- Se desarrolló una fórmula para estimar el combustible anual y los gastos operacionales basado en la cantidad de microbuses, largos de viajes y frecuencia de servicios a distintas horas del día.

### 2. Evaluación de las reducciones de emisiones

Existen tres elementos involucrados en la evaluación de las posibles reducciones de emisiones en el proyecto:

#### a) Determinación de las emisiones de línea base

Un requerimiento esencial establecido por el MDL es la comparación de las reducciones de emisiones GEIs logradas por una actividad de proyecto con las que hubieran ocurrido sin esa actividad de proyecto.

Para crear un escenario que representa razonablemente los GEIs antropogénicos que hubieran ocurrido en ausencia de la actividad de proyecto propuesta—conocida como la línea base o escenario de referencia de una actividad de proyecto MDL—las modalidades y procedimientos de MDL determinan el uso de uno de los tres siguientes enfoques posibles:

- a. Emisiones existentes actualmente o históricas, según sea aplicable; o
- b. Emisiones de una tecnología que representa un curso de acción económicamente atractivo, tomando en cuenta las barreras a la inversión; o
- c. Las emisiones promedio de actividades de proyecto similares llevadas a cabo durante los cinco años anteriores en circunstancias sociales, económicas, ambientales y tecnológicas similares y cuyo desempeño esté entre el 20 por ciento superior en su categoría.<sup>98</sup>

Ya que Transantiago representa un alejamiento de los programas previos y se puede considerar como único, no existen registros actuales o históricos de las emisiones, y por lo tanto la primera opción no es adecuada. Tampoco es viable la tercera opción, ya que hay pocos ejemplos de sistemas similares a Transantiago y las comparaciones serían difíciles debido al importante impacto de las variaciones de las condiciones locales. Como tal, la segunda opción se considera más apropiada en este caso. Transantiago establece los requerimientos tecnológicos para empresas que licitan la provisión de servicios; como tal, es poco probable que las propuestas vayan más allá de estos requerimientos. Dada la aplicación de este enfoque, la línea base para un proyecto de cambio de tecnología en Santiago debería tomar en cuenta las emisiones del uso de tecnología diesel, con mejoramientos progresivos hacia las normas (EURO III o EPA 98), tal como lo señala el plan Transantiago.<sup>99</sup>

Transantiago está estableciendo un marco regulatorio para la operación y características del transporte público que permanecerán vigentes por lo menos durante cinco años. Si hay un cambio en el marco regulatorio después del quinto año, la validez de este escenario básico está protegida mediante una decisión reciente del Consejo Ejecutivo MDL. Esta decisión estableció que “en caso que hayan políticas o reglamentos nacionales y/o sectoriales que den ventajas competitivas a las tecnologías que son menos

98 FCCC/CP/2001/13/Anexo 2 página 37 Decisión 17.CP7.

99 Nota: TranSantiago es un programa integral que estaba pasando a través de revisiones y desarrollos adicionales al momento de realizar este estudio. Como tal, la versión utilizada para calcular las emisiones de línea base para el estudio ilustrativo de microbuses podría ser o no ser idéntica a la versión final implementada en Santiago.

intensivas en las emisiones de GEIs comparadas con tecnologías más intensivas; y si fueron implementadas después de la adopción de modalidades y procedimientos para el MDL el 11 de Noviembre de 2001, el escenario de referencia debe referirse a una situación hipotética sin considerar que esta política o reglamento está vigente.”<sup>100</sup>

Las emisiones de dióxido de carbono se calculan del consumo de combustible y de las emisiones de escape basado en un balance de carbono. En principio, este balance considera que el contenido de carbono en el combustible se oxida como CO<sub>2</sub> y monóxido de carbono (CO) o que se transforma en compuestos orgánicos volátiles (COV o hidratos de carbono) y material particulado (MP). Sin embargo, debido a la dificultad de monitorear las emisiones reales de CO, COV, y MP resultantes de la combustión, esta ecuación se simplificó.<sup>101</sup> Como tal, las emisiones de CO<sub>2</sub> son directamente proporcionales al consumo de combustible (0,0026 toneladas por litro de combustible diesel). El Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) y el Metano (CH<sub>4</sub>) no se consideran en este estudio debido a la falta de información disponible que haga una estimación del ciclo de conducción específico en consideración. Sin embargo, las emisiones típicas de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub>, (expresadas en términos de de CO<sub>2</sub> equivalente) son menos que un 1 por ciento y 0,2 por ciento, respectivamente, comparado con las emisiones de CO<sub>2</sub> por litro de combustible diesel.<sup>102</sup>

El consumo de combustible depende de la eficiencia del motor del microbús y de las condiciones de conducción local o del ciclo de conducción. Un ciclo de conducción trata de representar los efectos de las condiciones de conducción localizadas (velocidad, aceleración,

geografía, etc.) sobre las emisiones. Existen suficientes datos para calcular en forma precisa el consumo de combustible por kilómetro para los buses que circulan por Santiago en función de su velocidad media y la norma de emisiones para su tipo de motor.<sup>103</sup>

La metodología propuesta utiliza una ecuación de *línea base dinámica* para estimar las emisiones de línea base derivadas del consumo de combustible por kilómetro a la velocidad media de desempeño del parque de microbuses. Los datos recabados por el sistema GPS de Transantiago contribuirán a los cálculos de la velocidad media de microbuses en varios recorridos. A su vez, las reducciones de emisiones de GEIs se calculan en base al consumo real de combustible de la flota usando tecnología nueva. El uso de una ecuación dinámica permite que la línea base refleje las condiciones de operación reales en el momento del ahorro de emisiones (contrariamente a una proyección *ex ante*), manteniendo de esa forma una mayor integridad ambiental y un fortalecimiento de las predicciones de los volúmenes de reducción. En el Capítulo 5 se pueden encontrar más discusiones sobre las líneas base dinámicas vs. estáticas.

### b) Adicionalidad

La única referencia a la adicionalidad en los Acuerdos de Marrakech aparece en la Decisión 17 Capítulo 7, párrafo 43, que dice “Una actividad de proyecto MDL es adicional si las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero se reducen por debajo de aquellas que hubieran ocurrido en ausencia de la actividad del proyecto MDL registrado.”<sup>104</sup> En el 2004, el Consejo Ejecutivo proveyó pautas adicionales en forma de herramientas (opcionales) que se pueden utilizar para demostrar cómo las actividades de proyecto propuestas son adicionales al la línea base de un

100 Informe de la Décima Sexta reunión del Consejo Ejecutivo, Anexo 3.

101 Esta simplificación impactaría los resultados en menos de 0,02 por ciento de acuerdo: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Mecánica, “Análisis Ambiental del Escenario que Considera Diseño del Sistema de Transporte Público Elaborado en Febrero 2003 (Escenario 5b)” (Santiago, 2003) Anexo C, p. C-8.

102 Panel Inter-gubernamental sobre Cambio Climático, *Revisión 1996 IPCC Pautas para los Inventarios Nacionales de Gas de Efecto Invernadero: Manual de Referencia*, página 1.75, Tabla 1–32.

103 La discrepancia entre los valores calculados y los reales que utilizan esta fórmula es de aproximadamente 1,13 por ciento, de acuerdo a: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Mecánica, “Actualización del Modelo de Cálculo de Emisiones Vehiculares,” (Santiago, 2002), Capítulo 3, página 54.

104 “Modalidades y procedimientos para un mecanismo de desarrollo limpio tal como se define en el artículo 12 del protocolo de Kyoto,” FCCC/CP/2001/13/Anexo 2 Decisión 17/CP.7.

proyecto.<sup>105</sup> Las herramientas proveen un enfoque escalonado de la evaluación de la adicionalidad, y sugieren elegir entre un análisis de *inversión* o de *barrera* como un paso clave para crear un argumento para un proyecto propuesto. Un análisis de inversión determina si la actividad de proyecto propuesta es económica o financieramente más atractiva que otras alternativas sin la venta de CERs (en otras palabras que la inversión necesite de CERs para ser viable). Un análisis de barrera se utiliza para determinar si la actividad propuesta enfrenta barreras que evitan la implementación general de esta actividad (de esa manera previniendo que ocurra el escenario de línea base).<sup>106</sup>

En el caso del proyecto de microbuses, aunque el análisis financiero indicó que la actividad era financieramente viable, la falta de implementación en terreno subrayó las barreras para la implementación práctica en Chile. La barrera clave para la implementación es la falta de conocimiento de parte de los potenciales usuarios de la tecnología híbrida diesel-eléctrica y una falta de información sobre los actuales costos de capital y de operación en Chile. Además, los mecánicos chilenos no tienen experiencia en la reparación de vehículos híbridos diesel-eléctricos y existen incertidumbres sobre la disponibilidad y costo de los repuestos. Finalmente, como no se han probado los vehículos híbridos diesel-eléctricos en el escenario local, existen dudas en ser los primeros en introducir la nueva tecnología y enfrentar potenciales riesgos financieros o desafíos operacionales. Como tal, esas barreras no financieras se seleccionaron como la principal razón de adicionalidad en el estudio de caso de los microbuses.

### c) Protocolo de monitoreo

A fin de verificar y certificar las reducciones de emisiones GEIs, el proyecto debe incluir una metodología para monitorear los impactos del proyecto. Luego, las emisiones monitoreadas se comparan con las que hubieran ocurrido en el escenario de línea base para determinar los ahorros en el proyecto.

La estimación de emisiones en el escenario de línea base se logra rastreando la distancia viajada por los buses en la región, en combinación con la frecuencia de servicio establecida para las áreas alimentadoras bajo el plan Transantiago. Este enfoque utiliza la información disponible en la unidad de control operacional de sistema de posicionamiento global (GPS) de Transantiago, que permite calcular las velocidades medias de los microbuses. Estos datos de velocidad permiten hacer un cálculo más exacto de las emisiones de línea base.

La ecuación dinámica de la línea base se fundamenta en la estimación de las emisiones reales a través de la recolección automática de los datos operacionales de los vehículos. Los datos sobre el consumo real de combustible se recolectarían de los datos de facturación de las compras de combustible, ya sea por vehículo o a través de una agencia central en el caso de las flotas que tienen un sistema centralizado de reabastecimiento de combustible. En algunos casos estos datos ya se están recabando en Santiago, por lo tanto, los registros históricos podrían ayudar a determinar las reducciones.

### 3. Cálculos de costos y emisiones

#### *Datos y supuestos*

La metodología descrita se ha aplicado a nueve de las diez áreas de alimentadores locales cubiertas por la red Transantiago, donde fue posible realizar un cambio tecnológico de diesel a híbrido diesel-eléctrico de acuerdo a los requerimientos estipulados por Transantiago. Sin embargo, por motivos de simplicidad, de aquí en adelante solamente nos referiremos a una de esas áreas, Área Alimentadora 3 (tal como se describe actualmente en el plan Transantiago). El Área 3 se seleccionó como un ejemplo representativo de los servicios y tamaño de flota cubiertos por las otras Áreas. Además, los requerimientos de servicio (especificaciones tecnológicas de vehículos para la ruta) señalados para el Área 3 se ajustan mejor a los datos técnicos disponibles actualmente. De esta forma, la metodología se podría desarrollar

105 "Herramientas consolidadas de borrador para la demostración de adicionalidad," Anexo 3, 15<sup>ava</sup> Reunión del Consejo Ejecutivo, Anexo 3.

106 15<sup>ava</sup> Reunión del Consejo Ejecutivo MDL, Anexo 3 "Herramientas consolidadas de borrador para la demostración de adicionalidad," Septiembre 2004.

utilizando la menor cantidad de supuestos posibles.<sup>107</sup>

Los supuestos básicos adoptados para el cálculo son los siguientes:

- Los microbuses en el escenario del proyecto y en la línea base de referencia son buses nuevos de 12 metros de largo. En el caso de referencia, cumplen con las Normas EURO III.
- Se cumple estrictamente con el requerimiento de tamaño de flota, distancia del servicio y frecuencia estipulada por Transantiago para el área elegida durante los próximos 10 años.
- La velocidad media de los microbuses se deriva del tamaño de la flota, la distancia del servicio y las frecuencias para las horas punta tal como lo estipula Transantiago para el Área 3 y también es válida para las horas fuera de punta y horario nocturno. Esta información, junto con los requerimientos de frecuencia para estas horas, provee el tamaño de flota para aquellas horas.
- La ecuación que correlaciona el factor de consumo de combustible y la velocidad media de los microbuses diesel EURO III en Santiago, derivada por SECTRA para las condiciones actuales del ciclo de conducción en esta ciudad, también es válida para el área en estudio y sus características de tránsito.<sup>108</sup>

Las contribuciones de información para el cálculo de emisiones para el proyecto se derivan de varias Fuentes locales.

- Los términos y condiciones de la licitación publicados por Transantiago para el Área 3 incluyendo los niveles de servicio y sus longitudes, frecuencias en horas de punta, fuera de punta y nocturnas como también el tamaño de flota durante horas de punta.
- Los datos de costos de abastecimiento y de operación se obtuvieron de valores

suministrados por Eletra, un fabricante brasileño de microbuses de tecnología híbrida diesel-eléctrica. No hubo datos disponibles específicos para el mercado chileno. Las cifras de Eletra son más optimistas que los estudios previos en términos de ahorros de costos y costos de vehículos. Sin embargo, son proporcionales a la tendencia general de cómo está evolucionando la tecnología con el tiempo. En otras palabras, con más experiencia, los mejoramientos en la tecnología y en la fabricación parecen haber mejorado el rendimiento tecnológico y reducido sus costos. Además, en un artículo publicado hace poco en una revista científica internacional, se usó la misma fuente.<sup>109</sup> Las cifras de costo utilizadas se presentan en la Figura 11.

**Figura 11: Supuestos de costos de vehículos y costos operacionales**

	Diesel	Híbrido
Vehículo (US\$)	\$90.000	\$115.000
Operación (US\$/Km)	\$0,03142	\$0,02236

- Una tasa de ahorro de consumo de combustible (y por ende de GEIs) de 25 por ciento, basado en los valores reportados por Eletra.
- Se ha aplicado una tasa de interés de 8 por ciento al crédito bancario utilizado para abastecer la flota. Se usó un precio de \$0,644 por un litro de combustible diesel, y se aplicó un impuesto de capital presunto de 1 por ciento por el patrimonio de la empresa.
- Se utilizó una tasa de descuento de 10 por ciento para el análisis financiero.<sup>110</sup>
- Se consideró una vida de proyecto de diez años.

107 El área de alimentador fue la #3 en parte porque los requerimientos de licitación estipulan la posibilidad de usar solo microbuses de 12 metros (en oposición a usar una combinación de microbuses de 8 y 12 metros). Ya que la mayoría de la información técnica existente para microbuses híbridos diesel-eléctricos es para las versiones de 12 metros, esto influyó la selección de esa área específica.

108 Esta relación es: Factor de Consumo de Combustible (gramo/Km) = 1,391.325 \* V<sup>(- 0.4318)</sup>

109 D'Agosto, M. De Almeida y Suzana Kahn Ribeiro, "Evaluación del rendimiento de microbuses híbridos y potenciales ahorros de combustible en el tránsito urbano de Brasil," *Transportation* 31: 479-496, 2004.

110 Una tasa de descuento de 10 por ciento representa el valor alternativo del uso de los mismos fondos.

### Resultados cuantitativos

La aplicación de estos supuestos y datos para evaluar el costo incremental asociado al cambio tecnológico para los 462 microbuses requeridos por Transantiago para el Área 3 da los resultados que se presentan en la Figura 12 (al valor presente y en dólares estadounidenses). Es importante hacer notar que la adopción de la nueva tecnología lleva tanto a costos adicionales como a ahorros adicionales (representados en valores negativos) durante el transcurrir del proyecto de diez años. En la Figura 12 vemos que los ahorros son mayores que los costos adicionales para la tecnología híbrida diesel-eléctrica por sobre la tecnología Euro III.

**Figura 12: Costo incremental de uso de buses híbridos diesel-eléctricos (específico para Transantiago)**

	<b>Costos Incrementales (US\$)</b>
Abastecimiento de vehículos	\$10.576.586
Impuestos	\$407.869
Combustible	- \$ 17.900.598
Costos operacionales	- \$1.970.862
Valor residual	- \$445.302
Costo Incremental Neto	- \$9.322.307

Este escenario da como resultado ahorros totales de costos de \$9,3 millones comparado con el caso base, con ahorros en costos de combustible que más que compensan los mayores costos de capital. Estos ahorros en combustibles podrían causar una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de 11.717 toneladas al año. El valor presente neto de los ingresos de la venta de las reducciones a un precio hipotético de mercado de \$10 por CER, sería de US\$719.957 a una tasa de descuento de 10 por ciento. Por ende, la implementación del proyecto MDL tal como se señala podría proveer un beneficio financiero de \$10.052.264 (menos los costos de transacción) al proponente del proyecto (a partir de una combinación de ahorros en combustibles y ventas de CERs).

### Comentarios

El análisis muestra que los microbuses híbridos diesel-eléctricos son económicamente atractivos en su propio derecho, a pesar del hecho que la tecnología no está en uso en Chile. Estos hallazgos llevan a la conclusión que las barreras financieras no son el principal

impedimento a la penetración de esta tecnología. Más bien, los usuarios potenciales no tienen la información clave sobre costos e información técnica y están preocupados sobre los riesgos de introducir una nueva tecnología. La contribución de ingresos adicionales obtenidos a través de la venta de CERs podría, en teoría, proveer un incentivo adicional que haría que algunas empresas de microbuses estuvieran más abiertas a comprar y utilizar microbuses híbridos diesel-eléctricos.

Habiendo dicho esto, los ingresos de la venta de CERs probablemente serán relativamente modestas comparadas con los costos totales de la tecnología (dependiendo de los supuestos de costo). Hay dos razones principales para esto: en primer lugar, el poco impacto que produce el cambio tecnológico en la reducción de emisiones en términos absolutos y en segundo lugar, el precio de mercado actual del los CERs. La reducción del consumo de combustible ganada al cambiarse a tecnología híbrida diesel-eléctrica le ahorra al proponente del proyecto US\$0,64 por litro. Se puede ganar unos pocos US\$0,03 por litro adicionales a través de la venta de CERs. Como tales, los beneficios ganados a través de los costos menores de combustible claramente son un mayor factor de influencia en los ahorros incrementales globales.

Es posible que el MDL—a pesar de su limitado impacto financiero—pueda jugar un rol importante en superar las barreras de la creación de conciencia. Se han realizado bastantes esfuerzos en la creación de capacidad y compartir información sobre potenciales oportunidades disponibles a través del MDL (consultar Capítulo 3). Estos esfuerzos han contribuido hacia un mejor entendimiento en el sector público y privado del mercado del carbono, y el mayor perfil al buscar un proyecto bajo el alero del MDL. El efecto ha sido ayudar al sector privado a superar sus inquietudes y a explorar nuevas ideas, a tener una mente más abierta con la nueva información y a redescubrir las antiguas tecnologías. El interés y las inversiones de otros países están contribuyendo con este espíritu pionero. Este cambio podría ayudar a superar las barreras de la creación de conciencia discutida anteriormente que actualmente evita la penetración de las tecnologías de microbuses híbridos diesel-eléctricos en Chile.

Habiendo dicho esto, tal como hemos aprendido en el Capítulo 2 y como exploraremos en más detalle en el estudio de caso de la Eficiencia de Localización, los

mejoramientos tecnológico globales no nos llevarán a través de todo el camino hacia las concentraciones de carbono en la atmósfera requeridas en nuestras estimaciones durante al menos los próximos 50 años. Para este propósito, más que un cambio de tecnología, una reducción en la extensión o en la cantidad de viajes de microbuses podría entregar reducciones más substanciales en el transcurrir del tiempo.

### Discusión

Dentro del marco de la existencia de un reglamento de largo plazo, y dado el nivel de demanda y de infraestructura de gestión establecidos por Transantiago, el estudio encuentra que sin duda es posible establecer un marco metodológico que satisfice los requerimientos establecido por el MDL para la línea base y el monitoreo de los resultados de un proyecto de transporte que involucre un cambio de tecnología. Dicho esto, en este caso las reducciones mostradas y el costo adicional de la tecnología podría producir un retorno suficientemente atractivo para llevar a inversiones, particularmente dada la posibilidad que el MDL puede promover el aumento de conciencia sobre el potencial de nuevas tecnologías.

El mejoramiento de la tecnología de microbuses ofrece menos oportunidades de ahorros en GEIs a largo plazo que la reducción de la cantidad de microbuses o el desplazamiento de los viajes en automóviles, un concepto que se explorará en más detalles en el estudio de caso de la eficiencia de localización (Capítulo 4c).<sup>111</sup> Los enfoques de gran escala e integrales para el rediseño de la prestación de servicios de transporte público, con el plan Transantiago y otros que se están ejecutando actualmente ofrecen valiosas contribuciones a los esfuerzos del MDL estableciendo planes más claros a futuro (línea base) y a menudo recolectando y administrando datos necesarios para el monitoreo de las reducciones.

La metodología desarrollada para este estudio de caso de microbuses podría aplicarse nuevamente para evaluar la factibilidad de una implementación a mayor escala, el uso de una fuente de combustible o tecnología diferente, o incluso el uso de diferentes tipos de vehículos (por ejemplo, taxis, camionetas livianas, etc.). Estos análisis podrían indicar un mayor potencial de reducciones que lo que podría lograrse para el caso de los microbuses híbridos diesel-eléctricos.

### B) Iniciativas para bicicletas y el MDL

Este estudio de caso explora la factibilidad de utilizar el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) como forma de aumentar el uso de la bicicleta en Santiago. Examina las metodologías utilizadas por otros países que han incorporado exitosamente el uso del transporte no motorizado (TNM) en sus ciudades, y evalúa cómo el MDL podría potencialmente facilitar la promoción de la bicicleta y el desarrollo de pistas para bicicletas.

Los proyectos MDL que abordan la demanda de viaje, incluyendo las iniciativas para bicicletas, aún no han sido consideradas por el Consejo Ejecutivo MDL y por tanto no existen precedentes metodológicos. Así como se comenta en el Capítulo 2, de los pocos proyectos MDL para el sector transporte actualmente en desarrollo, la mayoría pertenecen al área de tecnología vehicular, mantenimiento o combustibles alternativos. Un punto de distinción importante entre estos proyectos y un proyecto MDL que aborde la demanda de viaje TNM, es que los primeros son típicamente del sector privado, iniciativas con fines de lucro. Un proyecto MDL TNM, por el contrario, probablemente estaría financiado por el sector público, y cuya meta principal sería una ganancia social más que financiera. En muchos casos, los proyectos tipo TNM podrían ser promovidos como iniciativas MDL “unilaterales.”

### Reseña/contexto

#### ¿Por qué bicicletas?

Las bicicletas son un modo de transporte eficiente, libre de contaminación y de bajo costo. Los programas integrales para las bicicletas aumentan la demanda por el ciclismo mediante la provisión de un entorno de viaje seguro y facilidades, permitiendo una opción más veloz, más segura y más conveniente para las personas que se desplazan a diario hasta sus lugares de trabajo. Existen muchos co-beneficios atribuibles a la implementación de proyectos TNM, tales como el mejoramiento de la calidad del aire urbano y también la promoción de estilos de vida más saludables y la sustentabilidad ambiental. A medida que los viajes cortos en automóvil son reemplazados por viajes en bicicleta, la reducción en vehículos kilómetros viajados (VKV) a nivel local corresponde a una reducción en la emisión de gases de invernadero, CO, NOx y VOCs.

<sup>111</sup> Se espera que la iniciativa de Transantiago reduzca las emisiones de CO<sub>2</sub> en cerca de 350.000 toneladas al año (comunicación personal, Eduardo Giesen, 21 de Diciembre, 2004).

### Actuales políticas/programas para bicicletas en Santiago

Las bicicletas representan el 2,1 por ciento del total de viajes en Santiago,<sup>112</sup> en comparación con el 1,5 por ciento en Bogotá,<sup>113</sup> 24 por ciento en Nueva Delhi,<sup>114</sup> 48 por ciento en Beijing,<sup>115</sup> 33 por ciento en Ámsterdam,<sup>116</sup> y 1.3 por ciento en Ottawa.<sup>117</sup> Además de la falta de infraestructura, existen muchas otras barreras que contribuyen a la baja tasa de utilización de la bicicleta, incluyendo la distancia (extensión y tiempo de viaje), pendiente del camino, y seguridad (ausencia de lugares seguros para bicicletas, falta de instalaciones seguras para el estacionamiento y temor a la delincuencia).<sup>118</sup>

Mientras que efectivamente ha habido algún progreso reciente con el desarrollo de pistas para bicicletas financiadas por GEF y una ciclovía a lo largo de la Alameda, actualmente existen solamente unos 20 Km. de pistas para bicicletas no continuas en la ciudad. A pesar de la modesta pendiente del 3 por ciento hacia el oriente, la mayor parte de Santiago no tiene grandes cerros y goza de un clima favorable para las bicicletas. Sin embargo, las iniciativas para la bicicleta se han visto perjudicadas por una serie de razones en Santiago, incluyendo las inquietudes por la seguridad, falta de facilidades apropiadas para el resguardo de las bicicletas, limitaciones en la infraestructura actual (ancho de las calles demasiado estrechas para las pistas), y un prejuicio cultural en contra del uso de la bicicleta (por ejemplo, el uso de la bicicleta es visto como reflejo de un nivel socio-económico bajo). Sin embargo, tal vez la barrera

más significativa sea la falta de financiamiento. Hasta hace poco, las prioridades para el transporte en Santiago no han favorecido la expansión de la infraestructura para bicicletas. Este estudio de caso explora el grado al cual el MDL podría ayudar a superar esta barrera.

Un estudio en 1999 realizado por la Universidad Católica de Chile, encontró que el número de viajes en bicicleta podría aumentar al 5.8 por ciento de todos los viajes con la provisión de una red densa de ciclovías de 3,2 Km. de pistas por Km. cuadrado.<sup>119</sup> Aún si un porcentaje menor de estos viajes fuera desviados de los modos motorizados, la reducción del consumo de combustible fósil podría reducir los gases de invernadero y contaminación del aire. El estudio observó el alto potencial del uso de la bicicleta como medio de llegada al Metro y principales servicios de microbús.

### Precedentes de políticas

Existen muchos ejemplos alrededor del mundo sobre ciudades con altas tasas de utilización de la bicicleta (por ejemplo, Ámsterdam) y donde han tenido éxito programas integrales para la bicicleta (por ejemplo, Bogotá, Colombia y Portland, Oregon).<sup>120</sup> Se ha utilizado una amplia variedad de políticas y programas para aumentar la seguridad y acceso para los ciclistas. Los ejemplos de iniciativas a nivel municipal incluyen el desarrollo de pistas para bicicleta y puentes, señalización eficaz y mejoramientos en la señalización del tránsito, programas de promoción y facilidades para los ciclistas (por ejemplo, duchas, estacionamiento y

112 SECTRA, "Encuesta Origen Destino De Viajes 2001."

113 Basado en datos de conteo del tránsito; menores que algunas otras estimaciones. Comunicación personal con Carlos Pardo, *Fundación Ciudad Humana*, Julio 30, 2004.

114 Tiwari, G., "Infraestructura peatonal en el sistema de transporte de la ciudad: un estudio de caso de Delhi," *World Transport Policy & Practice*, Volumen 7, Número 4, 2001.

115 Datos de <http://www.ibike.org/statistics.htm>

116 Rietveld, P. y V. Daniel, "Determinantes del Uso de Bicicletas: ¿Importan las Políticas Municipales?" *Transportation Research Part A*, 38 (2004) páginas 531–550.

117 UN Millenium Database, citado en: [http://www.sactaqc.org/Resources/literature/transportation/mode\\_split.htm](http://www.sactaqc.org/Resources/literature/transportation/mode_split.htm)

118 Ortúzar, J. D., A. Iacobelli y C. Valeze, "Estimación de la Demanda de una Red de Ciclovías," *Investigación sobre el Transporte Parte A*, 34 (2000), páginas 353–373.

119 *Ibid.* Ortúzar *et al.* encontró que como participación del mercado máximo potencial, los individuos revelan una falta de disposición a utilizar la bicicleta para un 13 por ciento del total de sus viajes. También encontraron que los ciclistas más dispuestos eran los jóvenes, de bajos ingresos, sin automóvil y bajo nivel de educación. Esto destaca la necesidad de tener campañas de promoción para cambiar las actitudes, y sugiere como potenciales problemas a futuro el esperar un aumento del ingreso, la educación, y la propiedad de un vehículo. Como desafío adicional, el estudio encontró que las condiciones del tiempo podrían reducir el número de viajes en un 18 por ciento.

120 Iniciativa Bike Central de Portland: <http://www.trans.ci.portland.or.us/bicycles/BikeCentral.htm>

armarios).<sup>121, 122</sup> Las campañas de promoción y educación son una parte integral para el éxito de tales iniciativas. Las campañas pueden ayudar a mejorar la imagen de los ciclistas, educar al público en cuanto a las ventajas de la bicicleta, y aumentar la toma de conciencia acerca de la seguridad del tránsito. Por ejemplo, como parte de una estrategia integral para la reducción del uso del automóvil, la ciudad de Bogotá introdujo una estrategia para la promoción del uso de la bicicleta dentro de la capital. Este programa incluye el desarrollo de una red segregada de pistas para bicicleta a lo largo de 250 kilómetros, la más grande de América del Sur.<sup>123</sup>

Existe alguna evidencia que las políticas concertadas pueden producir resultados significativos. Por ejemplo, en Alemania la participación del modo bicicleta aumentó del 8 por ciento al 12 por ciento entre 1972 y 1995 debido al uso integrado de:

- Redes para bicicletas segregadas, bien demarcadas, llegando a los principales centros comerciales/residenciales;
- Redes de calles de “tránsito-atenuado”;
- “Calles para bicicletas,” que permiten el tráfico motorizado pero dan prioridad a la bicicleta;
- Prioridad para la bicicleta en las intersecciones;
- Un programa de educación pública amplio sobre la seguridad del tránsito y centrado en los beneficios a nivel personal, social y ambiental del ciclismo; y
- Estacionamiento apropiado, con grandes facilidades en localizaciones centrales y amplia cobertura en otras partes.<sup>124</sup>

Pucher *et al.*<sup>125</sup> hacen las siguientes recomendaciones similares para el mejoramiento de las perspectivas de la bicicleta en América del Norte, incluyendo el aumento del costo para el uso del automóvil, aclaración de los derechos legales de los ciclistas, la expansión de las

facilidades para las bicicletas, haciendo que las calles estén en estado apropiado para el ciclismo, realizar promociones especiales, vinculando al ciclismo con el buen estado de salud y, ampliación e intensificación de la acción política.

### Análisis

Este caso de estudio explora el uso potencial del desarrollo de pistas para bicicleta como un proyecto MDL a dos escalas: 1) ciclovía individual, y 2) una red integral para la bicicleta.

### Datos y supuestos

Se utilizan los mismos datos básicos y supuestos para ambos análisis, incluyendo los factores de emisiones y partición modal de línea base tal cual se comenta más adelante.

*Factores de emisión:* Para los vehículos de pasajeros el análisis supone una tasa de emisión de 330 g CO<sub>2</sub> por *vehículo-Km*. Una carga promedio de dos personas por vehículo supone una reducción en el número de pasajeros en automóviles y no necesariamente implica una reducción en el número de viajes en automóvil. Esto resulta en un factor de emisión de 165 g CO<sub>2</sub> por *pasajero-Km*.

Para el microbús, el estudio supone una tasa de emisión de 1.270 g CO<sub>2</sub> por *vehículo-Km*.<sup>126</sup> Una carga promedio de 30 personas por microbús, que aunque alta para un promedio diario (por ejemplo, incluyendo horarios fuera de punta), se supone como un supuesto conservador ya que minimiza los ahorros en emisiones a partir de viajes en microbús desplazados.<sup>127</sup> Como supuesto conservador adicional, no se suponen emisiones desplazadas desde otros modos motorizados—metro, taxis, y *colectivos*.

*Costos de infraestructura:* La investigación indica que los costos de infraestructura para las *ciclovías segregadas* típicamente van de \$70.000–100.000 por Km. de

121 Programa de Promoción de la Bicicleta en Berkley: <http://www.ci.berkeley.ca.us/transportation/Bicycling/BikePlan/PromotionPrograms.html>

122 Iniciativa Bike Central de Portland *op cit.*

123 Para mayor información, ver <http://www.itdp.org>

124 Pucher, John, “Auge de Bicicletas en Alemania: Un Renacimiento logrado por la Política Pública,” *Transportation Quarterly*, Vol. 51, No. 4, Otoño 1997.

125 Pucher, J., C. Komanoff y P. Schimek, “¿Renacimiento de la bicicleta en Norteamérica? Tendencias recientes y políticas alternativas para promover el uso de la bicicleta,” *Transportation Research Part A*, 33 (1999), páginas 625–654.

126 Este valor es el mismo al utilizado en el caso de estudio del microbús, expresado en Km. (1,98 Km. por litro).

127 Los impactos marginales no están considerados aquí.

ciclovía. Los costos pueden ser más altos dependiendo de factores tales como la iluminación, mantenimiento, señalética, modificaciones de las intersecciones, señales del tránsito, y cumplimiento. En algunos casos, algunos de estos costos ya están cubiertos por la municipalidad (por ejemplo, iluminación). Las *pistas para bicicleta* menos completas, las cuales frecuentemente constan de una línea pintada sobre la calle, pueden costar solamente un cinco por ciento de las ciclovías segregadas.<sup>128</sup> Para este análisis se supone un valor de \$80.000 por kilómetro para la pista individual de bicicleta, y \$58.000 por kilómetro para la red que incluye tanto las ciclovías como pistas para bicicleta.<sup>129</sup>

### Metodología

El enfoque utilizado para cuantificar las reducciones en las emisiones provenientes de las iniciativas para bicicleta para los fines del MDL incluye cinco pasos.

#### 1. Predicción del uso de la bicicleta

Es esencial determinar los potenciales impactos del proyecto con un nivel razonable de certeza. Para los proyectos de cambio de tecnología y combustible esto puede ser una tarea bastante sencilla, al determinar cuántos vehículos se convertirán y luego haciendo una estimación del uso anual. Para los proyectos del lado de la demanda, la predicción es considerablemente más complicada. Hay una serie de enfoques a la predicción del uso de la bicicleta que incluyen: 1) estimaciones aproximadas (estudios comparativos, estudios de conducta agregada, reglas generales, y factores de ajuste); 2) estudios de preferencia declarada y revelada (opción hipotética y de actitud); 3) modelos de opción discreta (por ejemplo, logit); y 4) modelos de viaje regional.<sup>130</sup> Cada uno de estos enfoques encuentra escollos significativos en la predicción de la demanda de viaje TNM debido a limitaciones de datos y el enfoque histórico de los modelos de predicción hacia el viaje motorizado.<sup>131</sup>

#### A. Ciclovía individual

Este análisis se basa en una *ciclovía* hipotética de 4,5 Km. y supone 1.000 usuarios al día. Para este análisis se escogió una ciclovía segregada dado que es afín con las iniciativas ya encaminadas en Santiago. Además, el supuesto de 1.000 usuarios al día es comparable con el rango de usuarios atribuible a una variedad de diferentes facilidades para bicicleta tal cual se identifica en un estudio de casos Americanos.<sup>132</sup> Este número aproximado también permite la escalabilidad de resultados.

#### B. Red integral para bicicletas

Este análisis considera un rango de estimaciones para la participación futura del modo bicicleta: conservador, moderado, agresivo, y punto de equilibrio. La estimación conservadora muestra la participación del modo bicicleta aumentaría del actual 1,9 por ciento al 3 por ciento para el 2015. Basado en el estudio de la Universidad Católica de 1999, el segundo análisis supone una participación del 6 por ciento para el modo bicicleta. Los cálculos para un escenario mucho más agresivo ilustran lo que una participación del modo tipo Ámsterdam significaría en el contexto de Santiago. También se incluyó un cálculo de la participación tipo punto de equilibrio para el modo en donde los costos estarían totalmente cubiertos por los CER.

#### 2. Determinación de la línea base

El escenario de línea base describe los viajes que hubieran ocurrido sin el proyecto. La participación modal es la variable más importante en la ecuación de proyección, por ejemplo, el porcentaje de viajes que ocurrirían en bicicleta en ausencia de un proyecto. Esto es importante, particularmente para los proponentes de proyectos MDL que están preocupados con la línea base para equilibrar la precisión con la factibilidad práctica, pero

128 Comunicación personal, C. Garrido, CONASET, Agosto 2004.

129 Aunque existe un continuo de posibilidades de facilidades para bicicletas, esta investigación se centra en 2 formas: pistas para bicicleta (líneas pintadas sobre una calle) y ciclovías (ciclovías segregadas de la calle mediante la construcción de una barrera).

130 Para mayor información ver: Departamento de Transporte de los Estados Unidos, Administración Federal de Carreteras, *Guía sobre los Métodos para Estimar los Viajes No Motorizados*, Julio 1999. <http://www.fhwa.dot.gov/tfhrc/safety/pubs/vol11/title.htm>

131 El estudio Ortúzar de la Universidad Católica utilizó estudios de hogar (muestra estratificada), estudio de opción de modo preferente declarado, y un modelo logit sobre disposición a la bicicleta. Estos se aplicaron a matrices de recorridos del modelo de viaje regional, ESTRAUS para determinar el número efectivo de ciclistas.

132 Centro de Investigación de Carreteras de la Universidad de Carolina del Norte (preparado para la Administración Federal de Carreteras), *Compendio de Datos Disponibles sobre la Generación de Viajes en Bicicleta y Peatonal en Estados Unidos. Un suplemento al Estudio Nacional de Uso de Bicicletas y Peatonal*. Octubre 1994. Tabla 8-1.

reconociendo la incertidumbre en las metodologías de proyección.

Típicamente, los países en desarrollo poseen datos limitados sobre viajes no motorizados, frecuentemente debido al hecho que los estudios de origen y destino (O-D) rara vez se llevan a cabo para las ciudades de países en desarrollo. Incluso cuando estos estudios sí existen, muchas veces el transporte no motorizado no se incluye (una omisión que también se observa en muchos países desarrollados). Adicionalmente, los estudios O-D muchas veces son demasiado poco frecuentes como para proveer datos oportunos de línea base. Dadas estas limitaciones, la metodología desarrollada para este estudio de caso se diseñó para dar cabida a los datos TNM de distintos niveles de calidad.

*Datos ideales: Participación modal proyectada para viajes cortos a lo largo del corredor afectado o en el barrio específico de la implementación del proyecto.* En el caso de Santiago, el modelo de viaje regional, ESTRAUS, puede brindar datos de participación modal para pares de origen-destino. Sin embargo, el modelo no proporciona datos muy precisos sobre recorridos cortos (por ejemplo, intra-zonal) y no puede proveer la participación modal proyectada para viajes cortos en un corredor específico. Este es un problema común en la predicción regional.<sup>133</sup>

*Datos aceptables: Partición modal real para todos los viajes cortos en la región.* El estudio O-D, realizado cada diez años, es una valiosa fuente de datos para Santiago. La partición modal real de viajes cortos está disponible en el estudio O-D del 2001, y una predicción podría basarse en la extrapolación de tendencias históricas (por ejemplo, 1991-2001). Sin embargo, tal extrapolación no capturará eficazmente los cambios en muchos factores que podrían tener influencia sobre la conducta que lleva al viaje.

*Mejores datos disponibles: Partición modal real para todos los viajes en la región.* Este enfoque sería una mejor opción para regiones con menos datos

básicos de estudios amplios que en Santiago, donde hay datos disponibles sobre viajes cortos. Es probable que este enfoque sobre-estime los ahorros de emisiones porque los modos motorizados constituyen una menor proporción de viajes cortos dentro del total de viajes.<sup>134</sup>

A nivel conceptual, una línea base está restringida por el hecho que continúa siendo una proyección, no importa cuán amplios sean los datos o sofisticada la técnica de predicción. Las líneas base se pueden diseñar para ser *estáticas* (un punto de referencia fijo) o *dinámicas* (en función de variables que cambian durante el curso del proyecto). Las líneas base dinámicas en el contexto de las iniciativas para bicicleta podrían ajustarse periódicamente para reflejar datos de participación modal *real*. Mientras esto podría llevar a costos más altos, también podría asegurar la predicibilidad de los créditos y confirmar la adicionalidad ambiental. Sea una línea base estática o dinámica, un desafío clave es la definición de escenarios futuros lo suficientemente bien como para utilizar los datos de recuento de bicicletas para evaluar los impactos de viaje y emisiones. Nuevamente, esto depende del equilibrio entre robustez y factibilidad, y lo conservadora que sea la exactitud. Una línea base no es práctica si está definida con una resolución tan fina que se torna impráctica (sea financieramente o debido a la provisión de datos) para su actualización o el monitoreo del impacto del proyecto.

Para los escenarios de la ciclovía individual y de red integral considerados aquí, el análisis utilizó el enfoque “aceptable” para el cálculo de la muestra. Se utilizaron los datos del estudio 2001 O-D para los viajes menores a 3 kilómetros.<sup>135</sup> La partición modal de viajes cortos del 2015 se basó en una extrapolación de tendencias de crecimiento 1991-2001 para todos los viajes, el cual se aplicó luego a la partición modal de viajes cortos del 2001 en la Figura 15. La participación de viajes en microbús decae en el tiempo, mientras que la participación del automóvil aumenta. La participación porcentual de recorridos en bicicleta se supone que se mantiene constante; sin embargo, este aún representa un aumento considerable en el número

133 En su estudio de 1999, Ortúzar *et al.*, utilizando matrices ESTRAUS O-D, determina que el 48 por ciento de los potenciales nuevos viajes en bicicleta en 2005 cambiarían desde los modos motorizados (automóviles, microbús, metro y *colectivos*, no incluye automóviles ni pasajeros de taxi).

134 En Santiago, los microbuses realizaron hasta cerca del 9 por ciento de viajes de hasta 3 Km. vs. 31 por ciento de todos los viajes, y los automóviles se utilizaron para cerca del 18 por ciento de viajes de hasta 3 Km., pero con 28 por ciento de todos los viajes.

135 Los datos de partición modal de viajes cortos fueron entregados por el Programa de Investigación Científica y Tecnología de la Escuela de Ingeniería (DICTUC) de la Universidad Católica. <http://www.dictuc.cl/>

total de viajes realizados en bicicleta. Esta participación modal proyectada se aplicó para ambos escenarios: 1) ciclovía individual, y 2) red integral.

**Figura 13: Supuestos para la partición modal de línea base para cálculos de muestra**

Supuestos para la partición modal de línea base (< 3Km)			
Modo	2001 (estudio O-D)	2015 (estimación <sup>136</sup> )	% Cambio 2001–2015
Bicicleta	2.5%	2.5%	0.0%
Microbús	9.1%	6.0%	-3.1%
Automóvil	17.5%	27.0%	9.5%
Caminar	62.2%	56.3%	-5.9%
Metro	1.9%	1.7%	-0.2%
Taxi (más colectivos)	6.3%	6.0%	-0.3%
Otros	0.5%	0.5%	0.0%
Total	100.0%	100.0%	0.0%

Se debe observar que no se ha dado cuenta de ningún viaje inducido debido al aumento de la capacidad vial a causa de viajes desplazados. Es probable que este efecto sea insignificante para una ciclovía individual, pero podría manifestarse en el caso de una red integral (la cual, en teoría, se podría estimar utilizando el modelo de proyección de viajes regionales, ESTRAUS). Alternativamente, la red de bicicletas podría estar ocupando espacio en las calles como tales, por tanto compensando cualquier capacidad vial adicional. (Ver Capítulo 5 para mayor discusión sobre la demanda inducida).

### 3. Evaluación de adicionalidad

Para que cualquier proyecto MDL avance, debe ser considerado adicional (ver Capítulo 2). Un criterio importante para esta investigación fue la selección de un ejemplo que fuera fundamentalmente viable a fin de ser considerado como una iniciativa MDL, por ejemplo que cumpliera con los requerimientos de adicionalidad tal cual se delinear en los Acuerdos de Marrakech. De los tres nuevos avances en políticas para bicicletas en Santiago—las pistas para bicicleta GEF, la ciclovía de Alameda y la red propuesta para todo Santiago, solamente la última pareciera ser apropiada para ser considerada como adicional. Tanto

el proyecto GEF como el de Alameda no pueden ser considerados como adicionales porque ya están financiados y avanzando. Sin embargo, la red propuesta para bicicletas cae en un área gris; aunque existe un plan maestro para la red, actualmente no hay financiamiento y existe poca motivación política para su implementación. Estos son argumentos fuertes a favor de considerar la red integral como adicional.

Sin embargo, los nuevos proyectos para bicicleta se consideran como adicionales debido a varias razones. Primero, no hay normativa vigente en Chile requiriendo el desarrollo de ciclovías. Segundo, actualmente hay inversión muy limitada para ciclovías en Santiago, de manera que ha sido necesaria la inversión internacional (por ejemplo, GEF) para las pistas de bicicleta existentes. Finalmente, aparecen las barreras culturales y de imagen que impiden el mayor uso de la bicicleta en Santiago.

### 4. Desarrollo de un enfoque para el monitoreo

Todo proyecto MDL debe incluir un plan de monitoreo para la verificación de reducciones en las emisiones por debajo del escenario de línea base. El enfoque más básico para la evaluación de la utilización de la bicicleta es físicamente contar el número de bicicletas pasando por un punto de observación. El principal desafío de un buen plan de monitoreo es el equilibrio de la robustez con el aspecto práctico y el costo del monitoreo debiera idealmente ser conmensurable con los valores de los CERs generados. Es importante determinar qué frecuencia y duración del recuento de bicicletas es metodológicamente suficiente para cumplir con la aprobación CE y traducir cualquier nuevo uso de la bicicleta en reducciones GEIs cuantificables. Hudson *et al.* observan que el recuento frecuente de corta duración es más útil que recuentos menos frecuentes de mayor duración, a fin de capturar el cambio a través del tiempo.<sup>137</sup> Así, por ejemplo, podría ser deseable contar las bicicletas dos días hábiles a la semana durante cinco semanas, que contar durante dos semanas completas seguidas. Más allá de los recuentos de bicicletas, los estudios pueden ser de ayuda para establecer la extensión de los recorridos, el propósito y la ruta. Los equipos de estudio pueden preguntar a los ciclistas qué modo alternativo o ruta habrían utilizado

<sup>136</sup> Nota: esta estimación no incluye Transantiago.

<sup>137</sup> Hudson. M. *et al.*, *Planificación, Política y Práctica de Bicicletas* (1982).

sin el proyecto. Esto puede ayudar a corroborar la línea base e identificar a nuevos ciclistas. Es importante considerar si otras variables de influencia, tales como la población, el crecimiento económico, el tránsito en áreas aledañas también debieran ser abordadas como parte del plan de monitoreo.

### A. Ciclovía individual

Para una ciclovía individual, los recuentos de bicicletas se podrían realizar en diversas localizaciones a lo largo de la ruta en forma periódica (por ejemplo, cada trimestre). Un plan robusto también podría hacer necesario el monitoreo de bicicletas y tránsito motorizado a lo largo de rutas paralelas a la ciclovía. El aislamiento de los impactos de proyectos pequeños y específicos puede ser excesivamente intensivo en recursos. Por ejemplo, el trabajo básico del estudio, involucrando el recuento manual del tránsito conducido por el proyecto GEF para la evaluación del uso real de la bicicleta en corredores seleccionados de Santiago, costó más de \$30.000. El recuento automático de bicicletas podría ser una herramienta para reducir estos costos.<sup>138, 139</sup> Potencialmente también se podrían bajar los costos de monitoreo mediante el aprovechamiento de datos existentes de estudios, recuento de bicicletas, herramientas y prácticas.

### B. Red integral para bicicletas

Las políticas integrales para bicicletas se pueden rastrear con datos regionales sobre vehículos-Km. viajados. Los datos TNM de partición modal y las técnicas de encuestas del estudio O-D serían apropiados para aplicarlos en este caso. El enfoque de estudio continuo propuesto por Ampt y Ortúzar podría proporcionar una base útil para el monitoreo de proyectos y políticas TNM.<sup>140</sup> Una red o política integral podría ser un buen candidato para una línea base dinámica que incluya datos demográficos y de tránsito. Nuevamente, esto daría cuenta de datos reales de partición modal en contraste con una línea base calculada antes del proyecto.

## 5. Cálculo de emisiones evadidas

El cálculo de emisiones evadidas involucra restar las emisiones reales del proyecto (línea base) de las que hubieran ocurrido sin el proyecto. En el caso de un proyecto TNM no hay emisiones del proyecto, de manera que el cálculo involucra la determinación de emisiones que habrían ocurrido si nuevos ciclistas hubieran viajado de acuerdo a la partición modal de la línea base. Planes para bicicletas más grandes y más complicadas podrían requerir muchos datos y podrían requerir un esfuerzo computacional considerable. Este método utiliza cifras generalizadas y supuestos a fin de desarrollar un escenario similar a lo que está sucediendo en realidad en Santiago; sin embargo, se puede aplicar a diferentes niveles de detalle.

### A. Proyecto de ciclovía individual

El análisis consideró una ciclovía segregada de 4,5 Km. con un largo promedio del viaje ida y vuelta de 6 Km. Suponiendo 1.000 usuarios por día hábil y 260 días hábiles al año, la partición modal para la línea base del 2015 para viajes cortos y factores de emisión presentados más arriba, se calculan ahorros en emisiones de *73 toneladas de CO<sub>2</sub> por año*. La aplicación de la partición modal de línea base (Figura 15) significa que por 1.000 viajes en bicicleta por la nueva ciclovía, 25 (2,5 por ciento) fueron ciclistas ya existentes, 60 fueron pasajeros de microbús, 270 conductores o pasajeros de vehículos, y 563 peatones.

Suponiendo costos de infraestructura de \$80.000 por Km., y una vida del proyecto de 21 años, los cálculos de reducción de emisiones resultan a un costo de *\$212 por tonelada de CO<sub>2</sub>*. A \$10 por tonelada de CO<sub>2</sub> los CERs contribuyen solamente alrededor de un cinco por ciento de los costos totales de la infraestructura en este escenario, o unos \$735 por año. Dado que los costos de transacción, como el registro del proyecto, probablemente serían significativamente mayores que esta suma, este valor genera dudas acerca de la viabilidad de un proyecto a esta escala.

138 Macbeth, A. G., "Recuento Automático de Bicicletas," Grupo de Transporte, Conferencia Técnica IPENZ, Septiembre 2002. Disponible en: [http://www.ipenz.org.nz/ipenztg/ipenztg\\_cd/cd/2002\\_pdf/34\\_MacBeth.pdf](http://www.ipenz.org.nz/ipenztg/ipenztg_cd/cd/2002_pdf/34_MacBeth.pdf)

139 Los contadores de tubo neumático tienen un costo de capital bajo, pero pueden requerir de mantenimiento frecuente. Los contadores piezoeléctricos son relativamente costosos (casi US\$10.000 por sensor), muy precisos en el corto plazo pero la precisión puede decaer significativamente con el desgaste. Departamento de Transporte del Reino Unido, "Equipo Automático de Recuento de Tráfico" Disponible en: [http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_roads/documents/page/dft\\_roads\\_504707-03.hcsp](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_roads/documents/page/dft_roads_504707-03.hcsp)

140 Ampt, E. S. y J. de D. Ortúzar (2004), *ibid.*

### B. Red integral para bicicletas

Este escenario considera una red para bicicletas de 1.200 Km., basado en el plan maestro en desarrollo por la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito, CONASET. Sin estar aún finalizado ni financiado, se supone que la red constará de 600 Km. de ciclovías y 600 Km. de pistas para bicicleta, además de atenuación del tránsito, líneas pintadas y estacionamiento para bicicletas. Se supone que el total de viajes desde el 2001 al 2015 (basado en la tasa de crecimiento de viaje de 1991–2001). El modo de viaje corto 2015 se basó en una extrapolación de tendencias de crecimiento 1991–2001 para todos los viajes, el cual se aplicó luego a la partición modal de viaje corto 2001 para crear un escenario de línea base para la utilización. Esta estimación dio como resultado una partición modal de línea base 2015 de 2,5 por ciento de viajes cortos en bicicleta, 6 por ciento en microbús, 27 por ciento en automóvil y 56 por ciento a pie (tal cual aparece en la Figura 13 anterior). Las reducciones provenientes de nuevas pistas para bicicletas se medirían en relación a este escenario futuro.<sup>141</sup>

Los ahorros en emisiones se calcularon bajo cuatro escenarios diferentes de utilización, tal cual se describe más arriba: conservador, moderado, agresivo y punto de equilibrio. Los resultados se presentan en la Figura 16. Una estimación del costo de infraestructura de \$58.000 se basó en información suministrada por CONASET. Nótese que este es más bajo que el rango típico para ciclovías, debido a que el plan incluye una combinación de ciclovías, *pistas* para bicicletas, y políticas de apoyo.

**Figura 14: Cálculo de emisiones evitadas para una red de bicicletas integral**

Escenario	Nueva participación modo bicicleta	Ton. CO <sub>2</sub> por año	Costo por ton. CO <sub>2</sub>	Ingresos anuales CERs (\$10/ton.)
Conservador	3%	27.300	\$111	\$273.000
Moderado	6%	99.600	\$30	\$996.000
Agresivo	33%	795.000	\$4	\$7.950.000
Punto equilibrio	65%	1.523.400	\$2	\$15.234.000

Basado en estos cálculos, una red integral para bicicletas podría inducir ahorros de aproximadamente 27.000 a 100.000 toneladas de CO<sub>2</sub> por año en los escenarios conservador y moderado, con costos en infraestructura de \$30 a \$111 por tonelada de CO<sub>2</sub> (suponiendo una tasa de descuento del 10 por ciento y una vida del proyecto de 21 años). Esto no incluye costos de transacción o monitoreo.<sup>142</sup> Así, el MDL podría compensar aproximadamente nueve al treinta y tres por ciento del proyecto al precio CER de \$10/tonelada. En este tipo de proyecto público, el MDL podría proveer un flujo de financiamiento para aprovechar otras fuentes. Obviamente, los precios CER más altos aumentarían los beneficios financieros del MDL. Los costos totales serían más bajos si el mismo uso de bicicletas se pudiera lograr con menos kilómetros de ciclovía, por ejemplo mediante mayor número de pistas para bicicleta y campañas de promoción. La inclusión de un análisis del valor de los co-beneficios (por ejemplo, reducción de la contaminación del aire) haría que los proyectos para bicicletas fueran más atractivos desde una perspectiva más amplia de la sociedad, y podría ser útil para atraer más financiamiento para los proyectos (por ejemplo, utilizando financiamiento de salud pública para la promoción de la bicicleta).

## Conclusiones y recomendaciones

### Aporte del taller internacional

Los participantes del taller internacional observaron la importancia de proveer estacionamientos para bicicletas que fueran seguros y adecuados en los puntos de transferencia inter-modales, y que el cambio de la imagen cultural de los ciclistas debiera ser la primera prioridad para aumentar el uso de la bicicleta en Santiago (por ejemplo, mediante campañas de promoción). CONASET sugirió que el MDL podría tener un impacto significativo si pudiera ayudar a fomentar el plan maestro para las bicicletas en Santiago. Además, los participantes percibieron la importancia de las políticas del uso del suelo para así permitir los viajes más cortos apropiados para las bicicletas.

<sup>141</sup> Observar que esta partición modal supone que cerca del 35 por ciento de los viajes en bicicleta provienen de bus, automóvil y metro, lo que es significativamente más bajo que lo que modeló Ortuzar (48 por ciento), por lo tanto, esto se puede considerar como una estimación conservadora.

<sup>142</sup> Los proyectos con plazos de 21 (o 14) años incurrirán en costos adicionales para la revalidación de la línea base por parte de la Entidad Operativa.

### Conclusiones

*Los proyectos para bicicletas y las políticas pueden jugar un rol importante en el avance de la sustentabilidad en Chile mediante la reducción de la dependencia en las formas de transporte motorizado contaminante. Esto puede contribuir a la reducción de la contaminación del aire y emisiones GEI, además del aumento de la movilidad y acceso para los residentes de bajos ingresos y la reducir la dependencia del petróleo importado. El reconocimiento de las sinergias y la comprensión de la afinidad de metas entre los ministerios estatales abren la puerta a potenciales alianzas para el financiamiento y el desarrollo de proyectos TNM.*

*Sin embargo, los proyectos y políticas para bicicletas enfrentan serias barreras a su integración exitosa con el MDL. Las predicciones de utilización de la bicicleta son poco precisas, la cuantificación de las emisiones es incierta, y el monitoreo puede ser costoso. En este momento no está claro si los supuestos conservadores puedan minimizar la incertidumbre lo suficiente como para ganar la aprobación del Comité Ejecutivo del MDL.*

*Las ciclovías individuales no calzan tan bien como los proyectos MDL dada la normativa vigente y el valor de mercado de los créditos. Específicamente, los costos de un esfuerzo por monitoreo con credibilidad, más los costos de transacción, serían mucho más altos que el valor de los CERs. El recuento automático de bicicletas podría ayudar a reducir los costos de monitoreo. Un esfuerzo más amplio para mejorar la calidad de los datos TNM en la región también podría reducir los costos del monitoreo.*

Sin embargo, la mayoría de los proyectos para ciclovías probablemente sean proyectos a pequeña escala, las metodologías para las cuales permiten requerimientos de línea base y monitoreo simplificados, menor adicionalidad general, y costos más bajos. Además, con una actividad en proyectos a pequeña escala, existe también la oportunidad de juntar numerosos proyectos TNM en un solo Documento de Diseño de Proyecto (DDP).

*Una red integrada de ciclovías segregadas y pistas para bicicleta podría ser más atractiva para un desarrollador de proyectos MDL, dada la mayor escala de los impactos, particularmente si se pueden reducir los costos de monitoreo suficientemente mediante el uso de mecanismos existentes para la recolección de datos. Por ejemplo, los impactos del proyecto se podrían rastrear con datos regionales sobre Km./vehículo*

recorrido y partición modal, tales como los del estudio O-D, especialmente si la metodología de estudio continuo para Santiago se pudiera modificar fácilmente con este fin. Los mejoramientos en los datos TNM podrían facilitar la participación en los MDL mediante el aumento de confianza en el monitoreo, y también podrían ser de ayuda para el fomento de soluciones de transporte sustentable más amplios. Sin embargo, para que esto resulte en un aumento significativo de la utilización a escala regional, sería necesario implementar políticas y proyectos integrales, más allá del desarrollo de una nueva infraestructura. Estas incluirían campañas de promoción para mejorar la imagen de los ciclistas; estacionamiento adecuado y seguro en los puntos de transferencia inter-modal; y políticas de uso del suelo que permitan los viajes más cortos apropiados para las bicicletas. Sin embargo, para que un esfuerzo de tan amplio espectro calce dentro del MDL, *se necesitan cambios a las actuales modalidades y procedimientos MDL para permitir un enfoque MDL basado en políticas y/o un enfoque sectorial.* Estos conceptos se exploran adicionalmente en el Capítulo 5 de este informe.

Otro concepto que podría ayudar la implementación de proyectos es el enfoque de crédito renovable, el cual se podría utilizar para reciclar fondos rotatorios a proyectos individuales cuando se venden los CERs. Este enfoque podría ser particularmente útil para los proyectos MDL financiados públicamente, tales como la red para bicicletas y otros proyectos TNM que podrían tener dificultad en atraer financiamiento privado. Adicionalmente, el MDL se podría utilizar como herramienta de apoyo para proyectos en los cuales los CER cubren solamente un pequeño porcentaje del costo de los proyectos, y por tanto requerirán de apoyo financiero y de políticas adicionales. Dados todos los co-beneficios asociados al desarrollo de una red integral para bicicletas, tal proyecto MDL podría contribuir a un plan de costos compartidos con, por ejemplo, programas de mejoramiento de la calidad del aire, programas de salud pública, u otros proyectos de infraestructura para el transporte. De este modo, los proyectos y las políticas para bicicletas serían buenos candidatos para MDLs unilaterales.

El rápido crecimiento en la propiedad y uso de automóviles parecen inevitables, pero un esfuerzo concertado para impactar esta tendencia mediante la consideración de opciones más eficientes tales como la infraestructura para bicicletas, requerirá de la planificación e inversión deliberada. El desarrollo de redes para bicicletas, la realización de campañas de

promoción, y el fomento de patrones de uso del suelo que apoyen esto, podrán llevar hacia el avance de diversas metas de sustentabilidad (este último punto es el núcleo del próximo estudio de caso). Aunque las políticas integrales, la planificación coordinada y las inversiones estratégicas probablemente son necesarias para la reducción de las emisiones GEIs del sector transporte en el largo plazo, el MDL tal vez pueda jugar un papel útil en esta transición. Los temas más generales, tales como las potenciales modificaciones al MDL, se discuten en mayor detalle en el Capítulo 5.

### C) Eficiencia de localización y el MDL

#### Reseña/contexto

##### ¿Por qué eficiencia de localización?

Este caso de estudio MDL se apoya en la premisa básica que la influencia sobre los patrones de uso del suelo urbano—la localización de proyectos de desarrollo urbano dentro de una área metropolitana (efectos a *meso*-escala) y la forma que adopta ese desarrollo (tal como la densidad y diversidad de los usos del suelo, o efectos a *micro* escala)—pueden producir cambios fundamentales en la conducta individual de viaje (por ejemplo, modalidades utilizadas, distancias recorridas) y por lo tanto influenciar las emisiones de gases de efecto invernadero por transporte (GEIs). El interés en el rol potencial del uso del suelo para influenciar específicamente el consumo de energía por transporte se remonta al menos a las crisis energéticas de los años 1970; y en el mundo de hoy que se preocupa tanto por el tema climático, las posibilidades deben ser consideradas en profundidad.

En contraste con los típicos proyectos MDL, esta iniciativa difiere de modo *fundamental*; en que en vez de centrarse en cambios tecnológicos para reducir GEIs, los MDL con eficiencia de localización (EL) apuntan al cambio en la conducta individual. En este sentido, los MDL EL enfrentan escollos significativos en cuanto a metodología e implementación, relativos a proyectos MDL orientados a la tecnología en este sector. Para un proyecto MDL tecnológico, los impactos estimados sobre emisiones GEIs son (relativamente) sencillos de calcular y verificar. Por

otro lado, en el caso de MDL EL, esperamos que los cambios en el uso del suelo influyeran las distancias que las personas viajan además del atractivo relativo y ocupación de ciertas modalidades. Ya que estos efectos son *conductuales* y, en algunos casos dependen de influencias de segundo orden (como la influencia de la densidad sobre la propiedad de los vehículos y por tanto el uso), la estimación de sus impactos requiere de técnicas de modelamiento que introduzcan incertidumbres y dificultades significativas.

A pesar de los desafíos inherentes, el rol del cambio conductual en la mitigación de emisiones GEI aparece como importante a la luz de la evolución tecnológica en el sector, tal como se comentó anteriormente. Las fuerzas inerciales juegan un rol central aquí, ya que las nuevas tecnologías para vehículos requieren de tiempo para ser producidas y lograr una amplia penetración del mercado en vista de las vidas útiles relativamente largas de los vehículos existentes (por ejemplo, 15 años). Esta realidad lleva naturalmente a examinar el rol potencial de la forma urbana en la reducción del crecimiento VKV privado—por tanto en el MDL EL. Más allá de los potenciales beneficios globales, el MDL EL también ofrece importantes beneficios potencialmente importantes en el largo plazo, tales como la preservación de los espacios abiertos, mejora de la calidad del aire y salud pública, menores necesidades de inversiones en infraestructura para el transporte, etc. Además, se debe situar al MDL EL dentro de la realidad demográfica avasalladora de la urbanización del mundo en desarrollo en los próximos 30 años. Por ejemplo, las Naciones Unidas prevé que la población urbana del mundo en desarrollo se duplicará para el año 2030, lo que significa que las medidas para mejorar las formas urbanas en las ciudades de los países en desarrollo podrían acarrear mejoras importantes en la calidad de vida para cerca de 2 mil millones de pobladores urbanos *adicionales* en los próximos 25 años.<sup>143</sup>

#### Panorama de políticas relevantes

Aunque Chile ya es un país altamente urbanizado, con cerca del 85 por ciento de la población nacional viviendo en áreas urbanas, incluso un crecimiento urbano moderado a futuro tendrá implicancias importantes. Por ejemplo, a una tasa de crecimiento anual de la población del 1,25 por ciento en el área Metropolitana de Santiago, esto implicaría un millón de nuevos hogares situándose en la ciudad en los

143 Secretaría de las Naciones Unidas, División de Población del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, *Perspectivas de Población Mundial; La Revisión 2002 y Perspectivas de Urbanización Mundial: La Revisión 2001* (<http://esa.un.org/unpp>, 02 Agosto 2004).

próximos 30 años. Dadas las actuales tendencias de crecimiento urbano—desde 1985 a 1995, el área urbana se expandió un 70 por ciento más rápido que el crecimiento de la población<sup>144</sup> (una tasa que probablemente ya aumentó)—la distribución del crecimiento de la población a futuro y los usos del suelo relacionados tendrán gran influencia en la conducta urbana de viaje subyacente para generaciones de *santiaguinos*. Hoy, el área urbana contigua de las 34 municipalidades del Gran Santiago cubren aproximadamente 70.000–85.000 hectáreas (700–850 kilómetros cuadrados). La densidad poblacional bruta es aproximadamente 65 personas por hectárea, mientras que la densidad poblacional neta es del orden de 85 personas por hectárea, con un rango considerable en el área metropolitana.

Múltiples factores frecuentemente interrelacionados han contribuido a los patrones de crecimiento urbano de Santiago en años recientes. El aumento del ingreso, la introducción de motorización concurrente a la demanda por el espacio residencial, todo aumenta las presiones hacia la sub-urbanización. Ellos son mutuamente reforzados por el crecimiento de la industria inmobiliaria y la muy difundida especulación inmobiliaria, produciendo proyectos a gran escala para oficinas, espacios residenciales e industriales. El desarrollo de infraestructura para el transporte juega un rol muy claro, brindando acceso a sitios previamente no desarrollados. Otra presión expansionaria viene de la continua demanda por viviendas de menores ingresos, típicamente localizados en los márgenes urbanos donde el terreno es relativamente de menor costo. Desde una perspectiva de política pública, una serie de iniciativas han producido efectos un tanto compensatorios. Por ejemplo, el programa de subsidios para la renovación urbana creó incentivos para el desarrollo de unos 22.000 departamentos nuevos en la parte central de la ciudad desde 1992. Al mismo tiempo, la modificación

de 1997 del plan regulatorio metropolitano para el uso del suelo, en respuesta a los desarrolladores inmobiliarios y especuladores a gran escala, abrieron cerca de 20.000 hectáreas al desarrollo urbano en la periferia urbana norte de rápida expansión. Como parte de la modificación del plan para la periferia norte, las autoridades introdujeron zonas de desarrollo condicional, apuntando a la introducción de proyectos inmobiliarios “auto-suficientes.” Las autoridades también han empleado, con un enfoque un tanto ad-hoc, tarifas de impacto en el área, en un intento por cobrar a los desarrolladores por la infraestructura vial troncal necesaria e incluso cierto grado de contaminación del aire por transporte, resultante de este desarrollo periférico.<sup>145</sup> Más recientemente, el “Proyecto de Calidad del Aire y Transporte Sustentable” apoyado por GEF, incluía un componente de “eficiencia de localización,” aunque el concepto aún está en las etapas iniciales de desarrollo. Se espera que esta investigación ayude a apoyar a ese y otros trabajos futuros en Santiago y todo el país.

### Antecedentes de políticas y análisis

La idea de utilizar el uso del suelo para influenciar la demanda de viaje no es nueva. A la escala *metropolitana* más amplia, el análisis se centra en las medidas más globales de densidad urbana y tamaño urbano, permitiendo la comparación de diferentes ciudades (corte transversal) en un momento dado y/o a lo largo del tiempo (serie temporal) y una evaluación de factores de influencia. Los ejemplos incluyen el análisis de influencias de: densidades urbanas residenciales netas sobre la propiedad vehicular y uso del tránsito entre ciudades de USA,<sup>146</sup> densidad poblacional y empleo en el centro de la ciudad sobre la capacidad de carga de pasajeros en ciudades de USA y Canadá,<sup>147</sup> y esfuerzos de tipo similar examinando patrones en un espectro de ciudades a nivel internacional.<sup>148</sup> Este tipo de estudios típicamente

144 Zegras, C. y R. Gakenheimer, 2000. *ibid.*

145 Zegras, C., “Financiamiento de la Infraestructura de Transporte en Ciudades de Países en Desarrollo: Evaluación y Lecciones del Uso Inicial de Tarifas por Impacto en Santiago de Chile,” *Transportation Research Record 1839* (2003), páginas 81–88.

146 Ver Beesley, M. y J. Kain, “Forma Urbana, Propiedad de Automóviles y Políticas Públicas: una Evaluación del Tránsito en las Ciudades,” *Urban Studies*, 1, No. 2 (1964), 174–203; Kain, J. y M. Beesley, “Proyecciones de la Propiedad y Uso de Automóviles,” *Urban Studies*, 2, No. 2 (1965), 163–185.

147 Schimek, P., *Entendiendo el Uso Relativamente Mayor del Tránsito Público en Canadá comparado con Estados Unidos*, (Cambridge, MA: disertación de Doctorado no publicado, Departamento de Estudios Urbanos y Planificación, MIT, Junio 1997).

148 Ver, e.g.: Ingram, G. y Z. Liu, “Motorización y la Provisión de Caminos en Países y Ciudades,” Documento de Trabajo de Investigación sobre Políticas 1842 (Washington, DC: Banco Mundial, Departamento de Infraestructura y Desarrollo Urbano, 1997) (<http://econ.worldbank.org/resource.php?type=5>); Kenworthy, J. y F. Laube, “Patrones de dependencia de automóviles en las ciudades: una reseña internacional de las dimensiones físicas y económicas claves con algunas implicancias para la política urbana,” *Transportation Research A*, Vol. 33 (1999), páginas 691–723.

emplean datos a nivel agregado y técnicas de correlación o regresión, incluyendo medidas amplias de estructura metropolitana tales como densidades urbanas totales, tamaño del área urbana, y la concentración de empleo en el centro de las ciudades. Los estudios difieren de muchas maneras, incluyendo el grado al cual: se hace el control de las variables de influencia (por ejemplo, los tiempos de viaje y costo por diferentes modalidades); se ajusta por la potencial correlación entre variables de influencia (por ejemplo, multi-colinealidad) y/o la simultaneidad de efectos (por ejemplo, si las personas escogen entre localizaciones residenciales y luego los niveles de propiedad vehicular o viceversa); e intentan distinguir entre vínculos en cadenas casuales (por ejemplo, los efectos sobre los niveles de propiedad vehicular y posteriores efectos sobre el uso vehicular). Los resultados sí permiten ciertas generalizaciones amplias. Bento et al, por ejemplo, encuentran que incluso en ciudades de USA fuertemente dependientes de los automóviles, la estructura metropolitana tiene influencia sobre la demanda de viaje y sugieren que las diferencias entre ciudades (por ejemplo, Atlanta versus Boston) tienen impacto sobre el volumen de viaje en automóvil (VKV) incluso hasta tanto como el 25 por ciento.<sup>149</sup> Lyons et al, basándose en datos de ciudades a nivel internacional, proponen un modelo de emisiones por transporte urbano basado en la relación empírica positiva total relativamente fuerte VKV y el tamaño del área urbana.<sup>150</sup> Sus resultados los llevan a la recomendación de política amplia de contener la expansión física urbana a fin de reducir las emisiones, un resultado que naturalmente lleva a la necesidad de densificar (la “ciudad compacta”) a la luz del continuo crecimiento poblacional.

Mientras los análisis comparativos a nivel metropolitano aparentemente respaldan las políticas relativamente intuitivas de contención de la expansión urbana y aumento de densidades en el área metropolitana a fin de

reducir la demanda de viaje motorizado a nivel privado, el avance hacia recetas de políticas más concretas para ciudades específicas, típicamente requiere de un análisis más detallado a escala intra-metropolitana o *meso*. Tal análisis apunta a la evaluación del grado al cual la localización relativa de uso del suelo *dentro* de una ciudad tiene influencia sobre la demanda de viaje (por ejemplo, el centro de la ciudad versus los suburbios). La relevancia para las políticas de tal investigación deviene del potencial para orientar más específicamente dónde se debería fomentar y a qué intensidad dentro de un desarrollo del área metropolitana. Los enfoques analíticos empleados varían de simulaciones de las formas hipotéticas de una ciudad (por ejemplo, canalizar el desarrollo a lo largo de corredores de transporte, agrupando viviendas y empleos en diferentes centros de una red metropolitana); análisis empíricos de corte transversal, viendo cómo diferentes patrones de desarrollo dentro de un área metropolitana influyen en desenlaces relevantes (tales como propiedad y uso de automóviles), utilizando—por ejemplo—técnicas de regresión multivariadas; y modelos tradicionales de predicción de viaje, las cuales se pueden utilizar para demostrar, por ejemplo, cómo escenarios alternativos de uso del suelo dentro de un cierto período de predicción alterará los futuros patrones de viaje esperados.<sup>151</sup> Los resultados de tales estudios difieren significativamente en términos de la estimación del impacto. Un estudio extensivo entre varios, principalmente de corte transversal, donde el análisis empírico sugiere una elasticidad del acceso regional “típica” (medida por el acceso a oportunidades de empleo en la región) de -0,20 lo cual significa que un aumento del 10 por ciento en el acceso regional de una localización produciría una reducción del 2 por ciento en VKV.<sup>152</sup> Un análisis reciente de datos del área metropolitana de Toronto (Canadá), sugiere que las emisiones GEI del transporte residencial promedio en áreas centrales de la ciudad son

149 Bento, A. M. *et al.*, “El Impacto de la Estructura Espacial Urbana en Estados,” Documento de Trabajo EB2004-0004 (Boulder CO: Universidad de Colorado, Instituto de Ciencias del Comportamiento, Programa de Investigación sobre el medio ambiente y conducta, enero, 2004) (<http://www.colorado.edu/ibs/pubs/eb/eb2004-0004.pdf>).

150 Lyons, T. J. *et al.*, “Un modelo internacional de contaminación atmosférica urbana para el sector transporte,” *Transportation Research Part D*, Vol. 8 (2003), páginas 159–167.

151 Se pueden encontrar las revisiones de técnicas y resultados en, por ejemplo., Handy, S., “Metodologías para explorar el vínculo entre las formas urbanas y la conducta de viajes,” *Transportation Research D*, Vol. 1, No. 2 (1996), páginas 151–165; Crane, R., “Las influencia de la forma de viaje urbana: Una revisión interpretativa,” *Journal of Planning Literature*, Vol. 15, No. 1 (Agosto 2000), pp. 3–23; Badoe, D. y E. Miller, “Interacción transporte-uso de suelos: hallazgos empíricos en Norteamérica y sus implicaciones para el modelamiento,” *Transportation Research, Parte D*, Vol. 5 (2000), páginas 235–263.

152 Ver Ewing, R. y R. Cervero, “Viajes y el Ambiente Construido: Un Resumen, ‘Registro de Investigación de Transporte 1780: Desarrollo de suelos y participación ciudadana en Transporte,’” (2001), páginas 87–113. En este caso, el acceso regional al empleo es medido mediante una formulación tradicional tipo gravedad, utilizando el número total de empleos en diferentes zonas potenciales de destino como sustituto del atractivo zonal general.

del 42 por ciento a 64 por ciento más bajas que en áreas suburbanas más externas.<sup>153</sup>

Así como el análisis a nivel *meso* apunta esencialmente a la evaluación de los impactos de la localización relativa del uso del suelo dentro de una ciudad, el análisis a nivel *micro* intenta calcular los impactos de los patrones específicos del desarrollo a nivel de barrio.<sup>154</sup> Los factores relevantes a nivel micro de la potencial influencia se pueden categorizar en tres dimensiones, a veces conocidos como las “Tres Ds”<sup>155</sup> a saber: *Densidad* de diversos tipos de uso del suelo (por ejemplo, unidades habitacionales, tiendas comerciales, empleo); *Diversidad*, o combinación de diferentes usos del suelo/actividades (como combinación de comercio, residencial, etc.); y *Diseño* del ambiente construido (por ejemplo, provisión de veredas, tamaño de la cuadra, disposición de las calles, etc.). En realidad, la distinción entre las escalas de análisis *meso* y *micro* es poco clara—en parte debido a la variación del grado de agregación espacial de las características relevantes en diferentes estudios, e incluso la dificultad en aislar las influencias del nivel *micro* del nivel *meso*. Nuevamente, una revisión de análisis primariamente de corte transversal sugiere que las elasticidades “típicas” de las “Tres D’s” a nivel de barrio del orden de -0,13, o sea un aumento del 10 por ciento en medidas combinadas de las “Tres D’s,” producirían una reducción de 1,3 por ciento en VKV.<sup>156</sup> Se han realizado algunos esfuerzos para incorporar mediciones de nivel *micro* a ejercicios formales y tradicionales de predicción de viaje a nivel *meso*. Por ejemplo, algunas ciudades como Portland (OR) y San Francisco (CA), han desarrollado el factor peatonal ambiental (FPA), una medida con puntaje subjetivo que apunta a capturar la influencia de los

factores de diseño local sobre etapas relevantes del proceso de decisión de viaje (como propiedad de un vehículo y/o opción de modalidad). Otros han adoptado el enfoque “post-procesamiento,” utilizando las relaciones sugeridas en las elasticidades “típicas” para modificar los resultados de modelos de predicción de viaje para reflejar cómo las características de diseño local influenciarían las tasas de viaje motorizado.<sup>157</sup>

La presentación de elasticidades “típicas”—derivadas principalmente mediante el análisis transversal—acerca de la influencia del uso del suelo sobre la conducta de viaje, debería ser visto con cautela. Varios análisis han demostrado poca o ninguna influencia sobre los patrones de viaje.<sup>158</sup> Los investigadores han destacado problemas con los estudios relevantes, incluyendo debilidades en las metodologías subyacentes y datos, la exclusión de variables importantes (particularmente relacionadas a los niveles del servicio de transporte), y la falta de un marco teórico apropiado.<sup>159</sup> Un problema importante está relacionado al potencial de “auto-selección” del hogar. Al analizar datos transversales sobre hogares para evaluar las influencias de localización sobre la conducta de viaje, uno está esencialmente suponiendo que las personas escogen la localización de su vivienda y que esta localización luego produce resultados de viaje. Pero los hogares bien podrían escoger sus localizaciones, al menos en parte, debido a sus resultados de viaje preferidos. En otras palabras, en vez de que los patrones de uso del suelo a nivel local determinen la conducta de viaje por hogar, la conducta de viaje deseada determina dónde un hogar se localizará y, por tanto, las características de localización relevantes (por ejemplo, alguien que prefiere usar la bicicleta se ubicará en un barrio propicio al viaje en bicicleta). Si

153 Grupo IBI, “Emisiones de Efecto Invernadero de Viajes Urbanos: Herramienta para Evaluar la Sustentabilidad Vecinal,” Informe de Investigación de la Serie sobre Viviendas y Comunidades Saludables Healthy (preparado para Canada Mortgage and Housing Corporation y Natural Resources Canada, febrero, 2000). El rango da cuenta de diferencias en tipos de barrios; las estimaciones controlan por otros factores de influencia tales como ingreso y tamaño del hogar.

154 Observar que el barrio no posee definiciones geográficas/espaciales/operativas estrictas; se utilizan aquí simplemente para referirse a las características de diseño urbano a nivel local.

155 Cervero, R. y K. Kockelman, 1997, “Demanda de Viajes y las tres D: Densidad, Diversidad y Diseño,” *Transportation Research Parte D: Transporte y Ambiente*, Vol. 2 (1997), páginas 199–219.

156 Ewing y Cervero, 2001, *ibid.*

157 Swenson, C. J. y F. C. Dock, Informe “Diseño Urbano, Transporte, Ambiente y Crecimiento Urbano: Impactos de Diseño Urbano en Apoyo al Tránsito,” #11 en la Serie Estudio del Transporte y Crecimiento Regional (Minneapolis, MN: Universidad de Minnesota, Centro para Estudios del Transporte, marzo, 2003) ([http://www.cts.umn.edu/trg/research/reports/TRG\\_11.html](http://www.cts.umn.edu/trg/research/reports/TRG_11.html)).

158 En el contexto de Holanda, ver, van Diepen, A. y H. Voogd, “Sustentabilidad y Planificación; ¿Importa la forma urbana?” *International Journal of Sustainable Development*, Vol. 4, No. 1 (2001), páginas 59–74; en el contexto de USA, McNally, M. y A. Kulkarni, “Evaluación de la Influencia del Sistema de Uso de Suelos – Transporte en la Conducta de Viajes,” *Transportation Research Record* 1607 (1997), páginas 105–115.

159 Ver, por ejemplo, Crane, 2000, *ibid.*; Badoe y Miller, 2000, *ibid.*

este fuera el caso, entonces el análisis estaría inapropiadamente “acreditando” al uso del suelo la producción de resultados que serían más ciertamente el resultado de las preferencias de viaje de los individuos y del hogar. Varios enfoques innovadores de investigación para dar respuesta a este tema han producido resultados un tanto diferentes<sup>160</sup>; basta decir que cierto grado de auto-selección definitivamente existe, lo cual puede complicar los asuntos relacionados a, por ejemplo, los cálculos de línea base. De hecho, al evaluar adecuadamente la influencia del uso del suelo sobre la conducta de viaje, debemos enfrentar la realidad que estamos en última instancia apuntando a la predicción de un sistema muy complejo que involucra el ciclo familiar (por ejemplo, soltero, hogar sin niños, jubilados, etc.), decisiones de sobre propiedad de vehículo, etc. Esto ha llevado a algunos investigadores a sugerir que el análisis apropiado de los impactos de la forma urbana sobre la conducta de viaje requiere de un modelo urbano plenamente integrado.<sup>161</sup>

Sin embargo, aún si uno puede confiadamente predecir la influencia del uso del suelo sobre las conductas de viaje, la capacidad de influenciar resultados relevantes depende en gran medida sobre la fijación de políticas e instituciones. Por ejemplo, en Singapur, donde el gobierno mantiene un fuerte control del desarrollo de uso de suelos, una política para dar forma a los patrones de desarrollo a fin de calzar con los resultados de transporte deseados, probablemente tenga mayor oportunidad de tener éxito que en países con tradiciones mucho más permisivas en relación al desarrollo del suelo. Aún entre las naciones de Europa Occidental, conocidas por sus políticas bastante agresivas de planificación

territorial, en última instancia los impactos sobre la conducta de viaje son diversos y no siempre según “lo esperado.” Por ejemplo, de acuerdo a una estimación, la política Holandesa durante los 1970s–80s de “descentralización concentrada” de hecho aumentó el VKV privado diario para viajes pendulares y redujo el uso de la bicicleta y caminar a favor del transporte público.<sup>162</sup> En cuanto a la relevancia directa sobre los regímenes de reducción de emisiones, la experiencia de Estados Unidos con la contaminación del aire local ofrece un precedente interesante, en particular la necesidad de asegurar la conformidad estatal con la normativa sobre la calidad del aire. Las normas EPA de Estados Unidos sugieren que el uso del suelo puede ser incluido como estrategia para el control de la calidad del aire si los efectos son cuantificables, excedentes (por ejemplo, “adicional”), ejecutables, permanentes, y adecuadamente respaldados.<sup>163</sup> Tales requerimientos sugieren un precedente directo para los requerimientos relativamente rigurosos basados en proyectos del MDL (y también sugieren que el precedente existe para que los países del Anexo I persigan enfoques relevantes para sus propios pasivos nacionales). Sin embargo, al menos en Estados Unidos existen pocos ejemplos concretos de utilización del uso del suelo para el logro de reducciones específicas de contaminación por transporte. Un proyecto, el re-desarrollo propuesto de un sitio de 138 acres de una antigua planta siderúrgica en el centro de Atlanta (Georgia), es un ejemplo que promete: se utilizaron técnicas de modelamiento para predecir las influencias tanto a nivel *meso* y *micro* (estimadas para lograr reducciones del orden de 15 a 67 por ciento y 4 a 6 por ciento, respectivamente)<sup>164</sup>; y la inmobiliaria del proyecto estuvo de acuerdo con varias medidas para el

160 Krizek utiliza datos longitudinales (realizando el seguimiento temporal a un hogar) para encontrar alguna evidencia que la conducta de viaje efectivamente cambia con los cambios en las características del diseño local (Krizek, K., “Reubicación Residencial y Cambios en los Viajes Urbanos,” *APA Journal*, Vol. 69, No. 3 (Verano 2003), páginas 265–281; Kitamura *et al.*, utilizando estudios de hogar específicamente diseñados, encontraron que las actitudes de las personas están más fuertemente asociadas a las características del uso del suelo y viaje, sugiriendo la necesidad de cambiar las actitudes junto con los patrones de uso del suelo (Kitamura, R. *et al.*, “Un Micro-análisis del uso de suelos y viajes en cinco vecindarios en el Área de la Bahía de San Francisco,” *Transportation*, Vol. 24, No. 2 (1997), páginas 125–158; Bagley y Mokhtarian, utilizando un sistema de ecuaciones estructurales encuentran que las variables de actitud y estilos de vida dominan la demanda de viaje, mientras el tipo de localización de la vivienda tenía un impacto menor (Bagley, M. y P. Mokhtarian, “El impacto del tipo de vecindario residencial en la conducta de viajes: Un enfoque de modelamiento con ecuaciones estructurales,” *The Annals of Regional Science*, Vol. 36 (2002), páginas 279–297.

161 Badoe y Miller, 2000, *ibid.*

162 Ver, por ejemplo, Schwanen, T. *et al.*, “Políticas para la Forma Urbana y sus Impactos en los Viajes: La Experiencia Holandesa,” *Urban Studies*, Vol. 41, No. 3, (marzo 2004), páginas 579–603.

163 EPA de Estados Unidos, *Guía EPA: Mejorando la Calidad del Aire a Través de Actividades de Uso de Suelos*, (Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Oficina de Transporte y Calidad del Aire, enero 2001), páginas 40–42.

164 Walters, G. *et al.*, “Ajuste de Herramientas de Modelamiento Computacional para Capturar los Efectos del Crecimiento Inteligente: Considerando el Proyecto como una Rata de Laboratorio,” *Transportation Research Record 1722* (2000), páginas 17–26.

monitoreo, verificación y contingencia.<sup>165</sup> Aún en las primeras etapas de desarrollo, los efectos finales sobre la calidad del aire por transporte aún no se pueden evaluar.

### Análisis

A la luz de los desafíos analíticos y prácticos mencionados anteriormente, el equipo IISD contrató a un laboratorio de planificación del transporte y uso del suelo de la zona (LABTUS), afiliada a la Universidad de Chile. El propósito del trabajo en última instancia era explorar cómo los patrones de desarrollo del uso del suelo se podrían modificar por medio del MDL para producir reducciones medibles en las emisiones GEIs. LABTUS realizó un análisis empírico inicial de la conducta de viajes relevantes en la ciudad, desarrolló un modelo de demanda del transporte con sensibilidad a las variaciones en el uso del suelo a nivel *meso*, estableció un marco para la identificación de diferentes escenarios de uso del suelo que influyen las emisiones por transporte, produjo un método novedoso para la generación de escenarios óptimos de uso del suelo en relación a la reducción de emisiones, estimó el nivel de subsidio (que ostensiblemente se podría financiar mediante el MDL) requerido para producir esos escenarios de uso del suelo, y diseñó y aplicó un procedimiento de evaluación para cada escenario.<sup>166</sup> El enfoque tiene el mérito de integrar las decisiones de la población relativas al uso del suelo y el transporte. Debido al enfoque de modelamiento adoptado, la simulación a escala *meso* de la interacción transporte/uso-

del-suelo, se exploraron los efectos potenciales a escala *micro* sobre la conducta de viaje pero finalmente no fueron incluidos en el análisis final.<sup>167</sup>

### Datos

Los principales datos subyacentes al análisis provienen del estudio origen-destino (O-D) del 2001 y el censo de usos del suelo—realizados y compilados bajo el auspicio de la Secretaría Nacional de Planificación del Transporte (SECTRA) y descritos en mayor detalle en el Capítulo 3 de este informe. La estimación del modelo requirió de costos aproximados del transporte para todos los pares de origen-destino para todos los tipos de modalidades, las cuales se derivaron de una corrida previa de un modelo de transporte (2001) (utilizando el modelo SECTRA, ESTRAUS<sup>168</sup>). Los factores de ocupación de los vehículos, tipo de vehículo, distancias recorridas, y velocidades promedio se derivan de ESTRAUS, el estudio de hogares O-D y estudios relacionados (por ejemplo, recuento del tránsito) realizados en forma complementaria al estudio O-D. Los factores de emisiones se derivan de un modelo de emisiones vehiculares desarrollado localmente (MODEM<sup>169</sup>). El Metro ha sido considerado una modalidad “no-contaminante,” aunque la electricidad utilizada por el sistema (para 2001) implica emisiones CO<sub>2</sub> del orden de 62.000 toneladas anuales, aproximadamente 1,8 por ciento de todas las emisiones del transporte de pasajeros.<sup>170</sup>

165 EPA de Estados Unidos, “Informe de Avance del Proyecto XL: Re-desarrollo Atlantic Steel,” (Washington, DC: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Oficina del Administrador, EPA 100-R-00-026, enero 2001) (visitado por última vez en línea, 11 agosto, 2004: <http://www.epa.gov/projectxl/atlantic/index.htm>).

166 LABTUS, “Eficiencia de Localización y Desarrollo Orientado al Tránsito: Una Potencial Opción de MDL para Santiago de Chile; Informe Final” (Santiago: Universidad de Chile, Laboratorio de Modelamiento del Transporte y Uso de Suelo, Octubre, 2004). (Informe completo disponible en: [http://www.iisd.org/climate/south/ctp\\_documents.asp](http://www.iisd.org/climate/south/ctp_documents.asp)).

167 En particular, se realizaron esfuerzos para modelar la influencia de varios descriptores de uso del suelo a nivel local (e.g., varias medidas de usos del suelo a nivel zonal en las zonas de origen y destino) sobre la opción de la modalidad de caminar— aunque preliminar, estas exploraciones demostraron que los descriptores de uso del suelo tenían un poder explicativo insuficiente o señales contra intuitivas.

168 Para mayor información sobre ESTRAUS, ver: [http://www.sectra.cl/contenido/modelos/Transporte\\_urbano/Analisis\\_sisttransurb\\_cuidad\\_gran\\_tamano.htm](http://www.sectra.cl/contenido/modelos/Transporte_urbano/Analisis_sisttransurb_cuidad_gran_tamano.htm)

169 Para mayor información sobre MODEM, ver: [http://www.sectra.cl/contenido/modelos/medio\\_ambiente/estimacion\\_emisiones\\_fuentes\\_moviles\\_moden.htm](http://www.sectra.cl/contenido/modelos/medio_ambiente/estimacion_emisiones_fuentes_moviles_moden.htm)

170 El consumo de energía del Metro incluye toda la electricidad para la iluminación, fuerza motriz, edificios, etc. Ver Metro, *Statistical Appendix 2003*, (Santiago: Metro de Santiago, 2004) (disponible en: <http://www.metro.santiago.cl/Portal/Contenido.asp?CodCanal=120&TipoCanal=A>). Observar que la información disponible desagrega la energía en fuerza motriz para iluminación, escaleras mecánicas etc. Sin embargo, en la práctica, el Metro no puede operar uno sin el otro. El promedio a largo plazo (1982-2003) del consumo energético por pasajero del Metro es 0,57 kWh (con rango anual de 0,48 a 0,67), implicando, basado en la composición promedio de la red eléctrica nacional en Chile, emisiones de CO<sub>2</sub> del orden de 0,26 Kg. por pasajero. La relación entre el consumo energético del Metro y el total de pasajeros es bastante lineal ( $r=0.86$ ), de manera que se podría esperar en el largo plazo aumentos futuros en la carga de pasajeros del Metro sin aumento significativo en emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Metodología

El análisis empírico del estudio O-D 2001 sugería tres estrategias básicas para la intervención: (1) el aumento del transporte no-motorizado para viajes no relacionados con el trabajo, localizando los servicios y lugares de compra más cerca de las áreas residenciales; (2) el aumento del transporte no-motorizado para viajes escolares, designando a los establecimientos educacionales más cerca de las áreas residenciales; y (3) el aumento de uso del transporte público (particularmente el Metro) para los viajes medianos a largos.

El marco de modelamiento consta de tres modelos vinculados. El primero es un modelo de demanda del transporte, consistente en un conjunto integrado de modelos de opción discretos de múltiples etapas (modelos logit multinomiales), los cuales esencialmente predicen la opción de un individuo de entre un conjunto de opciones disponibles.<sup>171</sup> El modelo *simula el equilibrio*, aprovechando las relaciones observadas en el estudio de viaje y el censo de uso de suelos, a fin de predecir cómo evolucionarán los patrones de viaje a futuro bajo diferentes escenarios de uso del suelo. Un modelo de *optimización* identifica los patrones de uso del suelo que minimizarían las emisiones GELs por transporte. Para cada etapa de este procedimiento, el modelo de simulación actualiza el equilibrio del transporte. Una vez llegado al óptimo, el tercer modelo calcula los subsidios que se necesitarían para que los hogares y empresas se localicen de acuerdo a la ciudad “optimizada.”<sup>172</sup> De este modo, las distancias de viaje y la distribución espacial de las actividades se modelan de un modo integrado, dando cuenta de los factores relevantes que influyen las decisiones residenciales y no residenciales (tales como las externalidades de localización para la localización residencial y economías de aglomeración para la localización no residencial). Se hicieron esfuerzos particulares para efectivamente modelar recorridos a pie, dada la evidencia empírica de la importancia de esta modalidad (37 por ciento de todos los viajes en días hábiles; 23 por ciento de viajes en horario de

punta AM<sup>173</sup>), su clara dependencia sobre la distancia, y su naturaleza naturalmente no contaminante. El enfoque de modelamiento simplificó el proceso de conducta de viaje en tres etapas: (1) generación de viaje o el número de viajes producidos y atraídos hacia diferentes zonas de la ciudad; (2) distribución del viaje, o dónde efectivamente comienzan y terminan esos viajes; y (3) opción de modalidad. A excepción de la asignación de ruta, el modelo considera el conjunto completo de opciones relevantes: localización residencial y empresarial, y demanda por viaje de pasajeros. Para períodos de tiempo dados, el modelo produce un equilibrio entre uso-del-suelo/transporte—un logro no trivial dada la multi-dimensionalidad del problema, la no-linealidad compleja asociada a la interdependencia entre opciones de localización y viaje, y los importantes efectos sobre arriendos del suelo.

Las unidades básicas de análisis son 409 zonas “intermedias” de ESTRAUS (mayores que las zonas EOD informadas en el Capítulo 3), 13 categorías de hogar (estratificadas por ingreso y propiedad vehicular), tres propósitos de viaje (Trabajo, Educación, y Otros), y 11 modos. El procedimiento básico utilizó el modelo para: (1) establecer la línea base, la cual supone crecimiento de la tendencia en demanda de viaje en función del crecimiento de los hogares (estimada en 1,47 por ciento anual) y crecimiento concurrente en los usos del suelo residencial y no residencial<sup>174</sup>; y (2) estimación de las reducciones en emisiones resultantes de varios escenarios a escala *meso* de cambios en el uso del suelo para hogares, educación y otros. Las reducciones de emisiones derivan directamente del total reducido de VKV, debido al cambio de viaje motorizado al no motorizado y un cambio en las opciones de destino del viaje.

Se analizaron los efectos de las emisiones de varios escenarios alternativos de uso del suelo: (1) un escenario “pre-óptimo,” el cual intentaba modelar el desempeño de la ciudad si fuera posible una re-localización óptima del uso del suelo—en otras

171 Los modelos de opción discretos poseen un historial de uso de más de 30 años en el análisis del transporte. Un modelo logit multinomial trabaja básicamente bajo el supuesto de utilidad aleatoria, prediciendo la probabilidad de que un consumidor escogerá—de entre un abanico de alternativas—la alternativa que brinda la mayor utilidad relativa. Ver, por ejemplo, M. Ben-Akiva y S. Lerman, *Análisis Discreto de Opciones y Aplicaciones a la Demanda de Viaje*, (Cambridge, MA: MIT Press, 1985).

172 Tales subsidios se obtienen imponiendo las condiciones de equilibrio del uso del suelo.

173 SECTRA, *op cit.*

174 Debido a la falta de información relevante, proyectos y políticas planificadas, tales como aquellas diseñadas para Transantiago, no se incluyeron en la línea base.

palabras, proveer una suerte de “límite superior” de reducciones potenciales de emisiones sin restricción sobre los futuros patrones de uso del suelo; (2) un escenario “orientado a la educación,” que re-localizaba los establecimientos educacionales en forma directamente proporcional a los patrones de localización residencial; (3) un escenario “no-residencial,” el cual redistribuía los usos del suelo no-residenciales en forma proporcional a los patrones de localización residencial; y (4) un escenario “sub-centro,” concentrando una alta proporción de usos del suelo residenciales y no-residenciales en sub-centros definidos en la periferia urbana. Luego la teoría subyacente de equilibrio urbano en el modelo de uso del suelo de Santiago (MUSSA<sup>175</sup>) fue utilizada para estimar los subsidios que se necesitarían para inducir los cambios asociados a los diferentes escenarios en el uso del suelo. Debido a carencias en los datos y posteriores desafíos en las estimaciones del modelo, los subsidios estimados fueron subsidios de “demanda” (por ejemplo, aquellos que se necesitan para inducir cambios en las decisiones de localización residencial y no-residencial de los usuarios); en este sentido, los subsidios funcionan de manera similar a los subsidios de revitalización urbana mencionados anteriormente.

La modelamiento supuso que los diversos escenarios de uso del suelo se podían realizar dentro de un período de cinco años, probablemente un ritmo de cambio poco realista dada la magnitud de la reestructuración necesaria, la inercia de las tendencias actuales (y usos del suelo existentes) y la incierta reacción acerca de cómo los subsidios a la demanda podrían traducirse de hecho en conducta del consumidor (y de las inmobiliarias). En caso de una implementación más lenta (técnicamente, realización del escenario), los beneficios totales para un proyecto propuesto se reducirían, lo cual sería particularmente problemático para un proyecto con un horizonte de tiempo propuesto corto (por ejemplo, siete años). Se modeló cada uno de los primeros cinco años y se calculó la diferencia entre las reducciones de emisiones del proyecto y la línea base. Después del quinto año, se supone que se perpetúan las reducciones diferenciales en emisiones (logradas en el quinto año). Por cierto que los impactos finales de los cambios en el uso del suelo contemplados se extenderían mucho más allá del quinto año, ya que el ambiente construido y la

conducta de transporte relacionada perduraría durante al menos una generación. Estos efectos extendidos se consideran en los resultados presentados en la próxima sección.

### Resultados cuantitativos

**Figura 15: Toneladas acumulativas (millones) reducidas bajo los distintos escenarios**

Escenario	Año 7	Año 10	Año 14	Año 21
Educación	2.8	4.4	6.6	10.9
No-residencial	5.4	8.1	11.9	19.4
Sub-centro	8.6	13.6	20.7	34.6
Pre-óptimo	12.7	21.1	33.2	56.5

**Figura 16: Costo estimado por tonelada (US\$) bajo diferentes periodos de tiempo para proyectos MDL<sup>176</sup>**

Escenario	Período de tiempo del proyecto (años)			
	7	10	14	21
Educación	9	6	4	2
No-residencial	147	139	121	91
Sub-centro	921	848	724	538
Pre-óptimo	2,930	2,989	2,645	2,014

El análisis sugiere que las reducciones más considerables en emisiones relativas a la línea base se pueden lograr bajo los diferentes escenarios: educación, 12 por ciento; no-residencial, 21 por ciento; sub-centros 40 por ciento; y escenario pre-óptimo, 67 por ciento. Los diferentes escenarios revelan que en el año 10, las estimaciones de reducciones acumulativas de las emisiones estarían entre 4,4 millones de toneladas (escenario de educación) y 21,1 millones de toneladas (escenario pre-óptimo) y al año 21, las estimaciones de reducciones acumulativas de las emisiones estarían entre 11 millones (escenario de educación) y casi 57 millones de toneladas (escenario pre-óptimo) (Ver Figura 17). Las reducciones relativamente altas aparentemente obtenibles bajo los escenarios pre-óptimo y sub-centro deberían ser vistas como límites superiores extremos de posibilidades: la

175 Para mayor información sobre MUSSA, ver: <http://www.labtus.cl/site/modelos.php>

176 Calculado en base a emisiones acumulativas estimadas reducidas hasta el año indicado, utilizando el valor actual de los subsidios totales requeridos (durante el período de implementación del proyecto) para lograr el escenario.

reestructuración significativa de la ciudad implicada en estos escenarios hacen que su implementación sea poco probable a imposible. Esto se refleja en los subsidios estimados que serían necesarios para lograr estos escenarios (recordar que los subsidios son aquellos que se han estimado para producir los cambios en el uso del suelo implicados en el escenario): casi US\$5 mil millones durante cinco años en el caso del sub-centro y US\$15 mil millones en el caso pre-óptimo. Por otro lado, las estimaciones sugieren que las reducciones de emisiones más moderadas en el escenario orientado a la educación y el escenario no-residencial podrían ser más viables. De hecho, el escenario de educación aparece como bastante factible, con los subsidios necesarios implicando un costo de US\$10 por tonelada en un horizonte temporal de siete años. Hay que tener en cuenta que los subsidios logran una reestructuración permanente de la ciudad, implicando un cambio permanente en la demanda de viaje. Como tal, a medida que se extiende la vida del proyecto, el costo total estimado por tonelada reducida baja (ver Figura 18) (observar, sin embargo, que los costos de monitoreo y verificación no se incluyen en los costos estimados del proyecto—estos costos implicarían costos un tanto más altos por tonelada en años futuros). *En caso de ser implementado en un solo período de acreditación de 10 años, el escenario orientado a la educación sería una inversión MDL atractiva a valores de mercado actuales para los CERs.*

### Supuestos, fortalezas y limitaciones

Los resultados anteriores deben ser vistos como preliminares, dado las limitaciones analíticas y de datos que forzaron varios supuestos y simplificaciones. En términos de datos, los principales problemas surgieron de la falta de información necesaria (es decir, cambios en los niveles de costo) sobre los impactos de intervenciones para el transporte propuestas a futuro (por ejemplo, Transantiago). Esta falta de datos, que no estaban aún disponibles de las autoridades (SECTRA), perjudica significativamente la estimación de la línea base verdadera al no permitir la inclusión de tales proyectos programados.

En cuanto al modelamiento, se debe primero tener en cuenta los errores inherentes al modelamiento de la conducta individual, la cual es influenciada por cambios en los gustos, restricciones a las opciones,

disponibilidad de opciones relevantes (tanto uso del suelo y transporte), normativa, precios, etc. Cualquier esfuerzo práctico de modelamiento de un sistema urbano complejo se debe simplificar en al menos algunas de estas dimensiones, lo cual naturalmente producirá algunos errores. Al utilizar modelos e interpretar sus resultados, se debe recordar que los modelos son abstracciones de la realidad, las cuales aún siendo ciertamente útiles para la información y análisis de proyectos, siempre serán aproximaciones. Más concretamente y en este caso en particular, la falta de datos y tiempo—sin mencionar la carga computacional—hicieron necesario que el modelo se centre en viajes basados en el hogar durante el período de punta AM de una semana normal de trabajo. Luego se utilizan los factores de expansión para extrapolar este período, para finalmente representar el año completo. Este enfoque es a relativamente coherente con las actuales prácticas para la predicción de viaje, las cuales debido a razones lógicas se refieren principalmente a la evaluación de opciones para reducir la congestión en períodos de punta. Para las estimaciones de emisiones de GEIs para todo el sistema, sin embargo, esta extrapolación puede ser una fuente de imprecisión. Por ejemplo, la mayoría de las compras desde los hogares, recreación y viaje de corte social que ocurren durante los períodos fuera de punta y/o los fines de semana, ya que tales recorridos pueden tener patrones de viaje significativamente diferentes a los modelados durante AM de punta.<sup>177</sup> El enfoque basado en el recorrido también hizo que fuera imposible dar cuenta de factores de influencia potencialmente importantes, tales como el encadenamiento de recorridos (por ejemplo, personas que realizan varios propósitos de viaje—como dejar los niños en la escuela camino a su trabajo—durante un solo recorrido).

Así como se menciona anteriormente, el modelamiento no incluyó el desempeño real de la red (por ejemplo, vehículos en las calles)—o asignación de ruta, típicamente el cuarto paso en el modelamiento de viaje. Como tal el análisis no da cuenta de los factores de influencia relevantes en las velocidades de los vehículos. Tales cambios de velocidad tienen influencia no solo sobre las emisiones sino potencialmente también tienen influencia sobre la opción de la modalidad (al cambiar el atractivo relativo de las diferentes modalidades) y/o generación de viajes (por ejemplo, la hora del día del viaje). En términos de las influencias del uso del suelo

<sup>177</sup> Basado en la extrapolación de los resultados del estudio O-D, los viajes en los días sábado y domingo representan aproximadamente el 25 por ciento de GEIs del transporte de pasajeros total anual GEIs en la ciudad.

sobre la modalidad de opción, el enfoque de modelamiento finalmente captura solamente el efecto de los cambios en la distancia del viaje sobre recorridos a pie (y posterior sustitución por viajes en modalidad motorizada). En otras palabras, se supone que los efectos del uso del suelo no tienen influencia sobre el atractivo relativo de modalidades aparte del caminar. Esto ignora efectos importantes, tales como la variación en tasas de ocupación vehicular producida por los cambios en el uso del suelo. Una simplificación relacionada se desprende de la complejidad en la estimación de los efectos en las emisiones provenientes de los cambios en la demanda por diferentes modalidades, tales como ómnibus o taxi. En la aplicación del modelo, se supone que las flotas de microbús y frecuencias se adaptan rápidamente a la demanda, produciendo así reducciones en las emisiones.<sup>178</sup> Otros temas que, por necesidad se dejaron fuera del análisis, incluyen las interacciones de sistemas y potenciales efectos de segundo orden, tales como una mayor capacidad efectiva en las calles (debido a una menor congestión) que se compensa mediante el viaje adicional inducido (lo cual es afín a el “efecto rebote” o “filtración”). Finalmente, los impactos sobre el tránsito comercial (por ejemplo camiones de carga) se han excluido del análisis.<sup>179</sup>

Las limitaciones antes mencionadas al enfoque de modelamiento deben ser vistas a la luz de los logros del modelamiento. Para evaluar eficazmente el rol de los MDL en la eficiencia de la localización, se intentó un modelo “completo” de la ciudad, uno que podría eficazmente dar cuenta de las interacciones dentro del mercado inmobiliario (efectos residenciales y no residenciales) y entre el mercado inmobiliario y el sistema de transporte. De este modo, surgen patrones de opción coherentes de los precios y costos reales dentro del sistema y los subsidios calculados reflejan el “resumen” de un número de fuerzas financieras y tecnológicas operando en el sistema. El procedimiento de optimización que busca el patrón de uso del suelo que genere una demanda por transporte con emisiones de CO<sub>2</sub> lo más bajas posible, considera todas las opciones (salvo la asignación de ruta), incluyendo modalidades, destino del viaje, y opciones de localización y suministro de construcciones.

### Posibles extensiones y refinamientos

El esfuerzo desplegado para este proyecto es una demostración de la aplicación de técnicas de vanguardia en el transporte y modelamiento del suelo a fin de estimar las potenciales reducciones en las emisiones mediante cambios en el uso del suelo. Sin embargo, inevitablemente surgieron carencias y limitaciones debido a barreras analíticas y metodológicas difíciles y la falta de los datos necesarios—en cierta medida estos se podrían superar con tiempo y recursos adicionales. Con más de lo último, se podrían emprender varias extensiones útiles a este trabajo, tales como:

1. inclusión de la designación de la red de transporte multimodal y las características de desempeño enlace por enlace a fin de asegurar estimaciones de emisiones más precisas y así capturar mejor la conducta del sistema de transporte e interacciones;
2. extensión del análisis para dar cuenta de viajes fuera de horario de punta y viajes de fin de semana, y finalmente, los efectos del encadenamiento de viajes;
3. incorporación del tráfico comercial y su potencial interacción con las variaciones del uso del suelo;
4. inclusión de la potencial evolución en tecnologías vehiculares a fin de comprender su potencial rol en la reducción de emisiones relativas a las opciones de uso del suelo;
5. evaluación más acabada del grado al cual el diseño urbano (las “Tres Ds”) a nivel micro podría influenciar la conducta y, de ser así, trabajar para incorporar tales efectos a la predicción;
6. mejorar la metodología de evaluación para incluir plenamente todos los beneficios y costos sociales (por ejemplo, “co-beneficios”);
7. desarrollo de un modelo de propiedad vehicular que también refleje las sensibilidades a las variaciones en el uso del suelo;
8. expansión del contexto espacial a modelar, a fin de dar cuenta de las áreas actuales rurales y semi-rurales donde la futura expansión urbana sea probable; y finalmente

178 En otras palabras, se ignora el muy importante desafío de cómo se producirían efectivamente los cambios en los potenciales servicios de locomoción pública considerando los requerimientos de concesión, como ejemplo típico.

179 Los camiones en Santiago representan cerca del 16 por ciento de las emisiones de CO<sub>2</sub> estimadas por transporte (en base a 556.000 toneladas anuales de emisiones por camiones en O’Ryan *et al.*, *Transporte en Países en Desarrollo: Escenarios de Gases de Efecto Invernadero para Chile*, Pew Center on Global Climate Change (Agosto 2002), p. 33.

9. generación de un conjunto de restricciones a la factibilidad y políticas a fin de producir patrones más realistas de uso de los suelos, identificar un ritmo de cambio aceptable, y claramente identificar las implicancias políticas e institucionales.

### Implicancias y lecciones

Este examen de uso del suelo como un potencial proyecto de transporte MDL destaca dos realidades muy distintas: por un lado, la urbanización y crecimiento económico en el mundo en desarrollo significa que—sin una intervención significativa en los patrones de urbanización actuales—más personas estarán realizando más viajes motorizados y cubriendo mayores distancias. Por otro lado, si se quiere intervenir esta área eficazmente utilizando un instrumento como el MDL con requerimientos relativamente estrictos relativos a las líneas base, etc. entonces habrá que enfrentar desafíos significativos debido al tiempo y los recursos necesarios para el desarrollo adecuado de herramientas analíticas y—más importante aun—los datos necesarios para utilizar esas herramientas. Además, incluso con herramientas analíticas plenamente operativas para la predicción de los efectos esperados, queda poco claro si un área urbana tiene las capacidades institucionales (por ejemplo, una entidad plenamente responsable, facultada y capaz de rendir cuentas) a fin de implementar tal iniciativa.

A inicios de los años '70, al comenzar la primera crisis global del petróleo, los analistas en Estados Unidos criticaron los patrones de desarrollo urbano de los treinta años anteriores (por ejemplo, inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial) las cuales habían llevado a una dependencia de patrones de viaje para pasajeros altamente intensiva en el uso del combustible.<sup>180</sup> Ahora, treinta años más tarde, los patrones de desarrollo en casi todas las ciudades del mundo han, en todo caso, solamente intensificado sus tendencias hacia la descentralización y sub-

urbanización.<sup>181</sup> Entonces, la pregunta es si podemos realmente hacer algo acerca de estas tendencias y, de ser así, ¿qué podemos hacer? Mientras el análisis realizado para este caso es claramente preliminar, los resultados muestran la magnitud de los resultados potenciales. En el caso del escenario de educación, por ejemplo, los subsidios que se consideran como necesarios para el logro de los cambios en el uso del suelo indican el potencial de la factibilidad del MDL. Tal vez la mayor incertidumbre en este caso surge del grado al cual la demanda del consumidor (por las oportunidades educativas) estaría de acuerdo con las predicciones del modelo, ya que el modelo no da cuenta de la variación en la calidad de la educación y posteriores impactos sobre los viajes por este motivo (en Chile existe cierto grado de “opción educacional,” de manera que las instalaciones muy cercanas no son las que se escogen necesariamente). En el caso del escenario no residencial, en donde los usos del suelo no residenciales se desarrollan en forma proporcional a los patrones de localización de hogares, los costos por tonelada aumentan significativamente, en el rango de US\$91 a 150.<sup>182</sup> Sin embargo el valor de co-beneficios potencialmente significativos—incluyendo la contaminación local del aire y el ruido, ahorros en tiempo de viaje, menor demanda por inversiones en infraestructura, y menor presión sobre los sitios abiertos restantes—podrían reducir este costo.

Los últimos resultados, presentados a la luz de los desafíos analíticos y limitaciones de los datos tal cual se describe arriba, parecen subrayar un desafío fundamental: *las personas y empresas supuestamente exigirían compensaciones importantes a fin de cambiar su conducta de localización e inducir patrones de viaje más “GEI eficientes.”* Este resultado no necesariamente sorprende, dada la evidencia empírica de Chile y otros lugares, la cual sugiere que la conducta de viaje figura solo moderadamente en las opciones de localización residencial de la mayoría de hogares y, frecuentemente, en las opciones en cuanto a dónde comprar o enviar a los niños a la escuela.<sup>183</sup> Tal vez los deseos de estilo

180 Ver, por ejemplo, Orski, K., “El Potencial de Conservación de Combustible: El Caso del Automóvil,” *Transportation Research*, Vol. 8 (1974), páginas 247–257.

181 Como se observó en el Capítulo 2; consultar también el ejemplo de World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). *Mobility 2001: Movilidad Mundial al Fin del Siglo Veinte y su Sustentabilidad* (Ginebra: preparado por el Massachusetts Institute of Technology y Charles River Associates para el Grupo de Trabajo WBCSD sobre Movilidad Sustentable (2001).

182 El rango depende de la vida del proyecto (ver Figura 18).

183 Ver, por ejemplo, Weisbrod *et al.*, “Compensaciones en las decisiones de localización residencial; Transporte versus otros Factores,” *Políticas de Transporte y Toma de Decisiones*, Vol. 1 (1980), páginas 13–26; Hunt, J. D., “Análisis de Preferencias Declaradas de las Sensibilidades a los Elementos de Transporte y Forma Urbana,” *Transportation Research Record 1780* (2001), páginas 78–86.

urbano, viviendas familiares en sitios espaciosos y la propiedad vehicular simplemente pesan más que las negativas más amplias implicadas por tales deseos. Esto apunta al tema planteado anteriormente sobre la actitud de las personas y el tema relacionado de la auto-selección. Si las actitudes de las personas son lo que determina los estilos y situaciones de vida preferidos,<sup>184</sup> entonces hay que o cambiar las actitudes antes de esperar que las formas urbanas alternativas puedan espontáneamente producir cambios importantes en la conducta de viaje (esto no descarta el hecho que esas formas urbanas deben estar disponibles para aquellas personas que las escojan) o el cambio de actitud deberá ser reemplazado por incentivos muy fuertes tal cual predice este modelamiento.

A pesar de ciertas mejoras tecnológicas, es muy probable que las ganancias en eficiencia de combustible para vehículos no sean capaces de resolver por su cuenta el desafío GHG a la luz del continuo crecimiento VKV. Alguna reducción en la demanda por transporte motorizado ciertamente será necesaria (tal cual se comenta en el Capítulo 2).<sup>185</sup> En las ciudades de rápido crecimiento, la urgencia es indiscutiblemente más aguda, ya que la falta de atención ahora al uso del suelo como medida de gestión de la demanda de viaje virtualmente termina atrapando a las ciudades en sistemas con menos opciones: una ciudad que depende del automóvil no puede fácilmente romper con su dependencia del automóvil—físicamente, funcionalmente o culturalmente. En este sentido, las opciones de uso del suelo deben considerarse como un componente clave dentro de un conjunto más amplio de herramientas incluyendo la mejora de las facilidades para los peatones, servicio de tránsito y mejoras en la tecnología vehicular.

### **Eficiencia de localización, el MDL y lo que viene después**

En base al caso analizado aquí parece claro que las actuales modalidades y procedimientos MDL implican una capacidad analítica detallada para comprender las múltiples interacciones, efectos de segundo orden, y consecuencias no anticipadas que podrían surgir del intento por influenciar los usos del

suelo a fin de lograr reducciones medibles de las emisiones de gas de invernadero por el transporte. El enfoque detallado aquí ha adoptado una perspectiva amplia de toda la ciudad bajo el supuesto que se debe apuntar a capturar los efectos totales debido a las intervenciones en el sistema de uso del suelo y transporte. Una alternativa podría ser un enfoque “basado en el proyecto.” Bajo tal enfoque, sin embargo, sería difícil si no imposible predecir cómo un proyecto específico—tal como subsidios para promover el desarrollo en una cierta parte de la ciudad—afectarían en cascada a todo el sistema a través del tiempo (viéndose influenciado e influenciando el resto del uso relevante del suelo y los mercados del transporte). Esto representa un sólido argumento a favor del enfoque del modelamiento global de todo el sistema y de toda la ciudad. Sin embargo, tal enfoque aún plantea desafíos. Algunos de estos desafíos están relacionados con las complejidades del modelamiento y requerimientos de datos y recursos, tal como se plantea anteriormente. De todas formas, tal vez quede una incógnita aún mayor: ¿dónde se trazan los límites del modelo? Por ejemplo, el caso modelado aquí no incluía áreas de potencial expansión urbana futura; todas las actividades futuras tanto residenciales como no residenciales se limitaron espacialmente a sus localizaciones dentro del área urbana existente. En este caso, los resultados finales del proyecto dependen esencialmente de las autoridades futuras y su disposición y habilidad de asegurar que continúen vigentes las normativas actuales relativas a las áreas de expansión urbana. Caso contrario, las intervenciones implicadas en, por ejemplo, el escenario no residencial, podrían producir cambios en el mercado que en última instancia crearían presiones para la expansión del área urbana y por lo tanto cambiar los resultados esperados. Los temas más generales de los límites en esta área son complejos: ¿cómo se puede estar seguro que la promoción de ciertos patrones de desarrollo en Santiago podrían no inducir demandas en otros mercados urbanos del país, con implicancias para las emisiones GEIs del transporte? Este asunto de “¿dónde trazar los límites?” ciertamente no es particular a este tipo de proyecto y, aunque tal vez parezca un tanto excesivo, se debe al menos reconocer explícitamente, ya que se está considerando un contaminante global que si “se

184 Kitamura *et al.*, 1997, *ibid.*

185 Aún si se pudiera encontrar una “bala de plata” para los problemas de las emisiones del sector transporte, las ciudades continuarían enfrentando el problema de una creciente cantidad de superficie dedicada a la infraestructura para el transporte, a expensas de, por ejemplo, los espacios públicos y áreas verdes.

comprimen” las emisiones por un lado, simplemente “vuelven a aparecer” por otro y ¿cómo podría no esperarse un impacto neto sobre el aire global?

Específicamente para el caso de Santiago, este esfuerzo de modelamiento brinda pautas útiles para la gestión del uso del suelo para la eficiencia del transporte, aunque por cierto se podría hacer mejoras tal como se detalla más arriba. Aún así, hay importantes dudas acerca de la implementación, en gran medida debido a políticas formales poco claras y la estructura estatal multi-sectorial y multi-jurisdiccional que abarca los sectores relevantes que, entre otros impactos, afecta el monitoreo y la verificación. La *adicionalidad* en este caso plantea un desafío. Claramente, actualmente no existe ninguna política de cobertura tan amplia como la que se considera en cualquiera de los escenarios de EL, aunque el Plan de Transporte para Santiago (PTUS, ver Capítulo 3) contiene tres áreas programáticas que se centran específicamente en el cambio de los patrones de uso: uno centrado en la localización de las instalaciones educacionales, otra en las nuevas áreas de comercio y servicio, y otra en el cambio de las tendencias en la localización residencial. No está claro si la existencia de estos programas anunciados constituye por tanto una violación del concepto de adicionalidad (ninguno de los programas PTUS relevantes existe actualmente en detalle en términos de mecanismos a ser utilizados, etc.). Un desafío relacionado surge de la línea base potencialmente cambiante: las normativas del uso del suelo evolucionan (ejemplificado por la enmienda de 1997 del Plan Metropolitano) y estas modificaciones se pueden implementar a varios niveles de gobierno (nacional o municipal, dependiendo del alcance de los cambios considerados). No existe ninguna autoridad gubernamental amplia que abarque todos los cambios en transporte o usos del suelo relevantes, de manera que, aunque esta iniciativa requiere una implementación a nivel de toda la ciudad, no está para nada claro cuál repartición sería la responsable.

Este último punto resuena enérgicamente en términos de los requerimientos de *monitoreo y verificación*. La iniciativa, tal cual se prevé, emplea los resultados del modelamiento conductual para predecir las reducciones en emisiones a través de períodos de tiempo bastante largos. Sería posible imaginarse el proyecto funcionando del siguiente modo: Un proponente de proyecto utilizaría los resultados del modelamiento (de hecho, una versión refinada de los mismos) para llamar la atención de algún inversionista interesado en los créditos de carbono. El inversionista podría financiar los subsidios requeridos<sup>186</sup> (en este caso se estima que son necesarios para lograr la reestructuración urbana planteada) y el inversionista esencialmente asumiría los riesgos relativos a la confiabilidad de los resultados del modelamiento.<sup>187</sup> En otras palabras, si el modelamiento resultara inadecuada, habría menos o nada de reducciones. Sin embargo, para el proponente del proyecto y cualquier inversionista interesado, el éxito depende del monitoreo y verificación (M&V) preciso de las emisiones reducidas (las que en última instancia se venden en el mercado o son contabilizadas como un crédito para compensar los compromisos de la reducción). En este caso, aunque el modelo puede ayudar a dar una estimación *ex-ante* de las emisiones a ser reducidas, la prueba (y los fondos) dependen de la validación *ex-post*. No existe ningún programa probable de M&V sencillo; tal vez lo más razonable serían los estudios anuales (estudios O-D de hogares, estudios de intercepción, y estudios de desarrollo inmobiliario), diseñados específicamente para medir si los usos del suelo y patrones de viaje están respondiendo tal como se esperaba (a partir del modelo). El desarrollo inmobiliario se podría monitorear al menos en parte por medio de la emisión de permisos para la construcción y registros tributarios, de un modo comparativo con las actividades realizadas por las autoridades. La idea de utilizar estudios de viaje anuales para M&V podría

186 Se debe observar que el proyecto no necesita subsidios para la implementación. En teoría, el gobierno podría utilizar otros mecanismos tales como impuestos o normativas para lograr los mismos resultados de uso del suelo. En tal caso, el gobierno podría vender las reducciones en emisiones resultantes y utilizar los ingresos como deseen. sin embargo, el enfoque de los subsidios, bien podría ser la herramienta de implementación más factible políticamente.

187 Entonces, de este modo así se ahorra la necesidad de juzgar qué técnicas de modelamiento serían aceptables para que las autoridades MDL pertinentes aprueben un proyecto de localización eficiente. Se sabe que ningún modelo de este complejo sistema de uso del suelo y transporte puede predecir con precisión lo que ocurrirá a lo largo de un período de 25 años. En realidad los modelos solo se pueden utilizar para predecir la gama de futuros posibles y los impactos que las políticas podrían tener a futuro, con resultados que varían significativamente dependiendo del enfoque utilizado en el modelamiento empleado (Ver, por ejemplo, Hunt, J. D. *et al.*, “Comparaciones del Banco de Pruebas de Sacramento,” *Transportation Research Record 1780* (2001), páginas 53–63). En este caso, el proponente del proyecto y/o el inversionista deben estar dispuestos a fiarse de la confiabilidad del modelo (sin embargo, al mismo tiempo, el proponente/inversionista tiene un fuerte incentivo para asegurar un “buen” enfoque para el modelamiento).

calzar bien con los actuales planes del gobierno de Chile de implementar un instrumento permanente de estudio de viajes para Santiago (aproximadamente 5.000 hogares al año).<sup>188</sup> En teoría, este instrumento de estudio se podría adaptar para satisfacer los requerimientos del MDL, incluyendo por ejemplo una estratificación plena de acuerdo a la localización de los hogares. Esto aún requeriría de decisiones importantes por parte del régimen MDL (CE) relativo a los niveles de confianza aceptables. Además, probablemente se tendría que convencer a las autoridades locales que las adiciones al estudio no cambiarían el propósito principal (por ejemplo, la actualización de las matrices de viaje). Ya que el estudio en gran medida sería financiado por el vendedor de CERs (financiado, supuestamente, mediante ingresos de CERs), éste podría ser un beneficio atractivo para las autoridades locales quienes de otro modo estarían reacios a financiar la recopilación de datos.<sup>189</sup> Por cierto, la recopilación de datos y la mejor calidad (un problema siempre presente en el transporte) podría ser un fuerte “co-beneficio” para los países con actividades MDL relevantes. Dado el nivel estimado de reducción de las emisiones (por ejemplo, en el escenario de educación), los recursos necesarios para un instrumento de estudio (tal vez \$250.000 a 500.000 al año si se incluyen 5.000 hogares) igual se podrían hacer calzar con el flujo estimado de ingresos—en el caso de una vida del proyecto de 10 años, esto sería simplemente un costo adicional de menos de US\$1 por tonelada. Por supuesto que el instrumento tendría que ser implementado y validado en forma independiente.

Finalmente, el tema de *la vida del proyecto* tiene implicancias interesantes en este caso. Esencialmente, todos los escenarios exhiben costos menores por la reducción de emisiones a través del tiempo. Como tal, cualquier proponente de proyecto tendría el incentivo de apuntar a una vida del proyecto lo más larga posible. Sin embargo, en este caso con las tres vidas renovables de proyecto de 7 años cada una (o sea, un total de 21 años), la línea base del proyecto debe ser actualizada en el momento de la renovación del proyecto. Esto ofrece una oportunidad de “verificar” la eficacia del proyecto e incluso posiblemente hasta ser elegible a más (o menos) créditos por emisiones que los originalmente estimados.

Es más probable que la eficiencia de localización del MDL tal cual se la visualiza aquí podría operar como una iniciativa MDL unilateral, con una autoridad para toda la ciudad estableciendo metas concretas para el logro de reducciones en las emisiones del transporte y venta de CERs resultantes. La autoridad competente podría determinar qué proyectos de desarrollo urbano contribuyen al logro de estas metas y compensarlas apropiadamente. En última instancia, esa autoridad también sería responsable en caso que las reducciones en las emisiones no se materialicen. *Sin embargo, en este caso el gran vacío es precisamente la falta de tal autoridad competente, tanto en Chile como en otras partes.* En última instancia tal iniciativa podría combinarse con un proceso más amplio de “visión” de la ciudad y sus barrios, en un intento por asegurar que los clientes finales, los ciudadanos, jueguen un rol central en el diseño de su ciudad (vinculado a la recomendación número 9 delineada bajo “Posibles Extensiones y Refinamientos” de más arriba). Nuestro análisis ha mostrado que bajo las actuales reglas MDL y el mercado CER global, la eficiencia de localización podría dar con resultado una opción MDL viable, pero con sus complicaciones analíticas e institucionales. Es posible que algunas de estas complicaciones se podrían superar mediante la introducción de enfoques basados en políticas que puedan englobar más fácilmente logros sectoriales. A pesar de esto, el proceso de urbanización actualmente en curso y los patrones de conducta de viaje del largo plazo arraigados en los patrones de desarrollo resultantes sugieren que no es posible dejar de buscar formas de combinar lo local con lo global. Si el MDL ha de seguir sus metas duales de la reducción de emisiones GEIs y promover el desarrollo sustentable, entonces hacer que el MDL sea la base de los esfuerzos para definir futuros más sustentables para las ciudades es crítico: el desarrollo actual de una ciudad define la ciudad del mañana, no solamente en términos de temas como el desarrollo de la infraestructura sino que además su cultura inducida.

### Comparación cuantitativa

Tal como se muestra en la Figura 17, los estudios de caso considerados representan una amplia variedad de reducciones y costos de GEIs.

188 Ampt, E. y J. de D. Ortúzar, 2004, *ibid.*

189 De hecho, existe una cierta indicación que la demora en la implementación del diseño de estudio permanente planeado para Santiago se desprende de la falta de disposición por parte de las autoridades competentes de asignar los recursos necesarios.

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

El análisis financiero y técnico de dos de los tres estudios de caso demostraron que dos de ellos se ajustaban como un desafío para el actual marco del MDL. El caso de cambio de tecnología de microbuses surgió como el la opción MDL más viable, ofreciendo un costo negativo por tonelada. Este resultado indica que el proyecto es atractivo financieramente *sin* los ingresos suplementarios generados por los CERs. Como tal, la venta de CERs aumentaría el atractivo para los inversionistas y potencialmente les ayudaría a superar las barreras a la implementación del proyecto.

Tanto los proyectos de tecnología de buses como el de ciclovías podrían tener como resultado reducciones de CO<sub>2</sub> menores que el umbral de 15.000 toneladas al año para 'proyectos de pequeña escala' y por lo tanto podrían sacar provecho del uso de una línea base simplificada y de los menores requerimientos de monitoreo. Una *red integral* de bicicletas podría dar como resultado ahorros de hasta 100.000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año, y los esfuerzos de eficiencia de localización tal como se señala en el modelamiento podrían ahorrar aproximadamente 500.000 a 1.200.000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. En comparación con eso, se espera que el proyecto de tránsito rápido de buses (TRB) que actualmente se está ejecutando como parte del plan Transantiago reduzca

aproximadamente 350.000 toneladas de CO<sub>2</sub> al año afectando una mayor cantidad de pasajeros y desplazando más viajes que los casos considerados en este estudio. En el Capítulo 5 se puede encontrar una discusión más detallada del desafío del ajuste que existe entre el MDL y el sector transporte.

### Discusión

Considerando estos resultados, el proyecto de cambio de tecnología de microbuses se determinó como apropiado para el MDL. Los proyectos de las bicicletas y el uso de suelos enfrentan varios desafíos al trabajar con las reglas actualmente vigentes para el mecanismo (por ejemplo, proyecciones imprecisas, cuantificaciones de emisiones inciertas, monitoreo caro, y altos costos de transacción). Una comparación entre los tres estudios de caso muestra una diferencia clave; es decir, que la cuantificación y el monitoreo de las reducciones de emisiones se puede hacer con mucho más certidumbre para el proyecto de tecnología de buses que para los dos proyectos del lado de la demanda. La principal razón de esta diferencia es que el escenario de línea base para el proyecto de microbuses se define mediante los reglamentos de Transantiago, sin embargo, las líneas base para los

Figura 17 Comparación de los resultados de los estudios de caso<sup>190</sup>

Estudio de caso	Escala del proyecto	Ahorros anuales de CO <sub>2</sub> (toneladas)	De duración del proyecto	Costo por tonelada* CO <sub>2</sub>	Ingresos anuales por CERs (US\$10/tonelada)
Tecnología de buses	462 buses	11,700	10	-\$80	\$117.000
Proyecto de ciclovías	4.5 Km (1,000 ciclistas)	73	21	\$212	\$735
Red de bicicletas	1,200 Km	27,300 to 99.600	21	\$30 to \$111	\$273.000 to \$996.000
Localización: Eficiencia de colegios**	Greater Santiago	500.000 to 650.000	21	\$2	\$5.000.000 to \$6.500.000
Localización: No residencial**	(34 comunas)	850.000 to 1.200.000	21	\$27	\$8.500.000 to \$12.000.000

\* Supone una tasa de descuento social de 10 por ciento para cada estudio de caso. No se incluyen los costos de transacción y monitoreo. Los proyectos con periodos de 14 o 21 años incurrirán en costos de transacción adicionales para preparar y presentar solicitudes de renovación y para actualizar la línea base.

\*\* Los ahorros anuales crecen a través del periodo de 21 años.

<sup>190</sup> Los ahorros de CO<sub>2</sub> de estos estudios de caso se pueden aumentar de escala para representar niveles de implementación más altos. También se pueden utilizar como una regalo práctica para proveer potenciales de ahorros de varios órdenes de magnitud. Por ejemplo, en una base por microbus, los ahorros de CO<sub>2</sub> son cerca de 25 toneladas al año, por lo tanto, para 1.000 microbuses los ahorros anuales serían de 25.000 toneladas de CO<sub>2</sub> con CERs de un valor de \$250.000 al año. De igual forma, las ciclovías se basan en 1.000 ciclistas al día, por lo tanto se pueden amunetar de escala a estimaciones de otros niveles de uso. Este tipo de clasificación rápida puede ser útil para determinar si un proyecto vale la pena en términos de reducción de GEIs o del flujo de ingresos por CERs.

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

casos de bicicletas y uso de suelos surgen de las características de viajes proyectados que son inherentemente inciertas. Aunque se monitoree los viajes reales *ex-post*, la comparación con lo que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto es un gran desafío y el margen de error hace que las estimaciones sean muy ineficaces.

Los casos de las bicicletas y uso de suelos establecen metodologías utilizando los modelos más avanzados y los datos de más alta calidad disponibles, pero aun así, los cálculos de las reducciones de emisiones aun son considerablemente menos ciertas que para el caso de la tecnología de microbuses. La incertidumbre en la cuantificación de las reducciones de emisiones crea inquietudes importantes con respecto a la adicionalidad ambiental en el contexto del MDL, y ciertamente pondría desafíos al proceso de aprobación. Sin embargo, esta incertidumbre no significa que las metodologías no tienen algún mérito o algún uso. De hecho, las metodologías de los tres estudios de caso pueden ser muy útiles para evaluar los impactos de los proyectos que son críticos para el importante desarrollo sustentable del transporte y la economía. Las tres metodologías se pueden aplicar en otros lugares o países tal como están o mediante proyectos adaptados. Por ejemplo, la metodología de cambio de tecnología de microbuses se podría modificar fácilmente para aplicar otras medidas como por ejemplo, automóviles particulares o vehículos de carga. Los casos de las bicicletas y eficiencia de localización refuerzan los clamores para que el MDL acomode mejor los proyectos del lado de la demanda y que

contribuya a las discusiones sobre ir más allá del MDL para promover el desarrollo sustentable. Estas ideas y recomendaciones se desarrollan en mayor detalle en los Capítulos 5 y 6 de más abajo.

Esta investigación da como resultado el hecho que los proyectos MDL en el sector transporte, con algunas posibles excepciones, no parecen ser iniciativas que generan ingresos. Esto en parte es porque muchos de los beneficios que acompañan a los mejoramientos de tecnología, cambio modal y aumentos de eficiencia no corresponden directamente a ingresos para los desarrolladores de proyectos. Más bien, estos beneficios tienen la forma de mejoramientos intangibles para los ciudadanos locales, como por ejemplo, mejor calidad de aire, menos ruido y lesiones del tránsito, mejor “vida” en áreas urbanas, etc. De hecho, en cada uno de los estudios de caso los CERs solamente contribuyen con una pequeña porción de los costos totales del proyecto—de aproximadamente 1 al 33 por ciento. Como tal, se necesitarán otras fuentes de financiamiento para hacer fructificar los proyectos, potencialmente accedendo fondos destinados para la salud, calidad del aire, transporte o infraestructura. De esta forma., el MDL podría transformarse en una herramienta de aprovechamiento financiero útil para ayudar a desarrollar proyectos en el sector público que tienden a estar sub-financiados, como el de la red de bicicletas o de eficiencia de localización.

Los Capítulos 5 y 6 proveen una discusión más detallada de las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL



# Capítulo cinco

## Aspectos claves en el MDL y el transporte

Los proyectos MDL en el sector transporte enfrentan una variedad de desafíos metodológicos que impiden que ellos logren una mayor participación en el potencial mercado de CERs. Este capítulo revisa los problemas en particular y las soluciones potenciales a estos problemas específicos en el transporte. Subsecuentemente, el capítulo discute una gama de opciones para la promoción de proyectos de transporte dentro de iteraciones actuales y futuras de MDL, incluyendo las iniciativas unilaterales, enfoques basados en políticas o sectoriales y opciones para después del 2012.

### Adicionalidad

La adicionalidad es uno de los principales desafíos de los proyectos de transporte bajo el MDL por varias razones.

1. El desarrollo de la línea base involucra predecir el camino futuro de las emisiones de las fuentes de transporte—un futuro que nunca acontecerá si la intervención de proyectos tiene éxito. En cualquier sector el desafío de estimar los escenarios de emisiones de línea base es difícil. Sin embargo, dada la multitud de factores que influyen el transporte, esto es un desafío aun mayor. La planificación del transporte y el establecimiento de políticas regularmente dependen de modelos de proyecciones de viajes para entender la demanda futura de los viajes y evaluar diferentes intervenciones de inversiones y políticas. A pesar de su sofisticación, estos modelos sufren de desventajas bien conocidas inherentes en cualquier intento de modelar los complejos sistemas socioeconómicos mundiales reales. El desarrollo de

la línea base requiere tanto de una excelente recolección de datos a través del tiempo y un claro entendimiento de planes de transporte “como es usual.” En muchos casos ambos componentes no están disponibles o están incompletos e incluso los procesos de planificación más robustos pueden dar como resultado perfiles de emisión que varían tremendamente de las proyecciones. Los resultados obtenidos pueden variar significativamente dependiendo del tipo de marco de modelamiento empleado.<sup>191</sup>

2. Frecuentemente, incluso las estimaciones mejor informadas de los planes de desarrollo futuro del transporte (y por lo tanto de los caminos de las emisiones) no se presentan como se ha planificado por una variedad de razones. En muchos casos, los planes y políticas establecidas no se materializan en proyectos e iniciativas debido a cambios en las direcciones políticas, en el presupuesto, en el bienestar económico y en la disponibilidad de fuentes externas de financiamiento. El alcance para el cambio (y por lo tanto para la variación de la línea base) es muy amplio en el sector transporte, donde las decisiones de planificación pública, la transferencia tecnológica y numerosos otros factores influyen las emisiones futuras del transporte. Otros proyectos, como los proyectos de captura de metano en el sector energético están mucho más aislados de los efectos de mayor desarrollo político y social que en el sector transporte. Comparar los impactos de los proyectos MDL con un escenario de emisiones que no está claro (o es incorrecto) lleva a dificultades en la determinación de los volúmenes de créditos potenciales.

<sup>191</sup> Consultar por ejemplo, J. D. Hunt *et al.*, “Comparaciones del Banco de Pruebas del Modelo para Sacramento,” *Transportation Research Record 1780* (2001), páginas 53–63.

En la determinación de la adicionalidad para los proyectos de transporte (y otros) es importante considerar la presencia o ausencia del financiamiento de las iniciativas planificadas como una herramienta de medición. Los proyectos o políticas planificadas, pero *no financiadas* no se deberían considerar como “hacer negocios como es usual.”

3. Una interpretación alternativa del texto del párrafo 43 de los Acuerdos de Marrakech es que los proponentes deben demostrar que un proyecto MDL (incluyendo las reducciones de emisiones) no habría avanzado sin la influencia de los CERs. La razón de esta regla está clara; el transporte de pasajeros sin costo (concediendo créditos para las reducciones no adicionales) es contrario al espíritu del Protocolo de Kyoto y dañino para el régimen. Sin embargo, el tema de la adicionalidad es muy pocas veces blanco y negro; interpretaciones excesivamente estrictas de la adicionalidad pueden hacer que proyectos beneficiosos sean no factibles y pueden desalentar a acciones significativas sobre el cambio climático.

### Financiamiento

El financiamiento de desarrollo de proyectos sirve continuamente como barrera en el sector transporte, pero también lo hace en otros sectores. Se requiere el capital para el proyecto mismo y los costos de transacción asociados con el MDL. Esto típicamente implica una evaluación de la certificación de los créditos, pero no incluye los costos asociados con la evaluación de la factibilidad técnica, el diseño del proyecto ni los costos de implementación. La mayoría de estos costos son costos incurridos una sola vez que son fijos, con la excepción del monitoreo y verificación, que pueden variar de acuerdo al tamaño y duración del proyecto.<sup>192</sup> Se estima que los costos de transacción varían entre US\$155.000 y \$215.000, dependiendo de la naturaleza y tamaño de los proyectos.<sup>193</sup>

Los proyectos de transporte típicamente involucran altos costos de infraestructura y horizontes de tiempo extendidos entre la inversión inicial y el comienzo de las reducciones de emisiones. Estos desafíos, además

de los retornos financieros limitados sobre los proyectos de tránsito público y bajos valores actuales de los CERs, significan que el MDL probablemente no hará saltar los proyectos de transporte por sobre el obstáculo para llegar a ser rentables. Es importante aclarar que la adicionalidad financiera se descartó explícitamente de los Acuerdos de Marrakech. De hecho, muchos proyectos de transporte no son estrictamente viables financieramente, por lo menos dentro de los márgenes de tiempo de 10 o 3 x 7 años establecidos por el Protocolo de Kyoto. Los gobiernos ejecutan proyectos de transporte por una amplia gama de razones, principalmente por los beneficios sociales y económicos que provienen de mejoramientos en el transporte—beneficios que no se valoran estrictamente en el mercado financiero. Si examinamos los importantes co-beneficios que surgen del transporte e—tomando un enfoque de “contabilidad de costo total”—incluimos su valor agregado a la sociedad en la fórmula para determinar su factibilidad, podría ser posible aumentar la rentabilidad *global* de del proyecto para la sociedad. El uso de ODA para financiar el beneficio social agregado de estos proyectos podría ser un paso importante para hacer factible su capacidad de ser MDLeables.

### El rol de ODA

Bajo los Acuerdos de Marrakech se estableció una línea clara que estipulaba que no se podía utilizar ODA para comprar créditos MDL. Sin embargo, hay muchas actividades e iniciativas que se pueden financiar y que contribuyen a crear un clima atractivo para los recursos del sector privado para el cambio climático y/o el desarrollo de actividades MDL unilaterales. La capacidad técnica e institucional para revisar, aprobar, desarrollar y promover los proyectos MDL en una forma sistemática, evaluar y eliminar las barreras a la implementación y comercializar las oportunidades de proyectos en el mercado son esenciales para los países anfitriones. Para lograr esta capacidad, muchos países confían en la Asistencia Oficial de Desarrollo (ODA) para financiar las actividades de creación de capacidad.

Numerosos países donantes están utilizando ODA para dar asistencia a países en la creación de un buen

192 Oficina Canadiense de MDL y JI (Robertson, L.), “Costos de Transacción Asociados con Proyectos,” presentación al Grupo de Trabajo de Compensaciones (Offsets) (WGO), Septiembre 2003. En resumen: Desarrollo de propuesta (US\$20–50.000); evaluación de proyecto (US\$25–40.000); legal (US\$100.000); monitoreo y cuantificación (US\$10–25.000 por el primer año).

193 Costos de Transacción (referencias a proyectos MDL), Environment Canada accesado el 25 de Marzo, 2005 [http://www.climatechange.gc.ca/english/publications/offset\\_costs/trans.asp](http://www.climatechange.gc.ca/english/publications/offset_costs/trans.asp)

gobierno y en la capacidad de aceptación y facilitación de proyectos MDL en países anfitriones. Estos fondos han originado la creación de oficinas de Autoridades Nacionales (incluyendo contribuciones al desarrollo de pautas de desarrollo sustentable), exploración de oportunidades en el mercado y desarrollo de estudios de pre-factibilidad. Este conocimiento práctico puede contribuir en gran medida al atractivo de un país en particular para inversiones en MDL. Por ejemplo, un proceso de aprobación y facilitación de iniciativas MDL claro y eficiente tiende a influenciar la calidad y cantidad de proyectos que se ejecutan en un país en particular.

Aunque Marrakech dispone los reglamentos con respecto al uso de ODA, en la práctica la interpretación de estos reglamentos está en duda. Después de largas discusiones en este y otros foros, el Presidente del Comité de Asistencia para el Desarrollo (DAC) de la OECD puso en tabla una propuesta en Abril de 2004 para proveer guías adicionales para los miembros. La Red DAC sobre la Cooperación en el Ambiente y en el Desarrollo (ENVIRONET), en colaboración con el Grupo de Trabajo sobre Estadística, propuso que “el DAC debería acordar que el valor de cualquier CER recibido en conexión con cualquier proyecto MDL financiado por ODA debería llevar a la reducción del valor equivalente de ODA.” Esta propuesta podría tener varias implicancias. Un resultado podría ser que se desincentive el uso de ODA en cualquier grado en proyectos MDL (por ejemplo, limitando la participación de donantes en actividades de creación de capacidad) debido a los beneficios limitados que obtendrían los países en desarrollo al transformar proyectos de desarrollo en proyectos MDL y también con los costos adicionales para las agencias de desarrollo para incorporar estructuras y reglamentos MDL en el desarrollo de proyectos. Las agencias están preocupadas con la percepción de los desvíos de ODA hacia el MDL, ya sea de parte de países en desarrollo o de críticos dentro de Canadá. Otro resultado final podría ser la promoción de la integración de beneficios adicionales de desarrollo en proyectos MDL, sin aumentar el precio pagado por tonelada de carbono reducido (el DAC sugiere el uso de un ‘precio de referencia’ establecido para evaluar los CERs, sin embargo, aun se deben elaborar completamente algunos aspectos específicos de la aplicación de esta

sugerencia). Algunos argumentan que estos beneficios SD adicionales podrían contribuir a la ‘sustentabilidad’ a largo plazo de esas iniciativas y como tal, se aumentaría la probabilidad que los proyectos causen créditos medibles en el largo plazo.<sup>194</sup>

En transporte, los altos costos de infraestructura son una de las barreras de la factibilidad de un proyecto MDL. En este sector, se podría utilizar ODA para reducir el costo del proyecto sin ir tan lejos como comprar los créditos. Usar ODA para financiar parte de los proyectos de transporte o para el mejoramiento de infraestructura tal como tránsito rápido de microbuses o ciclovías podría reducir el costo global y aumentar la factibilidad de incorporar el MDL.

Los proyectos iniciados bajo el Fondo Ambiental Global (GEF) a través de sus agencias de implementación (Banco Mundial, Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) y el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) pueden contribuir al desarrollo sustentable del transporte y podría llevar al desarrollo de DDPs, creando un ambiente adecuado para las inversiones creando la capacidad y ayudando a definir los escenarios de línea base.

Los incentivos adicionales, el apoyo de los gobiernos donantes, el avalúo de los co-beneficios y el uso de ODA para cubrir los beneficios de desarrollo incremental son todos pasos necesarios para aumentar la viabilidad financiera de esos proyectos. El cambio climático (tanto la mitigación como la adaptación) deberían integrarse más completamente en las estructuras de financiamiento del FMI, el Banco Mundial, los bancos de Desarrollo Regional y los Documentos Estratégicos para la Reducción de la Pobreza (necesarios para tener acceso a la asistencia para el desarrollo).

### Incentivos perversos

Debido a la naturaleza guiada por proyectos del MDL, han surgido inquietudes sobre la posibilidad que los gobiernos de los países anfitriones podrían retrasar o desalentar el desarrollo de políticas dirigidas a reducir las emisiones de gases debido a la percepción que ellos podrían perder inversiones y desarrollo de proyectos MDL. El MDL ha denominado “*incentivo perverso*” a

194 Venema, H. y M. Cisse (eds), *Viendo la Luz: Adaptándose al cambio climático con energía renovable descentralizada en países en desarrollo*. IISD, 2004.

este posible impacto en el desarrollo de políticas sustentables en el país anfitrión.

Recientemente el Consejo Ejecutivo ha aclarado el tema acordando las pautas para el tratamiento de políticas nacionales o sectoriales a fin de determinar la determinación de los escenarios de línea base.<sup>195</sup> Esto permite considerar políticas de nivel local o nacional que llevan a distorsiones de mercado o a ventajas (o desventajas) competitivas para los proyectos MDL propuestos y permite ajustes en el escenario de línea base como resultado de ello. El Consejo Ejecutivo continúa explorando las implicancias de las legislaciones a nivel sectorial.

### **Demanda inducida y límites**

En muchos países en desarrollo la demanda por el transporte aun no se ha satisfecho. La expansión de la oferta obviamente se necesita simplemente para cumplir con la demanda no satisfecha. Sin embargo, hay un riesgo que el desarrollo de infraestructura adicional va aumentar aun más la demanda—un fenómeno conocido como “*demanda inducida*.” En el corto plazo, el aumento de demanda se conoce como tráfico inducido (o generado)—un aumento de tráfico en las instalaciones afectadas.<sup>196</sup> Éste está conformado esencialmente por el tráfico desviado de otras rutas, otros destinos o viajes realizados por personas que previamente estaban en el “mercado” de los viajes pero no los hacían en la situación pre-construida. En el mediano y largo plazo, el mejoramiento de las condiciones de los viajes produce un aumento global de la demanda—de la demanda generada o inducida.<sup>197</sup> Esta demanda inducida representa un aumento en la cantidad total de viajes—viajes que no habrían ocurrido sin la expansión de la oferta. Los efectos adicionales en el largo plazo ocurren en forma de cambios inducidos

en los patrones de desarrollo urbano que podrían enraizar aun más la auto-dependencia.

No incluir la demanda generada dentro de los planes de expansión de la infraestructura significa un riesgo para poder satisfacer las metas de calidad del aire y de movilidad en el largo plazo. Cuando la congestión es severa, la demanda inducida puede deshacer rápidamente cualquier esfuerzo para mejorar la congestión, particularmente en áreas de rápido crecimiento. Aunque los impactos finales dependen del contexto específico, casi todos los estudios empíricos confirman los fenómenos.<sup>198</sup> Un ejemplo de Estados Unidos indica que entre el 50 por ciento y 90 por ciento de la mayor capacidad vial se llena dentro los primeros cinco años con viajes que de otra forma *no hubieran ocurrido*.<sup>199</sup> Una revisión de la evidencia compilada en el Reino Unido concluye que la expansión vial en el corto plazo produce un 50 por ciento de más viajes y en el largo plazo, un 100 por ciento de más viajes.<sup>200</sup> En México, las estimaciones indican que el consumo por automóvil está correlacionado positivamente con millas de carreteras por automóvil: “por lo tanto, la construcción de nuevas carreteras aumentan la utilización de automóviles más que mejora la eficiencia de combustible mediante mejores caminos y menos congestión.”<sup>201</sup> Tales resultados ofrecen una precaución importante con respecto a los efectos de la infraestructura vial sobre las distancias viajadas por los vehículos y la contaminación y complica aun más el caso del MDL en el sector transporte. Finalmente, aclarar el potencial para una demanda inducida requiere de análisis específicos locales; y más aun, requiere técnicas de predicción de viajes más avanzadas (por ejemplo, en qué red el desempeño está vinculado hacia atrás con la generación de viajes) y, en particular, requiere modelos de uso de suelos-transporte integrados para explicar más

195 CDM Executive Board, Meeting report from the 16th meeting of the EB, Annex 3, página 1 available at: <http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings/016/eb16repan3.pdf>

196 Lee, D., L. Klein y G. Camus, “Modeling Induced Highway Travel vs. Induced Demand” paper (#971004) presented at the Transportation Research Board Annual Meeting, January 1997, 7.

197 Lee *et al.*, 1997. *ibid.*

198 See SACTRA (the Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment), Trunk Roads and the Generation of Traffic, UK Department of Transportation and HMSO (London) 1994, p. 205; Transportation Research Board (TRB), Expanding Metropolitan Highways: Implications for Air Quality and Energy Use, Special Report 245, National Research Council, Washington, DC 1995, página 155.

199 Hanson, M. y Y. Huang, “Oferta vial y el tránsito en áreas urbanas de California” Consejo de Investigación de Transporte, A31, 1997.

200 SACTRA, 1995, páginas 47–48.

201 Eskeland, G. y T. Feyzioglu, “¿Es Manejable la demanda por Bienes Contaminantes? Un estudio econométrico de la Propiedad de Automóviles y su uso en México,” *Journal of Development Economics*, Vol. 53, 1997, página 435.

eficazmente los potenciales efectos de la demanda inducida de largo plazo.

Una crítica al DDP recientemente presentado para el proyecto Transmilenio en Bogotá se centró en la inquietud sobre la posibilidad que el proyecto indujera la demanda de automóviles al liberar espacio vial; sin embargo, posteriormente se utilizaron los datos de las encuestas para rebatir la aseveración que el proyecto induciría la demanda de viajes. Este no es un problema aislado en el sector transporte, muchos ejemplos de la reforma del sector energético también implican aumentos en la demanda de energía a partir de mejoramientos del sistema. En los lugares donde no se cumple con los servicios, los mejoramientos en el acceso a los atractivos del transporte se pueden esperar como parte de un proceso de desarrollo “normal.”<sup>202</sup> Aunque las mayores emisiones parecen ser contrarias a las metas del mecanismo, influenciar el patrón de desarrollo del transporte en una dirección más orientada a la sustentabilidad es un beneficio potencial clave de esos proyectos, el cual se podría desperdiciar si no se tiene un tratamiento equitativo con ellos.

Se ha sugerido estandarizar las líneas base para el sector como un todo como una solución al problema de la demanda latente. Las mediciones de intensidad de las emisiones de CO<sub>2</sub> por persona Km (para el país como un todo, o para regiones específicas) podría servir como una línea base. Un informe de 1999 sobre líneas base en el transporte sugiere que se desarrolle un enfoque estandarizado para incluir los efectos secundarios de los proyectos de transporte.<sup>203</sup> Ese tipo de enfoque podría mantener la evaluación simple y los requerimientos de datos bajos, de esa forma disminuyendo los costos. Se necesita ejecutar más trabajos para explorar cómo tratar con equidad estos proyectos bajo el MDL.

La discusión de la demanda inducida está estrechamente vinculada con el tema del *límite* del

proyecto. La adicionalidad—como así también los importantes impactos del desarrollo sustentable de los proyectos—tienden a verse muy influenciados por la forma como y donde se establecen los límites de un proyecto. Esto en parte se debe a la influencia ‘habilitadora’ del transporte. Por ejemplo, los servicios y sistemas de transporte a nivel internacional permiten que los individuos consuman en una mayor escala, y que lleven a cabo actividades que se podrían considerar, en una escala mayor, como “no sustentables.”<sup>204</sup> El vínculo con el transporte señala hacia temas más amplios de sustentabilidad del crecimiento económico global y la responsabilidad con las generaciones futuras.<sup>205</sup> La investigación que examina la conexión entre el transporte y el uso de combustibles fósiles sugiere que a nivel nacional o global, los esfuerzos para lograr la sustentabilidad requerirán un desacoplamiento entre el crecimiento del transporte y el crecimiento económico.<sup>206</sup> De igual manera, las relaciones entre la planificación del transporte y el cambio de uso de suelos a nivel metropolitano están directamente vinculados con el desarrollo sustentable.

### Proyectos unilaterales

La estructura tradicionalmente visualizada para los proyectos MDL incluye a inversionistas de partes del Anexo 1 que desarrollan e implementan proyectos en países anfitriones. También es posible que los gobiernos de países anfitriones o entidades privadas desarrollen actividades MDL como proyectos “unilaterales.” Aunque hay varios proyectos unilaterales en desarrollo, el primero de esos DDP unilaterales sólo se presentó recientemente al Consejo Ejecutivo en Noviembre de 2004.<sup>207</sup>

Los proyectos unilaterales se caracterizan por no involucrar inversiones directas extranjeras “iniciales,” contando sólo con la aprobación del país anfitrión antes del registro y vendiendo CERS a través de un

202 Salon, Deborah, “Una perspectiva inicial sobre las Metodologías para las Líneas Base para Emisiones: Estudio de Caso del Transporte,” Documento informativo, OECD, 2001 <http://www.oecd.org/dataoecd/50/21/2468491.pdf>

203 Salon, D., 2001, *ibid.*

204 E.g. Consultar Hall, 2002.

205 Zegras, C., I. Poduje, W. Foutz, E. Ben-Joseph y O. Figueroa, 2004. “Indicadores para el desarrollo urbano sustentable,” Capítulo 7 en “From Understanding to Action: Sustainable Urban Development in Medium-Sized Cities in Africa and Latin America.” Dordrecht: Springer.

206 Peake y Hope, 1994. “Sustainable mobility in context: Three transport scenarios for the U.K.,” *Transport Policy*, Vol. 1, No. 3, páginas 195–207.

207 El primer proyecto unilateral está ubicado en Cuyamapa, Honduras. El proyecto de energía hidroeléctrica de pequeña escala está preparado para reducir cerca de 38.552 toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> al año durante un periodo de diez años (Point Carbon News, 9 de Nov., 2004).

Acuerdo de Compra Directa (ACD) y no vendiéndolos del todo. En algunos casos esto puede llevar a menores costos de transacción y un acceso más amplio a capital de proyecto a tasas más bajas. Los proyectos unilaterales también podrían evitar algunas lentitudes debido a los obstáculos burocráticos. Particularmente durante el primer periodo de compromiso, las dudas de los inversionistas extranjeros de financiar proyectos en países con un alto riesgo percibido tenderán a limitar la participación del MDL solamente a varios países “más seguros.” Esta tendencia ya se está observando, ya varios países claves representan el mayor volumen de oferta de CERs. El desarrollo local de proyectos provee una oportunidad para tener una mayor participación en el MDL y una ampliación de la distribución internacional de proyectos.<sup>208</sup> También podría proveer un espacio para que ocurran proyectos más alineados con las prioridades de desarrollo sustentable de los países anfitriones, particularmente aquellos que tienen un menor atractivo para desarrolladores de proyectos externos.

Los proyectos de transporte caen dentro de esta categoría restringida, y como tal, tienen una menor atracción para los desarrolladores independientes de proyectos por variadas razones. En primer lugar, los proyectos en el sector transporte, en parte debido a la gran cantidad de viajeros individuales, implican un alto nivel de complicaciones. La definición de los límites de un proyecto y la clara identificación de sus impactos son actividades que plantean desafíos. En segundo lugar, el transporte es un tema que abarca numerosos niveles de jurisdicción. El transporte es multi-jurisdiccional (local/multi-local, regional/estatal hasta nacional), multi-sectorial (infraestructura, servicios/operaciones, ambiental, planificación/ desarrollo de suelos) y de múltiples actores (sector privado, particulares, gobierno). En el caso de Chile (y Santiago), las instituciones involucradas abarcan toda la gama del transporte, obras públicas, ambiente y planificación de suelos a nivel gubernamental nacional, regional y municipal (Capítulo 3, la Figura 10 muestra las instituciones más relevantes). Trabajar con múltiples partes que tienen sus propias perspectivas, prioridades y programas inevitablemente puede llevar a largos retrasos de tiempo y considerable burocracia, en particular para los actores externos que

podrían no estar familiarizados con los sistemas y servicios existentes. Finalmente, crear el cambio en los patrones de transporte y navegar a través de los proyectos por numerosas capas de jurisdicciones complicadas implica horizontes de larga duración. El proyecto Transantiago que está en desarrollo actualmente en Santiago ha estado en sus etapas de planificación durante ocho años,<sup>209</sup> y aun se hacen modificaciones para tratar de cumplir con las necesidades de todas las partes involucradas en el proceso de rediseñar los servicios de transporte público de Santiago. El gobierno de Chile ha comprometido el financiamiento para desarrollar un componente MDL (unilateral) para esta iniciativa.

Algunas de 4 estas barreras al desarrollo de proyectos podrían superarse mediante un enfoque unilateral. Siempre que exista suficiente capacidad a nivel local, las agencias de transporte en los países anfitriones podrían (y deberían) desarrollar iniciativas adicionales y complementarias a sus actividades planificadas para que se consideren como proyectos MDL. Las agencias locales están en la mejor posición para conocer las prioridades de desarrollo sustentable de sus respectivos sectores y lo que podría ser o no ser posible llevar a cabo como parte de un proyecto. En paralelo a la planificación de largo plazo, las agencias locales también están bien equipadas para determinar la adicionalidad de potenciales proyectos MDL y podrían ser más adecuadas para asegurar el financiamiento de las inversiones de fuentes gubernamentales o externas. Un enfoque unilateral podría llevar a la diversificación en la variedad de proyectos desarrollados como MDL proveyendo oportunidades a proyectos no tradicionales tales como ciclovías o proyectos de transporte “público,” que probablemente serían evadidos por inversionistas privados (externos).

La búsqueda de más proyectos unilaterales abrirá la necesidad de crear más capacidad y tener un mayor acceso a fondos de desarrollo de proyectos. Parte de esta creación de capacidad debería implicar aumentar el entendimiento y la conciencia de los países anfitriones sobre las oportunidades para el desarrollo de proyectos y cómo se debería utilizar el mecanismo para ayudar a los proyectos a ir más allá de sus planes para obtener mayores beneficios de desarrollo sustentable a través de la reducción de GEIs. También

208 Jahn, Michael, A. Michaelowa, S. Raubenheimer y H. Liptow, “MDL Unilateral – Posibilidades y Desventajas,” Programa de Protección del Clima, Noviembre 2003. [http://regserver.unfccc.int/SEORS/cop9events/FileStorage/FS\\_442592919](http://regserver.unfccc.int/SEORS/cop9events/FileStorage/FS_442592919)

209 Transantiago emergió del Plan de Transporte Urbano para Santiago (PTUS), anunciado por Frei por primera vez en 1996.

esto debería incluir una mayor conciencia entre las instituciones dentro del sector financiero del país anfitrión con respecto al mecanismo, el mercado del carbono y las lecciones aprendidas por otros países y actores en el mercado actual. Este tipo de creación de capacidad es elegible para ODA, y probablemente calza bien con muchos países donantes que están interesados en la expansión del mercado del carbono y en el aumento de disponibilidad de CERs.

### Enfoques basados políticas y enfoques sectoriales

Una exploración de las barreras a las actividades en transporte revela los desafíos asociados con la naturaleza enfocada en proyectos del MDL para este sector. Las actuales modalidades y procedimientos para el MDL establecen disposiciones para un mecanismo basado en proyectos. Esencial para estas disposiciones es el requerimiento de cuantificar y verificar las reducciones de GEIs atribuibles a los proyectos propuestos. Aun así, este enfoque basado en proyectos podría omitir muchas oportunidades de reducciones de emisiones del transporte. Por ejemplo, las normas de emisiones de vehículos pueden ser una forma muy eficiente para incluir una parte importante del parque de vehículos de pasajeros. De igual manera, las normas de combustibles renovables (por ejemplo, que necesitan un cierto porcentaje de bio-combustibles mezclados con gasolina o diesel) pueden ser una forma eficiente para incluir las emisiones de todos los combustibles del sector transporte. Finalmente, las políticas integrales del uso de suelos y e iniciativas de tránsito pueden ser eficaces para disminuir la velocidad del crecimiento y reducir las emisiones asociadas de los vehículos motorizados. Sin embargo, dado las reglas actuales, ninguno de los tres ejemplos podría ajustarse fácilmente en un *proyecto* MDL individual. Más bien, cada uno opera a un nivel de políticas más amplio. La ventaja de trabajar a esa escala es que las políticas pueden tener un mayor

impacto en las emisiones. La desventaja es que un *enfoque basado en políticas* tiene el potencial de introducir incertidumbre adicional, especialmente en la proyección de las reducciones de GEIs. Aunque las dificultades de hacer un doble recuento y medición ciertamente tendrían que solucionarse, un enfoque basado en políticas para proyectos MDL podría legítimamente facilitar reducciones muy mayores al abarcar todo un sector completo.

Ha habido muchas propuestas para asignar enfoques basados en políticas y enfoques sectoriales a las reducciones de GEIs.<sup>210, 211, 212</sup> Por ejemplo, un reciente documento de trabajo del Centro para Políticas de Aire Limpio explora cinco enfoques basados en políticas (Límites de Emisiones Fijas, Límites Dinámicos, Basados en Benchmark, Generación de Créditos Basado en Políticas del Sector, y Políticas y Medidas Harmonizadas) y las aplica a los sectores de la electricidad y del cemento. Se está haciendo más trabajo que explora los enfoques sectoriales para reducir las emisiones de GEIs en el Transporte.<sup>213</sup> Una opción que se está considerando se conoce con el nombre del enfoque de Generación de Créditos Basado en Políticas del Sector (aparecen varios de los mismos temas al observar las otras cuatro opciones), donde:

una política específica en un país en desarrollo sería elegible para generar unidades de reducción de emisiones. El enfoque trataría con el mismo conjunto de temas que se trata en un MDL basado en proyectos—la adicionalidad, la línea base y las fugas—con leves modificaciones realizadas a la naturaleza del programa. El límite de la actividad sería todo el sector. El nivel de créditos por reducción de emisiones generado se calcularía como la diferencia entre el nivel de negocios como es usual del sector—determinado como el nivel de emisiones del sector que hubieran surgido si no hubiera sido por la interdicción de la política—y los niveles reales.<sup>214</sup>

210 Sussman, F., N. Helme y E. Williams, “Opciones de Políticas Híbridas: Objetivos de Intensidad de Carbono Combinados con MDL basado en Políticas.” Documento de Trabajo del Centro para Políticas de Aire Limpio, Mayo 2004.

211 Samaniego, J y C Figueres, 2002. “Evolución hacia un Mecanismo de Desarrollo limpio sectorial.” En K. Baumert (ed.), *Aprobando el Protocolo de Kyoto: Opciones para Proteger el Clima*, World Resources Institute: Washington, DC, Octubre.

212 Schmidt, J., K. Lawson y J. Lee, Enfoque de Reducciones de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Sectorial para Países en Desarrollo: Algunas Opciones.” Documento de Trabajo del Centro para Políticas de Aire Limpio, Noviembre 2004.

213 CCAP está planeando divulgar un borrador de discusión de un artículo sobre enfoques sectoriales para la reducción de GEIs relacionados con el transporte en otoño del 2005.

214 Schmidt, J. *et al.*, 2004, páginas 16–17.

En el caso del sector transporte, las políticas podrían abarcar los esfuerzos tecnológicos y del lado de la demanda, incluyendo programas de economía de combustible, normas de combustibles renovables e iniciativas de “crecimiento inteligente” (por ejemplo, eficiencia de localización, más la expansión del tránsito y mejoramientos de bicicletas). Las metas de las políticas podrían expresarse en forma de normas tecnológicas o métricas como CO<sub>2</sub> por vehículo kilómetro viajado, CO<sub>2</sub> por pasajero kilómetro viajado o CO<sub>2</sub> de transporte per capita (comparado con una línea base dura o un objetivo de intensidad).

Una consideración importante es cómo se define el sector (o los límites de la política) y las emisiones relacionadas, que podrían variar con el tipo de política que se busca. Lógicamente, un enfoque sectorial podría segregarse para enfocarse en diferentes aspectos del sector (transporte de pasajeros, flete, etc.) o podría enfocarse en regiones metropolitanas específicas. Para los programas de economía de combustible, una definición apropiada para el sector podría ser las emisiones de los nuevos vehículos de pasajeros a nivel nacional. Para programas de combustible renovable, el sector se podría definir como las emisiones nacionales de toda la gasolina y diesel vendido para usos de transporte. Para los esfuerzos de crecimiento inteligente, una escala apropiada probablemente podría ser emisiones de viajes de pasajeros en una región metropolitana específica, que incluiría todos los modos (automóviles, tránsito público, taxis, etc.).

Tal como sucede en los casos de las iniciativas de bicicletas y de eficiencia de localización, esos enfoques de políticas los llevaría a cabo el sector público, muy probablemente los gobiernos nacionales o cuerpos regionales (similar a las sugerencias para el transporte bajo el Esquema de Inversiones Verdes discutido en el Capítulo 2). Por lo tanto, habrían importantes flexibilidades sobre cómo las medidas fueron realmente implementadas y como se utilizarían los ingresos por CERs. Por ejemplo, los desarrolladores de proyectos podrían ser elegibles para créditos tributarios para desarrollos urbanos ubicados en el centro urbano o las industrias que compran flotas de vehículos podrían ser elegibles para subsidios por medidas voluntarias como un mejoramiento a tecnologías que emiten menos GEIs. En cada uno de estos casos, los CERs podrían ayudar a cubrir los costos de implementación de la política (por ejemplo, para cubrir los incentivos o para recuperar los ingresos tributarios perdidos), potencialmente a través del uso de un fondo rotatorio. Esto es lo inverso de la inquietud por el “incentivo

perverso,” permitiendo que el sistema origine incentivos para desarrollar políticas y medidas a nivel de país para reducir los GEIs.

Un enfoque sectorial involucraría el establecimiento de líneas base integrales para el sector, potencialmente utilizando metodologías IPCC que se utilizan actualmente como un punto de inicio para las comunicaciones nacionales. Sería necesario desarrollar una metodología más detallada (por ejemplo, incluyendo ventas de vehículos, VKV, uso de combustible) para la aprobación del Panel de Metodología. Dependiendo de la naturaleza del enfoque sectorial, podría ser necesario profundizar aun más en estas metodologías ya que ellas se utilizan principalmente para desarrollar inventarios nacionales de GEIs y no proveen necesariamente el nivel de desagregación necesaria para emplear un enfoque sectorial.

La calidad de los datos de línea base y el éxito de los esfuerzos de monitoreo dependerían de la exactitud y detalle de los datos nacionales de las ventas de vehículos, uso de combustible y de las encuestas de viajes regionales. Dada la escala integral de los enfoques sectoriales, las líneas base dinámicas podrían ser particularmente apropiadas (por ejemplo, incorporando la relación entre el PIB y las ventas de vehículos en la proyección). Una de las interrogantes claves para un programa sectorial es definir la línea base apropiadamente para que la nueva política sea adicional. Las reducciones adicionales se reportarían contra las líneas base y los créditos podrían venderse unilateralmente o a través de Memorandos de Entendimiento a países que han provisto inversiones de capital.

El documento de trabajo CCAP lleva a la pregunta si todas las reducciones de emisiones generadas deberían estar disponibles para la venta o si una porción de ellas deberían retirarse como un “beneficio para la atmósfera.” Si se persigue un enfoque sectorial bajo el contexto de compromisos de reducción de GEIs nacionales, el país implementador podría comprometerse a reducir las emisiones en una cierta cantidad y tratar cualquier cantidad por sobre esa cantidad como vendible. En el Protocolo de Kyoto tampoco se considera el transporte internacional aéreo y marítimo, pero ellas son dos áreas que son un componente cada vez más importante en las emisiones globales de GEIs. Un enfoque sectorial futuro potencialmente podría incorporar estas fuentes de emisiones substanciales.

Aunque todavía queda por aclarar significativas complicaciones técnicas y de procedimiento, hay considerable interés y una oportunidad en los enfoques sectoriales para el MDL a fin de reducir los GEIs. El enfoque sectorial basado en políticas mencionado anteriormente es solamente uno de los varios que están considerándose actualmente. La determinación final de cual es el enfoque más atractivo dependerá de lo bien que afronta las necesidades locales y su compatibilidad con el marco de políticas internacionales que están evolucionando para la reducción de GEIs.

### **Transporte y cambio climático: más allá del MDL**

Existen prometedoras oportunidades para los proyectos de reducción de emisiones en el sector transporte, sin embargo, tal como lo hemos visto de los estudios de caso, también hay muchos desafíos que afrontar con el MDL. La actual experiencia y las proyecciones futuras muestran que la actividad de los viajes está creciendo mucho más rápido que lo que se puede compensar con los mejoramientos esperados en la eficiencia de los vehículos por al menos los próximos 30 a 50 años. Se necesitará progresar en las tres variables claves que guían las emisiones de CO<sub>2</sub> en el transporte—la actividad de viajes (VKV), la intensidad de energía en el vehículo y el contenido de carbono en el combustible—para lograr reducciones a largo plazo. Y muy importante, los proyectos y políticas que afronta la demanda de viajes no parecen estar bien ajustados con el MDL bajo su actual formulación. Por lo tanto, será necesario tener otros mecanismos de políticas para reducir las emisiones del sector transporte.

En esta sección, damos una mirada de más largo plazo del sector para identificar las oportunidades y restricciones para que las intervenciones de políticas reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) del sector transporte.

*Oportunidades de Asistencia Internacional:* El Protocolo de Kyoto es un importante pero pequeño paso hacia la mitigación de la influencia antropogénica sobre el clima. El MDL nunca tuvo la intención de estabilizar las emisiones de GEIs de un país en desarrollo ni se visualizó como la única herramienta para avanzar en el desarrollo sustentable. Claramente esa es una tarea mayor para los países en desarrollo, una que puede ser apoyada por países industrializados

a través de una variedad de caminos. Más abajo presentamos varias oportunidades para ese tipo de apoyo específicamente en el sector transporte.

#### **Asistencia financiera**

La comunidad internacional ya contribuye a los proyectos de transporte sustentable a través de préstamos y distintas iniciativas bilaterales. Además GEF provee asistencia financiera para la planificación y desarrollo de proyectos de transporte sustentables como Transantiago en Chile y el proyecto EMBARQ de Ciudad de México. El financiamiento GEF en algunos casos puede establecer las bases para el financiamiento de proyectos de parte del Banco Mundial. Una continua y creciente asistencia financiera para transporte y proyectos y políticas de uso de suelos sustentables serán esenciales para afrontar el crecimiento de VKVs.

También es importante considerar cuando el financiamiento de los bancos de desarrollo trabaja en contra de la metas del Protocolo de Kyoto y de la protección del clima, como los proyectos de expansión de la capacidad vial o proyectos de desarrollo económico en lugares sin un buen acceso del tránsito o acceso peatonal, o una dependencia continua de algunos países sobre las importaciones de combustibles fósiles. Además, los proyectos de transporte “de una sola vez” que no están integrados en planes más amplios de transporte y uso de suelos local no lograrán resultados óptimos en GEIs. Sería útil para los bancos de desarrollo revisar los impactos de VKVs y GEIs de los proyectos de transporte e infraestructura que financian con el objetivo de tener un enfoque estratégico e integral hacia la gestión del carbono.

#### **Promoción del liderazgo local**

Es importante notar que uno de los sistemas de Tránsito Rápido de Microbuses de más éxito y frecuentemente imitado, Transmilenio de Bogotá, Colombia, se financió completamente con fondos públicos: 70 por ciento del gobierno central, 30 por ciento de un recargo al combustible. El caso de Bogotá subraya el punto enunciado anteriormente sobre la importancia del liderazgo local. El ex alcalde de la ciudad, Enrique Peñalosa, no tan solo fue instrumental en la construcción de TransMilenio, sino que también lideró los esfuerzos para construir 250 Km de ciclovías, cientos de kilómetros de aceras, calles peatonales y un 40 por ciento de restricción de automóviles particulares durante las horas punta.<sup>215</sup>

215 Para obtener más información, consulte <http://www.itdp.org/>

### **Apoyo a los esfuerzos metropolitanos de visión a futuro**

La asistencia internacional puede proveer ímpetus y financiamiento, pero no puede forzar el cambio local. Las soluciones de sustentabilidad a largo plazo serán políticamente viables sólo si hay conexiones claras a los beneficios tangibles de corto plazo (por ejemplo, salud, alivio de la congestión). Los líderes políticos ven un desafío con la promoción de proyectos o planes de capital que ofrecen beneficios mucho después que terminan sus propios periodos administrativos. Este también es un problema en los países desarrollados, que también luchan con los desafíos de la planificación e implementación de un sector transporte sustentable al largo plazo. El conocimiento de los impactos de los GEIs y los riesgos económicos de las actuales políticas y tendencias pueden ayudar a tomar decisiones bien informadas. La planificación regional integral puede ser un primer paso crucial para mejorar la sustentabilidad del sistema de transporte.

Un proceso metropolitano de “visión a futuro” puede comprometer a los miembros de la comunidad a desarrollar escenarios de crecimiento alternativos con diferentes asignaciones de uso de suelos y opciones de transporte y pueden ser una herramienta poderosa para enseñar a los líderes políticos y armarlos con la información que necesitan para liderar la implementación. Los participantes desarrollan una visión de donde localizar en la región nuevas viviendas y empleos, qué áreas proteger del desarrollo, qué áreas promover, qué densidades son apropiadas para las diferentes áreas, qué tipos de opciones transporte deberían existir, etc. Luego estos datos se hacen correr con modelos de transporte para determinar los impactos en el tráfico, en el ambiente y en la economía para cada escenario. Estos resultados permiten a los que establecen políticas evaluar y comunicar los impactos y riesgos a largo plazo de las políticas de hacer las cosas como es usual y los beneficios de un transporte y uso de suelos más integrados. Un proceso de visión a futuro puede ayudar a los líderes políticos a decidir si continúan construyendo nuevos caminos y subsidiar patrones de desarrollo en expansión con infraestructura de apoyo (caminos, escuelas, servicios básicos) o si deciden enfocar el desarrollo en localizaciones eficientes y proveer a la gente alternativas de alta calidad y asequibles en reemplazo de la conducción de vehículos. Los procesos de visión a futuro son únicos entre los distintos factores que influyen las decisiones de políticas porque pueden proveer imágenes de los cambios regionales a largo

plazo y cuantificar los impactos relevantes (congestión, emisiones, salud y costos).

La implementación exitosa de la visión a futuro no es probable sin dos elementos claves: el liderazgo político y el financiamiento (para el tránsito, cambios de diseño, incentivos para el desarrollo, infraestructura de bicicletas, etc.). Son necesarios muchos otros factores para cumplir las metas de planificación (nuevas políticas e incentivos, coordinación entre los gobiernos locales, cambios de zonificación, y otros cambios legislativos y regulatorios), sin embargo, el liderazgo político y el apoyo financiero son claves. Como tales, el apoyo financiero y técnico se necesita para tareas como la implementación del proceso de visión a futuro, capacitación del personal, desarrollo y calibración de modelos y recolección y mejoramiento de datos.

### **Apoyo técnico y esfuerzos cooperativos para explorar las metas sectoriales o regionales**

Como parte o separado del MDL, se necesita apoyo para el análisis y desarrollo de las metas de emisiones sectoriales o regionales en los países en desarrollo. Tales objetivos podrían basarse en el crecimiento de VKVs, partición modal, tasas de emisión de vehículos, y contenido de carbono en los combustibles. Los países en desarrollo e industrializados enfrentan el mismo conjunto de desafíos de transporte, incluso aunque estén en diferentes lugares de la curva de motorización y emisiones. Por ende, esta área ya está madura para utilizar un enfoque cooperativo entre los países en desarrollo e industrializados para compartir sus experiencias metodológicas y analíticas.

### **Políticas y medidas coordinadas**

Cuando la asistencia directa puede ser muy cara y la información compartida puede ser insuficiente, vale la pena considerar áreas donde una colaboración formal podría ser apropiada y efectiva. Por ejemplo, potencialmente múltiples países podrían coordinar normas de emisiones de GEIs internacionales para vehículos de pasajeros. Los países industrializados y en desarrollo podrían reunir recursos para la investigación y desarrollo en celdas combustibles de etanol celulósico y de hidrógeno. Los países ciertamente podrían compartir las mejores prácticas para encontrar financiamiento sustentable para un transporte sustentable, planificación integrada de uso de suelos, alternativas de fletes intermodales y redes de ferrocarril de pasajeros de alta velocidad.

# Capítulo seis

## Conclusiones y recomendaciones

### Introducción

Considerando el potencial de los proyectos de transporte bajo el MDL, es importante recordar el propósito doble del MDL: proveer una opción de reducción de emisiones efectiva en cuanto a costos para países del Anexo 1 y a la vez contribuir al desarrollo sustentable en los países anfitriones.<sup>216</sup> La investigación para este proyecto y la contribución de los participantes en el taller internacional de Agosto confirmó el rol central que tienen en la sustentabilidad y desarrollo urbano. Un sistema de transporte que funcione es crucial para el desarrollo económico porque provee acceso a trabajos y recreación, permite el funcionamiento eficiente de los servicios cotidianos de entrega de bienes, extracción de basura y servicios de emergencia. Un sistema de transporte eficiente que está integrado con el desarrollo sustentable del uso de suelos puede ayudar a disminuir el constante crecimiento de los viajes en vehículos motorizados, de esa forma reduciendo la contaminación del aire y escurrimientos, disminuyendo los costos de la atención de salud y puede ayudar a optimizar los gastos de infraestructura.

Para avanzar, se necesita pensar y considerar cuidadosamente cómo el MDL puede reconocer y enfatizar estas consideraciones de sustentabilidad más amplias, particularmente aquellas que están correlacionadas con un crecimiento más lento de la demanda de viajes. Las conclusiones y recomendaciones de los estudios de caso se presentan más abajo como una contribución hacia este dialogo más amplio.

### Estudio de caso de cambio de tecnología de microbuses

El estudio de caso de microbuses evaluó el potencial de reducción de GEIs de un cambio tecnológico de combustible diesel a diesel-eléctrico para las áreas alimentadoras dentro del plan Transantiago. Tal como se discutió previamente, los resultados de este análisis muestran una disminución de emisiones con los mejoramientos tecnológicos. Los resultados también demostraron que *hasta un 9 por ciento de los costos asociados con este cambio tecnológico podrían pagarse con los ingresos de CERs. El estudio de caso demuestra que es posible establecer un marco metodológico aceptable para un proyecto técnico de cambio de combustible para microbuses bajo el MDL.* Se debería hacer notar que aunque esta tecnología se ha probado, la literatura revela una amplia gama de datos sobre variables de desempeño. Los supuestos sobre la penetración exitosa de la tecnología, el desempeño tecnológico y las condiciones locales de conducción (ciclo de conducción) pueden impactar mucho la factibilidad económica de ejecutar un proyecto de cambio de combustible de microbuses a través del MDL.

El estudio de caso del cambio de tecnología señaló algunos aspectos que son similares a otros proyectos en el sector transporte. El desarrollo de las líneas base del MDL y el protocolo de monitoreo dependen en gran medida de la disponibilidad y calidad de datos y también de la claridad de la planificación a futuro en cualquier sector. En el sector transporte, una mezcla de datos privados y públicos contribuyen a la complejidad de la situación. La planificación del

<sup>216</sup> Protocolo de Kyoto, Artículo 12.2: “El propósito del mecanismo de desarrollo limpio será dar asistencia a las Partes que no se incluyen en el Anexo I para que logren un desarrollo sustentable y para contribuir al objetivo final de la Convención, y dar asistencia a las Partes incluidas en el Anexo I a lograr el cumplimiento de su limitación cuantificada de emisiones y los compromisos de reducción establecidos en el Artículo 3.”

transporte ocurre en márgenes de tiempo de muchos años y a menudo cruza muchas jurisdicciones y ciclos políticos. Es necesario tener sólidas conexiones entre estos procesos y los desarrolladores de proyectos MDL para desarrollar DDPs defendibles en el sector transporte. Por lo tanto, es posible concluir que los *planes y recolección de datos integrales de gran escala en el sector transporte pueden contribuir a los esfuerzos de desarrollo de la línea base y a los esfuerzos de monitoreo*. Los proyectos como Transantiago definen el futuro del transporte público, incluyendo los supuestos sobre la penetración de las nuevas tecnologías y la expansión municipal. Trabajar con una imagen clara de lo que se planea en un escenario como es usual para el transporte ayuda tremendamente a favorecer componentes adicionales que podrían ser MDLeables. A partir de esta conclusión, se recomienda que se expanda y promueva la medición del uso del transporte y la recolección de datos para propósitos del MDL y también para toda una serie de otras razones

El estudio de caso del cambio de tecnología de microbuses también subrayó otro tema que es recurrente en los tres estudios de caso, que es la falta de información y ejemplos de metodologías anteriores en el sector transporte. Por lo tanto, la recomendación del proyecto es que se necesita un examen y desarrollo adicional de las metodologías de transporte en general. Este punto fue apoyado recientemente a través de una contribución realizada por México (con el apoyo de otros países) a una decisión aprobada en la 10ma Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Buenos Aires, Argentina. La decisión relacionada (borrador) solicita a los participantes de proyectos que hagan propuestas para nuevas metodologías de línea base y monitoreo para las actividades de proyectos en sectores que aun no se abarcan con las metodologías aprobadas, como el *transporte*, eficiencia energética y calefacción distrital. También solicitaba al Consejo ejecutivo que “considerara esas propuestas con prioridad y que continuara con su trabajo de elaborar metodologías consolidadas para los nuevos sectores.”<sup>217</sup>

Con una cantidad de modificaciones a los datos, la metodología desarrollada para evaluar las posibilidades de reducción de emisiones y los costos para el estudio de caso de microbuses se podría utilizar para analizar tecnologías alternativas u otros componentes de Transantiago. Esto podría incluir diferentes modos (por ejemplo, fletes locales), áreas geográficas o combustibles. De hecho, el caso de los microbuses establece finalmente que un *re-*

*análisis usando una fuente de combustible diferente (distinto a combustible híbrido diesel-eléctrico), o diferentes modos (por ejemplo, taxis), podría causar incluso mejores reducciones de CO<sub>2</sub> que las señaladas en el Capítulo 4a.* El programa Transantiago actualmente está explorando oportunidades de expansión y a la vez está tratando de aprovechar su plan para incorporar proyectos adicionales que sean elegibles para el MDL. Según esto, recomendamos que Transantiago evalúe las oportunidades de reducción de GEIs y el potencial del MDL para el programa de taxis actualmente en desarrollo y también un programa o reglamento adicional para los camiones que entran al centro de la ciudad.

### Recomendaciones:

- Se debería expandir y promover la medición del uso del transporte y la recolección de datos para los propósitos del MDL y para varias otras razones.
- Se necesita un examen más detallado y mayor desarrollo para las metodologías de transporte en general.
- Los esfuerzos para desarrollar y fortalecer las metodologías deben poner énfasis en aquellas iniciativas que moderan el crecimiento de la demanda por viajes motorizados.
- Transantiago debería evaluar las oportunidades de reducción de GEIs y el potencial del MDL para el programa de taxis que está actualmente en desarrollo junto con un programa o reglamento adicional dirigido a camiones que entran al centro de la ciudad.

## Estudio de caso de iniciativas para bicicletas

La Región Metropolitana de Santiago reconoce la importancia de las bicicletas en el desarrollo de un plan de transporte global, y está promoviendo este modo a través del desarrollo de una nueva red de pistas para bicicletas. Se examinaron dos opciones de reducción de emisiones a través de este estudio de caso: una ciclovía individual y una red integral de bicicletas.

En general, la conclusión del proyecto es que *los proyectos y políticas de bicicletas pueden tener un rol importante en el avance de la sustentabilidad en Chile*. Además de las iniciativas de infraestructura que ya se

217 Decision -/CP.10, párrafo 15. “Guías relacionadas con el Mecanismo de Desarrollo Limpio.”

están realizando en Santiago, se recomienda que Transantiago, CONASEP y otros actores municipales consideren la implementación de varias políticas integrales y alianzas de financiamiento que puedan contribuir a aumentar los viajes no motorizados y reducir las emisiones globales. Ellas incluyen: a) campañas promocionales para mejorar la imagen de los ciclistas, b) políticas de uso de suelos para habilitar viajes más cortos adecuados para las bicicletas, y c) instalaciones de estacionamiento adecuadas y seguras en los puntos de transferencia intermodales.

La segunda conclusión clave del proyecto es que *los proyectos de bicicletas enfrentan serias barreras para una participación exitosa en el MDL*. Las razones por qué sucede esto incluyen la capacidad imprecisa para realizar proyecciones de capacidad de carga de pasajeros y los altos costos involucrados en el monitoreo del uso de las bicicletas. Además, una vez que se determina una cantidad precisa de viajes, los supuestos de cuales son los modos alternativos que estos viajes desplazan (si es que lo hacen) y la subsiguiente cuantificación de las emisiones son inciertas en el mejor de los casos.

Con todas estas barreras junto con el bajo tonelaje asociado con proyectos TNM, la tercera conclusión tiene dos partes. *En primer lugar, las ciclovías individuales no alcanzan para proyectos MDL atractivos. En segundo lugar, una red integral de ciclovías segregadas y pistas para bicicletas podrían ser más atractivas como un proyecto MDL* dada la mayor escala de los impactos y la reducción potencial en los costos de monitoreo a nivel regional. Basado en esta conclusión, se recomienda que el gobierno local lleve a cabo una evaluación de factibilidad del plan maestro de bicicletas para Santiago como una iniciativa MDL. Además de esto, y dado el hecho que sólo una pequeña porción del financiamiento total del proyecto se proveerá a través de CERs, probablemente es más factible una red integral de bicicletas como iniciativa 'unilateral'. Las fuentes de co-financiamiento (de ODA y otras programaciones) más allá del MDL que puedan ser objetivos para cubrir los costos de los beneficios incrementales ganados de las iniciativas de bicicletas (por ejemplo, salud, calidad del aire, transporte) podrían aumentar la factibilidad de un emprendimiento como este.

Esta tercera conclusión viene con una importante precaución. *Las redes integrales de bicicletas y los esfuerzos complementarios como las campañas promocionales operan a nivel de políticas, y por lo tanto podrían requerir cambios*

*a las modalidades y procedimientos MDL orientados a los proyectos*. Por lo tanto, los hallazgos del estudio de caso de las bicicletas apoyan los hallazgos señalados anteriormente para el estudio de caso de microbuses, que recomienda a las Partes a explorar un versión revisada del MDL en el segundo periodo de compromiso que permita incorporar políticas y enfoques sectoriales, o ambos.

Más aun, esta investigación encuentra que *las Partes del proceso CMNUCC deberían trabajar para incorporar la consideración de las fuentes de transporte no motorizado y también los esfuerzos por reducir la demanda del transporte motorizado en el desarrollo de un futuro mecanismo tipo MDL después del 2012*. Mejores datos de viajes no motorizados podrían contribuir a fortalecer esta conclusión reduciendo los costos de monitoreo y asistiendo con el desarrollo de la línea base. El perfeccionamiento de los datos también podría mejorar la planificación e implementación de políticas TNM independientemente del MDL.

---

### Recomendaciones

- Las autoridades de transporte del país anfitrión deberían explorar las fuentes de co-financiamiento y crear la capacidad para proyectos unilaterales.
  - Transantiago, CONASET y otros actores municipales deberían continuar persiguiendo las políticas integrales para aumentar los viajes no motorizados y reducir las emisiones globales (por ej., promoción, estacionamiento, uso de suelos).
  - La recolección de datos de TNM debería perfeccionarse con la asistencia del financiamiento internacional a fin de fomentar soluciones de transporte sustentables y fortalecer el potencial de monitoreo para involucrarse en el MDL.
  - Santiago debería conducir una evaluación de factibilidad del plan maestro de bicicletas para Santiago como una potencial iniciativa MDL.
  - Las Partes (que forman parte del CMNUCC) deberían considerar las fuentes de transporte no motorizado y también los esfuerzos para reducir la demanda de transporte para desarrollar un futuro mecanismo tipo MDL después del 2012.
  - Las partes deberían explorar una versión revisada del MDL en el Segundo periodo de compromiso que permita enfoques de políticas o sectoriales, o ambos.
-

### Estudio de caso de eficiencia de localización

La rápida expansión urbana que está ocurriendo actualmente en Santiago y otros centros urbanos de países en desarrollo tiene implicancias importantes en la provisión de infraestructura de transporte y en la calidad del aire. El concepto de “eficiencia de localización” se basa en la premisa que *influyen los patrones de crecimiento urbano tendrá importantes impactos a largo plazo sobre la demanda de viajes y las emisiones GEIs.*

La investigación realizada a través de este y otros proyectos han concluido que el *uso de suelos juega un rol fundamental en la influencia de la conducta de viajes* (particularmente las distancias de viaje y elección de modo), determinando la distribución relativa de los orígenes y destinos de los viajes y también influenciando la atracción relativa de los diferentes modos. Los patrones de uso de suelos y la forma urbana influyen la demanda de viajes en tres distintas escalas espaciales: la escala metropolitana (tamaño ciudad), la intra-metropolitana (localización relativa) y la escala local/vecinal (diseño urbano). Los primeros dos niveles de efectos pueden detectarse más fácilmente que el tercero. En todos los niveles, existe una incertidumbre considerable en predecir la influencia potencial final de los cambios de uso de suelo en la conducta de viajes y las emisiones GEIs.

Dada la relación entre uso de suelos, conducta de viajes y finalmente las emisiones GEIs, se debería concluir que las agencias internacionales, los desarrolladores de proyectos MDL u otros interesados en las reducciones de emisiones de GEIs se beneficiarían con una evaluación detallada del verdadero potencial de los cambios en los patrones de desarrollo de suelos para influenciar la demanda de viajes, las emisiones GEIs y las inquietudes de calidad de vida en el mundo en desarrollo. La larga historia de experiencias en el mundo industrializado (por ejemplo, en Holanda, Japón, Estados Unidos) y en algunos países en desarrollo ofrece espacio tanto para la esperanza como para el escepticismo, no tan solo en términos del nivel total de influencia, sino que también si existen o no existen mecanismos viables de políticas.

También se necesita más trabajo en la determinación de los tipos de herramientas analíticas que son aceptables para predecir los efectos, cómo se pueden adecuadamente definir los “límites” de proyecto y si podrían ser apropiadas otras alternativas al los modelos

integrados de gran escala (particularmente en lugares con pocos datos disponibles).

En el caso de Santiago, existen datos de encuestas y uso de suelos bastante detallados y actualizados. Sin embargo, llegamos a la conclusión que *estimar un modelo de uso de suelos y de transporte totalmente integrado aun permanece restringido por una falta de información* sobre los proyectos de transporte futuros y sus influencias conductuales más importantes.

El análisis inicial para el caso de Santiago sugiere que podrían haber posibles reducciones de GEIs de gran escala a través del cambio de los patrones de uso de suelos, pero la escala de las intervenciones en algunos de los escenarios son poco realistas. Al menos un escenario *parece lograr resultados compatibles con la implementación a las tasas de mercado de CERs actuales, aunque probablemente se requeriría un modelamiento más detallado.*

Los hallazgos del proyecto nos llevan a la conclusión que *es posible especificar y estimar un modelo teóricamente consistente, pero que no está claro cuanto tiempo y recursos se requerirían para desarrollar un modelo integral* que abarque todos los factores de influencia (por ejemplo, encadenamiento de viajes, viajes fuera de punta y durante fines de semana) y todo el sistema (por ejemplo, viajes comerciales o de carga). Podría ser posible dejar de lado parte del modelamiento detallado si se pudiera diagramar estrategias amplias y lograr compromisos sectoriales con procesos de monitoreo y verificación detallados.

Basado en esta conclusión, recomendamos varias acciones. En primer lugar, se deben enfocar los esfuerzos en desarrollar mejores capacidades analíticas para comprender la gama de efectos relevantes de los viajes. Esto debería incluir un examen detallado de los posibles efectos a nivel vecinal (micro) de las opciones de transporte. Parte de este proceso implica entender mejor el rol de las actitudes y las opciones de la gente en la determinación de los resultados y evaluar si son motivadores fundamentales del cambio (en oposición al uso de suelos per se). Una conducta y actitudes que causan influencia podrían ser tan importantes como alterar las formas urbanas para afectar un cambio de conducta.

En segundo lugar, el Consejo Ejecutivo y la comunidad MDL deberían promover el dialogo con los desarrolladores de proyectos para crear una mejor comprensión de qué nivel de detalle/sofisticación en el modelamiento es necesario para los proyectos del lado

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

de la demanda. Por ejemplo, ¿mejoran significativamente el poder predictivo los mayores esfuerzos, la mayor cantidad de recursos y datos, o se podría encontrar un enfoque más simplificado y aceptable? Los profesionales tendrán que establecer enfoques/protocolos aceptados para el monitoreo y la verificación, como el muestreo estratificado. Para apoyar estas actividades, es crítico establecer un flujo de ingresos consistente para financiar un área de necesidades que a menudo se descuida: las encuestas origen—destino actualizadas y sus datos asociados.

En tercer lugar, los esfuerzos de transporte sustentable “amistosos con el MDL” deben ponerse en práctica a nivel local. Los planificadores urbanos y del transporte deben crear un marco y técnicas apropiadas para identificar y cuantificar los co-beneficios, incluyendo los beneficios de accesibilidad, reducción de contaminación local, etc. Los planificadores y los que establecen políticas también necesitan establecer un conjunto de restricciones de factibilidad y políticas para producir patrones de uso de suelos más sustentables. Dentro de estos criterios debería haber una identificación de un ritmo de cambio aceptable y una clara visión de las implicancias políticas e institucionales.

*La captura de los beneficios a largo plazo presenta un desafío analítico.* La pregunta sobre hasta qué momento en el futuro vamos a poder confiar en las técnicas de proyecciones es difícil de contestar. Además, el MDL crea desafíos específicos en términos de márgenes de tiempo limitados para los proyectos. La falta de una autoridad centralizada y coordinada para la planificación del transporte podría ser el mayor y único obstáculo en el camino en el caso del MDL. Sin importar el enfoque que se siga, (por ejemplo, el enfoque de modelamiento detallado para predecir los efectos, o el enfoque del objetivo sectorial voluntario), probablemente debe existir alguna autoridad con poder y que acoja la responsabilidad (a través de sectores relevantes como el uso de suelo, infraestructura y transporte) para que el modelo MDL funcione que la eficiencia de la localización. Hay pocos ejemplos, si hubiera alguno, de ese tipo de autoridad hoy en día.

En términos amplios, existe la necesidad de desarrollar enfoques alternativos para proyectar los efectos (desde un modelamiento integrado detallado hasta un proceso de visión más amplio y ejercicios de participación) a través de ciudades de distintos tipos (tamaño, disponibilidad de datos, etc.) para medir las

diferencias en los enfoques y sus fortalezas y debilidades.

---

### Recomendaciones:

- Los planificadores de transporte y los países en desarrollo podrían beneficiarse con una evaluación detallada del verdadero potencial de los cambios en los patrones de desarrollo de suelos para influenciar la demanda de viajes, las emisiones GEIs y las inquietudes de calidad de vida locales.
- También se necesita más trabajo para determinar qué tipos de herramientas analíticas son aceptables para predecir los efectos, cómo se pueden definir adecuadamente los “límites” de los proyectos y si podrían ser apropiadas las alternativas de los modelos integrados de gran escala.
- Se necesita crear capacidad para desarrollar mejores habilidades analíticas para comprender toda la gama de efectos relevantes de los viajes.
- El Consejo Ejecutivo y la comunidad MDL deberían promover el dialogo con desarrolladores de proyectos para crear un mejor entendimiento de qué nivel de detalle/sofisticación del modelamiento es necesario para los proyectos del lado de la demanda.
- Se deben poner en práctica a nivel local esfuerzos de transporte sustentable y esfuerzos de planificación coordinados que sean “amistosos con el MDL.”

---

## Conclusiones generales del proyecto

1. *Se debe considerar cómo promover medidas que impacten la demanda de viajes*, incluyendo el transporte no motorizado. Es crucial que las iniciativas dirigidas a causar un cambio fundamental en las emisiones del transporte consideren las compras de vehículos (por ejemplo, la eficiencia de combustible), el uso de combustibles (por ejemplo, combustibles con bajo contenido de carbono) y la conducta de viajes (por ejemplo, disminuir la tasa de crecimiento de los viajes motorizados). Aunque tienen el potencial de contribuir positivamente a las metas de sustentabilidad a largo plazo como la

reducción de viajes motorizados, los proyectos que afrontan específicamente la demanda de transporte no se ajustan bien al MDL tal como está diseñado actualmente. Esto en parte se debe a la incertidumbre de los impactos proyectados y a las dificultades para monitorear el cambio en la conducta de viajes. Moderar el crecimiento de la demanda de viajes motorizados afronta la raíz de los problemas de transporte y se deberían considerar ese tipo de iniciativas, en parte debido a sus múltiples co-beneficios incluyendo mejoramientos de la calidad del aire, reducción de ruidos, etc. Como tales, las normas y las modalidades deberían expandirse para facilitar aun más los proyectos de transporte del lado de la demanda (por ejemplo, uso de suelos, tránsito público).

2. El MDL puede encaminarnos solamente parte del recorrido hacia la reducción de las emisiones de efecto de invernadero provenientes del sector transporte. *Las decisiones políticas para canalizar los recursos hacia la planificación del uso de suelos, el tránsito público y la infraestructura de vehículos son más importantes para la sustentabilidad de largo plazo.* Por lo tanto, los planificadores y los que establecen políticas deben tener un enfoque integral, incluyendo consideraciones sobre el cambio climático de corriente principal (tanto de mitigación como de adaptación) en el desarrollo y en la toma de decisiones de políticas de transporte.
3. *Un mecanismo futuro tipo MDL debería incorporar enfoques sectoriales y/o basados en políticas.* Hablando en términos generales, la investigación realizada en los tres estudios de caso de este proyecto lleva a la conclusión que las reglas tendrán que modificarse antes que el MDL pueda facilitar los proyectos de transporte. Esto en parte se debe al bajo valor de mercado de los CERs y el enfoque basado en proyectos del mecanismo. Los proyectos que hemos examinado y que efectivamente se ajustan al MDL (como el de cambio de tecnología) a menudo se caracterizan por los bajos tonelajes y típicamente no cerrarían la brecha hacia la reducción del crecimiento de las emisiones a largo plazo. Por ejemplo, los proyectos que potencialmente podrían entregar reducciones substanciales promoviendo el desarrollo de la eficiencia de localización son demasiado complicados para capturarlos dentro del marco necesario basado en proyectos requerido por las reglas actuales del MDL. Un enfoque sectorial tiene el potencial de reducir el “incentivo perverso” que puede disuadir a los países en desarrollo de buscar políticas de reducción de GEIs y puede afrontar las inquietudes de “fugas” debido a su naturaleza integral. Sin embargo, a pesar de su potencial impacto, los enfoques de políticas y sectoriales pueden introducir la incertidumbre, particularmente en la proyección de las reducciones. Las opciones de cómo estimar y monitorear tales alternativas debería ser parte de una discusión sobre cómo integrar estos enfoques en un régimen a futuro. Una opción podría ser pasar desde un seguimiento individual de proyectos hacia estimaciones generalizadas de las reducciones conjuntamente con auditorías de desempeño. Este cambio podría llevar a menores costos y abriría la puerta a más proyectos.
4. *Una de las limitaciones actuales del MDL en el sector transporte es el requerimiento de adicionalidad.* Debido a los altos costos asociados a los proyectos de transporte y la variedad de co-beneficios que guían esas inversiones, es difícil probar que el MDL lleva a muchos proyectos de transporte por sobre el margen para hacerlos factibles. Particularmente en el sector transporte, exigirle a los desarrolladores de proyectos que se concentren en lo que se pueda cuantificar con confianza lleva a discontinuar los beneficios de los proyectos que crean el tipo de cambio de largo plazo en la demanda de viajes que el mecanismo trata de promover. Además, tales restricciones llevan a que se presenten menos proyectos para que se les considere MDLeables. El proyecto encontró que las agencias deberían integrar el MDL en la planificación del transporte a largo plazo y explorar tempranamente la opción de usar el MDL. Se deben alentar aquellos nuevos enfoques hacia la adicionalidad que abren espacios para mejoramientos en los sistemas de transporte.
5. Cualquier enfoque basado en proyectos para reducir las emisiones (y probablemente también los enfoques sectoriales y de políticas si llegan a emerger en el futuro) necesita medir los indicadores (emisiones, viajes, participación de modos) contra una proyección de hacer las cosas como es usual. Esta medición requiere una clara visión de los planes futuros de transporte y sus posibles emisiones relacionadas. Por lo tanto, *los procesos locales que esclarecen los planes de*

*transporte para el futuro, como el de Transantiago, contribuyen a facilitar la participación en el MDL.*

### Comentarios al cierre

Los que hacen políticas en los países en desarrollo como Chile enfrentan el desafío de dirigir los sistemas de transporte de sus países para cumplir con la demanda generada por el crecimiento poblacional y económico sin comprometer la salud humana y la calidad ambiental. Lograr la meta final de un sistema de transporte sustentable requerirá análisis profundos de las opciones de políticas para promover los mejoramientos tecnológicos, cambios de combustibles, desarrollo de infraestructura de transporte sólida y planificación de uso de suelos eficaz y también necesitará comprometer grandes cantidades de recursos financieros. Para que el MDL contribuya significativamente a la reducción de las emisiones globales del sector transporte, debe abarcar eficazmente la gama de opciones potencialmente viables, incluyendo las soluciones tecnológicas, las estrategias de gestión de la demanda y también los enfoques basados en políticas y los enfoques sectoriales.

### **Disminuyendo la velocidad de crecimiento de la demanda de viajes**

Reducir la extensión y cantidad de viajes es un tema clave para la importancia futura del MDL. Los proyectos tecnológicos que se enfocan en la eficiencia de vehículos y en el contenido de carbono en los combustibles no afrontan todo el perfil del transporte—un cambio fundamental en las emisiones del transporte necesita políticas y medidas para disminuir la velocidad del crecimiento de la demanda de viajes. Un mejor transporte público y patrones de desarrollo del uso de suelos más eficientes pueden tener implicancias muy importantes para las emisiones relacionadas con los viajes a nivel regional y vecinal; este principalmente es un cambio “conductual,” *no* es un cambio tecnológico.

La asistencia internacional a través de ODA, los bancos de desarrollo o el MDL puede iniciar la reforma, pero los gobiernos locales deben establecer metas globales para un transporte más sustentable. Las soluciones de sustentabilidad de largo plazo son sólo políticamente viables si están acompañadas por beneficios tangibles de corto plazo. Los procesos de “visión” pueden ser una herramienta poderosa para educar a los líderes y armarlos con la información necesaria para liderar la implementación. Además,

permitir un MDL basado en políticas o sectorial podría acomodarse mejor a los cambios estructurales como los de las estrategias integrales de tráfico y uso de suelos, normas de economía de combustible y normas de combustibles renovables.

### **Enfoques basados en políticas y sectoriales**

Las emisiones del sector transporte provienen de muchas fuentes pequeñas, por ejemplo, de vehículos individuales. Los impactos de los proyectos serán mínimos a menos que muchos vehículos, litros de combustible o los pasajeros se vean afectados. El MDL se diseñó para afrontar proyectos específicos con reducciones de GEIs cuantificables y verificables. Aun así, este enfoque basado en proyectos podría desperdiciar muchas oportunidades de reducciones de emisiones del sector transporte.

Los enfoques sectoriales tienen el potencial de lograr importantes reducciones de GEIs y revertir el “incentive perverso” que puede disuadir a los países en desarrollo a buscar políticas de reducción de GEIs. Los enfoques sectoriales también pueden reducir las inquietudes de “fugas” de emisiones debido a su naturaleza integral. Por ejemplo, bajo el actual enfoque basado en proyectos, un país podría generar CERs para un proyecto que reduce emisiones (por ejemplo, tráfico rápido de microbuses), y a la vez podría buscar proyectos y políticas que aumentan las emisiones (por ejemplo, construcción de caminos suburbanos).

### **Mirando hacia el futuro**

Es importante reconocer los altos costos de oportunidad de una inversión tardía en transporte sustentable. Dado el rápido crecimiento en la propiedad y uso de automóviles, la planificación temprana de alternativas de transporte es importantísima. Las actuales decisiones de infraestructura, inversiones y desarrollo tienen un impacto mayor en las emisiones futuras y la implementación de soluciones sustentables de hoy puede llevar a un avance en las múltiples metas públicas y ofrecer otros co-beneficios, incluyendo el mejoramiento de la calidad del aire, la salud y la congestión. Sin embargo, estos cambios requerirán planificación, inversiones y voluntad política deliberadas; el MDL solamente puede formar una pequeña parte dentro de un marco mayor de planificación para el desarrollo sustentable.

Avanzar en las metas de desarrollo sustentable local y a la vez reducir las emisiones globales de GEIs son los

## Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL

objetivos finales del MDL. A medida que los países del Anexo 1 trabajan hacia las reducciones para el primer periodo de compromiso, las negociaciones ya están en camino para después del 2012. El marco MDL para este periodo debe dar una mayor consideración a las emisiones del sector transporte y proveer incentivos de desarrollo sustentable para los países en desarrollo. Permitir un MDL basado en políticas o sectorial después del 2012 abrirá las puertas a muchas más oportunidades de reducción de emisiones. La asistencia internacional a través de ODA, los bancos

de desarrollo y otras agencias y programas de financiamiento debe unirse al liderazgo local para lograr esta meta común.

Con esfuerzos concertados para incorporar los temas específicos para los sectores identificados a través de todo este informe, las reducciones de emisiones del sector transporte tienen el potencial de jugar un rol integral en un enfoque sistémico con respecto al cambio climático, tanto en países en desarrollo como en los países desarrollados.

## Referencias

- Ampt, E. S. and J. de D. Ortúzar, "On Best Practices in Continuous Large-scale Mobility Surveys," *Transport Reviews*, Vol. 24, No. 3, May 2004.
- An, F., and A. Sauer, "Comparison of Passenger Vehicle Fuel Economy and Greenhouse Gas Emission Standards Around the World," Pew Center on Global Climate Change, December 2004.
- Badoe, D. and E. Miller, "Transportation-Land-use interaction: empirical findings in North America, and their implications for modeling," *Transportation Research Part D*, Vol. 5 (2000), pp. 235–263.
- Bagley, M. and P. Mokhtarian, "The impact of residential neighborhood type on travel behavior: A structural equations modeling approach," *The Annals of Regional Science*, Vol. 36 (2002), pp. 279–297.
- Beesley, M. and J. Kain, "Urban Form, Car Ownership and Public Policy: an Appraisal of Traffic in Towns," *Urban Studies*, 1, No. 2 (1964), 174–203.
- Bento, A. M. et al, "The Impact of Urban Spatial Structure on Travel Demand in the United States," Working Paper EB2004-0004. Boulder CO: University of Colorado, Institute of Behavioral Science, Research Program on Environment and Behavior, January, 2004. (available at: <http://www.colorado.edu/ibs/pubs/eb/eb2004-0004.pdf>).
- Canada's CDM & JI Office (Robertson, L.) "Transaction Costs Associated with CDM Projects," submission to the Working Group on Offsets (WGO), September 2003.
- CDM Executive Board, Report from the 16th Meeting of the EB, Annex 3, p.1 available at: <http://cdm.unfccc.int/EB/Meetings/016/eb16repan3.pdf>
- CDM Executive Board, Report from the 15th Meeting of the EB, Annex 3 "Draft consolidated tools for demonstration of additionality," September, 2004.
- CDM Watch, "Market Failure: why the CDM won't promote sustainable development," Oct 2004.
- Center for Clean Air Policy, "Smart Growth and Air Quality Primer," December 2004.
- Cervero, R. and K. Kockelman, 1997, "Travel demand and the three Ds: Density, Diversity and Design," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 2 (1997), pp. 199–219.
- Cifuentes, B. "Cuantificación y Proyección de Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte en Chile," memoria para optar al grado de Ingeniero Civil Industrial, Universidad de Chile, 2000.
- Conama-Dictuc-Pnud. 2001 Inventory of Emissions.
- CONAMA Región Metropolitana de Santiago. Evolución de la calidad del aire en Santiago 1997–2003. Área Descontaminación Atmosférica, December, 2003. <http://www.conama.cl/rm/568/article-29215.html>
- Corporación Andina de Fomento (CAF) and Transmilenio, S.A., *Urban Mass Transportation System: Transmilenio. Bogotá DC, Colombia*. Clean Development Mechanism Project Design Document (undated).
- Crane, R., "The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review," *Journal of Planning Literature*, Vol. 15, No. 1 (August 2000), pp. 3–23.
- D'Agosto, M. De Almeida and Suzana Kahn Ribeiro, "Performance evaluation of hybrid-drive buses and potential fuel savings in Brazilian urban transit," *Transportation* 31: 479–496, 2004.

- de Cea, J. *et al.*, "ESTRAUS : A Computer Package for Solving Supply-Demand Equilibrium Problems on Multimodal Urban Transportation Networks with Multiple User Classes," Washington, DC: paper presented at the Annual Meeting of the Transportation Research Board, 2003.
- Diaz, Oscar Edmundo "Estimated Greenhouse Gas Emission Impacts of Bogotá's BRT, TDM and NMT Measures," see: [http://www.itdp.org/read/GEFbackground\\_nairobi2002.pdf](http://www.itdp.org/read/GEFbackground_nairobi2002.pdf)
- Dourthé, A. *et al.*, "Santiago de Chile's Experience with the Regulation of the Public Transport Market," Paper prepared for the 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB), Washington, DC, January 2000.
- Ellis, Jane, "Options for Project Baseline Emissions," OECD Information Paper, 2000.
- Eskeland, G. and T. Feyzioglu, "Is Demand for Polluting Goods Manageable? An Econometric Study of Car Ownership and Use in Mexico," *Journal of Development Economics*, Vol. 53, 1997, p. 435.
- Ewing, R. and R. Cervero, "Travel and the Built Environment: A Synthesis," *Transportation Research Record 1780: Land Development and Public Involvement in Transportation* (2001), pp. 87–113.
- Figueres, Christiana (ed.), *Establishing National Authorities for the CDM: A Guide for Developing Countries*, IISD, 2002.
- Hall, R. P., *Introducing the Concept of Sustainable Transportation to the U. S. DOT through the Reauthorization of TEA-21*. Masters Thesis submitted to the Engineering Systems Division and the Department of Civil and Environmental Engineering in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degrees of Master of Science in Technology and Policy and Master of Science in Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology, June, 2002.
- Handy, S., "Methodologies for Exploring the Link Between Urban Form and Travel Behavior," *Transportation Research D*, Vol. 1, No. 2 (1996), pp. 151–165.
- Hanson, M. and Y. Huang, "Road supply and traffic in California urban areas," *Transportation Research Board*, A31, 1997.
- Hellman, K. H. and R. M. Heavenrich, *Light-Duty Automotive Technology and Fuel Economy Trends: 1975 Through 2004*. EPA420-S-04-001. Ann Arbor, MI: U.S. Environmental Protection Agency, Advanced Technology Division, Office of Transportation and Air Quality, April 2004. Available at: <http://www.epa.gov/otaq/fetrends.htm>.
- Heywood, J. *et al.*, "The Performance of Future ICE and Fuel Cell Powered Vehicles and Their Potential Fleet Impact," Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Energy and the Environment, Publication No. LFEE 2003-004 RP, December, 2003. Available at: <http://lfee.mit.edu/publications/reports>.
- Hudson, M. *et al.*, *Bicycle Planning: Policy and Practice* (1982).
- Hunt, J. D., "Stated Preference Analysis of Sensitivities to Elements of Transportation and Urban Form," *Transportation Research Record 1780* (2001), pp. 78–86.
- Hunt, J. D. *et al.*, "Comparisons from Sacramento Model Test Bed," *Transportation Research Record 1780* (2001), pp. 53–63.
- IBI Group, "Greenhouse Gas Emissions from Urban Travel: Tool for Evaluating Neighborhood Sustainability," Healthy Housing and Communities Series Research Report. Prepared for Canada Mortgage and Housing Corporation and Natural Resources Canada, February, 2000.
- IEA/OECD, "CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 1970/2001," Paris, 2003.
- IEA, *Chile: Emissions Trading System*, 2003 <http://www.iea.org/textbase/work/2003/ghgem/CHILE.PDF>
- IETA, "Annex I Parties' Current and Potential CER Demand," Point Carbon, October 2003.
- Ingram, G. and Z. Liu, "Motorization and the Provision of Roads in Countries and Cities," Policy Research Working Paper 1842. Washington, DC: World Bank, Infrastructure and Urban Development Department, 1997 (available at: <http://econ.worldbank.org/resource.php?type=5>)
- International Energy Agency World Energy Outlook, 2002.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, Third Assessment Report, 2001.

- Intergovernmental Panel on Climate Change, *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual*.
- Jahn, Michael, A. Michaelowa, S. Raubenheimer and H. Liptow, "Unilateral CDM – Chances and Pitfalls," Climate Protection Programme, November 2003. Available at: [http://regserver.unfccc.int/SEORS/cop9events/FileStorage/FS\\_442592919](http://regserver.unfccc.int/SEORS/cop9events/FileStorage/FS_442592919)
- Kain, J. and M. Beesley, "Forecasting Car Ownership and Use," *Urban Studies*, 2, No. 2 (1965), 163–185.
- Kenworthy, J. and F. Laube, "Patterns of automobile dependence in cities: an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy," *Transportation Research A*, Vol. 33 (1999), pp. 691–723.
- Kitamura, R. *et al.*, "A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay Area," *Transportation*, Vol. 24, No. 2 (1997), pp. 125–158.
- Krizek, K., "Residential Relocation and Changes in Urban Travel," *APA Journal*, Vol. 69, No. 3 (Summer 2003), pp. 265–281.
- LABTUS, "Location Efficiency and Transit-Oriented Development: A Potential CDM Option in Santiago de Chile. Final Report," (Santiago: Universidad de Chile, Laboratorio de Modelamiento del Transporte y Uso de Suelo, October, 2004). Available at: [http://www.iisd.org/climate/south/ctp\\_documents.asp](http://www.iisd.org/climate/south/ctp_documents.asp)
- Lanfranco, P., R. Quijada, L. Sagaris, R. Alvarez, E. Rivera, C. Quijada, D. Fuccaro, R. Planzer, G. Montero, L. Basso, P. Donoso, R. Fernandez, C. Garrido and C. Palma. *Muevete por tu ciudad: una propuesta ciudadana de transporte con equidad*. Ciudad Viva, Santiago, Chile, 2003.
- Lee, D., L. Klein and G. Camus, "Modeling Induced Highway Travel vs. Induced Demand" paper (#971004) presented at the Transportation Research Board Annual Meeting, January 1997, 7.
- LeFevre, Jurgen, European Commission "Regulatory Development and Linkages: The European Union" (presentation at IETA meeting, November 2004).
- Lyons, T. J. *et al.*, "An international urban air pollution model for the transportation sector," *Transportation Research Part D*, Vol. 8 (2003), pp. 159–167.
- Macbeth, A. G., "Automatic Bicycle Counting," IPENZ Transportation Group Technical Conference, September 2002. Available at: [http://www.ipenz.org.nz/ipenztg/ipenztg\\_cd/cd/2002\\_pdf/34\\_MacBeth.pdf](http://www.ipenz.org.nz/ipenztg/ipenztg_cd/cd/2002_pdf/34_MacBeth.pdf).
- Martínez, F. and P. Donoso, "MUSSA: a behavioural land use equilibrium model with location externalities, planning regulations and pricing policies." University of Chile. (no date) <http://tamarugo.cec.uchile.cl/~dicedet/fmartinez/Mussa.PDF>
- McNally, M. and A. Kulkarni, "Assessment of Influence of Land Use-Transportation System on Travel Behavior," *Transportation Research Record 1607* (1997), pp. 105–115.
- Metro, *Statistical Appendix 2003*, (Santiago: Metro de Santiago, 2004) (available at: <http://www.metro.santiago.cl/Portal/Contenido.asp?CodCanal=120&TipoCanal=A>).
- Newcombe, Ken, World Bank "CDM Market Development: A snapshot of status and issues," presentation to 4th IETA Forum on the State of the Greenhouse Gas Market, October 2004.
- OECD, DAC, "ODA Eligibility issues for Expenditures Under the Clean Development Mechanism," proposal by the Chair, DAC High Level Meeting, April 15–16, 2004.
- Orski, K., "The Potential for Fuel Conservation: The Case of the Automobile," *Transportation Research*, Vol. 8 (1974), pp. 247–257.
- Ortúzar, J. D., A. Iacobelli and C. Valeze, "Estimating the Demand for a Cycle-Way Network," *Transportation Research Part A*, 34 (2000), pp. 353–373.
- O’Ryan *et al.*, *Transportation in Developing Countries: Greenhouse Gas Scenarios for Chile*, Pew Center on Global Climate Change (August, 2002), p. 33.
- O’Ryan, Raul and Jaime Parada, "Diagnostico del Plan Transantiago en el Marco MDL del Protocolo de Kyoto" presentation at workshop in Santiago, Chile August 2004 "Transportation and the CDM."
- Pargal, Sheoli and Mark Heil, "Reducing Air Pollution from Urban Passenger Transport: A Framework for Policy Analysis," *Journal of Environmental Planning and Management*, 43, No. 5 (2000).

- Peake, S. and S., 1994. Sustainable mobility in context: Three transport scenarios for the U. K., *Transport Policy*, Vol. 1, No. 3, pp. 195–207.
- Pew Center on Climate Change. 2002. *Transportation in Developing Countries: Greenhouse Gas Scenarios for Chile*. Washington, D.C.
- Peterson, Lisa, “Experts Outline Benefits of Better Bus System,” Institute for Transportation and Development Policy, April, 2003.
- Point Carbon, *CDM & JI Monitor*, October 2004.
- Pucher, John, “Bicycling Boom in Germany: A Revival Engineered by Public Policy,” *Transportation Quarterly*, Vol. 51, No. 4, Autumn 1997.
- Pucher, J., C. Komanoff and P. Schimek, “Bicycling renaissance in North America? Recent trends and alternative policies to promote bicycling,” *Transportation Research Part A*, 33 (1999), pp. 625–654
- Rietveld, P. and V. Daniel, “Determinants of Bicycle Use: Do Municipal Policies Matter?” *Transportation Research Part A*, 38 (2004) pp. 531–550.
- Ringus, Lasse, P. Grohnheit, L. H. Nielson, A. L. Olivier, J. Painuly and A. Villavicencio, “Wind Power Projects in the CDM: Methodologies and tools for baselines, carbon financing and sustainability analysis,” UNEP-Risoe, 2002.
- Salon, Deborah, “An Initial View on Methodologies for Emission Baselines: Transport Case Study,” Information paper, OECD, 2001. Available at: <http://www.oecd.org/dataoecd/50/21/2468491.pdf>
- Samaniego, J. and C. Figueres, 2002. “Evolving to a sector-based clean development Mechanism.” In K. Baumert (ed.), *Building on the Kyoto Protocol: Options for Protecting the Climate*. World Resources Institute: Washington, DC, October.
- SACTRA (the Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment), *Trunk Roads and the Generation of Traffic*, U. K. Department of Transportation and HMSO (London) 1994, p. 205.
- Schipper, Lee *et al.*, *Flexing the Link between Transport Greenhouse Gas Emissions: A Path for the World Bank*, International Energy Agency, Paris, June 2000.
- Schimek, P., *Understanding the Relatively Greater Use of Public Transit in Canada Compared to the USA*, Cambridge, MA: unpublished PhD dissertation, Department of Urban Studies and Planning, MIT, June, 1997.
- Schmidt, J., K. Lawson and J. Lee, “Sector-Based Greenhouse Gas Emissions Reduction Approach for Developing Countries: Some Options.” Center for Clean Air Policy Working paper, November 2004.
- Schwanen, T. *et al.*, “Policies for Urban Form and their Impact on Travel: The Netherlands Experience,” *Urban Studies*, Vol. 41, No. 3, (March 2004), pp. 579–603.
- SECTRA, “Encuesta Origen Destino De Viajes 2001.”
- SECTRA, *Mobility Survey 2001: Executive Report*, Santiago de Chile: SECTRA and Ministerio de Planificación y Cooperación, 2004.
- Sperling, D. and J. Cannon, eds., *The Hydrogen Energy Transition*, Elsevier Press, 2004.
- Sussman, F., N. Helme and E. Williams, “Hybrid Policy Options: Carbon Intensity Targets Combined With Policy-Based CDM,” Center for Clean Air Policy Working Paper, May 2004.
- Swenson, C. J. and F. C. Dock, “Urban Design, Transportation, Environment and Urban Growth: Transit-Supportive Urban Design Impacts on Suburban Land Use and Transportation Planning,” Report #11 in Series Transportation and Regional Growth Study (Minneapolis, MN: University of Minnesota, Center for Transportation Studies, March, 2003) (available at: [http://www.cts.umn.edu/trg/research/reports/TRG\\_11.html](http://www.cts.umn.edu/trg/research/reports/TRG_11.html)).
- Tangen, K., A. Korppoo, V. Berdin, T. Sugiyama, C. Egenhofer, J. Drexhage, O. Pluzhnikov, M. Grubb, T. Legge, A. Moe, J. Stern and K. Yamaguchi, “A Russian Green Investment Scheme: Securing environmental benefits from international emissions trading,” *Climate Strategies* (no date).
- Tiwari, G., “Pedestrian infrastructure in the city transport system: a case study of Delhi,” *World Transport Policy & Practice*, Volume 7, Number 4, 2001.
- Transportation Research Board (TRB), *Expanding Metropolitan Highways: Implications for Air Quality and Energy Use*, Special Report 245, National Research Council, Washington, DC 1995, p. 155.
- UNEP, *Introduction to the Clean Development Mechanism*, (no date), available at: <http://www.uneprisoe.org/CDMCapacityDev/>

United Nations Secretariat, *Population Division of the Department of Economic and Social Affairs World Population Prospects: The 2002 Revision and World Urbanization Prospects: The 2001 Revision* (available at: <http://esa.un.org/unpp>, 02 August 2004).

United States Department of Transportation, *Federal Highway Administration, Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel*, July 1999. <http://www.fhwa.dot.gov/tfhrc/safety/pubs/vol1/title.htm>

United States EPA, *EPA Guidance: Improving Air Quality Through Land Use Activities*, Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, Office of Transportation and Air Quality, January 2001, pp. 40–42.

United States EPA, “Project XL Progress Report: Atlantic Steel Redevelopment,” Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of the Administrator, EPA 100-R-00-026, January, 2001. Last accessed on-line, 11 August, 2004: <http://www.epa.gov/projectxl/atlantic/index.htm>

Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Mecánica, “Análisis Ambiental del Escenario que Considera Diseño del Sistema de Transporte Público Elaborado en Febrero 2003 (Escenario 5b)” Santiago, 2003, Anexo C.

University of North Carolina Highway Research Center (prepared for the Federal Highway Administration), *Compendium of Available Bicycle and Pedestrian Trip Generation Data in the United States. A supplement to the National Bicycling and Walking Study*. October 1994.

Venema, H. and M. Cisse (eds), *Seeing the Light: Adapting to climate change with decentralized renewable energy in developing countries*, IISD, 2004.

van Diepen, A. and H. Voogd, “Sustainability and Planning: does urban form matter?” *International Journal of Sustainable Development*, Vol. 4, No. 1 (2001), pp. 59–74.

Walters, G. *et al.*, “Adjusting Computer Modeling Tools to Capture Effects of Smart Growth: Or ‘Poking at the Project Like a Lab Rat’.” *Transportation Research Record 1722* (2000), pp. 17–26.

Weisbrod *et al.*, “Tradeoffs in residential location decisions: Transportation versus other factors,” *Transport Policy and Decision Making*, Vol. 1 (1980), pp. 13–26.

Zegras, C., “Financing Transport Infrastructure in Developing Country Cities: Evaluation of and Lessons from Nascent Use of Impact Fees in Santiago de Chile,” *Transportation Research Record 1839* (2003), pp. 81–88.

Zegras, C. and R. Gakenheimer, *Urban Growth Management for Mobility: The Case of the Santiago, Chile Metropolitan Region*, Cambridge, MA: Prepared for the Lincoln Institute of Land Policy and the MIT Cooperative Mobility Program, 2000.

World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), *Mobility 2001: World Mobility at the End of the Twentieth Century and its Sustainability*, Geneva: prepared by the Massachusetts Institute of Technology and Charles River Associates for the WBCSD Sustainable Mobility Working Group (2001).

**Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL**



# Apéndice A: Comité directivo

## *Miembros principales*

Transantiago

MINVU

SECTRA

CONASET

CONAMA

MOPTT

## *Miembros consultativos*

Ciudad Viva

Movimiento Furiosos Ciclistas



## Anexo B:

# Ideas iniciales del proyecto y selección de casos de estudio

### Primera fase

El propósito de esta fase fue desarrollar una lista inicial de proyectos potenciales en el sector transporte que tuviese posibilidades de calificar en el contexto de MDL, basándose en hallazgos en la literatura, un análisis del sector transporte de Chile y una revisión de los proyectos actualmente en desarrollo en el MDL. El proyecto analizó el sector transporte de Chile incluida la situación actual de la infraestructura de transporte, las tecnología y combustibles en uso, políticas gubernamentales de transporte, comportamiento de la carga de pasajeros y crecimiento proyectado de la demanda. Aunque el presente análisis examinó las condiciones a nivel nacional, éste se concentró principalmente en el Área Metropolitana de Santiago. Como parte de este análisis, el equipo del proyecto aplicó sus conocimientos sobre recursos técnicos claves para evaluar el potencial de mitigación de los gases de efecto invernadero, la calidad del aire y los impactos sobre la salud a partir de los cambios en las tecnologías, combustibles, políticas y prácticas del sector de transporte.

La lista de ideas iniciales para proyectos consideraba:

- Eficiencia Aeroportuaria
- Desarrollo de Ciclovías
- Cambio Tecnológico en Microbuses
- Fondo para el Mejoramiento de Microbuses
- Electrificación de las rutas de microbuses (troles)
- Pistas exclusivas para tránsito de microbuses
- Transporte de carga
- Expansión de tren liviano
- Localización de desarrollos urbanos eficientes

- Cambios en la mantención
- Melitrén
- Eficiencia de combustibles en transporte de pasajeros
- Localización de colegios
- Control de señalización
- Caminos sobrevivientes
- Emisiones de los sistemas de aire acondicionado de vehículos

A continuación se incluye una breve descripción de aquellas que se descartaron en la primera fase.

*Eficiencia aeroportuaria:* La idea del proyecto habría servido para evaluar las oportunidades de reducción de gases de efecto invernadero en las operaciones aeroportuarias, equipos de servicio en tierra y transporte terrestre de pasajeros hacia y desde el aeropuerto. El Comité Directivo decidió no seguir adelante con este proyecto.

*Fondo de mejoramiento de microbuses:* Este concepto de proyecto consideraba el desarrollo de un fondo de recursos para financiar el reacondicionamiento o reemplazo de microbuses con el objetivo de reducir emisiones de gases de efecto invernadero. Este fondo podría potencialmente configurarse como un crédito renovable, proporcionado parcialmente por un inversionista MDL o en forma directa por el gobierno de Chile. El Comité Directivo decidió no seleccionar este proyecto para continuar su desarrollo, en parte debido a su línea base compleja y problemáticas adicionales.

*Vía exclusiva para tránsito de microbuses: Independencia – Recoleta:* Dado que la extensión planificada de la línea de Metro no tendrá una cobertura total del área de

servicio proyectada en el plan del tren liviano, aún existe la necesidad de un servicio adicional en los sectores del norte de Santiago. El presente análisis examinó el potencial de reducción de Gases de Efecto Invernadero como resultado del establecimiento de vías segregadas para el tránsito de microbuses en una arteria de 37 Km. de longitud que está en construcción bajo el Río Mapocho a través de las *comunas* de Bella Vista y Providencia. El Comité Directivo no le dio carácter de prioritario a este proyecto.

*Transporte de carga:* En colaboración con EFE (*Empresa de los Ferrocarriles del Estado*), el proyecto examinaba el uso de trenes de carga para reducir el número de camiones que transportan bienes desde Chile a Argentina y otros destinos, reduciendo así las emisiones de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, después de una investigación y discusiones iniciales el proyecto quedó descartado dado que el Comité Directivo prefirió concentrarse en temas más directamente relacionados con Santiago. Además, la implementación presentaba inconvenientes debido a los altos costos en infraestructura, dado que sería necesario obtener un financiamiento considerable de otras fuentes.

*Expansión del tren liviano:* Este proyecto consideraba el potencial de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero mediante la construcción de una extensión de tren liviano desde el Metro hasta áreas más distantes del centro de la ciudad (Independencia y Recoleta). La empresa Metro había llevado a cabo un acabado estudio y plan para este proyecto, pero durante el desarrollo del mismo Metro decidió favorecer una extensión del sistema existente en lugar de una línea nueva de tren liviano. El anuncio de la extensión afectó la adicionalidad del proyecto, haciéndolo inviable en el contexto de las reglas vigentes de MDL.

*Cambios de mantención:* Las prácticas mejoradas de mantención de vehículos (es decir, presión de los neumáticos, aceites de baja fricción), ya sea en flotas de vehículos de carga o vehículos particulares de pasajeros, reducen el uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Este proyecto exploraba recurrir a la venta de CERs para financiar el programa de mantención. El Comité Directivo decidió no seguir adelante con este proyecto.

*Eficiencia de combustible en transporte de pasajeros:* Este proyecto involucraba la exploración de tecnologías y oportunidades a nivel de políticas para mejorar la

eficiencia de los vehículos de pasajeros. Las opciones de políticas potenciales incluían normativas o incentivos que podrían financiarse mediante la venta de CERs. El Comité Directivo decidió no seguir adelante con este proyecto.

*Control de la Señalización:* Los cambios en la temporización de la señalización en las intersecciones de Santiago podría mejorar el flujo vehicular y potencialmente reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la reducción del tiempo en que los motores funcionan en vacío y la conducción con partidas y detenciones constantes. Ya se han logrado mejoramientos significativos en Santiago, de manera que es importante considerar cuál sería la contribución del siguiente nivel de optimización. Este proyecto tenía una alta prioridad para algunos miembros del Comité Directivo, pero en definitiva el Comité decidió concentrar los limitados recursos en otras iniciativas.

*“Caminos sobrevivientes”:* En respuesta a los planes de construir la carretera *Costanera Norte*, las partes interesadas sugirieron los ‘caminos sobrevivientes’, los cuales quedaría libres de tránsito una vez que estuviese terminada la carretera, y serían transformados en calles peatonales. Dichas calles, *Bella Vista* y *Conquistador*, podrían modificarse para incluir aspectos más amistosos con el peatón, incluidas vías para microbuses y ciclovías. Este proyecto quedó relegado a una prioridad menor por parte del Comité Directivo, en favor del desarrollo de ciclovías. Las lecciones aprendidas de proyectos de ciclovías se consideraron más reproducibles en otras ciudades.

*Emisiones de los sistemas de aire acondicionado de vehículos:* Este proyecto involucraba la reducción de emisiones provenientes de los vehículos fomentando el uso limitado del sistema de aire acondicionado. Los vehículos con sistema de aire acondicionado tienen un mayor consumo de combustible, dado que dichas unidades requieren una gran cantidad de energía para su funcionamiento. El Comité Directivo decidió no seguir adelante con este proyecto.

### Segunda fase

En la segunda fase, los participantes en los proyectos, en conjunto con el Comité Directivo, evaluaron y ajustaron la lista. Este proceso de evaluación se basó en una matriz de criterios<sup>218</sup> que fue desarrollada por el equipo del proyecto. Dichos criterios se basaban en la

218 La matriz de criterios está disponible en el sitio web del proyecto, <http://www.iisd.org/climate/south/ctp.asp>

pertinencia local y las consideraciones técnicas de MDL y estaban agrupadas en dos niveles diferentes: Primario y Secundario.

### **Crterios primarios**

Las características identificadas como criterios primarios se consideran como los elementos básicos necesarios para comenzar a considerar el proyecto para un mayor análisis. Incluyen: 1) Impacto de Desarrollo Sustentable (es decir, ¿contribuye el proyecto a las prioridades de desarrollo sustentable según ha sido definidas por Chile?); 2) Costo efectividad (es decir, ¿es costo/efectiva la idea del proyecto?) y; 3) Idoneidad MDL (es decir, ¿es adicional el proyecto en términos financieros y medioambientales?). Para que la idea del proyecto pasara al nivel secundario de evaluación la respuesta a las tres interrogantes tenía que ser positiva.

### **Crterios secundarios**

Los criterios secundarios, aun cuando no necesariamente tan estrictos, jugaron un rol importante en el proceso de toma de decisiones. Entre estos criterios secundarios se incluyen: potencial de reducción de gases invernadero, beneficios locales (impactos positivos sobre la salud/medioambiente); reproducibilidad (posibilidades para su reproducibilidad a nivel local, nacional e internacional) y finalmente, factibilidad (en cuanto a la facilidad de implementación).

Seis ideas de proyectos obtuvieron los puntajes máximos y se decidió seguir adelante en su desarrollo. Estos son:

- Desarrollo de ciclovías
- Electrificación de rutas de microbuses (troles)
- Cambio en tecnología de microbuses
- Desarrollo urbano eficiente en cuanto a localización
- Melitrén
- Localización de colegios

### **Fase tres**

Esta tercera fase la preparación de descripciones breves de las seis ideas de proyecto elegidas. Estos informes se presentaron al comité directivo para su revisión y se seleccionaron tres temas de estudio de casos para

continuar con su desarrollo.<sup>219</sup> A continuación se entrega una breve descripción de los tres que no fueron seleccionados para seguir adelante en su investigación.

*Melitrén* – Esta idea de proyecto exploraba el potencial de desarrollo del Melitrén, una línea de tren interurbano que recorre 60 Km. desde el centro de Santiago hasta la localidad cercana de Melipilla. La línea de tren liviano aliviaría la congestión en el área urbana mediante la reducción de viajes de vehículos particulares y microbuses desde y hacia Santiago, logrando así que los viajes fuesen más confiables y mejorando la calidad de vida de los pasajeros. El plan del proyecto consistía en evaluar los impactos del servicio de Melitrén sobre el comportamiento de viaje en el corredor afectado y estimar efectos posteriores en cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero. El MDL se podría utilizar para financiar parcialmente el proyecto, con el fin de reducir la necesidad de inversión pública o privada. Esta idea de proyecto quedó descartada debido a las investigaciones iniciales sobre los altos costos de infraestructura asociados con el desarrollo del proyecto ferroviario. Además, los beneficios ambientales eran inciertos, puesto que muchos viajes serían transferidos desde microbuses con tecnología limpia.

*Localización de colegios* – De acuerdo con GEF, se estima que un 35 por ciento de los viajes en Santiago se relacionan con el desplazamiento de estudiantes hacia y desde el colegio. De hecho, de acuerdo a la encuesta 2001 O-D casi 3 millones de viajes por día hábil se pueden atribuir al movimiento de estudiantes. La distancia entre los colegios urbanos más conocidos o más respetados en Santiago y los barrios donde viven los estudiantes ha contribuido en gran medida al volumen de tránsito de hora punta en la ciudad. La demanda por este tipo de transporte ha aumentado en forma sustancial a medida que Santiago se expande y a medida que aumenta la necesidad de educación privada. La demanda de transporte para niños desde áreas suburbanas hacia colegios urbanos centrales ha sido satisfecha ya sea por los padres o servicios de transporte manejado por particulares. El proyecto sobre localización de colegios, orientado a canalizar un subsidio (basado en la venta de créditos MDL de estudiantes desplazados que deben viajar cada día) hacia el desarrollo de uno o más colegios localizados en los barrios o zonas donde viven dichos alumnos. El gobierno podría ofrecer directamente el subsidio y

219 Los seis informes breves de las ideas de proyecto están publicados en el sitio web: <http://www.iisd.org/climate/global/ctp.asp>

recuperar el precio para los costos posteriormente. En forma adicional, el subsidio de los CERs se podría complementar con fondos provenientes de otras áreas del gobierno (salud, etc.) después que se hayan medido y contabilizado otros beneficios. Esta idea de proyecto quedó descartada debido a que el proyecto GEF (al momento de la consideración) estaba iniciando un amplio estudio sobre el tema de la localización de los colegios y los impactos sobre la demanda por transporte.

*Electrificación de rutas de microbuses* – Por solicitud del Comité Directivo en Noviembre de 2002, el equipo del proyecto estudió los costos y beneficios de la electrificación de una ruta de microbuses o “troncal” en Santiago. El objetivo del estudio era determinar, mediante el análisis cuantitativo y cualitativo, si el sistema de troles en Santiago sería una forma económicamente viable para la ciudad no sólo de reducir los gases de efecto invernadero, sino que también de mejorar la calidad del aire y proporcionar un medio de transporte público que fuese eficiente. El estudio concluyó que la electrificación de un troncal para un sistema de troles no era un método que justificara sus costos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

### Fase cuatro

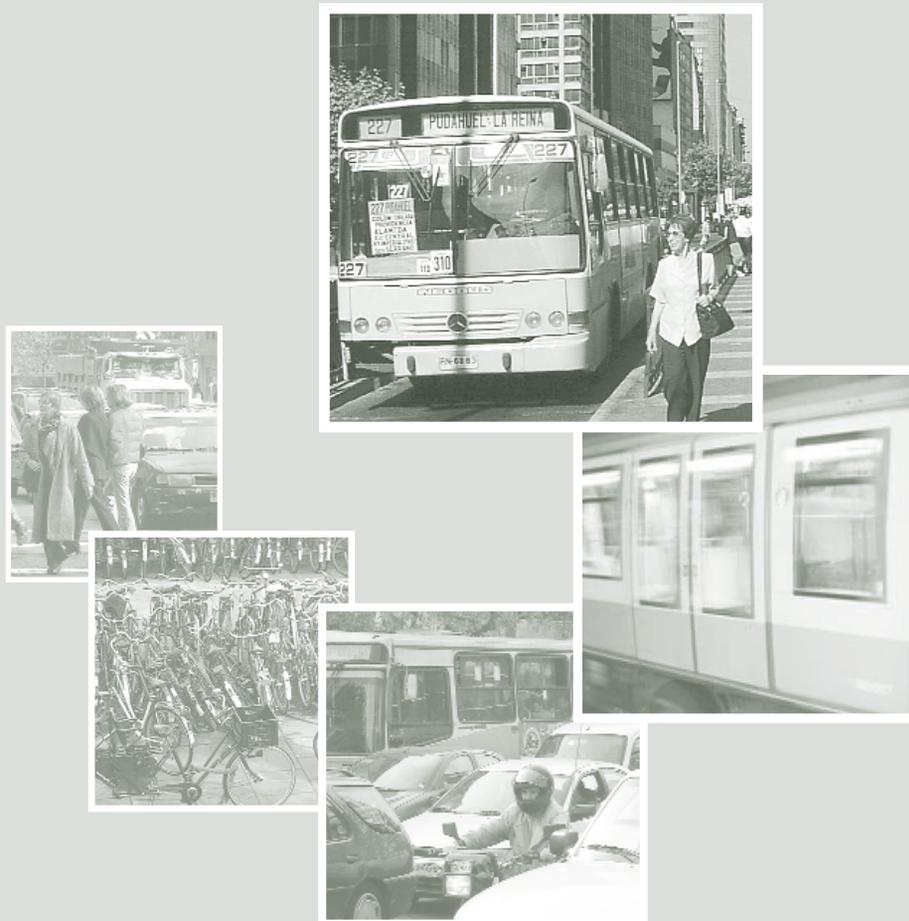
La fase final de este proceso involucraba el desarrollo de tres ideas de proyecto restantes para transformarlas en estudios de caso integrales. Las tres ideas de proyecto elegidas fueron:

*Cambio tecnológico en microbuses* – El presente análisis examinó el potencial de beneficios de gases de efecto invernadero que podrían obtenerse gracias a cambios tecnológicos de los microbuses (es decir, de diesel a híbrido diesel-eléctrico),

dentro de un recientemente estructurado sistema de microbuses en pleno desarrollo en Santiago, dadas las actuales pautas de MDL. Las metodologías para este estudio están vinculadas al nuevo plan sistémico denominado Transantiago y con eso en mente el equipo trabajó en forma muy estrecha con Transantiago así como con el sector privado, quienes en definitiva se encargará de implementar las nuevas tecnologías.

*Prioridad para las bicicletas* – El presente análisis examinó los desafíos metodológicos involucrados en la línea de base, midiendo y monitoreando las reducciones de emisiones producto de nuevas ciclovías, así como de políticas complementarias tales como lugares de almacenamiento de bicicletas y fomentar un cambio desde otros modos de transporte. Para el presente estudio el equipo de proyecto trabajo en forma estrecha con CONASET y la comunidad de ONGs de Santiago.

*Eficiencia de localización* – El presente análisis examinó los impactos de gases de efecto invernadero producto de estrategias de desarrollo inmobiliario privado en cuanto a la reducción de la demanda de viajes y el uso potencial del MDL para atraer recursos financieros a este tipo de desarrollo urbano de “localización eficiente.” La meta final de este estudio fue: identificar las oportunidades reales de desarrollo inmobiliario, cuantificar los impactos de los comportamientos de desplazamiento de dichos desarrollos, estimar los impactos netos sobre las emisiones de gases efecto invernadero del transporte sobre los desarrollos si éstos se llevan a cabo e identificar vías potenciales para inversión MDL.



**Ponerse en marcha: encontrando una ruta para el transporte en el MDL**

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) establecido bajo el Protocolo de Kyoto brinda una oportunidad única para implementar proyectos en países en vías de desarrollo que reducen las emisiones de gas del efecto invernadero y fomentan el desarrollo sustentable. Como primera fuente de emisiones de gas del efecto invernadero, el sector de transporte podría desempeñar un papel central en el MDL y en el tratamiento del cambio climático.

Al explorar las preguntas clave del MDL dentro del contexto del sector de transporte de Chile, lo que incluye la línea base del proyecto, la adicionalidad, la metodología, el monitoreo y las fugas, los estudios de caso presentados en este reporte descubrieron cómo una gama de proyectos de transporte puede encajar en el MDL actual. El reporte también examina cómo dichos proyectos podrían facilitarse mejor en el futuro y dónde podrían ser apropiados otros enfoques de políticas. A partir de las lecciones aprendidas sobre estos estudios de caso y de los resultados que emergieron de un taller internacional realizado en Chile, el reporte presenta conclusiones sobre cómo los proyectos de transporte encajan actualmente en la estructura del MDL y sobre los cambios posibles para después de 2012.

