



# Infraestructuras bajas en carbono



NACIONES UNIDAS



cooperación  
española

# Infraestructuras bajas en carbono



Este documento fue realizado en el marco de las actividades del Programa CEPAL/AECID 2010-2013: Componente 3: Estrategias para la sostenibilidad ambiental: cambio climático y energía, implementado por las Divisiones de Desarrollo Económico, Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos y Recursos Naturales e Infraestructura, que fue coordinado por los directores Juan Alberto Fuentes, Joseluis Samaniego y Hugo Altomonte, respectivamente. La compilación de los trabajos aquí presentados estuvo a cargo de la Unidad de Servicios de Infraestructura (USI) de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL, en la persona de José María Albrieu, consultor de la USI, bajo la coordinación de Gabriel Pérez-Salas, Oficial Asociado de Asuntos Económicos, y la supervisión de Ricardo J. Sánchez, Oficial Superior de Asuntos Económicos y Jefe de la USI. Las contribuciones originales corresponden a estudios realizados entre los años 2010 y 2013 y fueron preparadas por los siguientes consultores: Hernán Blanco, Giorgio Brosio, Martina Chidiak, Edmundo Claro, Raúl Erazo, Lorena Farías, Lorena García Alonso, Verónica Gutman, Cristina Holuigue, Erick Leal, Jorge Lupano, José Ignacio Nazif, Vicente Pardo, Mariano Pedrosa, Martin Schaffernicht y Valeria Torres. La supervisión de los trabajos de los respectivos componentes estuvo a cargo de los siguientes funcionarios de la CEPAL: Juan Pablo Jiménez, Ricardo Jordán, Ricardo Martner, Gabriel Pérez-Salas y Ricardo J. Sánchez.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la organización.

# Índice

Resumen .....	5
Prólogo .....	7
I. Introducción .....	9
A. La sostenibilidad en las políticas públicas .....	9
B. Crecimiento sostenible y reducción de externalidades negativas .....	10
1. Emisiones de carbono.....	11
2. Otras emisiones .....	14
3. La congestión vehicular en zonas urbanas.....	16
4. Impactos económicos del desarrollo de infraestructuras de transporte .....	16
5. Impactos sociales del desarrollo de infraestructuras de transporte.....	17
II. Servicios de Infraestructura bajos en carbono .....	19
A. Definición.....	19
B. Cálculo de las emisiones de una infraestructura .....	21
1. Definición del objetivo del análisis .....	22
2. Desarrollo del diagrama de flujo del ciclo de vida de la infraestructura .....	22
3. Recolección de Datos .....	24
C. Las infraestructuras bajas en carbono como parte de un sistema sostenible.....	24
D. Importancia de las instituciones y la planificación ambiental.....	26
E. Casos internacionales de políticas integrales para la reducción de la huella de carbono urbanas .....	26
1. Caso de Estudio: Municipio de Estocolmo.....	26
2. Caso de Estudio: Ciudad de Copenhague.....	28
3. Caso de Estudio: Ciudad de Denver.....	28
F. Lecciones de los casos analizados.....	29
III. Infraestructuras bajas en carbono en América Latina .....	31
A. Situación actual y proyección.....	31
B. Infraestructura necesaria: se necesita más y mejor infraestructura .....	32
1. Inversiones claves para la mitigación .....	35
C. Casos latinoamericanos sobre desarrollo de infraestructura urbana .....	40
1. Caso de Estudio: Santiago de Chile .....	40
2. Caso de Estudio: Medellín .....	43

IV. Recomendaciones .....	45
A. Políticas integradas y sostenibles .....	45
B. Uso de la infraestructura actual: optimización mediante la implementación de planes de uso sustentable .....	47
C. Fortalecimiento de la institucionalidad .....	48
V. Conclusiones .....	51
Bibliografía .....	53

#### Cuadros

Cuadro 1	Unidades funcionales para infraestructuras de transporte.....	22
Cuadro 2	Inversión en infraestructura como % del PIB .....	32
Cuadro 3	América Latina y el Caribe – Necesidades de gastos en infraestructura proyectados, 2006-2020.....	34
Cuadro 4	Resumen de condiciones de comparación .....	41
Cuadro 5	Velocidad promedio de la red, por período .....	42
Cuadro 6	Emisiones por tipo de vehículo (Ton/Año), situación Sin Transantiago 2010.....	42
Cuadro 7	Variación porcentual de emisiones por tipo de vehículo entre situación Con Transantiago y Sin Transantiago, 2010.....	42
Cuadro 8	Valores medios de la elasticidad precio del consumo de nafta .....	48

#### Gráficos

Gráfico 1	Emisiones de carbono por sector a nivel mundial, 2008.....	12
Gráfico 2	Emisiones de CO <sub>2</sub> en el mundo y en América Latina y el Caribe .....	12
Gráfico 3	Emisiones de CO <sub>2</sub> por sector en América Latina, 2000.....	13
Gráfico 4	Emisiones de CO <sub>2</sub> por modo de transporte.....	14
Gráfico 5	Emisiones de SO <sub>2</sub> por modo de transporte.....	14
Gráfico 6	Emisiones de NO <sub>2</sub> por modo de transporte.....	15
Gráfico 7	Curva de emisiones de MP <sub>10</sub> del transporte público .....	15
Gráfico 8	Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> e por habitante, Estocolmo.....	27
Gráfico 9	Producto Interno Bruto de América Latina, 1970-2012.....	33

#### Diagramas

Diagrama 1	Fases del análisis del ciclo de vida .....	21
Diagrama 2	Ciclo de vida de una infraestructura.....	23
Diagrama 3	Capacidad para influir en las emisiones a través del ciclo de vida de una infraestructura.....	46

## Resumen

La infraestructura en América Latina enfrenta un doble desafío, por un lado requiere incrementar con urgencia su dotación de infraestructura económica para hacer frente al crecimiento y desarrollo nacional, mientras que al mismo tiempo se demandan reformas profundas en la acción del Estado para reducir las externalidades negativas del transporte, promover un desarrollo más equitativo y avanzar hacia una economía con bajo contenido de carbono que posibilite un desarrollo con conciencia inter generacional.

Para hacer frente a estos retos, es fundamental incorporar criterios de sostenibilidad tanto en las políticas públicas de provisión de infraestructura como de operación y regulación de los servicios de transporte. Sólo así, se podrá abordar los complejos problemas que América Latina registra tanto en movilidad urbana como en la logística de sus cargas internas y regionales. Resulta evidente que la sostenibilidad en las políticas de transporte, va mucho más allá de los meros aspectos vinculados a las emisiones de carbono, sino que considera concurrentemente las implicancias económicas, sociales, ambientales e institucionales de una medida, buscando como fin último el bienestar integral de toda la población presente y futura.

Conscientes de que la infraestructura es un factor crítico para el crecimiento económico, la productividad y el desarrollo territorial equilibrado, es fundamental actuar sobre los servicios de transporte que utilizan la infraestructura existente, como sobre la planificación de nueva infraestructura. El desarrollo de infraestructura baja en carbono por tanto, requiere introducir criterios de sostenibilidad para lograr un desarrollo social y equitativo a nivel nacional y regional. Sin la adecuada articulación de estos componentes, el desarrollo económico potencial no será suficiente para solucionar los problemas de conectividad, acceso a los mercados de trabajo o servicios básicos necesarios para cumplir los objetivos de desarrollo del Milenio (ODM) y que posibilitan las mejoras concretas sobre la calidad de vida de la población más pobre.



## Prólogo

Las discusiones internacionales y nuevos enfoques están haciendo crecer la importancia de profundizar el conocimiento sobre la viabilidad de la introducción de objetivos de reducción de emisiones de carbono en las políticas públicas. Esto ha estimulado la búsqueda de políticas de infraestructura y transporte que permitan alcanzar mejoras en materia de patrones de producción y consumo menos intensos en carbono, al tiempo que se atiendan los rezagos económicos y sociales.

Para ello, las actividades del Componente 3: Estrategias para la sostenibilidad ambiental: cambio climático y energía del Programa de Cooperación CEPAL/AECID 2010-2013, junto con establecer la falta de integralidad en la visión pública, así como la ausencia de criterios de sostenibilidad (en el sentido amplio) para la planeación, diseño, ejecución y control de las políticas de infraestructura y transporte, buscó sensibilizar y fortalecer la capacidad institucional latinoamericana para incorporar cambios en el diseño e implementación de políticas públicas de transporte e infraestructura, para iniciar el tránsito desde las actuales políticas —concebidas de forma modal y bajo una visión disociada— hacia una “baja en carbono”, concebidas de forma integral y sostenible.

En este sentido, las tareas desarrolladas y resumidas en el presente trabajo, han analizado los aspectos económicos, institucionales y sociales relacionados con los servicios de infraestructura de transporte bajos en carbono, para promover un enfoque integral para el desarrollo de sistemas de transporte sostenibles, atendiendo a las necesidades particulares que la movilidad y logística de América Latina presenta para la inversión, operación y regulación de los servicios de transporte. Este enfoque ha permitido que los principales hallazgos del proyecto, las experiencias internacionales recopiladas así como las recomendaciones de política pública enunciadas, hayan podido ser entregados tanto a las altas autoridades, mandos medios y técnicos así como los futuros investigadores y tomadores de decisiones, lo cual asegura no sólo una coherencia de la intervención realizada, sino también su sostenibilidad futura una vez finalizado el proyecto.



# I. Introducción

## A. La sostenibilidad en las políticas públicas

Los países de América Latina enfrentan un escenario complejo en la provisión de servicios de infraestructura que pueden condicionar su desarrollo económico y social futuro. Este escenario es producto de un déficit histórico de inversión, la vertiginosa expansión de las ciudades además de una inadecuada gestión y regulación de los servicios de transporte que han generado una demanda creciente de movilidad y energía al mismo tiempo que se incrementan las externalidades negativas de la actividad sobre la población y el medio ambiente. En este contexto, la participación pública resulta fundamental para hacer un reordenamiento del sector y propiciar una nueva forma de diseñar, implementar y monitorear las políticas públicas que aborden de manera integral los desafíos de la movilidad y logística regional. La incorporación de criterios de sostenibilidad es el primer paso de este cambio, donde la sostenibilidad involucra no solamente como los aspectos medio ambientales, sino también y de forma concurrente, los aspectos económicos, sociales e institucionales involucrados para alcanzar un desarrollo sostenible, entendido éste como el que permite “satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”<sup>1</sup>.

Aunque los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)<sup>2</sup> no hacen referencia explícita a la infraestructura, este sector desempeña un rol central en el cumplimiento de cada una de las metas, existiendo un amplio consenso acerca de su influencia positiva sobre el desarrollo cuando su dotación tiene lugar en las condiciones adecuadas. Asimismo, la falta de instalaciones modernas y eficientes es una traba importante para el desarrollo y a la consecución de los ODM en tanto constriñe las posibilidades de crecimiento económico (García Alonso y Sánchez, 2012). En el caso particular del ODM 7, relacionado con la sostenibilidad ambiental, un rediseño de las políticas de provisión y operación de los servicios de infraestructura permiten el establecimiento de un sistema sustentable con menores emisiones de carbono. Sin embargo, los servicios de infraestructura económica (transporte, energía, telecomunicaciones, agua y saneamiento) participan y son fundamentales también para el

---

<sup>1</sup> Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Naciones Unidas (1987).

<sup>2</sup> Compromiso de reducción de la pobreza asumido en 2000 por representantes de 189 Estados en la sede de Nueva York de las Naciones Unidas. Los objetivos son: 1) Erradicar la pobreza extrema y el hambre, 2) Lograr la enseñanza primaria universal, 3) Promover la igualdad entre los géneros y el empoderamiento de la mujer, 4) Reducir la mortalidad infantil, 5) Mejorar la salud materna, 6) Combatir el VIH/SIDA, la Malaria y otras enfermedades, 7) Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, y 8) Fomentar una alianza mundial para el desarrollo.

cumplimiento de los restantes ODM. En líneas generales, propicia el cumplimiento del ODM 1 en tanto estimula ganancias de productividad que favorecen el crecimiento de la renta; el de los ODM 2 y 3 al facilitar que los menores acudan a la escuela y que su mejor formación contribuya a erradicar prácticas socio-culturales que discriminan a la mujer; el de los ODM 4, 5 y 6 al favorecer el acceso a los hospitales y a la medicación; y el del ODM 8 en la medida en que fomenta la conexión internacional. (García Alonso & Sánchez, 2012). Pero para avanzar en el cumplimiento de los ODM a través de la implementación de dichas mejoras es necesario tener en cuenta las características y necesidades específicas de la población más desfavorecida. De lo contrario, se corre el riesgo de excluir a los más pobres de los beneficios derivados de las inversiones acometidas, lo cual está siendo considerado por las nuevas metas post 2015, donde los servicios de infraestructura tienen un rol central.

Entre los principales obstáculos a la aplicación de estos postulados de una política sostenible, se encuentra la percepción de que la sostenibilidad implica grandes volúmenes de inversión pública y privada. Sin embargo, la experiencia recabada en este documento muestra que la incorporación de la sostenibilidad en las políticas públicas así como el desarrollo de infraestructuras bajas en carbono, no necesariamente reviste un mayor costo para los países. Muy por el contrario, dado que las emisiones son parte de un problema más global que incluye el agotamiento de los recursos naturales no renovables, la ineficiencia e inequidad en la prestación de servicios de infraestructura, entre otros aspectos que afectan el desarrollo futuro, las acciones que tienen como objetivo reducir las emisiones interactúan con una multiplicidad de factores y por tanto, de ser realizadas estas acciones coordinadamente, es posible construir un círculo virtuoso con impactos positivos sobre aspectos económicos, ambientales, pero también sobre la igualdad, la equidad y otros aspectos sociales vinculados.

## **B. Crecimiento sostenible y reducción de externalidades negativas**

Un crecimiento económico sostenido es una premisa de la mayoría de los gobiernos para reducir la pobreza y alcanzar un desarrollo pleno. Sin embargo, para gran parte de los países la actividad económica está profundamente basada en el uso de combustibles fósiles, los que representan más del 60% de las emisiones mundiales de gases que afectan el medioambiente. El deseado crecimiento económico, tan necesario para reducir la pobreza y alcanzar otros beneficios sociales, está imponiendo demasiada presión sobre los recursos naturales y el medio ambiente. Por ejemplo, el aumento de la demanda (privada, comercial e industrial) de agua está empezando a generar problemas de abastecimiento, y la urbanización está propiciando la deforestación en muchos países así como el aumento de los precios de los alimentos al reducir sus tierras de cultivo (CEPAL, 2012b).

La experiencia muestra que en términos generales la huella de carbono aumenta a medida que crecen los ingresos de los habitantes. En promedio, cada vez que se doblan los niveles de consumo de una nación, su huella de carbono aumenta en un 57% (WWF 2010). Por lo anterior es necesario promover un tipo de crecimiento que logre desacoplar el crecimiento del incremento de las emisiones de carbono. Un desarrollo bajo en carbono es aquel que usa menos carbono para el crecimiento económico y que este se consigue por medio de las siguientes medidas (DFID, 2009):

- Usando menos energía, mejorando la eficiencia energética y movilizándose a fuentes de energía bajas o nulas en carbono.
- Diseñando, difundiendo y desplegando tecnologías y modelos de negocio bajos o nulos en carbono.
- Implementando políticas e incentivos que desalientan las prácticas y las conductas intensivas en carbono.
- Protegiendo y fomentando los recursos naturales que almacenan carbono (como los bosques y la tierra).

Sin embargo, para los países en desarrollo, el avanzar hacia una economía baja en carbono debe ir acompañado con el logro de objetivos de desarrollo más amplios. Por ello se propone que estas medidas se inserten en planes más amplios como lo son las políticas sostenibles. Bajo este paradigma, es posible conjugar bajo una misma política las consideraciones sobre el desarrollo social, la inclusión y el crecimiento económico con la reducción de las externalidades negativas sobre el medio ambiente. Para ello, articular una estrategia de largo plazo que proyecte las sinergias del dinamismo económico del modelo de producción, con los principios de la igualdad y la sostenibilidad, apoyándose y reforzándose mutuamente el uno al otro en una dialéctica virtuosa es el primer paso.

En este sentido, resulta imprescindible considerar los efectos virtuosos del desarrollo de la infraestructura y los servicios de transporte como herramientas para alcanzar los grandes objetivos de las naciones. La provisión insuficiente de los servicios de infraestructura, así como la provisión ineficiente de los servicios de transporte y logística, constituyen obstáculos de primer orden para la implementación eficaz de políticas de desarrollo social, la obtención de tasas de crecimiento económico por encima de los promedios internacionales y la concreción de los objetivos de integración (CEPAL, 2010c).

América Latina debe por tanto, concentrar sus esfuerzos en aumentar no sólo cuantitativa sino cualitativamente sus servicios de infraestructura a fin de lograr los objetivos de crecimiento y desarrollo de la región. Estos objetivos serán paulatinamente más lejanos y difíciles de realizar si no se consuman inversiones en infraestructura. Por tanto, las inversiones deben necesariamente estar enmarcadas en un contexto sostenible y con una visión integrada de los distintos sectores que participan de los servicios de infraestructura, evitando repetir los errores del pasado cuando se desarrollaron infraestructuras sin considerar las necesidades de los servicios que se prestan sobre ella como tampoco su complementariedad a nivel regional (Pérez Salas, 2011).

## 1. Emisiones de carbono

Las emisiones de carbono han cobrado relevancia en las últimas décadas a partir del aumento de las mismas como consecuencia del crecimiento de la actividad económica mundial. Este crecimiento no tuvo en cuenta cuestiones medioambientales ni de sostenibilidad, razón por la cual las emisiones han crecido más allá de lo recomendable. De seguir este sendero podrían afectarse seriamente las condiciones ambientales futuras.

Para alcanzar un escenario bajo en carbono, el mundo se deberá transformar considerablemente su infraestructura productiva en los próximos años, en especial la infraestructura asociada a la producción y uso de energía. Se estima que las concentraciones de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e)<sup>3</sup> deberían estabilizarse en 450 ppm<sup>4</sup> para evitar que la temperatura del planeta aumente más de 2°C por sobre los niveles preindustriales<sup>5</sup>. Esto implica la necesidad de reducir las emisiones globales entre 50% y 85% hacia el año 2050 (IPCC, 2007). El crecimiento esperado de las emisiones para el período 2000-2030 es de 25-90%, del cual aproximadamente dos tercios se originarán en los países en desarrollo (Chidiak y Tirpak, 2008) como se muestra en el gráfico 1, observándose que más del 60% de las emisiones de carbono mundiales tienen como origen la

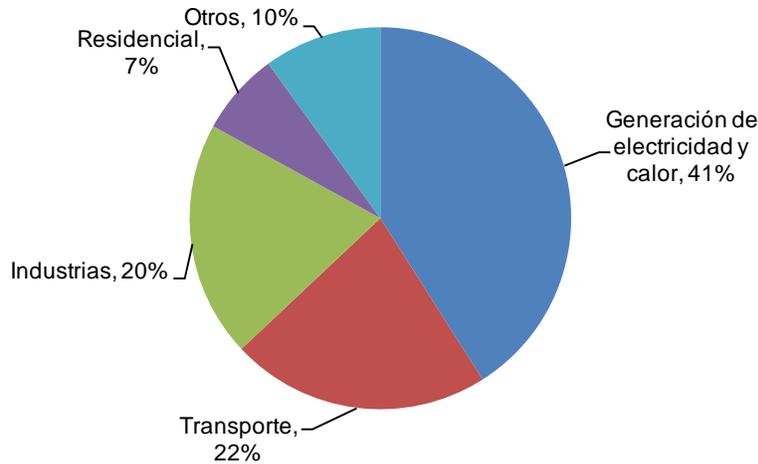
<sup>3</sup> La medida habitualmente se define en relación al poder de calentamiento global del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Mide el efecto de calentamiento a lo largo del tiempo (el período de referencia más usado es 100 años) que produce la liberación instantánea hoy de 1kg de un gas, en comparación con el que causa 1kg de CO<sub>2</sub>. En esta medida influyen tanto la capacidad de cada elemento de intensificar el efecto invernadero así como su tiempo de permanencia en la atmósfera. Ejemplo de equivalencia: 1 ton de metano = 21 ton CO<sub>2</sub>e.

<sup>4</sup> “Partes por millón” (ppm) es una expresión utilizada para denotar concentraciones de elementos químicos de 1 en 999.999 (es decir, una partícula de una sustancia determinada por cada 999.999 de otras partículas).

<sup>5</sup> Este tope al incremento de la temperatura media global es considerado deseable, tal como se destacó en el Acuerdo de Copenhague firmado por la comunidad internacional en diciembre de 2009 al finalizar la ronda de negociaciones en el marco de la CMNUCC (CMNUCC, 2010).

generación de electricidad y el transporte, razón por la cual, las principales acciones se concentran en estos sectores.

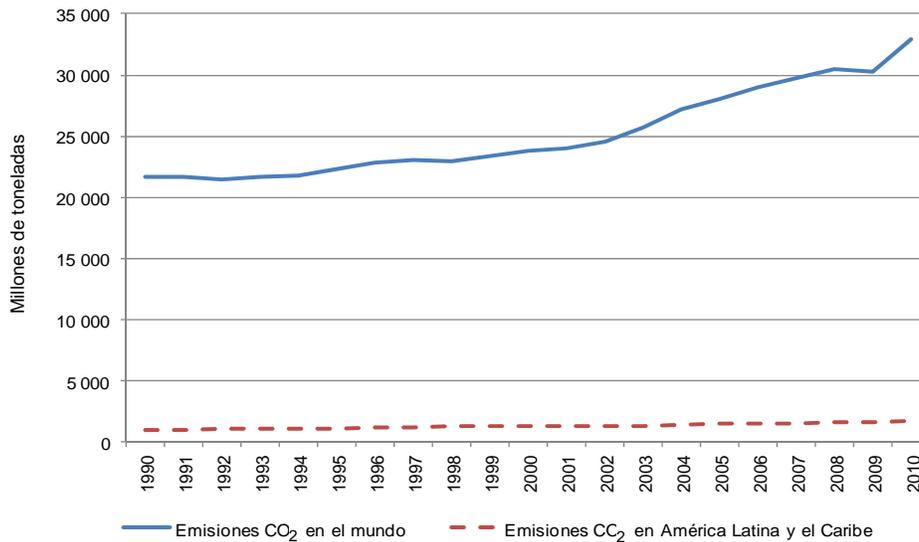
**GRÁFICO 1**  
**EMISIONES DE CARBONO POR SECTOR A NIVEL MUNDIAL, 2008**



Fuente: CEPAL sobre la base de "El transporte público urbano bajo en carbono en América Latina" Farías, Lorena (2012).

A nivel latinoamericano, si bien los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> en su conjunto se encuentran muy por debajo de los existentes en el resto del mundo, se ha producido un fuerte aumento a partir de mediados de los años ochenta, pese a ello la participación de la región en las emisiones totales es marginal, tal como se muestra en el gráfico siguiente, donde en el año 2000, el total de emisiones mundiales alcanzaban en promedio los 24.000 millones de toneladas, de las cuales solamente 3.000 millones de toneladas provenían de América Latina.

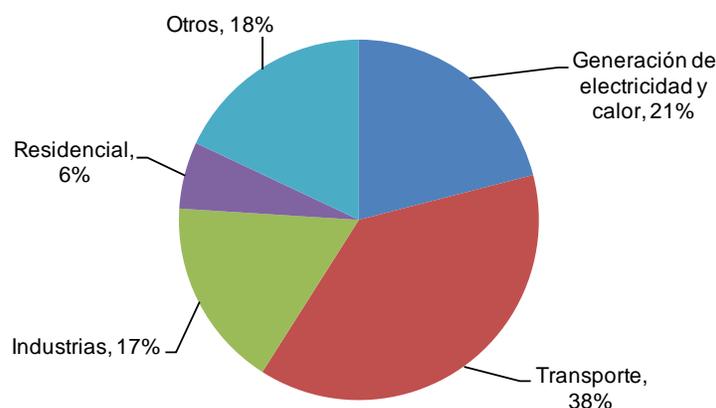
**GRÁFICO 2**  
**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN EL MUNDO Y EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**



Fuente: CEPAL con datos de World Resources Institute, Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) 2.0.

En el gráfico 3 se presenta la distribución de emisiones de CO<sub>2</sub> por sector en el caso particular de América Latina para el año 2000. Es importante destacar que el sector de generación de electricidad y transporte también resultan los más significativos con cerca de un 60% de participación tal como se observa en la clasificación de emisiones a nivel mundial contenida en el gráfico 1, por lo cual el sector transporte presenta un potencial de mitigación de gases de efecto invernadero relativamente más importante que en otras regiones del mundo, especialmente en el modo carretero (Claro, 2010).

**GRÁFICO 3**  
**EMISIONES DE CO<sub>2</sub> POR SECTOR EN AMÉRICA LATINA, 2000**



Fuente: CEPAL sobre la base de "El transporte público urbano bajo en carbono en América Latina" Farías, Lorena (2012).

Lo anterior es especialmente relevante, dado que la demanda por transporte está directamente ligada al crecimiento económico, principalmente por medio del aumento del transporte de bienes y de la demanda por movilidad personal (Sentance, 2009), se estima que a medida que los países aumenten sus niveles de ingreso, también lo harán los viajes y las emisiones de CO<sub>2</sub> (Chapman, 2007). De hecho, se espera que en ausencia de profundos cambios en los patrones globales de transporte, al 2030 las emisiones del sector serán un 54% superiores a las del 2005 (IEA, 2009).

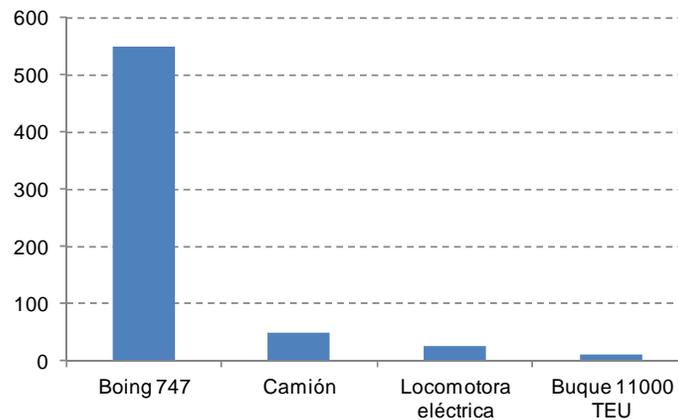
La distribución modal del transporte imperante en los países de la región es crecientemente emisiva. A diferencia de la Unión Europea, donde existe un proceso de cambio de la distribución modal hacia modos de transporte menos contaminantes; en América Latina se observa con preocupación que las decisiones de política tienden a dirigirse mayoritariamente al sector carretero, en detrimento de las posiciones del transporte ferroviario y acuático (transporte marítimo de corta distancia, fluvial, lacustre, etc.) (Pérez Salas, 2013). Por su parte, el aumento de las emisiones de gases del sector del transporte en los países en desarrollo está indisolublemente ligado a una falta general de sostenibilidad, asociado a una mayor contaminación atmosférica y acústica, a aumentos en la congestión y altos costos económicos y sociales por siniestros de tránsito. En este contexto, para hacer frente al crecimiento proyectado de las emisiones contaminantes de este sector, se requiere implementar acciones prontas, profundas y eficaces a nivel global con una mirada integrada y sostenible del sector.

## 2. Otras emisiones

Pese al interés mediático, los carbonos no son las únicas emisiones generadas por la acción del hombre que son nocivas para el medioambiente y pueden comprometer la situación futura. Otras emisiones contaminantes y donde participa el sector del transporte, son los diversos tipos de óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y el material particulado ( $\text{MP}_{10}$ ,  $\text{MP}_{2.5}$ ). Estos gases tienen una proyección de un gran crecimiento futuro dado que, al igual que el carbono, son residuos comunes a la actividad económica. Por ende, con el crecimiento económico los países tienden a aumentar su volumen de emisiones y por tanto considerar este tipo de emisiones es también importante para el desarrollo sostenible la región.

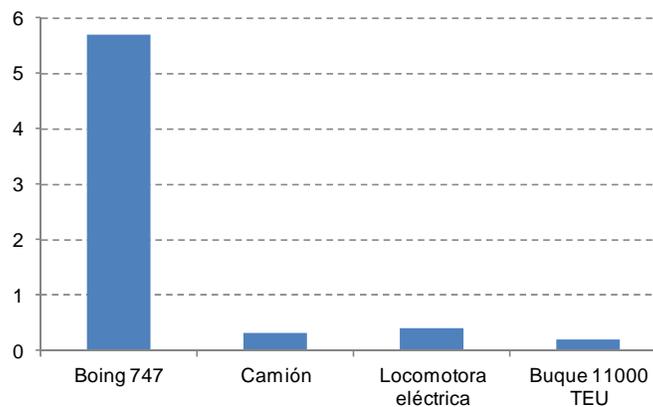
Los gráficos 4, 5 y 6 muestran las emisiones por modo de transporte por tonelada-kilómetro transportada, observándose que aquellos modos que hacen un uso más intensivo de energía (principalmente petróleo) son aquellos que más  $\text{CO}_2$  emiten.

**GRÁFICO 4**  
**EMISIONES DE  $\text{CO}_2$  POR MODO DE TRANSPORTE**  
(En gr/ ton-km transportadas)



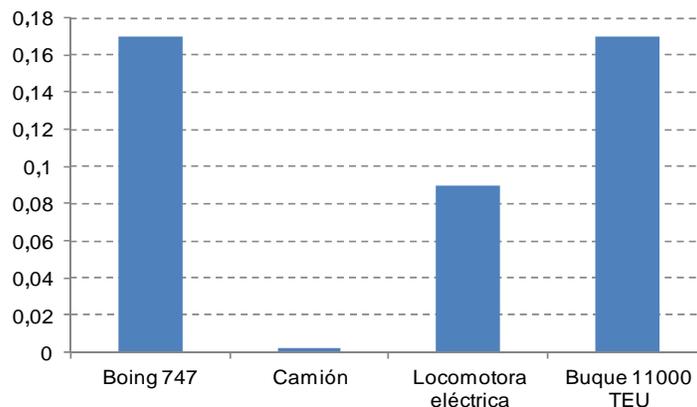
Fuente: CEPAL sobre información de Swedish Network for Transport and Environment (NTM).

**GRÁFICO 5**  
**EMISIONES DE  $\text{SO}_2$  POR MODO DE TRANSPORTE**  
(En gr/ ton-km transportadas)



Fuente: CEPAL sobre información de Swedish Network for Transport and Environment (NTM).

**GRÁFICO 6**  
**EMISIONES DE NO<sub>2</sub> POR MODO DE TRANSPORTE**  
*(En gr/ ton-km transportadas)*

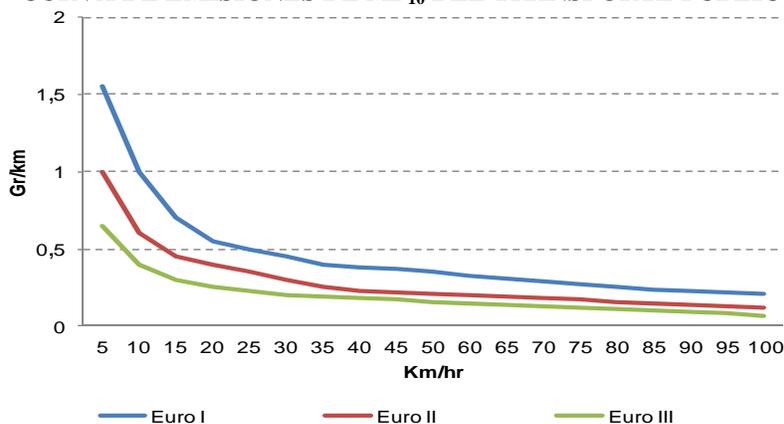


Fuente: CEPAL sobre información de Swedish Network for Transport and Environment (NTM)

En los gráficos anteriores se observa que algunos modos considerados relativamente “limpios” por tener coeficientes bajos de emisión de CO<sub>2</sub> pueden a su vez tener altos niveles de contaminación por otro tipo de emisiones. Lo anterior refuerza la tesis de tener una visión integrada sobre el fenómeno, para no adelantar decisiones basándose en conocimientos o concepciones parciales.

Ejemplo de ello, son los esfuerzos regulatorios que se están llevando en las principales ciudades de la región para mejorar los niveles de contaminación a través de la incorporación de mejoras tecnológicas en los motores. Particularmente en lo referido a las emisiones de MP<sub>10</sub> del transporte público, el gráfico 7 un ejemplo de curva de emisiones de MP<sub>10</sub> en función de la velocidad utilizada, para las Normas Euro I, Euro II y Euro III<sup>6</sup>.

**GRÁFICO 7**  
**CURVA DE EMISIONES DE MP<sub>10</sub> DEL TRANSPORTE PÚBLICO**



Fuente: CEPAL en base a SECTRA (Secretaría de Planificación de Transporte, Gobierno de Chile).

<sup>6</sup> Las Normas Euro corresponden a las versiones de la norma europea sobre los límites máximos aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en la Unión Europea. Actualmente existe una normativa VI.

En el gráfico anterior es posible apreciar que a medida que se superan tecnológicamente los modelos de motores, la relación velocidad/emisión no es lineal. Por lo tanto, en situaciones de congestión, tan comunes en grandes ciudades, esta representación detallada de flujos y velocidades es fundamental para no distorsionar el cálculo de emisiones. Si se realizara sobre la base de valores promedio, el resultado más probable sería una subvaluación de las emisiones. Hay que señalar además que los flujos y velocidades no sólo tienen una diferenciación espacial sino también temporal. Es decir, un vehículo con una velocidad comercial menor requiere más tiempo en funcionamiento para realizar el mismo viaje que uno que pueda desarrollar una velocidad media mayor. Ese mayor tiempo necesario implica más emisiones, lo que hace aún más crítica la condición expuesta.

### **3. La congestión vehicular en zonas urbanas**

Visto el rol que juega el transporte en las emisiones de gases contaminantes y la intensificación del impacto ante velocidades bajas, cabe detenerse en un elemento vital para la movilidad en las ciudades como es la congestión vehicular. En términos simples, esta se produce por un desfasaje entre oferta y demanda de infraestructura de transporte, el cual se ve agravado cuando el transporte masivo urbano es ineficiente, poco flexible y en algunos casos, simplemente indigno, lo que incentiva un incremento del parque vehicular privado. En la región, la creciente tasa de motorización en las ciudades ha generado una alta y progresiva congestión vehicular, afectando negativamente los tiempos de transporte y la calidad de vida en las grandes urbes (Pérez Salas y Sánchez, 2010), generando diversos tipos de pérdidas:

- Aumento en los tiempos de viaje
- Aumento de los costos
- Aumento de las emisiones contaminantes
- Incremento en los siniestros de tránsito
- Aumento de los costos del transporte, que se reflejan luego en los precios finales de los productos
- Deterioro en la calidad de vida

Es por esto que los Estados deben actuar para mitigar la congestión, atacando conjuntamente las raíces del problema, tomando en cuenta además que una ciudad que saturada y contaminada se vuelve peligrosa y poco viable para las personas que habitan y se desplazan en la misma (CEPAL, 2013d). La disponibilidad de una adecuada infraestructura y servicios de transportes, tanto urbanos como interurbanos, que permita movilizar a personas y bienes de modo digno, oportuno, confiable, sostenible y económico, constituye una necesidad básica de la población. Al mismo tiempo, el transporte —por sus características constitutivas— conforma un mercado con altas imperfecciones y externalidades. En consecuencia, tanto por su carácter de necesidad masiva como por las imperfecciones del mercado, se requiere la intervención pública a través de políticas y regulaciones sectoriales atinentes a las necesidades actuales de movilidad y logística en las ciudades (Pérez Salas y Sánchez, 2010).

### **4. Impactos económicos del desarrollo de infraestructuras de transporte**

Los servicios en red de la infraestructura económica (energía, transporte, telecomunicaciones, agua potable y saneamiento) también constituyen un elemento central de la integración del sistema económico y territorial de un país, haciendo posible las transacciones con el exterior dentro de un espacio geográfico y económico determinado. Tales redes constituyen un elemento articulador de la estructura económica de los países y de sus mercados, y mecanismos concretos de acoplamiento de las economías nacionales con el resto del mundo, al hacer posible la materialización de los flujos de comercio (CEPAL, 2010c).

El desarrollo insuficiente de infraestructura de transporte se traduce en costos logísticos y de transporte elevados afectando la competitividad de los productores latinoamericanos y encarece el acceso a los bienes que se importan (Sánchez, 2011). El débil desarrollo de la infraestructura de transporte en la región, ha tenido no sólo un impacto negativo sobre la productividad de los agentes económicos y la competitividad de las empresas, territorios y países de la región; sino, además, ha incidido indirectamente sobre su desarrollo al impactar negativamente sobre factores relacionados con la articulación de los territorios y de los mercados, tanto dentro de los países como de su inserción en los flujos internacionales de comercio, atenuando los efectos virtuosos de los procesos de integración sobre la productividad y la competitividad (Cipoletta Tomassian, 2011b).

## **5. Impactos sociales del desarrollo de infraestructuras de transporte**

La falta de una infraestructura adecuada, tanto en cantidad como calidad, genera un abanico de costos sociales que muchas veces no son considerados a la hora de plantear el problema de la insuficiencia de infraestructura. Una infraestructura insuficiente o ineficiente genera problemas sociales y económicos de cuidado:

- La falta o insuficiencia de infraestructura genera un mal funcionamiento del sistema de movilidad que atenta contra la seguridad vial. Si bien los países de la región han avanzado en la última década en medidas institucionales y políticas para la mejora de la seguridad vial, en la mayoría de los casos las estadísticas de siniestralidad y fallecimiento por accidentes empeoraron especialmente entre los peatones y otros usuarios vulnerables de las vías, los cuales constituyen el 31 % de los decesos por siniestros viales en América Latina, muchos de los cuales pertenecen a los sectores más pobres de la sociedad que carecen de servicios de transporte eficientes y las rutas por las que se desplazan no proveen la infraestructura básica para un desplazamiento seguro como pueden ser vías peatonales, vías segregadas para bicicletas, pasos a desnivel, etc. (Nazif y Pérez-Salas, 2013).
- La accesibilidad y conectividad que provee la infraestructura a los servicios públicos es un elemento central en los temas de igualdad. Este es especialmente relevante en las zonas urbanas y extremas donde la falta de infraestructura provoca problemas de conectividad, generando problemas de acceso e igualdad a los servicios públicos y asistenciales. Cuando sectores de la población no disponen localmente de instalaciones y servicios esenciales, se ven obligados a desplazarse al encuentro de dichos recursos o bien a verse privados de ellos. Si además, como suele ocurrir en estos casos, existe algún tipo de restricción de acceso a los servicios de transporte, el tiempo necesario para acceder a otros servicios esenciales aumenta considerablemente. Esto incide con especial gravedad en la periferia de las regiones urbanas y metropolitanas. En el marco de sostenibilidad social, merece prestarse mucha atención a la opción de políticas de brindar servicios a los pobres en sus comunidades en lugar de obligarlos a moverse en forma masiva para obtenerlos. (CEPAL, 2013c).
- La escasez de infraestructura suele profundizar las diferencias existentes en la sociedad, y golpear más severamente a los sectores vulnerables. En el caso de la mujer, la provisión deficiente de los servicios de infraestructura exalta las diferencias de género y dificultan su participación en el mercado laboral en forma plena (CEPAL, 2011d).



## II. Servicios de infraestructura bajos en carbono

### A. Definición

Si bien el término infraestructura se originó en la jerga militar para referirse a instalaciones fijas, como las bases aéreas, hoy se utiliza para señalar cualquier recurso construido por el hombre importante y ampliamente compartido (Edwards, 2003). Así, la noción de infraestructura no puede tratarse de manera homogénea, ya que bajo su alero se presentan construcciones de diferente naturaleza, operación y consecuencias. De hecho, su definición ha estado en constante evolución y generalmente es ambigua (Torrisi, 2009). Actualmente no sólo no existe una definición precisa de infraestructura ni una taxonomía única de ésta (Sánchez, 2008), sino que no se dispone de una definición útil y bien fundada de lo que significa (Buhr, 2003).

A pesar de la anterior limitación, es posible señalar algunos elementos que caracterizan a las infraestructuras. Por ejemplo, el Instituto de Investigación NZIER (2004) indica que son conjuntos de activos que sólo se pueden ajustar por medio de grandes y abruptos incrementos de capacidad, con riesgos de inutilización, altos costos fijos y bajos costos marginales, y que son usados por diversos usuarios. Por su parte, Naciones Unidas en el año 2007, estableció que las infraestructuras comprenden redes y estructuras intensivas en capital de larga duración que directamente apoyan la producción económica. En este mismo documento (UN, 2007), también se expresa que las infraestructuras normalmente incluyen servicios públicos (abastecimiento de agua, provisión de energía, etc.), obras públicas (calles, represas, etc.), servicios de transporte (líneas de tren, puertos, etc.) y servicios sanitarios (alcantarillado, disposición de residuos, etc.). De este modo, las infraestructuras apoyan el crecimiento y el desarrollo mediante la prestación de servicios como insumos para otros procesos productivos (por ejemplo, energía y transporte) y como productos para su consumo final (por ejemplo, agua potable y saneamiento).

Debido a que las infraestructuras condicionan profundamente los patrones de consumo de sus usuarios, la elección de cuáles se construyan y la forma en que éstas se diseñen condicionarán significativamente el consumo de energía así como el nivel de emisiones de carbono durante las próximas décadas (Li y Colombier, 2009). Por ejemplo, enfatizar la construcción de carreteras que fomentan el uso de automóviles privados por sobre el desarrollo de sistemas de transporte público implica una enorme demanda futura de combustible fósiles por parte de los modos de transporte personal y el crecimiento continuo de las emisiones de gases contaminantes (UN, 2007).

En este sentido, el desarrollo de infraestructura baja en carbono corresponde a un elemento que facilita el camino hacia una economía con bajas emisiones de gases de efecto invernadero

(Scottish Government, 2010). En palabras de Ness (2007), un sistema de infraestructura baja en carbono es aquel que facilita la prestación de servicios de transporte, energía y agua que apoyan el desarrollo social y económico y contribuyen a la reducción de las emisiones de gases contaminantes.

Buscando una definición, podemos decir que las infraestructuras bajas en carbono son aquellas cuyo ciclo de vida representa el menor volumen de emisiones de todas las opciones posibles (Claro, 2010). De esta definición primaria se desprenden algunos conceptos interesantes. El primero, es que el hecho de que una infraestructura sea o no baja en carbono es relativa al resto de las opciones de infraestructuras disponibles. Esto significa que no existe una infraestructura, tipo de infraestructura, tecnología o material que sea de por sí bajo en carbono, sino que su condición de tal dependerá de las opciones contra las que se compare. Una determinada infraestructura puede ser considerada baja en carbono ante una situación puntual, mientras que la misma infraestructura —con idénticas características, materiales, uso, etc.— puede no ser baja en carbono ante una situación distinta. Es por esto que los análisis deben hacerse sobre los casos y no con generalidades, ya que las mismas se basan en preconceptos que pueden llevar a errores al ser aplicados en un determinado caso.

El segundo concepto que se desprende de la definición antes planteada, y tal vez más importante, es que para definir si una infraestructura es o no baja en carbono es necesario analizar el ciclo de vida completo de la misma, siendo inexacto hacerlo tomando en cuenta sólo alguna de las etapas. El ciclo de vida de las infraestructuras puede definirse rápidamente por cuatro etapas:

- La generación de los materiales que serán utilizados en la infraestructura,
- La construcción de la infraestructura,
- La explotación de la infraestructura, etapa en la que es necesario analizar los servicios que harán uso de la misma, y
- El final de la vida de la infraestructura y tratamiento de los residuos.

Al involucrar situaciones pertenecientes a un campo tan amplio, el análisis se vuelve complejo pero a la vez completo y más exacto. Es necesario tomar en cuenta todas las variables y opciones en juego a fin de dar con la solución que optimice la utilización de los recursos y minimice la huella de carbono, así como otras externalidades negativas. Cabe aclarar que no es la infraestructura por sí sola la que va a determinar el nivel emisiones de carbono, sino que son las características del servicio que se presta sobre tal infraestructura lo que lo determina, teniendo presente además que la interacción y grado de complementariedad que exista con el resto del sistema pueden hacer de la infraestructura tanto un hito positivo para la sostenibilidad como uno negativo.

Para ello deben ser objetivos de la planificación (Pérez Salas, 2010):

- a) Minimizar el desarrollo de nuevas infraestructuras: Establecer políticas tendientes a reducir la demanda de viajes, especialmente en la movilidad urbana y en la logística de cargas, e incrementar la productividad de la infraestructura disponible, mediante un cambio en el patrón de viajes (modal Split) que propicie una complementariedad entre modos.
- b) Promover modos de transporte que generen las menores emisiones de carbono para la prestación de un servicio de transporte específico. Así, al evaluar decisiones de transporte se deben considerar todas las opciones para el traslado de pasajeros y carga, no limitándose a un modo en particular, favoreciendo la introducción de tecnologías para la eficiencia energética y combustibles alternativos.
- c) Favorecer aquellas infraestructuras que generan el menor nivel de emisiones evaluando todas las emisiones asociadas al ciclo de vida de diferentes opciones de infraestructura y seleccionar aquellas con menores emisiones, utilizando materiales cuya obtención genere bajas emisiones, facilite su reciclaje al final de su vida útil, reducir la intensidad material y energética y la dispersión de sustancias tóxicas durante las etapas de construcción, explotación y mantenimiento de la infraestructura.

- d) Regulaciones técnicas y económicas que favorezcan la complementariedad entre modos y propicien el uso de modos con menores emisiones en términos de ton-km transportada o pax/km transportado por emisiones.

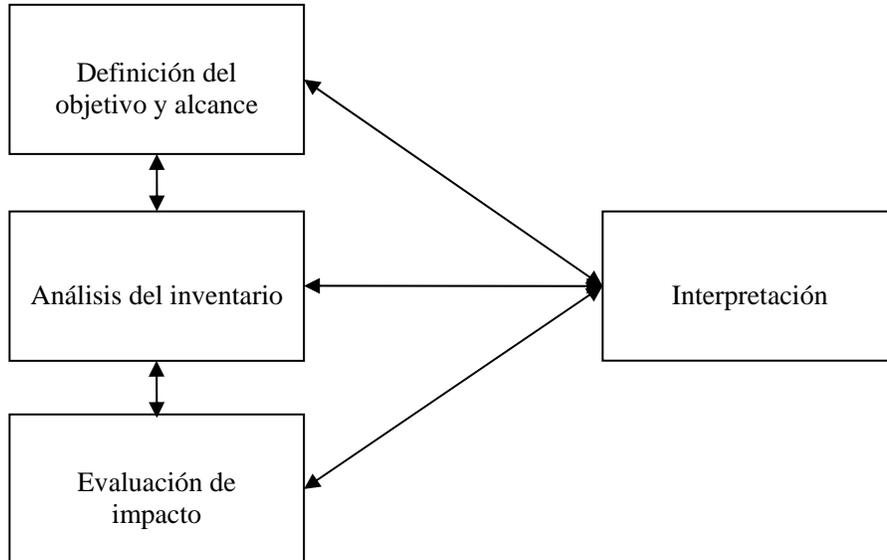
Todos estos tópicos deben incluirse dentro de la valoración y la evaluación de las emisiones de una infraestructura, sin que ninguna exima de analizar las restantes. De este análisis se desprende que indagar sobre las emisiones asociadas a una determinada estructura no se agota en la construcción de la misma o en los materiales utilizados, sino que involucra el funcionamiento de la misma dentro de la economía en la que está inmersa. Así, una infraestructura cuyos insumos fueran fabricados a costa de fuertes emisiones podría llegar a ser la mejor opción si es que la misma hace funcionar al total de la economía de una forma más sostenible.

De allí que sea importante el análisis global que incluya todo lo relacionado con la infraestructura, tomando a la misma como un eslabón dentro del funcionamiento de la economía, siendo el objetivo optimizar el funcionamiento esta última.

## B. Cálculo de las emisiones de una infraestructura

De acuerdo con la Norma ISO 14.040, el análisis del ciclo de vida de un producto o servicio consta de cuatro elementos o fases interrelacionadas: a) definición del objetivo y alcance; b) análisis del inventario; c) evaluación de impacto; e d) interpretación (Claro, 2010). Dado que los resultados de una fase permiten reconsiderar los supuestos de las anteriores, este análisis es de carácter dinámico (Romero, 2003) (véase el Diagrama 1).

**DIAGRAMA 1**  
**FASES DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA**



Fuente: "Hacia de infraestructuras bajas en carbono" Claro, Edmundo (2010).

Siguiendo en parte el anterior diagrama y complementándolo con los insumos de BSI (2008) y Forum for the Future (2009), el análisis de las emisiones de CO<sub>2</sub> del ciclo de vida de una infraestructura puede describirse en función de las siguientes fases:

- definición del objetivo del análisis;
- desarrollo del diagrama de flujo del ciclo de vida de la infraestructura;
- recolección de datos; y cálculo de las emisiones.

## 1. Definición del objetivo del análisis

En esta fase del análisis se define el objetivo de incluir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el proceso de toma de decisiones y se determina el producto o servicio a ser analizado. Por ejemplo, mientras el objetivo puede corresponder a identificar la contribución relativa de las etapas del ciclo de vida de una infraestructura con respecto a la acumulación de gases en la atmósfera, el servicio a ser analizado puede corresponder a la construcción y explotación de un puente de determinadas características.

Además, en esta fase se determina cómo los resultados deben ser interpretados y expuestos con el fin de que tengan sentido y sean útiles. En otras palabras, los resultados deben organizarse en base a una unidad funcional que describe la función que cumple el servicio en estudio. Esto es particularmente importante para comparar los resultados provenientes del análisis del ciclo de vida de dos o más alternativas del servicio en cuestión, ya que provee de una métrica común para la comparación (SAIC, 2006).

Stripple y Erlandsson (2004) dividen las unidades funcionales utilizadas para comparar el desempeño ambiental de infraestructuras de transporte en función de tres niveles de análisis: a) nivel de red, b) nivel de corredor y c) nivel de proyecto. Mientras cada nivel corresponde a una unidad funcional genérica, la unidad funcional específica a utilizar debe estar de acuerdo con los objetivos del análisis (ver el Cuadro 1). Si bien todas estas unidades funcionales son utilizadas, la gran mayoría de los análisis de ciclo de vida usan las correspondientes al nivel de corredor (por tonelada y kilómetro, o por pasajero y kilómetro), ya que está en línea con la importancia de los objetivos de transporte para trasladar personas y mercancías (Miliutenko, 2010).

**CUADRO 1**  
**UNIDADES FUNCIONALES PARA INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE**

Nivel de análisis	Unidad funcional genérica	Ejemplos de unidad funcional específica
Red	Servicio del transporte	Consumo de transporte anual per cápita Consumo de transporte anual por zona geográfica
Corredor	Operación del transporte	Por tonelada y kilómetro Por pasajero y kilómetro
Proyecto	Objeto del transporte	Por kilómetro de carretera Por puente

Fuente: "Hacia infraestructuras bajas en carbono" Claro, Edmundo (2010).

## 2. Desarrollo del diagrama de flujo del ciclo de vida de la infraestructura

Al igual que todo producto o servicio, una infraestructura pasa por varias etapas en su vida. A su vez, cada etapa se compone de una serie de insumos, procesos y salidas. Así, el objetivo de esta fase es identificar todos los insumos, todos los procesos y todas las salidas que contribuyen al ciclo de vida de la infraestructura analizada. Información de diversos estudios permite establecer que las emisiones asociadas al ciclo de vida de una infraestructura provienen básicamente de cuatro etapas y de los

requerimientos de transporte entre ellas: a) fabricación de materiales para la construcción, b) construcción de la infraestructura, c) explotación de la infraestructura y d) fin de vida de la infraestructura (véase el Diagrama 2).<sup>7</sup>

**DIAGRAMA 2**  
**CICLO DE VIDA DE UNA INFRAESTRUCTURA**



Fuente: "Hacia infraestructuras bajas en carbono" Claro, Edmundo (2010)

### **a) Fabricación de materiales para la construcción**

Esta etapa incluye la obtención de materia prima que luego será usada para fabricar los productos para construir la infraestructura, el transporte de ésta al lugar de fabricación, la fabricación de materiales para la construcción y su distribución hasta el lugar de la construcción. La materia prima obtenida puede provenir de la explotación de recursos naturales y/o el reciclaje de materiales de construcción. Mientras la primera fuente de materia prima incluye actividades como la extracción de minerales, la explotación de canteras y la cosecha de bosques, la segunda comprende actividades asociadas al reciclaje de materiales como el concreto, el asfalto, la madera y el acero.

Por su parte, la fabricación de materiales consiste en la transformación de la materia prima en productos que servirán para construir la infraestructura. Por ejemplo: la transformación de maderas en paneles; la producción de asfalto en base a derivados del petróleo y materiales pétreos; la fabricación de concreto en base a cemento, arena, agua y materiales pétreos; la transformación de hierro, coque y caliza en estructuras de acero; etc.

### **b) Construcción de la infraestructura**

Esta etapa corresponde al proceso de construcción de la infraestructura, en donde los diversos componentes de la infraestructura son ensamblados a partir de los productos fabricados en la etapa anterior. Entre otras, aquí se incluyen actividades como: la preparación del terreno; el movimiento de materiales y maquinaria; la construcción de vías; la instalación de oficinas, señalética, tuberías, luminaria, etc.; y el traslado de trabajadores desde y hacia el sitio de la construcción. Esta etapa también considera los cambios físicos de la tierra que resultan del proceso de construcción y sus impactos sobre los sumideros de carbono. Por ejemplo, mientras la construcción de una infraestructura en un área verde eliminaría un sumidero de carbono, la plantación de árboles con fines paisajísticos crearía uno.

### **c) Explotación de la infraestructura**

Las actividades asociadas a la etapa de la explotación de la infraestructura corresponden a las de operación y mantenimiento. Mientras las actividades de operación se refieren a aquellas que hacen posible el uso de la infraestructura, tales como la iluminación, el aseo y el control de accidentes, las de mantenimiento se relacionan con el reemplazo de elementos corroídos, el pintado de estructuras, el mejoramiento de asfalto, etc. Dentro de este punto, se deben incluir además el análisis de los servicios que operarán sobre esta infraestructura y las emisiones que los mismos generan durante su operación.

<sup>7</sup> Tanto la determinación de las etapas del ciclo de vida de una infraestructura como la explicación de cada una de ellas que sigue a continuación provienen de la revisión de las siguientes fuentes: AIA (2010); Collin y Fox (2010); Dai y Tang (2006); Jonsson (2007); Miliutenko (2010); Park et al. (2003); Treloar, Love y Crawford (2004); Torkington y Ulves (2008).

#### **d) Fin de vida de la infraestructura**

Esta etapa del ciclo de vida de una infraestructura corresponde a su fin, la cual generalmente comienza con su demolición y sigue con la gestión de los residuos consecuentemente generados. Así, esta etapa incluye las emisiones generadas durante la demolición de la infraestructura, las generadas durante el transporte de los residuos, ya sea a un botadero o a una planta de reciclaje, y las generadas durante la disposición o reciclaje de los mismos.

### **3. Recolección de Datos**

En caso de que un análisis persiga ser comprehensivo, éste deberá considerar un período de tiempo no inferior a la vida útil de la infraestructura, incluir todas las etapas de su ciclo de vida (fabricación de materiales, construcción, explotación y fin de vida), y estimar las emisiones asociadas a todas las fuentes de emisión para cada etapa (BSI, 2008). Sin embargo, debido a que los proyectos de infraestructura son a menudo muy grandes y complejos, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas pueden proceder de múltiples fuentes y ocurrir durante diversos períodos de tiempo. Así, un análisis completo puede resultar muy extenso y caro.

En este sentido, en ocasiones es necesario establecer algunos límites para el análisis, principalmente con relación al período de tiempo a considerar, a las etapas del ciclo de vida de la infraestructura en cuestión, y a las actividades y fuentes de emisión dentro de cada etapa (Forum for the Future, 2009). De este modo, durante esta fase se circunscribe el alcance del análisis mediante el establecimiento de los límites del sistema a analizar. Una vez circunscrito el alcance del análisis, es necesario desarrollar un diagrama de flujo específico para cada proceso y actividad de transporte incluidas en el análisis detallando las actividades que generan emisiones de CO<sub>2</sub>.

## **C. Las infraestructuras bajas en carbono como parte de un sistema sostenible**

Una economía, para ser sostenible, debe necesariamente contar con sistemas eficaces de energía, agua, redes sanitarias, comunicación y transporte, así como un desarrollo territorial coherente. Cada uno de estos componentes alimenta el funcionamiento general de la economía y están fuertemente relacionados, siendo que la optimización de uno de ellos puede generar mejoras –o desmejoras- en uno a más de los restantes componentes. Así, por ejemplo, una acertada política que afecta directamente al sistema de transporte puede tener indirectamente efectos positivos sobre el uso energético, la comunicación y el desarrollo territorial, y vice versa.

Para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> es fundamental no sólo trabajar en la reestructuración de la oferta de los servicios de infraestructura, sino también en las fuentes de la demanda de los mismos, que se produce a partir de un conjunto de factores ligados a la planificación territorial, la utilización de energía, etc. A modo de ejemplo, un determinado desarrollo territorial generará una consecuente demanda de transporte. Esto empujará a modificar la oferta de transporte para hacer frente a tal demanda. A su vez, esta nueva oferta de transporte representará una nueva demanda de energía. Como vemos, los sectores están fuertemente relacionados en un juego de oferta y demanda donde una acción en un sector impacta en el resto.

Así, el crecimiento sin control y sin planificación puede llevar a estados subóptimos donde la propia estructura promueve un funcionamiento poco sustentable. En términos generales, al contrario de lo que ocurre con las ciudades europeas, las ciudades latinoamericanas tienden a desarrollarse como monocéntricas, es decir, dependen de un centro urbano provisto de equipamientos y servicios que abastecen al conjunto de la ciudad. La mayor parte de las veces, estos centros urbanos, con el tiempo, tienden a desplazarse desde su lugar de origen hacia el área donde se ubican los sectores de altos ingresos, y constituyen una suerte de figura céntrica alargada. Por consiguiente, la mayor parte de la población que reside en esas ciudades tiende a concentrarse en los bordes de este centro consolidado.

Una de las características de este proceso de desarrollo urbano, ha sido la falta de una regulación acorde a la velocidad de los cambios que ocurren en la ciudad. En efecto, en los últimos 30 años, más que generar lineamientos de desarrollo urbano coherente, la reglamentación ha sido el resultado de una reacción al cambio acaecido, y se ha adecuado la legislación a los hechos.

Desde mediados de los ochenta, y más particularmente durante la década de los noventa, en muchas economías latinoamericanas se puso en marcha un proceso de liberalización, que se expresa esencialmente en una reducción de la intervención del Estado y un mayor énfasis en los esquemas mercantiles.

Las nuevas urbanizaciones comenzaron a desarrollarse especialmente en las zonas rurales de la periferia, donde el valor del suelo era más bajo y se obtenía una ganancia mucho mayor. Pero al no existir un ente fiscalizador más allá del propio mercado, la calidad de las nuevas urbanizaciones comenzó a bajar considerablemente, y se configuraron áreas de la ciudad con estándares mucho más precarios que los anteriores.

En términos generales, las características de las ciudades latinoamericanas –incluyendo su forma urbana y sus distintos mecanismos de gobernanza– han impedido que el desarrollo pueda abordarse de manera integral, ya que no existe un mayor nivel de coordinación entre sectores. En concreto, cada sector (infraestructuras, vivienda, salud) funciona de forma aislada, y los distintos mecanismos existentes para su coordinación, como debiesen ser los gobiernos locales, no cuentan con la capacidad técnica, financiera y política para implementar articulaciones efectivas.

Existe una ausencia de políticas coherentes de desarrollo urbano. Los proyectos que se ejecutan en la ciudad y que forman parte del conjunto de capas que la componen, se diseñan, evalúan e implementan en función de las necesidades del mercado. No se toma en cuenta la totalidad de los impactos que generan y tampoco los costos totales. Al no considerarse los costos y los beneficios totales, las evaluaciones económicas y sociales terminan finalmente obviando ciertos aspectos, que en definitiva directa o indirectamente son financiados por el erario público, y de esa forma se hipoteca el desarrollo mismo de la ciudad.

Estas formas de desarrollo urbano plantean dos tipos extremos de desarrollo:

- La construcción de urbanizaciones en suburbios con baja densidad de población en los sectores más acomodados se orienta principalmente hacia el uso del automóvil privado, lo que no incentiva la cobertura de transporte público.
- La accesibilidad y las condiciones de infraestructura y equipamiento de los barrios populares apartados, cuya población no tiene normalmente opciones de elegir su localización, tampoco propician una buena cobertura de los servicios de transporte público formales.

A falta de infraestructura suficiente y adecuada para los niveles de demanda de movilidad urbana, se genera congestión, que induce a la instalación de conectividades alternativas, en un juego que finalmente consagra aumentos diferenciados en los costos de transporte de acuerdo con las distintas localizaciones y coberturas de infraestructura y servicios.

Como vemos, muchas veces el mal funcionamiento de un sistema —en este caso, el sistema de transporte— es consecuencia no sólo de su propia imperfección, sino que puede tener causas que van más allá de su órbita. Es por esto que las soluciones no pueden pretenderse sectoriales si lo que se busca es una mejora genuina y duradera hacia la sostenibilidad.

El crecimiento sin planificación empuja a un funcionamiento poco sustentable donde, por ejemplo, el transporte particular cobra cada vez más relevancia (incluido el uso de motocicletas como medio de transporte pluripersonal o de carga), causando congestión, demoras, mayores costos, accidentes viales y tasas más altas de contaminación.

## D. Importancia de las instituciones y la planificación ambiental

La planificación sostenible implica, como ya se mencionó anteriormente, la coordinación de distintos ámbitos y actores, principalmente en el sector público pero también en el privado. Así es como una política que apunte a un sistema sostenible seguramente incluya políticas territoriales, de energía, vivienda, transporte, industria, trabajo, género, etc. Para ello la creación de organismos de coordinación o una agencia especializada en planificación sostenible de alto nivel, favorecería la adopción de medidas integrales.

Además de las facultades y atribuciones necesarias, esta autoridad requiere tener un nivel jerárquico en la administración que le permita coordinar efectivamente el resto de los servicios. La creación de este órgano de la administración debiese ser aprobada por ley, de manera de otorgarle estabilidad y permanencia en el tiempo, así como de asegurar los recursos necesarios. A su vez, es muy recomendable la revisión y adecuación de los marcos normativos de los otros servicios involucrados para que estén obligados a coordinarse con esta autoridad.

A su vez, esta autoridad debe prever un espacio de acción para los municipios y entidades gubernamentales locales, ya que son estas las que están más al tanto del funcionamiento local, de las necesidades y posibilidades de cada lugar. Además, son quienes tienen las herramientas para la aplicación de políticas micro. De hecho, muchas de las experiencias positivas de políticas sostenibles en ciudades han sido llevadas a cabo por sus propios municipios, como se ejemplificará en la sección E de este documento. Sin embargo, si se piensa en una planificación más global, sería imposible lograrla sin una coordinación de un nivel superior.

Por otro lado, se deben desarrollar metodologías que permitan evaluar y controlar los planes y programas públicos desde un punto de vista socioeconómico, con indicadores cuantificables de gestión y efectividad.

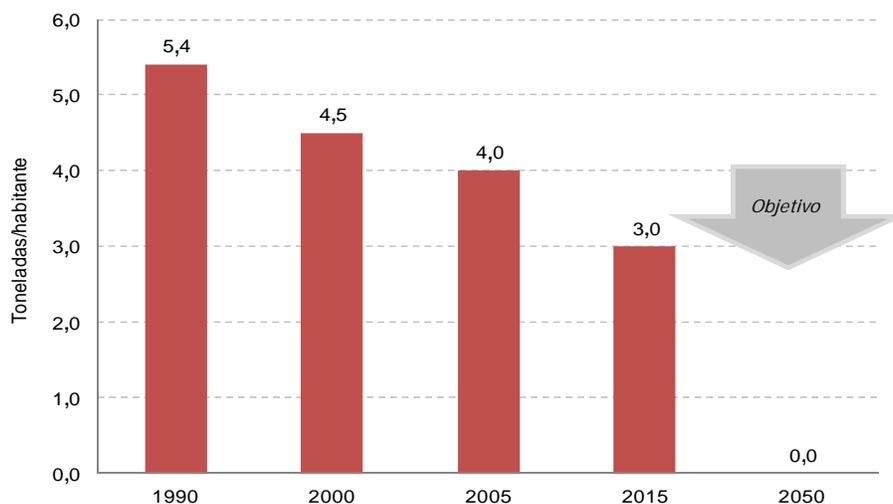
## E. Casos internacionales de políticas integrales para la reducción de la huella de carbono urbanas

En esta sección se presentan ejemplos de ciudades que han llevado a cabo planes de reducción de la huella ambiental a través de la planificación y puesta en práctica de políticas integrales e intervenciones concretas, para destacar las mejores prácticas realizadas y generar recomendaciones de políticas públicas para los países de América Latina.

### 1. Caso de Estudio: Municipio de Estocolmo

El municipio de Estocolmo ha diseñado una política a largo plazo, bautizada *Vision Stockholm 2030*, que se articula en torno al desarrollo y el crecimiento sostenibles. El objetivo de este plan de acción es lograr que en el año 2030, Estocolmo se convierta en una ciudad versátil y dinámica, que promueva la innovación, favorezca el crecimiento y pertenezca a sus ciudadanos. Asimismo, la ciudad está firmemente decidida a reducir sus emisiones de carbono, por lo cual ha planteado metas de reducción de las emisiones cuyo cumplimiento han llevado a una baja en las emisiones per cápita de un 25% en el año 2005 en relación a los valores de 1990, tal como se muestra en el gráfico 8 a continuación.

**GRÁFICO 8**  
**EMISIONES ANUALES DE CO<sub>2</sub>E POR HABITANTE, ESTOCOLMO**



Fuente: CEPAL sobre la base de "Revisión de experiencias internacionales en materia de servicios bajos en carbono en ciudades" Torres, Valeria (2011).

Estos resultados han sido posibles gracias a una modificación en el funcionamiento general de la ciudad, alcanzado mediante políticas públicas. Por ejemplo, durante las horas punta el 78% de todos los viajes al centro de la ciudad se realizan en transporte público. En tanto, el 75% del transporte público funciona con energías renovables (por ejemplo, electricidad generada por plantas eólicas e hidroelectricidad). Más aún, todos los buses que circulan por la parte antigua funcionan con energía renovable.

La ciudad también cuenta con una infraestructura apropiada para el transporte no motorizado, que continúa creciendo. Esto ha permitido que el 68% de todos los viajes dentro de la ciudad se realicen a pie o en bicicleta.

En el año 2006, se introdujo un impuesto a la congestión que grava los automóviles que entran y salen de la parte central de la ciudad durante el día. Este impuesto propició una reducción de los niveles de emisiones unas 30.000 toneladas de CO<sub>2</sub> solo en el año 2006. Los niveles de emisiones han bajado un 10%-14% y la calidad del aire ha mejorado entre un 2% y un 10%.

A su vez, la ciudad dispone de un excelente sistema de tratamiento de residuos, que utiliza métodos innovadores de producción. A modo de ejemplo, todos los residuos alimenticios son recolectados por separado y reciclados como biogás o fertilizantes.

Todas estas acciones han sido encabezadas por el propio municipio de Estocolmo, pero para alcanzar las metas establecidas, se trabaja de manera coordinada con la industria y el comercio, las autoridades del gobierno central y la ciudadanía en general.

Las acciones en torno a la sostenibilidad han sido financiadas, en su mayoría, por el municipio mediante subsidios. Sin embargo, la estrategia del municipio consiste en que las mismas empresas y oficinas públicas definan las acciones más económicas para alcanzar las metas propuestas. Esto incluye, por ejemplo, eliminar o reducir el consumo de energía, usar la energía de manera más eficiente o utilizar energía renovable. El municipio centra su labor en aumentar la eficiencia energética de las viviendas sociales construidas en la década de los 60, ampliar las ciclovías y aumentar la proporción de vehículos limpios, incluyendo tanto a los vehículos particulares como a los buses.

Los distintos proyectos y medidas fueron analizados según su rentabilidad social, descartando así proyectos cuya evaluación económica y social fuera desventajosa y priorizando las que representaban un beneficio neto.

## **2. Caso de Estudio: Ciudad de Copenhague**

La ciudad de Copenhague ha abordado la sostenibilidad de una forma global, apuntando a diversos puntos clave para el desarrollo. Se ha concentrado no sólo en reducir emisiones, sino también en mejorar la calidad del aire, proporcionar más espacio a los habitantes para moverse y establecer mejores estándares para los hogares, lugares de trabajo y la vida cultural. Las metas de este plan son una extensión de otras metas de la municipalidad en transporte, vivienda y construcción, salud, educación, recreación y cultura.

En materia de inversiones en infraestructura de transporte, el énfasis en Copenhague está en el transporte no motorizado. Con ese objetivo aplicó medidas para mejorar las condiciones para los ciclistas, construyendo más ciclovías, aplicando iniciativas de seguridad y llevando a cabo un sistema de coordinación semafórica para las ciclovías. También está invirtiendo en mejorar su transporte público: actualmente el 98% de los habitantes de la ciudad vive a menos de 350 metros de una estación de transporte público. Además, se han implementado restricciones al estacionamiento en el centro de la ciudad a fin de desalentar el uso del automóvil particular.

La municipalidad también está invirtiendo en tecnología menos contaminante. Es así como, en el año 2007, el 39% de los buses de la municipalidad de Copenhague cumplían con normas dos veces más estrictos que la norma EURO IV, tanto para NOx como para material particulado (Ciudad de Copenhague, 2009).

Durante los últimos diez años, la ciudad de Copenhague ha implementado diversas medidas para contener la expansión urbana y ha descartado nuevos desarrollos en zonas vírgenes o sin desarrollo. De este modo, el 80% de las 14.400 viviendas construidas entre 2001 y 2007 fue construido en zonas con algún grado de desarrollo, ya sea densificando barrios ya existentes o construyendo en terrenos abandonados.

La estrategia de densificación busca promover mayores densidades en distritos urbanos nuevos y existentes. Un elemento central de esta estrategia es su coordinación con las políticas de transporte. Se procura así, que los proyectos de mayor densificación se ubiquen en zonas con excelente conexión al transporte público (metro y tren).

Complementariamente, se ha llevado a cabo una política de creación de parques pequeños por toda la ciudad, que ayudan a la absorción de las lluvias y ofician de pulmón urbano a la vez que representan una mejora en la calidad de vida de las personas de todas las zonas de la ciudad.

## **3. Caso de Estudio: Ciudad de Denver**

La gran mayoría de las ciudades de Estados Unidos poseen un sistema de movilidad con un alto grado de dependencia del automóvil particular y los combustibles fósiles. Fuera de esta lógica, la ciudad de Denver ha puesto en marcha un ambicioso plan para reducir sus emisiones y la dependencia del automóvil. Es un programa de acción con objetivos claros y medibles, cuyos elementos centrales son la promoción del transporte público y no motorizado y el desarrollo orientado al transporte.

Este plan intenta revertir la percepción que suele tenerse en Estados Unidos sobre el transporte público, generalmente considerado como el medio de movilización de las personas de bajos recursos. Para ello propone un plan de transporte multimodal para enfrentar las necesidades actuales y futuras de movilización en la ciudad. Se busca con ellos reducir la congestión vehicular por medio de la integración de las diversas formas de transporte, tanto motorizado como no motorizado.

Un elemento central en la planificación urbana actual de Denver es la promoción de urbanizaciones orientadas al transporte, que en esencia procuran construir barrios en zonas cercanas a

estaciones de bus o tren con el fin de reducir la dependencia en el uso del automóvil. La ciudad cuenta con un plan maestro para el futuro de la ciudad, que busca promover centros urbanos vibrantes y vivibles donde se privilegia el transporte no motorizado: andar en bicicleta, caminar y utilizar el transporte público.

## F. Lecciones de los casos analizados

Los procesos de cambio en estas ciudades vinieron acompañados y fueron llevados a cabo gracias a una fuerte determinación política. El rol del Estado fue en todos los casos central y fue este quien llevó a cabo la planificación y coordinación. Cabe destacar que es importante también el involucramiento de la población en este tipo de medidas, tanto dando apoyo a las medidas que se implementan en este sentido como reclamando cuando no son implementadas debidamente.

Las acciones llevadas a cabo fueron a varios niveles y en distintos sectores. Los planes fueron multisectoriales con la coordinación del Estado, con participación pública y privada. Hay que remarcar que los planes aplicados no fueron en ningún caso políticas sólo de infraestructuras. En todos ellos estuvieron involucrados los servicios que hacen uso de la infraestructura, la normativa, los incentivos tanto positivos como negativos, etc.

La mayoría de las ciudades europeas (como las dos ciudades escandinavas antes presentadas) fueron creadas antes de la masificación del automóvil y por lo tanto cuentan con centros urbanos de calles estrechas y poco adecuados para la circulación del automóvil y por lo mismo se han visto presionadas a fomentar otros medios de movilidad. Esta aparente desventaja se está convirtiendo en una gran ventaja en la creación de desarrollos urbanos bajos en carbono y no dependientes de los combustibles fósiles. Sin embargo, para la mayoría de las ciudades formadas con posterioridad a la masificación del automóvil (como es el caso de Denver, Colorado), el foco de las inversiones en infraestructura de transporte ha estado tradicionalmente puesto en otorgar más espacio a los automóviles (aun cuando, como hemos visto, esto no necesariamente implica disminuir la congestión vehicular o mejorar la calidad de vida de los habitantes de una comunidad).

Cambiar la tendencia dominante, requiere de gran liderazgo. En todos los casos analizados, el compromiso y liderazgo del alcalde han sido clave para propiciar estrategias de reducción de las emisiones de carbono en las ciudades. Y también en todos los casos, la reducción de emisiones de carbono ha tenido impactos significativos sobre la calidad del medio ambiente y la contaminación local, lo que indudablemente ha generado beneficios sociales y económicos.

Un elemento importante en la generación de los cambios requeridos es el establecimiento de metas concretas de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Esto permite aglutinar los proyectos y programas bajo una meta común y priorizar aquellas inversiones más costo-eficientes. En este contexto, resulta útil partir generando un inventario de emisiones de la ciudad, de modo tal de tener claridad respecto de las principales fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>.

Adicionalmente, se requiere que este compromiso sea socializado y aceptado por los distintos actores de la comunidad. En este contexto, es interesante destacar el caso de Denver, Colorado, que estableció un grupo asesor para acompañar el desarrollo de su programa Greenprint Denver, favoreciendo su aceptación por parte de la comunidad desde el principio.

En resumen, los elementos que definirán a las ciudades del futuro serán la alta densidad, uso del suelo mixto, energía generada principalmente de fuentes renovables y una planificación orientada a la persona y no al automóvil, que fomenta el transporte público y los modos no motorizados de transporte.



### **III. Infraestructuras bajas en carbono en América Latina**

#### **A. Situación actual y proyección**

Los países de América Latina son aún economías en desarrollo. Esto implica que sus sociedades y su población se encuentran todavía con distintos niveles de insatisfacción de necesidades de diversa índole. Es por este motivo que los países de la región tienen como principal objetivo el desarrollo económico y social. Dentro de ese objetivo principal (que incluye crecimiento económico, reducción de la pobreza, soluciones habitacionales y condiciones saludables, inclusión social, etc.) hay que enmarcar las infraestructuras bajas en carbono. Existe en primer lugar la necesidad de un aumento en el stock de infraestructuras para solventar el crecimiento de los países de la región y en segundo lugar la necesidad de que las mismas contribuyan a la sostenibilidad a largo plazo. De hecho, en las negociaciones climáticas se reconoce el principio del “derecho al desarrollo”. Esto significa que se acepta la idea de que las políticas climáticas en los países en desarrollo estén subordinadas a sus objetivos y urgencias de desarrollo.

La economía de la región ha logrado un período de crecimiento económico general en la última década aunque con una marcada varianza entre países y volatilidad a lo largo del período. Esta doble condición ha generado tasas de inversión en infraestructura que aún no alcanzan los niveles de la década del 80. Este bajo nivel atenta contra los objetivos de los países, tanto en lo relacionado al desarrollo como a la sostenibilidad.

Por el lado ambiental, la región de América Latina y el Caribe contribuye poco a las emisiones: explica sólo el 12% de las emisiones mundiales, sólo más que África. Sin embargo, en términos per cápita algunos países de la región (como México, Chile y Argentina) contribuyen más a las emisiones totales que otros países en desarrollo, incluidos China e India. Asimismo, desde la década de 1970 se verifica una tendencia creciente en las emisiones absolutas de la región, consistente con los patrones observados en materia de consumo y producción de energía (CEPAL, 2009, 2010; Samaniego, 2009; Galindo y Samaniego, 2010).

La composición de las emisiones regionales presenta una menor proporción originada en el consumo de energía en comparación con el resto del mundo, mientras que las emisiones asociadas al cambio de uso del suelo (y en especial, a la deforestación) resultan más relevantes.

Es importante tener presente que la región es altamente vulnerable a los efectos negativos del cambio climático pues está en parte localizada en la franja de huracanes, contiene numerosos estados

insulares y zonas costeras bajas, posee una estructura productiva con alta incidencia de la agricultura, depende del deshielo andino para el suministro de agua en vastos sectores urbanos y agrícolas y está expuesta a inundaciones e incendios forestales. Esto significa que es probable que, ante una eventual intensificación del cambio climático, las consecuencias sean más serias y pongan en riesgo el logro de los objetivos regionales de desarrollo económico, social y protección ambiental (CEPAL, 2009, 2010; Samaniego, 2009).

La capacidad de los países en desarrollo para gestionar la infraestructura atendiendo a criterios medioambientales es aún reducida, como también lo es la preocupación de su población por este tipo de problemas. La degradación del entorno a que da lugar impacta negativa y especialmente sobre la población más marginada, que es la más vulnerable ante los desastres naturales que destruyen sus hogares. Es por ello que se debe planificar un crecimiento que no altere las condiciones de habitabilidad ni la provisión futura de recursos.

## B. Infraestructura necesaria: se necesita más y mejor infraestructura

Parte importante del déficit actual en servicios de infraestructura y la limitación que ello representa para el crecimiento, el desarrollo y la sostenibilidad, es el resultado de las políticas aplicadas en las últimas cuatro décadas en relación con la creación, conservación y expansión de la infraestructura (Sánchez, 2011). Estas significaron en la mayoría de los casos que se disminuyera ostensiblemente la inversión pública y se adjudicara la responsabilidad del desarrollo del sector a los agentes privados, quienes se focalizaron en los segmentos más rentables de la actividad –lo que se conoce como el “descreme” del mercado- y estuvieron lejos de aportar los recursos financieros que los países y las necesidades del desarrollo demandaban.

En las últimas tres décadas se ha observado una importante disminución en las inversiones destinadas a la provisión de infraestructura para un conjunto representativo de países de América Latina<sup>8</sup>. Como se observa en el cuadro 2 a continuación, se parte casi del 4% del PBI en el período 1980-1985, pero a lo largo del tiempo la inversión en infraestructura se reduce considerablemente, alcanzando el 2% observado entre 2007 y 2008.

**CUADRO 2**  
**INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA COMO % DEL PIB**

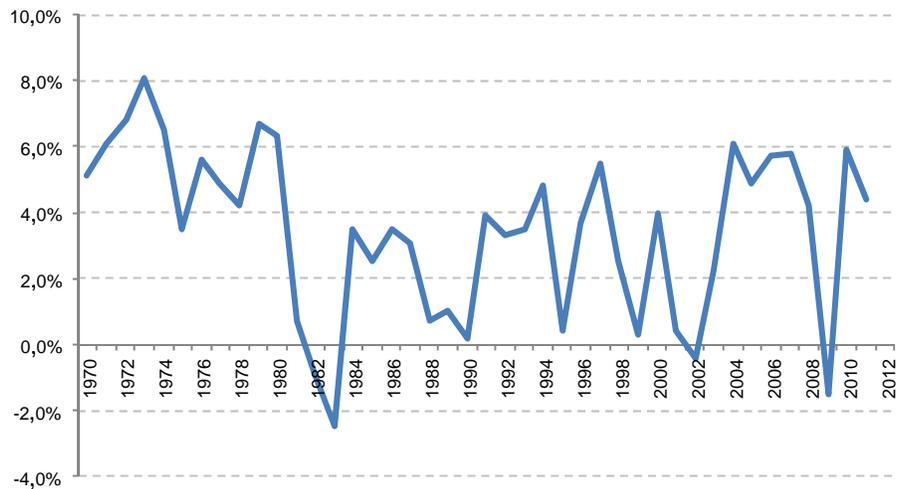
Países Seleccionados	1980-1985	1996-2001	2002-2006	2007-2008
Sector Público	3,1%	0,8%	0,6%	0,7%
Sector Privado	0,6%	1,4%	0,9%	1,3%
TOTAL	3,7%	2,2%	1,5%	2,0%

Fuente: CEPAL sobre la base de "La brecha de infraestructura como camino de oportunidades para el transporte sostenible" Perrotti, Daniel, & Sánchez, Ricardo (2011).

<sup>8</sup> Los países incluidos en la muestra son: Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, México y Perú.

Este proceso fue acompañado por un andar económico con elevada volatilidad, tal como puede apreciarse en el gráfico 9:

**GRÁFICO 9**  
**PRODUCTO INTERNO BRUTO DE AMÉRICA LATINA, 1970-2012**



Fuente: CEPAL sobre la base de "La brecha de infraestructura como camino de oportunidades para el transporte sostenible" Perrotti, Daniel, & Sánchez, Ricardo (2011).

Por otro lado, en los períodos de dificultad fiscal donde apremiaron los ajustes, los mismos recayeron mayormente en las erogaciones de capital (donde se incluyen las inversiones en infraestructura). Mirando hacia adelante se señala la necesidad de considerar a la inversión en infraestructura como una inversión de carácter estratégico, de impacto distributivo, con sus efectos positivos sobre la pobreza y el bienestar de los habitantes, y no con una visión meramente cortoplacista de considerarla únicamente un “gasto” factible de ajustar en los períodos de crisis.

Analizando la apertura por sectores se observa que los mayores montos de inversión en infraestructura se focalizaron en energía y transporte a comienzos de los años '80. Hacia el último período de los noventa el sector que concentraba la mayor inversión y el único que presentaba un alza respecto al primer período era el de las telecomunicaciones, donde el papel de la inversión privada mostraba sus efectos positivos.

Por otra parte, el debilitamiento del rol del Estado significó no sólo la baja de la inversión pública sino también cierta mitigación en el uso de instrumentos y herramientas del planeamiento estratégico, lo que se tradujo en la potenciación de dos problemas esenciales, antes mencionados, que hoy aparecen con toda su fuerza en la evaluación del desarrollo del sector: i) la ausencia de visiones integradas de las políticas infraestructura; y ii) la falta de aplicación de criterios de sostenibilidad en el diseño y ejecución de las políticas, especialmente en los servicios de infraestructura de transporte. En consecuencia, las políticas emprendidas han segmentado el desarrollo de actividades que están interrelacionadas en su propia naturaleza, han carecido de una visión de largo plazo y no han contado con una institucionalidad adecuada que incluya marcos normativos regulatorios eficaces e instrumentos de fiscalización adecuados.

Otra dificultad es la endémica discontinuidad de las políticas públicas que afecta a la región. Las políticas cambian —tanto de objetivos como de prioridades— no sólo cuando hay un cambio de gobierno (aun cuando tenga el mismo signo político de su antecesor) sino también cuando cambia un ministro sectorial dentro del mismo gobierno. De esta manera, la política ministerial pasa a ser así un asunto más bien personalizado, sin responder a una lógica global sustentada en un análisis técnico y fundamentado de la problemática a tratar (CEPAL, 2012a). Esto ha llevado a la región a una situación de un insuficiente stock de infraestructura para propiciar su desarrollo, a la vez que se posiciona en

desventaja frente a otras regiones en desarrollo que tienen un stock de infraestructura más alto, acorde con las necesidades del funcionamiento económico de las naciones.

La proyección de necesidad de inversión necesarias para atender la demanda de infraestructura entre los años 2006 y 2020 ascendería a un monto promedio anual equivalente al 5,2% del PBI de ALC<sup>9</sup>, lo cual estaría compuesto de 2,7% destinado a nuevas inversiones y 2,5% requerido para afrontar los gastos de mantenimiento. Los sectores que presentarían los mayores requerimientos de inversión se encontrarían en telecomunicaciones y energía eléctrica (con montos del 2,2% y 1,7% promedio anuales del PBI de ALC respectivamente), mientras que las menores erogaciones tendrían por destino a agua y saneamiento (0,2% promedio anual del PBI de ALC en conjunto) (Perrotti & Sánchez, 2011). El detalle se puede observar en el Cuadro 3:

**CUADRO 3**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – NECESIDADES DE GASTOS EN INFRAESTRUCTURA**  
**PROYECTADOS, 2006-2020**

Sector	Millones de US\$ de 2000			Porcentaje del PIB		
	Inversión	Mantenimiento	Total	Inversión	Mantenimiento	Total
Capacidad de Generación Eléctrica	40 486	16 658	57 145	1,2%	0,5%	1,7%
Telefonía Fija	1 825	3 993	5 818	0,1%	0,1%	0,2%
Telefonía Móvil	23 506	21 876	45 382	0,7%	0,7%	1,4%
Accesos a Banda Ancha	6 378	11 948	18 326	0,2%	0,4%	0,6%
Caminos Pavimentados	14 920	17 878	32 798	0,5%	0,5%	1,0%
Vías Férreas	0	4 371	4 371	0,0%	0,1%	0,1%
Acceso a Aguas Mejoradas	1 011	2 358	3 369	0,0%	0,1%	0,1%
Acceso a Mejoras Sanitarias	1 361	2 320	3 681	0,0%	0,1%	0,1%
<b>Total</b>	<b>89 486</b>	<b>81 404</b>	<b>170 892</b>	<b>2,7%</b>	<b>2,5%</b>	<b>5,2%</b>

Fuente: CEPAL sobre la base de "La brecha de infraestructura como camino de oportunidades para el transporte sostenible" Perrotti, Daniel, & Sánchez, Ricardo (2011).

El stock de infraestructura tiene una fuerte repercusión económica pues impacta al menos de tres maneras sobre el nivel de actividad: i) contribuye a la formación del PIB, ii) genera externalidades positivas sobre la producción y el nivel de inversión agregado, acelerando el crecimiento a largo plazo, y iii) influye indirectamente sobre la productividad de las firmas (Rozas, 2010; Rozas y Sánchez, 2004; Lucioni, 2009).

A su vez, la dotación de infraestructura es un condicionante clave de las posibilidades de integración y de articulación de las economías nacionales con la economía mundial y determina tanto la ocupación del territorio como el desarrollo geográfico de las actividades económicas (Lucioni, 2009). En comparación, la conectividad hacia el interior de los países presenta moras y fallas de organización que cargan los costos logísticos totales y constituyen un obstáculo al mejoramiento de la competitividad y la productividad de las economías de la región (CEPAL, 2010c).

Este retraso en la dotación de infraestructura (como también en la operación de los servicios) puede restringir seriamente el desarrollo de los países de América Latina, al limitar las posibilidades de expansión económica en el tiempo, impidiendo los beneficios derivados de las economías de escala y la especialización, tanto a nivel subnacional, nacional y regional, lo que implica que la productividad de los agentes económicos como la competitividad de las industrias y de las economías de la región sean erosionadas, a la par de obstruir una mejor calidad de vida de las personas (CEPAL, 2010c). Partimos entonces de una situación en la cual la región se encuentra muy necesitada de aumentar su

<sup>9</sup> Para ver los costos unitarios utilizados en la estimación refiérase a Perrotti y Sánchez (2011).

stock de infraestructura, para acortar la brecha tanto vertical como horizontal y promover la integración regional.

La inversión en infraestructura baja en carbono cuenta con escaso financiamiento a nivel internacional (si bien algunas nuevas fuentes comienzan a estar disponibles). Sin embargo, es preciso tomar en consideración que la inversión en infraestructura baja en carbono, dentro de una política integrada y sostenible, puede favorecer ahorros en otros sectores y reducciones importantes de externalidades negativas.

Algunas estimaciones preliminares muestran que una meta de reducción de emisiones del 30% respecto de los niveles proyectados al año 2100 (con un costo de mitigación de 30 dólares por tonelada de gases contaminantes y una tasa de descuento de 0,5%) podría implicar costos económicos equivalentes al 12% del PIB en algunos países como Suriname, República Dominicana o Paraguay. Estos resultados, si bien deben tomarse con precaución ya que sólo son indicativos de posibles escenarios futuros, muestran que los costos de los procesos de mitigación pueden ser altamente significativos para la región y que solo será posible sufragarlos si se dispone de financiamiento internacional adicional.

Existen oportunidades “*win-win*” (“todos ganan”) o “*no regrets*” (“de no arrepentimiento”) que permitirían reducir las emisiones y a la vez contribuir a otros aspectos del desarrollo sostenible local y regional en América Latina y el Caribe. Se trata de opciones que contribuirían al desarrollo en cualquier escenario climático o económico debido a su potencial para generar beneficios colaterales importantes (como la reducción de la pobreza y la protección ambiental) y que serían, al mismo tiempo, consistentes con una trayectoria más baja en carbono. En este sentido, el gran desafío a nivel regional consistiría en identificar y explotar estas oportunidades, dado que se trata de opciones con un potencial interés desde el punto de vista local pero que no se han llevado a cabo hasta ahora porque enfrentan considerables barreras de implementación (financieras, de información, de incentivos, institucionales, etc.).

## 1. Inversiones claves para la mitigación

De acuerdo con un estudio reciente del Banco Mundial (De la Torre, Fajnzylber, & Nash, 2009), y en línea con otros trabajos regionales disponibles (Naciones Unidas, 2005; CEPAL, 2009, 2010; Samaniego, 2009; Galindo y Samaniego, 2010; Galindo, 2009), se ha identificado que en América Latina y el Caribe las principales oportunidades “*win-win*” (o sea, que contribuyen al desarrollo sostenible y a lograr menores emisiones contaminantes simultáneamente) estarían relacionadas con la inversión orientada a mejorar la eficiencia energética, el transporte público, desarrollar fuentes de energía renovable y biocombustibles sustentables, mejorar el manejo de los residuos, aumentar la productividad agrícola y reducir la deforestación. El alcance y las particularidades de cada opción se comentan brevemente a continuación.

### a) Eficiencia energética

Más allá de su potencialidad para reducir las emisiones, las mejoras de eficiencia energética traen consigo importantes beneficios económicos y de desarrollo, tales como la reducción de la demanda de energía a corto plazo, la menor necesidad de incrementar la capacidad de generación eléctrica, el aumento de la competitividad gracias a la reducción de los costos de producción y la disminución del consumo de combustibles fósiles, con su consecuente reducción en la emisión de contaminantes locales. La eficiencia energética resulta de particular relevancia para aquellos países que enfrentan restricciones en el suministro de energía.

En América Latina y el Caribe existiría un gran potencial para reducir emisiones en esta área a un costo negativo. Algunos estudios estiman que el consumo de energía podría ser reducido en un 10% durante la próxima década fundamentalmente mediante el aumento de la generación conjunta de energía en la industria (principalmente, en la industria del acero y el cemento) y el mejoramiento de la eficiencia en la iluminación de los edificios comerciales y residenciales. En particular, el ahorro de

electricidad debido a la implementación de opciones de iluminación más eficientes podría alcanzar el 6% de la generación total del año 2006, lo que permitiría aplazar aproximadamente USD 1.500 millones en inversiones y ahorrar USD 1.700 millones en subsidios energéticos (De la Torre, Fajnzylber, & Nash, 2009).

Sin embargo, dado que el combustible representa en torno al 50% de los costos operativos de las empresas de transporte de carga por carretera, cualquier medida de eficiencia energética tiene impactos directos sobre la competitividad de estas empresas. Lo cual abre interesantes oportunidades para reducir las emisiones de la mano de una mayor eficiencia energética, además de importantes reducciones de los tiempos muertos en espera de carga/descarga y de viajes de retorno en vacío, que redundan en una reducción de los costos logísticos. Junto con ello, una adecuada gestión del transporte en función de la demanda y condiciones del tráfico imperantes, reduce considerablemente el tiempo de traslado y combustible utilizado en el transporte de mercadería, lo cual implica menor congestión vehicular y menores emisiones, lo cual es especialmente importante para aquellos sectores empresariales donde la huella de carbono es una preocupación central (Pérez-Salas, 2013).

## **b) Transporte Público y movilidad urbana**

Las emisiones provenientes del sector transporte en América Latina y el Caribe están aumentando velozmente debido al crecimiento económico experimentado por la región y el consecuente aumento en el número y utilización de vehículos, al cambio general en los modos de transporte público al privado y a las crecientes distancias y cantidad de viajes por vehículo que se realizan a medida que las ciudades se expanden. Los índices de motorización están aumentando junto con el aumento de los ingresos y la disponibilidad de vehículos de bajo costo. Además, las congestiones de tráfico en las zonas urbanas y la gran proporción de vehículos altamente contaminantes e ineficientes en las carreteras hacen que el transporte sea una de las principales causas de contaminación urbana del aire.

En la región existe un significativo potencial para la mitigación de congestión y emisiones contaminantes que, al mismo tiempo, generaría importantes beneficios auxiliares (ahorro de tiempo, reducción de los costos mejora en la eficiencia del combustible, mejoras en la calidad de vida y salud, etc.). Desde esta perspectiva, la principal prioridad de política para la región radicaría en desacelerar la creciente tasa de emisiones provenientes de vehículos livianos mediante el desincentivo a su uso y el otorgamiento de incentivos para la adquisición de automóviles más eficientes.

Esto podría lograrse mediante estrategias de transporte integradas que se complementen con mejoras en el planeamiento urbano. En lo que respecta al transporte de mercancías, las opciones principales son la optimización del tránsito de cargas a través de una mejor logística y la mejora en la eficiencia de los vehículos. Muchas de estas medidas podrían implementarse a costo negativo o bien a un costo relativamente bajo pero con significativos beneficios conjuntos.

Sin embargo, el ámbito donde se pueden generar importantes cambios en la sostenibilidad a partir del transporte no es sólo el transporte urbano de pasajeros. Para alcanzar un transporte sostenible en América Latina, resulta fundamental lograr un cambio en la distribución modal existente para la movilidad interna, regional e internacional de personas y bienes, utilizando para ello el principio de comodidad. Esto requiere que la región cambie el foco tradicional de sus políticas de transporte que contienen una fuerte orientación unimodal, hacia un paradigma nuevo en el diseño, ejecución y control de políticas integrales y sostenibles de infraestructura, logística y movilidad.

En el nuevo paradigma propuesto, uno de los ejes principales es la promoción del cambio modal (*modal shift*) con una concepción de intermodalidad avanzada basada en la comodidad. En este sentido, el principio de comodidad, el cual pertenece al ámbito de las políticas de transporte, debe ser entendido como la alternativa que busca la eficiencia en la distribución modal del transporte y sus servicios, para cada viaje y grupo de viajes, a través de la utilización óptima de cada medio de

transporte y su eventual combinación con otros, de manera que el trayecto completo resulte eficiente y sostenible de acuerdo a las necesidades particulares del transporte y la distancia que se debe recorrer<sup>10</sup>. Es decir, el principio de comodalidad es aplicable tanto a la movilidad de las personas como al transporte de carga en todos los ámbitos geográficos (urbano, interurbano, regional, internacional).

El concepto de comodalidad representa entonces, un nuevo enfoque en materia de política de transporte, puesto que no se basa en una mera competencia o interconexión entre diferentes modos de transporte, sino más bien se propone alcanzar condiciones óptimas de utilización de recursos mediante el uso o combinación de aquellas alternativas modales que resulten más convenientes y sostenibles (CEPAL, 2011a).

La comodalidad es el criterio necesario a seguir para alcanzar servicios de infraestructura de transporte sostenibles, puesto que el cambio de paradigma que propone el concepto incide positivamente tanto en la reducción de los costos de logística y transporte (aspecto económico y social) en la eficiencia energética del transporte (aspecto ambiental y económico) así como en la reducción de externalidades (aspectos sociales y ambientales).

Las plataformas logísticas comodales, por ejemplo, son efectivamente un tipo de infraestructura de transporte con alto impacto en la sostenibilidad, por lo que deben ser objeto de las políticas integradas de transporte, infraestructura y logística. En efecto, muchos de los resultados esperados de una política integrada, son equivalentes a los resultados que se obtienen del fomento de las plataformas comodales (Leal y Pérez Salas, 2011):

- Permiten la implementación de sistemas de transporte más eficientes y económicos, fomentando y aumentando la competitividad no solo de las empresas que operan sobre ella, sino que también de los sectores económicos a los que atienden.
- En el ámbito social, disminuyen la congestión, los accidentes, las emisiones de ruido y gases y en general la contaminación asociada a la operación, con lo que se generan importantes ahorros de costos externos y por ende beneficios sociales.
- Las plataformas logísticas comodales no solo pueden ser el resultado de una política integrada de transporte, infraestructura y logística, sino también, se transforman en una importante instancia para implementar acciones particulares en el contexto de una política integrada, generando un círculo virtuoso de desarrollo tanto privado como social y por ende, sostenible.

Concluyendo, el nuevo paradigma de políticas integradas y sostenibles de infraestructura, logística y movilidad, operando bajo el principio de comodalidad y siendo apoyado por herramientas adecuadas de regulación, constituye la visión más acabada para contribuir a reducir los impactos climáticos del transporte a través de una provisión más eficiente de infraestructura y de la promoción de alternativas modales de transporte más sostenibles, al mismo tiempo que colabora en la persecución de los grandes objetivos de las naciones en materia de desarrollo económico y social.

### **c) Energías renovables**

Las energías renovables, incluyendo la energía hidroeléctrica, pueden reducir significativamente el uso de carbón y de los derivados de petróleo y gas natural para la generación de energía eléctrica y, además, generar sustanciales beneficios colaterales. En especial, la electrificación descentralizada con energías renovables puede proporcionar grandes beneficios sociales y económicos a poblaciones marginadas que generalmente dependen de fuentes y modos tradicionales y poco

---

<sup>10</sup> Esta definición de comodalidad va en línea con la acuñada por la Comisión Europea (Comisión de las Comunidades Europeas, 2006), donde comodalidad significa la eficiencia en el uso de los modos de transporte, tanto individualmente como en el marco de una integración multimodal en el sistema de transportes, para alcanzar una utilización de recursos óptima y sostenible.

eficientes de energía como la quema de biomasa o el kerosene. Cabe recordar que en América Latina entre 50 y 65 millones de personas viven aún sin acceso a la energía eléctrica. En este sentido, comparada con los costos de ampliar las extensiones de las redes de suministro, la electricidad con base en energías renovables externas a la red suele ser la manera más rentable de suministrar energía a poblaciones rurales aisladas. Otros posibles beneficios asociados al incremento de la participación de la energía renovable es el aumento en el nivel de “seguridad energética”, la posibilidad de evitar la dependencia a mediano plazo (el “lock-in”) de tecnologías de alto contenido de carbono y la “protección” contra la volatilidad de los precios del petróleo. En la región, la hidroelectricidad ha jugado tradicionalmente un importante papel pero su importancia ha decaído relativamente en años recientes debido al creciente protagonismo de las centrales térmicas.

América Latina tiene un potencial considerable para generar electricidad en base a energías renovables. Las condiciones de viento son excelentes en muchos países (principalmente México, América Central y el Caribe, norte de Colombia y Patagonia argentina y chilena); en la costa pacífica de Sudamérica, en el noreste de Brasil y en grandes partes de México y de América Central y del Caribe existen niveles altos de radiación solar; los recursos geotérmicos son significativos debido a que muchos países de la región están situados en áreas volcánicas y la biomasa posee considerable potencial (los biocombustibles ya explican cerca del 6% de la energía consumida en el sector transporte de la región, dominados por la producción y consumo de bioetanol en Brasil). Sin embargo, el mayor potencial regional en materia de energías renovables continúa siendo la hidroelectricidad, ya que estas plantas estarían en potencial riesgo frente a los impactos esperados del cambio climático (fundamentalmente, por el derretimiento acelerado de los glaciares y las variaciones en las precipitaciones).

#### **d) Biocombustibles**

Los biocombustibles líquidos son una de las pocas alternativas existentes frente a los combustibles fósiles dentro del sector transporte. Además de su potencialidad para mitigar emisiones, los beneficios de los biocombustibles incluyen las posibles contribuciones a la “seguridad energética” y la posibilidad de generar empleo rural y de aumentar los ingresos agrícolas. En este contexto, muchos gobiernos de la región (y otras partes del mundo) están considerando o comenzando programas para fomentar su uso y producción.

Sin embargo, el desarrollo de los biocombustibles plantea varios riesgos sociales y ambientales, fundamentalmente, potenciales presiones al alza en el precio de los alimentos, mayor competencia por el uso de la tierra y del agua, daños a los ecosistemas e impactos indirectos sobre las emisiones debido al cambio en el uso de la tierra (por ejemplo, cuando la frontera agropecuaria avanza sobre bosques nativos).

Sin tener en cuenta los cambios en el uso de la tierra, el etanol brasileño de caña de azúcar puede reducir las emisiones de gases contaminantes en 70-90% en comparación con la gasolina y para el biodiesel la reducción de las emisiones se calcula en 50-60%. Por el contrario, la reducción de las emisiones alcanzada por el etanol de maíz en los Estados Unidos sería sólo del 10-30%.

#### **e) Residuos**

El potencial de reducción de emisiones provenientes de vertederos sanitarios y de la producción de abono orgánico no es muy grande en ALC dada la pequeña contribución de los desperdicios a las emisiones totales de la región. Sin embargo, la recolección y correcta disposición de los residuos sólidos trae aparejados sustanciales beneficios ambientales, de salud y seguridad pública, convirtiendo a este sector en una prioridad regional. La recolección inadecuada de residuos y la disposición ilegal dentro de las ciudades aumentan el riesgo de inundación cuando los desperdicios bloquean las vías fluviales y canales de desagüe urbanos, la quema de desperdicios en calles o vertederos al aire libre emiten dioxinas y furanos cancerígenos y los basurales son una importante fuente de filtraciones hacia fuentes de agua superficiales y subterráneas y de propagación de enfermedades transmisibles por insectos, roedores y aves. A su vez, los sitios de disposición de

residuos que no poseen sistemas de manejo, quema o recuperación de gases son importantes fuentes de descarga de metano que pueden derivar en explosiones de viviendas o en áreas públicas. El manejo de residuos sólidos ya ocupa un lugar destacado en la agenda política de los gobiernos regionales y varias medidas de mitigación en este sector que a la vez aportan beneficios de desarrollo pueden ser implementadas a un costo incremental bajo.

## **f) Agricultura**

Los países de ALC poseen un gran potencial de mitigación en el sector agropecuario asociado esencialmente a la mejora en las prácticas agropecuarias y en las medidas destinadas a aumentar el almacenamiento de carbono en los suelos y/o en la capa vegetal. Adicionalmente, algunas de estas opciones pueden traer aparejadas beneficios colaterales.

Las emisiones de las tierras cultivadas pueden reducirse mediante el mejoramiento de las variedades de cultivo, extendiendo la rotación de cultivos y reduciendo la dependencia respecto de los fertilizantes de nitrógeno mediante la rotación con legumbres o mejorando la precisión y eficiencia de las aplicaciones de fertilizante. Asimismo, bajo ciertas condiciones climáticas y de suelo la siembra directa puede ser efectiva tanto para mejorar el rendimiento y restaurar tierras degradadas como para mejorar el almacenamiento de carbono en suelos. Por su parte, las emisiones de metano provenientes de la fermentación entérica del ganado pueden reducirse mediante cambios en las prácticas de alimentación y uso de aditivos dietéticos y biodigestores para procesar deshechos y capturar metano. Este gas puede luego quemarse (generando potencialmente créditos de carbono, dado que las emisiones de la quema de metano son menos potentes que las del metano en sí mismo) o bien utilizarse para generar electricidad. En México y Uruguay ya existen proyectos de este tipo. Sin embargo, hay que mencionar que la efectividad y costo de las medidas de mitigación derivadas de este conjunto de prácticas agropecuarias así como su potencial para generar beneficios conjuntos varían según la zona climática y las condiciones socioeconómicas.

Cabe destacar que el sector agropecuario, al igual que el sector forestal que comentamos a continuación, no involucra grandes inversiones en infraestructura baja en carbono sino que su potencial de reducción de emisiones depende fundamentalmente de la implementación masiva de mejores prácticas de manejo de recursos.

## **g) Recursos forestales**

El potencial de mitigación asociado a los recursos forestales se centra en la reducción de las emisiones provenientes de la deforestación y degradación de los bosques (REDD) y, en menor medida, en las actividades relacionadas con la forestación y la reforestación. Pero además, los esfuerzos orientados hacia la conservación de bosques juegan un papel fundamental en la protección de ecosistemas y en la adaptación de las comunidades locales a los posibles cambios climáticos.

En particular, la conservación de bosques puede promover un desarrollo sostenible resistente al clima mediante la regulación de los flujos hidrológicos, la restauración de la fertilidad de las tierras, la reducción de la erosión, la protección de la biodiversidad y el aumento en el suministro de productos, tanto madereros como no madereros.

Según las estimaciones disponibles, el gran potencial de mitigación existente en este sector podría ser explotado a un costo relativamente bajo (el costo de evitar emisiones derivadas de la deforestación variaría de cero a 14 USD/tCO<sub>2</sub>, con un valor promedio de 2,51 USD/tCO<sub>2</sub>) y con una sinergia significativa con los objetivos de desarrollo sostenible. En este sentido, y considerando que las proyecciones de tasas futuras de deforestación permanecen altas en América del Sur y zonas tropicales, las actividades de mitigación en este sector deberían ser una de las principales prioridades para la región (De la Torre, Fajnzylber, & Nash, 2009).

En resumen, existen en América Latina oportunidades para implementar opciones bajas en carbono en el sector energético, agrícola-forestal y de residuos que traerían aparejadas notables beneficios de desarrollo y que contribuirían a la adaptación de los países de la región a las

consecuencias esperadas del cambio climático. Es decir que son inversiones bajas en emisiones que podrían realizarse “sin arrepentimiento” pues son absolutamente consistentes y sinérgicas con una estrategia de desarrollo sostenible de largo plazo.

## **C. Casos latinoamericanos sobre desarrollo de infraestructura urbana**

### **1. Caso de Estudio: Santiago de Chile**

En la mayoría de las grandes ciudades de la región han intentado abarcar simultáneamente dos fenómenos concurrentes: i) la ampliación de la capacidad para la movilidad de automóviles particulares, a través de la construcción de autopistas urbanas y expansión de calles y avenidas para albergar más cantidad de vehículos, y ii) la extensión, ampliación o mejora de los sistemas de transporte masivo como metros y urbanos, incluyendo la implementación de sistemas integrados de transporte masivo (Lupano & Sánchez, 2008). Tal fue el caso de Santiago de Chile, donde al mismo tiempo de inaugurar el sistema de transporte público, conocido como Transantiago, se iniciaba la explotación de las autopistas urbanas, constituyéndose así en un claro ejemplo de divergencia de políticas de movilidad urbana, al mezclar iniciativas contradictorias y divergentes que promocionan, al mismo tiempo, el transporte masivo y también incentivan el uso del automóvil. (Pérez Salas y Sánchez, 2010).

A principios de la década pasada se llevó a cabo en Santiago de Chile una reestructuración de sus sistemas de transporte urbano. Esta reestructuración, la más profunda y a la vez controvertida intervención realizada en el sistema de transporte urbano de Santiago de Chile, sucede a una serie de cambios que se venían gestando en el marco regulatorio de los servicios de autobuses, los que a su vez responden al fracaso del modelo de libre competencia que había operado hasta los ochenta. En este período de transición que va desde la libertad de los ochenta hasta el esquema planificado e integrado de la actualidad, se habían incorporado de manera incipiente algunas innovaciones en infraestructura especial para autobuses a través de sucesivos planes de transporte. En 2003 se le dio al Programa de Modernización del Transporte Público de Santiago el nombre de Transantiago y se estableció como meta mantener y aumentar la participación del transporte público en el sistema de movilidad de la ciudad. Al mismo tiempo, se buscó reducir externalidades, a través de la “implementación de una forma de movilización más segura, oportuna, informada y rápida, que se sustente financiera, social y ambientalmente y que contribuya a mejorar la calidad de vida en Santiago y aporte a la descontaminación”<sup>11</sup>.

Las políticas planteadas para estos efectos fueron:

- Reestructuración de la red de recorridos de buses y de su forma de operación (mediante el modelo troncal y alimentador),
- Sistema de pago automático y recaudación centralizada,
- Modernización de la estructura empresarial,
- Incorporación de nuevas formas de gestión,
- Construcción de una infraestructura especializada,
- Profesionalización y capacitación de los conductores,
- Comunicaciones y participación de diálogo ciudadano, y
- Reducción de los impactos ambientales del sistema de transporte.

<sup>11</sup> Información de Transantiago (folletos para Roas Show Europa, 2004).

Sin embargo, los resultados del Transantiago fueron irregulares. En un primer momento algunas zonas de la periferia quedaron sin cobertura de transporte público y la frecuencia de los servicios resultó insuficiente para el nivel de demanda, aunque posteriormente se mejoraron estos aspectos. Más allá de que parte de la infraestructura resultó inadecuada para el tipo de unidades en servicio (problemas con los radios de giro, tamaño de las calles, malas condiciones del pavimento, etc.), tal vez el principal problema que tuvo la implementación del Transantiago fue el aumento en el número de trasbordos. La nueva disposición de servicios obliga a los usuarios a un mayor número de trasbordos, que no fueron compensados con menores tiempo de viaje ni mayor comodidad.

Finalmente, en el siguiente cuadro se presenta una descripción de los supuestos adoptados para cada modo y respecto de tarifas, inversión y demanda, con la correspondiente justificación

**CUADRO 4  
RESUMEN DE CONDICIONES DE COMPARACIÓN**

Ítem	Modelación sin Transantiago	Modelación con Transantiago	Motivación o justificación
Buses	Conjunto de líneas de autobuses amarillos anteriores a Transantiago	Conjunto de líneas troncales y alimentadoras actualmente operativas en la ciudad.	El objetivo es precisamente ver el comportamiento del sistema con los distintos itinerarios de cada uno
Taxis colectivos	Los existentes antes de la puesta en marcha del plan	Actuales en la ciudad	Se asume que los taxis colectivos no experimentan mayor modificación producto de la implementación de Transantiago
Metro	Se consideran las extensiones de las líneas 1 y 5	Se consideran las extensiones de las líneas 1 y 5	Se asume que las inversiones en el metro tienen una dinámica propia e independiente de Transantiago
Nivel tarifario	Nivel de precios similares a los actuales	Operación actual del sistema	Se igualaron los niveles de precios para que los cambios entre ambas modelaciones no tengan relación con esto.
Integración tarifaria	No	Sí	Es una de las principales diferencias entre Transantiago y el sistema antiguo de autobuses amarillos.
Corredores de transporte público	Se consideran solo los existentes antes de la puesta en marcha del plan	Se consideran los corredores creados en los últimos años	Se asume que el conjunto de nuevos corredores está directamente ligado a la implementación de Transantiago y que, en su ausencia, no se hubieran creado.
Demanda	Viajes según último vector de generación y atracción para en 2010	Viajes según último vector de generación y atracción en 2010.	Se asume que las demandas son iguales de manera que la comparación muestre solamente las diferencias provenientes del cambio de sistema de transporte.

Fuente: CEPAL sobre la base de "Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010" Pardo, Vicente & Pedrosa, Mariano (2012).

La desmejora en la percepción del transporte público sumado al caos inicial, producto de no haber hecho una transición gradual entre el anterior sistema y el actual, no resultó un buen antídoto ante el crecimiento de la participación del automóvil particular en el transporte de la ciudad. Este aumento en la cantidad de automóviles en circulación generó mayor carga de las arterias y consecuentemente un empeoramiento del sistema de transporte público, que no contaba con suficientes carriles exclusivos.

Sin embargo, el nuevo sistema tuvo puntos positivos en la optimización de los servicios y en la reducción de emisiones, mediante la disminución de los servicios en horas de poca demanda. En el cuadro 5 que se presenta a continuación, se muestra la velocidad promedio de la red en los periodos de demanda alta (mañana) y fuera de punta antes y después de la implementación del Transantiago.

**CUADRO 5**  
**VELOCIDAD PROMEDIO DE LA RED, POR PERÍODO**

Velocidad	Sin Transantiago	Con Transantiago
Mañana	18,9	20,9
Fuera de horas punta	21,5	23,0

Fuente: CEPAL sobre la base de "Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010" Pardo, Vicente & Pedrosa, Mariano (2012)

Como se observa en el cuadro anterior, existen mejoras de un 10,6% en el período punta de la mañana y un 7% en el período fuera de punta con respecto a la velocidad de la red tras la implementación del Transantiago. Dichos cambios pueden provenir de diversos orígenes, donde la disminución de la flota de autobuses, el mejor ajuste de oferta a la demanda en período fuera de punta y la implementación de corredores de autobuses ser las principales causas.

A su vez, se pueden apreciar cambios relevantes entre los períodos punta de la mañana y fuera de punta que reflejan un comportamiento más racional de los operadores de los servicios, que contribuye a aminorar las externalidades negativas y que constituye una importante fuente de ahorro de recursos. En efecto, esta variación de oferta entre horas punta y fuera de horas punta, es una de las fuentes más importantes de beneficios de Transantiago.

A través de la modelización de las emisiones se pueden estimar los cambios a partir de la implementación de Transantiago, tal como se presenta en los cuadros 6 y 7 a continuación, que presentan las emisiones por tipo de vehículo sin y con Transantiago respectivamente.

**CUADRO 6**  
**EMISIONES POR TIPO DE VEHÍCULO (TON/AÑO), SITUACIÓN SIN TRANSANTIAGO 2010**

TIPO	MP10	MP2,5	NOx	HC	CO	CO <sub>2</sub>
Alquiler	35,0	19,0	483,9	202,3	3 098,5	578 257
Autobuses urbanos	158,9	132,0	4 383,8	774,6	1 250,9	919 668
Autobuses particulares	23,8	20,2	506,3	60,0	126,7	76 642
Comerciales	264,4	204,2	5 415,8	2 198,6	31 724,3	2 202 957
Motocicletas	3,2	1,7	44,0	2 243,4	6 884,1	41 707
Particulares	247,5	140,6	6 422,6	4 639,5	47 542,1	3 887 580
Taxis colectivos	16,8	9,5	319,8	135,1	1 887,6	312 444
Total	749,5	527,3	17 576,3	10 253,5	92 514,1	8 019 257

Fuente: CEPAL sobre la base de "Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010" Pardo, Vicente & Pedrosa, Mariano (2012).

**CUADRO 7**  
**VARIACIÓN PORCENTUAL DE EMISIONES POR TIPO DE VEHÍCULO**  
**ENTRE SITUACIÓN CON TRANSANTIAGO Y SIN TRANSANTIAGO, 2010**

TIPO	MP10	MP2,5	NOx	HC	CO	CO <sub>2</sub>
Alquiler	-9,9%	-9,9%	-9,7%	-21,1%	-12,3%	-8,2%
Autobuses urbanos	-18,3%	-16,9%	-14,7%	-50,2%	-19,4%	-29,7%
Autobuses particulares	-8,1%	-8,0%	-7,8%	-8,6%	-7,9%	-7,9%
Comerciales	-10,2%	-10,5%	-12,5%	-32,6%	-23,0%	-8,5%
Motocicletas	-9,3%	-9,3%	-12,3%	-9,2%	-133,2%	-9,9%
Particulares	-8,7%	-8,7%	-20,0%	-54,4%	-32,0%	-6,9%
Taxis colectivos	0,0%	-0,1%	-1,1%	-10,2%	-6,8%	-2,5%

Fuente: CEPAL sobre la base de "Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010" Pardo, Vicente & Pedrosa, Mariano (2012).

Por otra parte, es posible apreciar los resultados en la seguridad vial en relación a una disminución en el número de siniestros posterior a la implementación del Transantiago, tal como se presenta en el cuadro 8 a continuación.

Sin embargo, cabe aclarar que las inversiones para la implementación del Transantiago (sin equipamiento de buses) alcanzaron los 1.161 millones de dólares, mientras que las de las autopistas urbanas fueron de 1.870 millones de la misma moneda, y otros 1.400 millones se invirtieron en la ampliación del Metro. Es decir, un total de 2.560 millones se aplicaron al transporte masivo y 1.870 millones a las autopistas urbanas, totalizando 4.430 millones de dólares en inversiones. Tal nivel de inversiones, poco común en América Latina, verifica el concepto de convergencia-divergencia de las políticas urbanas de movilidad, ya que promueven la ampliación de la capacidad para el tránsito de automóviles al mismo tiempo que la extensión, ampliación o mejora de los sistemas de transporte masivo. Si bien cada una de ellas es válida desde un punto de vista parcial, es obvio que muestran una falta de una visión clara y consensuada, de largo plazo, integrada y sostenible, que provoca que ambas iniciativas se entorpezcan mutuamente y, a pesar de la enorme cantidad de inversiones realizadas, terminan agravando el problema que pretendían solucionar (Pérez-Salas y Sánchez, 2010).

El caso de Santiago de Chile muestra que persisten en la región políticas contradictorias que han sido caracterizadas como de convergencia y divergencia, ya que básicamente promueven la mejora y el uso de los —muchas veces renovados— sistemas de transporte masivo, al tiempo que proponen la ampliación de la capacidad para el tránsito de automóviles accediendo a ámbitos urbanos comunes con el transporte público. Ambas iniciativas terminan compitiendo por el espacio común, entorpeciéndose mutuamente (Pérez-Salas y Sánchez, 2010).

## 2. Caso de Estudio: Medellín

Desarrollado en 2005, el Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá (PMMVA) es un instrumento para la planificación estratégica e integrada de los diversos modos de transporte y del espacio público asociado. Este plan busca enmarcar la sostenibilidad ambiental del plan maestro de movilidad en el concepto de desarrollo sostenible, en el marco de las políticas ambientales, de hábitat y seguridad humana, de competitividad y de dotación de equipamientos previstas en los Planes de Ordenamiento Territorial y desarrollar una evaluación ambiental estratégica del plan en su integralidad.

En este plan maestro se aplica un enfoque integral que permite:

- Orientar la toma de decisiones de las instituciones de relacionadas con movilidad y espacio territorial,
- Estructurar un sistema racionalizado con énfasis en la integración modal e institucional,
- Priorizar las inversiones en la infraestructura de transportes, su espacio público y sus equipamientos colectivos,
- Realizar un proceso de planeamiento continuo e integral, y
- Garantizar una mejor calidad de vida y aumentar la competitividad de la Región Metropolitana del Valle de Aburrá.

Existen elementos que permiten asegurar que los criterios para asegurar la sostenibilidad en el largo plazo del PPMVA están en la línea con las recomendaciones para lograr mantener una adecuada participación modal de los distintos modos de transporte y existen definiciones para que el transporte público sea un servicio competitivo para los usuarios. Además los aspectos de transporte público están adecuadamente regulados, con objetivos y lineamientos de política claros, los que figuran en leyes y decretos.

Cabe destacar que el plan está pensado para mejorar la competitividad de la zona, con el enfoque de una mirada integral, que involucra personas y cargas, en una perspectiva multimodal. Por otra parte el plan está diseñado y modelado para un horizonte de mediano plazo, es decir, a 2020.

El manejo del Plan Maestro implica superar la visión sectorial del transporte, como tradicionalmente se maneja desde la lógica de administración pública. El Plan Maestro es una herramienta de desarrollo que puede generar integración espacial, competitividad territorial y productividad urbana, siendo un aspecto sobresaliente la preocupación por la sostenibilidad medioambiental, como parte de los objetivos, y el desarrollo de una evaluación ambiental estratégica.

Uno de los puntos fuertes de este plan está relacionado con la institucionalidad. La Constitución Política de Colombia permite la creación de las áreas metropolitanas como entes de carácter administrativo, “cuando dos o más municipios tengan relaciones económicas, sociales y físicas, que den al conjunto características propias de un área metropolitana, estas podrán organizarse bajo esta figura como entes administrativos”. Esto puede convertirse en una herramienta para optimizar la administración territorial. Las funciones de las áreas metropolitanas son:

- Programar y coordinar el desarrollo armónico e integrado del territorio respectivo.
- Racionalizar la prestación de los servicios públicos a cargo de quienes la integran y si es el caso prestar en común algunos de ellos y ejecutar obras de interés metropolitano. Así mismo, prevé la norma Constitucional que el área metropolitana podrá convertirse en distritos de acuerdo con las condiciones que exija la Ley.

Las áreas metropolitanas están dotadas de personalidad jurídica de derecho público, autonomía administrativa, patrimonio propio, autoridades y régimen especial. La jurisdicción y el domicilio del Área abarcan el territorio de los municipios que la conforman y sólo podrán ocuparse de la regulación de los hechos metropolitanos. En el presente caso, los municipios del Valle de Aburrá, a excepción del Municipio de Envigado, conforman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, quien es autoridad de transporte público de pasajeros Metropolitana.

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá es una instancia administrativa con reconocimiento y capacidades que ha podido consolidar en forma integrada entre municipios con tamaño y recursos heterogéneos, iniciativas y planes conjuntos, en los cuales se debe inscribir el Plan Maestro de Movilidad. El Área Metropolitana es una figura administrativa que tiene la capacidad institucional, legal y técnica para soportar la gestión necesaria para la implementación y ejecución del Plan Maestro de Movilidad, dado que cuenta con los instrumentos normativos, así como con la legitimidad social y capacidades técnicas.

Esta marco institucional de soporte, conforma la principal plataforma administrativa del Plan, que se complementa con las escalas nacional y municipal; cada una con diferentes instancias y actores (el Ministerio del Transporte y el Departamento Nacional de Planeación en el ámbito nacional, y las oficinas de planeación y de tránsito y transporte de cada municipio en el ámbito local).

Más allá de esta estructura administrativa que representa ventajas institucionales para la planificación, se han presentado algunos problemas. Por un lado, se dio una falta de reconocimiento del Área Metropolitana del Valle de Aburrá como un ente planificador más allá de ejecutor de obras de infraestructura física y de regulador de las acciones ambientales que tienen incidencia sobre la región. Por otra parte no se han articulado completamente todos los avances y estudios que diferentes instituciones han adelantado en temas urbanísticos, ambientales y de planeamiento. Por lo tanto, se identifica una falta de ajustes y revisión de las áreas metropolitanas y de la asociación entre municipios como mecanismos para enfrentar los nuevos desafíos del desarrollo. Es necesario entonces desarrollar procesos de adecuación de la institucionalidad y arreglos con diferentes actores y agentes para viabilizar los programas y proyectos.

## IV. Recomendaciones

### A. Políticas integradas y sostenibles

Al contrastar la marcada importancia que tiene la provisión eficiente de servicios de infraestructura para el desarrollo económico y social y la integración con la situación imperante en América Latina y el Caribe en la materia, el principal desafío de la región y los países que la conforman es alinear la concepción, el diseño, la ejecución y el seguimiento, la fiscalización y la evaluación de las políticas de infraestructura y servicios conexos con la maximización de sus efectos en relación al desarrollo. Es decir, que la región requiere una revisión de sus políticas para los servicios de infraestructura, y es recomendable que dicha revisión se incorpore de inmediato a la agenda del desarrollo en la región y sus países (CEPAL, 2010c).

Como se ha dicho anteriormente, este tipo de cuestiones no pueden resolverse dentro de una sola órbita, sino que la naturaleza interdisciplinaria y multisectorial propia de la sostenibilidad la vuelven una tarea que debe afrontarse de manera global e integral. Los ejemplos exitosos en la reducción de las emisiones dan cuenta de la importancia de la planificación global. Así, se logran mejoras en el transporte a través de la planificación urbana y de la vivienda, o se optimiza el consumo a través del tratamiento de los residuos.

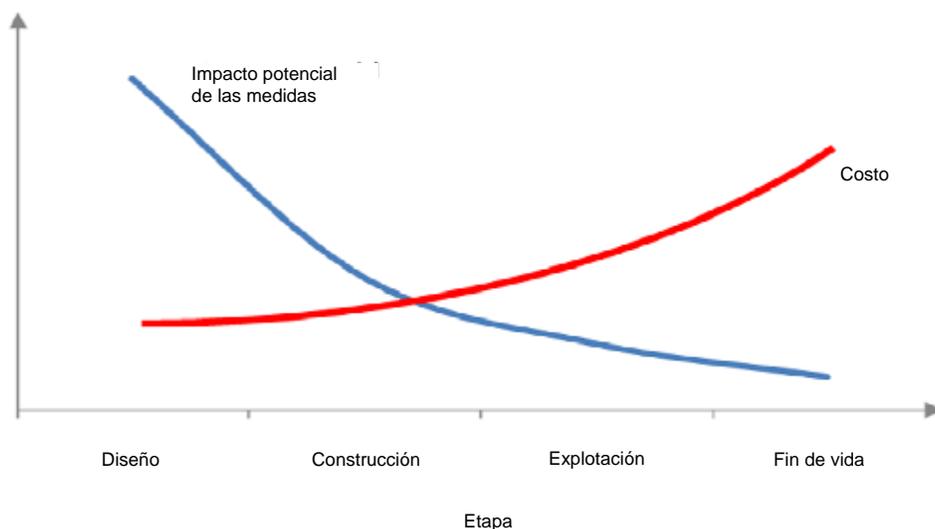
Es necesario un cambio de enfoque político para tomar real dimensión de la importancia y conveniencia de la puesta en práctica de un plan integral sostenible. Cuanto antes se comprenda esta inevitable interdependencia y se abandonen los planes puramente sectoriales introduciendo una planificación global, no sólo se ahorrarán recursos mediante la optimización de los gastos, sino que se verán más y mejores resultados. El esfuerzo por coordinar las instancias gubernamentales, tratando de unir ex-post partes de una política global que desde su origen fueron concebidas de manera singular y compartimentada, no necesariamente resulta al final en una política integrada y, sobre todo, coherente. El problema entonces, tiene que ver con la conceptualización desarticulada, originaria, de aquello que se pretende transformar en política pública. En cambio, cuando la política pública se diseña, desde su concepto originario, de manera integrada y sistémica por equipos supra sectoriales pero a su vez inclusivos de las diferentes miradas sectoriales, la coordinación resultante no será recomponedora de una unidad conceptual que nunca existió. Más bien, será la expresión de una gestión planificadamente integrada de los diferentes componentes de la política, que estará guiada siempre por la visión ordenadora del concepto integrado original (CEPAL, 2012a).

Un punto importante de este plan sostenible deben ser las políticas a desarrollar con relación a las infraestructuras. Debido a que las infraestructuras condicionan profundamente los patrones de

consumo de sus usuarios, la elección de cuáles se fabriquen y la forma en que éstas se diseñen condicionarán significativamente el consumo de energía así como el nivel de emisiones de carbono durante las próximas décadas (Li & Colomber, 2009).

En este sentido, los aspectos asociados a las emisiones de las infraestructuras deben abordarse lo antes posible en el proceso de decisión. Idealmente, deben informar a todas las etapas del desarrollo de una infraestructura, incluyendo las decisiones sobre el servicio de infraestructura a brindar, la selección del trazado espacial, los materiales a utilizar y las técnicas constructivas. Si las decisiones al inicio son incorrectas, las emisiones incrementan y el grado de esfuerzo como el costo requerido para lograr reducciones posteriores es mucho mayor (véase el diagrama 3).

### DIAGRAMA 3 CAPACIDAD PARA INFLUIR EN LAS EMISIONES A TRAVÉS DEL CICLO DE VIDA DE UNA INFRAESTRUCTURA



Fuente: Gabriel Pérez Salas, CEPAL sobre la base de Forum for the Future (2009)

En cuanto al seguimiento de planes, es fundamental la existencia de indicadores mensurables, simples y adecuados a los requerimientos, y de metas claras y vinculadas a las responsabilidades institucionales de cumplimiento.

Este plan debe seguir los lineamientos planteados en los capítulos anteriores, aplicando políticas para optimizar el sector energético y la planificación urbana, favoreciendo al transporte público y la comodalidad. Debe haber una alta concentración de sistemas urbanos que permitan reducir las distancias y por lo tanto la demanda de viajes. De esta manera se disminuirían las emisiones de CO<sub>2</sub> y el gasto de energía. La mayor densidad disminuiría el gasto energético al integrar de mejor manera la demanda de infraestructura urbana.

Estas políticas requieren de un activo papel del Estado en cuanto a la formulación de una política sistémica e integrada, desarrollando los instrumentos que sean necesario, además de la capacidad de fiscalización (enforcement) imprescindible del cumplimiento del marco regulatorio en que dicha política se exprese. Una adecuada normativa y un conjunto de regulaciones e incentivos, pueden motivar un cambio en la forma que los actores toman sus decisiones (CEPAL, 2012a).

## B. Uso de la infraestructura actual: optimización mediante la implementación de planes de uso sustentable

Para avanzar hacia una infraestructura sostenible y con bajo contenido de carbono se propone que la acción pública distinga entre la operación de infraestructura existente y planificación de nueva infraestructura. En el primer caso, el foco de la acción pública debiera concentrarse en la regulación técnica y económica de los servicios que utilizan la infraestructura existente. Mientras que en el segundo caso, la acción se debiera concentrar en la incorporación de criterios de sostenibilidad y bajo contenido de carbono en los nuevos diseños de obras.

Conscientes de que la infraestructura es un factor crítico para el crecimiento económico, la productividad y el desarrollo territorial equilibrado, y de la brecha de infraestructura existente en la región, resultaría imprudente no utilizar intensamente las obras existentes sólo por consideraciones ambientales tendientes a reducir las emisiones de carbono. Por el contrario, hacer un uso intensivo e inteligente de la dotación de infraestructura disponible resulta crucial. Lo que sí se debe hacer es reformular su utilización para potenciar el desarrollo sostenible.

Asimismo, es preciso considerar que las inversiones en infraestructura deben contemplar no solamente la expansión de la capacidad sino también su mantenimiento. En la situación actual, las malas políticas de conservación o mantenimiento suelen agravar los problemas derivados del uso intensivo o excesivo que se le da a la infraestructura existente.

Para ser sustentable, una política no debiese tener como primer objetivo la construcción de infraestructura adicional, sino la gestión de la infraestructura existente, tomando en consideración que existe una capacidad limitada para admitir nueva infraestructura –sobre todo en ciudades– y que la misma es más costosa. Esta gestión de la infraestructura debe incentivar a un mejor uso de la misma, lo cual en el caso de las infraestructuras de transporte incluye medidas como la implementación de vías exclusivas, la habilitación de corredores segregados para el transporte público, normativa sobre el tipo de vehículos que van a hacer uso de la misma, entre otras. También en este aspecto es fundamental contar con los recursos y las competencias necesarias para llevar a cabo esta gestión en forma coordinada y efectiva.

El primer objetivo entonces es tomar la infraestructura existente y analizar cuál es el uso que se le puede dar que la torne más eficiente y sustentable para el conjunto de la economía, intentando maximizar su complementariedad con los restantes actores involucrados. Para ello es necesario analizar cuál debe ser la normativa que se aplique sobre su uso y las políticas que pueden aplicarse para mejorar el funcionamiento de la misma. El segundo objetivo, no menos importante ni menos necesario, pero sí más costoso, es el de aumentar las inversiones en infraestructura nueva diseñada con estándares de sostenibilidad.

Dentro del campo de acción sobre el uso del stock de infraestructura actual se encuentran los incentivos que puede implantar el Estado para "guiar" la demanda a fin de generar equilibrios con un mayor beneficio social. Las emisiones pueden ser analizadas como externalidades negativas que los agentes imprimen sobre terceros, de ahí que el Estado deba intervenir para ajustar el comportamiento de estos agentes para beneficio de la sociedad. Así, se pueden llevar a cabo políticas fiscales que promuevan la reducción de emisiones a través de un desincentivo de las actividades que las generan sin grandes desembolsos de fondos en inversiones.

Los impuestos a los combustibles, por ejemplo, además de su fin recaudador, persiguen un objetivo ambiental vía reducción del consumo. Los impuestos a las fases de refinación y consumo de combustible o *downstream* (contrariamente a lo que sucede con los impuestos a la explotación o *upstream*) tienen a favor que tanto el impuesto como la actividad que lo genera se producen en el mismo país. Esto hace que exista un mayor interés por parte de quienes pueden aplicar el impuesto en las externalidades generadas por las emisiones. Los impuestos *upstream* se utilizan de forma casi exclusiva para extraer la renta y no tienen un impacto ambiental directo intencional. También los

impuestos *downstream* se utilizan principalmente para recaudar ingresos, pero al reducir el consumo disminuyen el impacto ambiental de los derivados de petróleo y gas.

Existen estudios (Graham & Glaister, 2002) que analizaron el comportamiento de la demanda ante los impuestos a los combustibles y han determinado que en un primer momento no se ven grandes cambios, pero sí a medida que transcurre el tiempo. Lo que surge es una elasticidad precio baja a corto plazo mientras que a largo plazo la elasticidad es mucho mayor: un aumento del 10% en el precio provoca una disminución de entre un 7,1% y un 8,4% en el consumo.

**CUADRO 8**  
**VALORES MEDIOS DE LA ELASTICIDAD PRECIO DEL CONSUMO DE NAFTA**

	Elasticidad precio a corto plazo	Elasticidad precio a largo plazo
Datos de series temporales	-0,27	-0,71
Datos de corte transversal	-0,28	-0,84

Fuente: CEPAL sobre la base de "Interacciones intergubernamentales entre los impuestos sobre el petróleo y el gas y la protección ambiental" Brosio, Giorgio (2013)

Según un estudio preciso de Sterner (2007), que compara, con una econometría adecuada, el consumo de combustibles en países con impuestos altos y bajos, el impacto de los impuestos a largo plazo es masivo, con implicaciones positivas para el medio ambiente. En otras palabras, sin los impuestos sobre el consumo de bienes específicos, el consumo de derivados del petróleo y el gas hubiera sido mucho mayor (Brosio, 2013).

Contrariamente, los subsidios al combustible (existentes en muchos países de la región) generan un sesgo negativo en la asignación de recursos en la economía. Por un lado, generan rentas que inducen a agentes a emplear recursos escasos para capturarlas. Por otro lado, aumentan artificialmente las tasas de retorno de los sectores intensivos en combustibles, en detrimento de otros sectores.

En suma, este tipo de subsidios aumenta las emisiones contaminantes al incentivar actividades intensivas en uso de combustibles. Así, por ejemplo, sesgan la demanda de transporte a favor de los vehículos individuales en detrimento del transporte público colectivo. Deben entonces realizarse esfuerzos para eliminar estos subsidios lo más pronto posible, como parte de un plan de utilización sustentable de la infraestructura actual.

## C. Fortalecimiento de la institucionalidad

Los procesos de gobernanza actuales de la región no están diseñados ni preparados para lidiar con los desafíos político-institucionales que impone la temática de la sostenibilidad a los estados democráticos. Es necesario poner especial énfasis en cómo debe ser la estructura de responsabilidades, dependencias, toma de decisiones y coordinación de la planificación, ya que dicha estructura todavía no existe.

Se observa en América Latina un divorcio entre las políticas de diseño y provisión de infraestructura y aquellas de operación y promoción del transporte. Tal disociación hace referencia a que, en la mayoría de los casos, la infraestructura es planificada en un ministerio, implementada por otro y la regulación de los servicios suele ser realizada por un tercero que no tuvo injerencia en su diseño (CEPAL, 2011a). Analizando en particular el funcionamiento urbano, dado que las ciudades son las principales fuentes de emisiones, se puede ver que las características actuales de las ciudades latinoamericanas –incluyendo su forma urbana y sus distintos mecanismos de gobernanza– han impedido que el desarrollo pueda abordarse de manera integral, ya que no existe un mayor nivel de coordinación.

En concreto, cada sector (infraestructuras, vivienda, salud) funciona de forma aislada, y los distintos mecanismos existentes para su coordinación, como debiesen ser los gobiernos locales, no

cuentan con la capacidad técnica, financiera y política para implementar articulaciones efectivas. Existe una ausencia de políticas coherentes de desarrollo urbano. Sumado a ello, por lo general los proyectos que se ejecutan en la ciudad y que forman parte del conjunto de capas que la componen, se diseñan, evalúan e implementan en función de las necesidades del mercado. Las ciudades evolucionan así hacia un área metropolitana difusa y dispersa que conlleva un funcionamiento ineficiente. La inclusión de todos los niveles de gobierno así como de los principales actores es crucial para evitar brechas políticas entre los planes de acción locales y los marcos políticos nacionales.

Para que la política necesaria sea integrada y sistémica, se requiere que la formulación de la política sea tarea de un equipo multi-sectorial integrado, aun cuando una vez implementada, podría requerir ser realizada por organismos diferentes. Se requiere, en consecuencia, repensar el ordenamiento institucional planificador actual (en donde cada ministerio tiene su propia instancia planificadora), debiendo existir una instancia o unidad planificadora supra sectorial, por sobre los ministerios sectoriales, que al mismo tiempo incluya integradamente los equipos técnicos de todos ellos, o al menos especialistas en “la mirada sectorial” correspondiente. Debe haber también “generalistas”, que traigan la mirada sistémica y global de la problemática a abordar, que sepan conjugar dinámicamente esas diferentes “miradas”, de modo de superar las visiones compartimentadas y los celos jurisdiccionales de cada institución sectorial (CEPAL, 2012a).

Para evitar solapamientos de metas y objetivos, así como la falta de coordinación entre programas, los gobiernos nacionales pueden y deben tomar el liderazgo de diseñar e implementar instrumentos de amplia transversalidad. A su vez, donde la autoridad esté descentralizada es necesario asegurar la disponibilidad de recursos financieros para diseñar e implementar políticas locales...

Por otro lado, debe aceptarse y promoverse la complementariedad de la inversión pública y la inversión privada en infraestructuras, estableciendo los mecanismos, normas y regulaciones necesarios para que ambas puedan complementarse (por ejemplo, promoviendo las asociaciones público-privadas). Pueden aplicarse incluso incentivos que promuevan cierto tipo de infraestructuras por sobre otras que impliquen mayores externalidades negativas tanto sociales como ambientales. Es importante en este punto, establecer reglas claras desde el comienzo, destacándose e incentivándose aquellos sectores estratégicos en los cuales prima la necesidad de inversión. Con esto lo que se busca es modificar la visión de una maximización del beneficio particular (con intereses individuales) hacia la maximización del beneficio social (donde prima el interés general).



## V. Conclusiones

Los países de la región tienen como principal objetivo el desarrollo económico y social. Dentro de ese objetivo principal (que incluye crecimiento económico, reducción de la pobreza, inclusión social, soluciones habitacionales y condiciones saludables, etc.) hay que enmarcar un segundo objetivo que es el de disminuir el impacto del crecimiento sobre el medio ambiente. Estos dos objetivos interactúan en un desarrollo sostenible el cual contempla los aspectos económicos, sociales, ambientales e institucionales.

La falta de planificación empuja por lo general a un funcionamiento poco sustentable de las infraestructuras, además de servicios ineficientes e inequitativos. Una adecuada planificación no puede circunscribirse únicamente a un ámbito de acción, sino muy por el contrario, dada la naturaleza interdisciplinaria y multisectorial propia de la sostenibilidad vuelven a la planificación una tarea que debe afrontarse de manera global e integral. Para que tal planificación pueda transformarse en cambios reales, es necesario poner especial énfasis en la institucionalidad de esta planificación y cómo debe ser la estructura de responsabilidades, dependencias, toma de decisiones y coordinación.

Existe en primer lugar la necesidad de un aumento en el stock de infraestructuras para solventar el crecimiento de los países de la región y en segundo lugar la necesidad de que las mismas contribuyan a la sostenibilidad a largo plazo. Los países en desarrollo en general y la región en particular deben concentrar esfuerzos en aumentar no sólo cuantitativa sino cualitativamente sus servicios de infraestructura a fin de lograr los objetivos de crecimiento, desarrollo y sostenibilidad. Las infraestructuras bajas en carbono son aquellas cuyo ciclo de vida representa el menor volumen de emisiones de todas las opciones posibles, por lo que no es la infraestructura por sí sola la que va a determinar el nivel emisiones de carbono sino la interacción y grado de complementariedad de los servicios que se prestan sobre ella.

Los aspectos asociados a las emisiones de las infraestructuras deben abordarse lo antes posible en el proceso de decisión. Idealmente, deben informar a todas las etapas del desarrollo de una infraestructura, incluyendo las decisiones sobre el servicio de infraestructura a brindar, la selección del trazado espacial, los materiales a utilizar y las técnicas constructivas. Si las decisiones al inicio son incorrectas, las emisiones incrementan y el grado de esfuerzo requerido para lograr reducciones posteriores es mucho mayor. Sin embargo, hacer un uso intensivo e inteligente de la dotación de infraestructura disponible actualmente resulta crucial, reformulando su utilización para potenciar el desarrollo sostenible.

Finalmente, se debe poner especial cuidado en la planificación global de las infraestructuras dentro del funcionamiento de las economías, basándose en una fuerte institucionalidad, con equipos interdisciplinarios y una fuerte decisión política.

## Bibliografía

- AIA (2010), “AIA Guide to Building Life Cycle Assessment in Practice”. Washington, DC, The American Institute of Architects.
- Blanco, Hernán (2011), “Metodología de evaluación de políticas públicas de vivienda y transporte urbano bajos en carbono”. Santiago de Chile, *Colección Documentos de Proyecto N° 452*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Brosio, Giorgio (2013), “Interacciones intergubernamentales entre los impuestos sobre el petróleo y el gas y la protección ambiental”. Santiago de Chile, *Serie Macroeconomía del desarrollo N° 128*, CEPAL, Naciones Unidas.
- BSI. (2008), “Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services”. Londres, British Standards Institution.
- Buhr, Walter (2003), “What is infrastructure?”, Siegen, *Discussion Paper No. 107-03*, Department of Economics, School of Economic Disciplines, University of Siegen.
- Cámara de Comercio de Bogotá (2010), “Observatorio de Movilidad de Bogotá N°5”, diciembre de 2009.
- Cámara de Comercio de Bogotá (2011), “Observatorio de Movilidad de Bogotá N°6”, diciembre de 2010.
- CEPAL (2009), “La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe” (LC/G.2474). Santiago de Chile, Publicación de las Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2010a) “Cambio climático: una perspectiva regional” (LC/L.3207). Santiago de Chile, Publicación de las Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2010b), “Hacia infraestructuras de transporte bajas en carbono”, *Boletín FAL N°286*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2010c), “La hora de la igualdad: brechas por cerrar, caminos por abrir” (LC/G.2432 (SES.33/3)), Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2011a), “Propiciando un cambio de paradigma en las políticas de transporte: integralidad, sostenibilidad y comodidad”, *Boletín FAL N° 304*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2011b), “Evolución de la participación del ferrocarril en el reparto modal del transporte”, *Boletín FAL N° 303*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2011c), “La perspectiva de género en el transporte de América Latina y el Caribe”, *Boletín FAL N° 301*, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2012a), “Institucionalidad, comodidad y servicios de transporte sostenibles”, *Boletín FAL N°316*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2012b), “Objetivos de Desarrollo del Milenio y su relación con el transporte”, *Boletín FAL N°308*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2013a), “El transporte, la pobreza y el avance hacia sociedades con bajas emisiones de carbono”, *Boletín FAL N° 318*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.

- \_\_\_\_\_ (2013b), “Los esquemas de ciclovías y la intermodalidad bicicletas y transportes públicos”, *Boletín FAL N° 317*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Chapman, Lee (2007), “Transport and climate change: a review”, *Journal of Transport Geography 15*, Birmingham.
- Chidiak, Martina & Gutman, Verónica (2011), “Desafíos e implicancias fiscales de la inversión en infraestructura baja en carbono”, *Serie Macroeconomía del desarrollo N° 115*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Chidiak, Martina & Tirpak, Dennis (2008), “Los desafíos de la tecnología para la mitigación: consideraciones para la formulación de políticas nacionales relativas al Cambio Climático”. *Hoja de Ruta de Bali: los temas clave en la negociación*, Nueva York, Publicación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Grupo Medio Ambiente y Energía, Naciones Unidas.
- Cipoletta Tomassian, Georgina (2011a), “Hacia la sostenibilidad en las políticas de infraestructura y transporte en América Latina: concepto, diagnóstico y recomendaciones”. Mimeo, *Documento del Proyecto SPA09001*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Cipoletta Tomassian, Georgina (2011b), “Políticas integradas y sostenibles de infraestructura, logística y movilidad”, En *Políticas integrales y sostenibilidad del transporte marítimo en Iberoamérica*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
- Cipoletta Tomassian, Georgina (2011), “Principios de políticas de infraestructura, logística y movilidad basadas en la integralidad y la sostenibilidad”, *Serie Recursos naturales e infraestructura N° 155*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Cipoletta Tomassian, Georgina, Pérez Salas, Gabriel & Sánchez, Ricardo (2010), “Políticas integradas de infraestructura, transporte y logística: experiencias internacionales y propuestas iniciales”. *Serie Recursos naturales e infraestructura N° 150*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Claro, Edmundo (2010), “Hacia infraestructuras de transporte bajas en carbono”, *Boletín FAL N° 286*, Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Comisión de las Comunidades Europeas (2006), “La logística del transporte de mercancías en Europa – La clave para la movilidad sostenible”, Bruselas, *COM (2006) 336*, Comisión Europea.
- Copenhage, C. d. (2009), “Copenhagen climate plan. The short version draft”. The Technical and Environmental Administration, City Hall. Ciudad de Estocolmo, Administración de Ambiente.
- De la Torre, Augusto, Fajnzylber, Pablo, & Nash, John (2009), “Desarrollo con menos carbono. Respuestas latinoamericanas al desafío del cambio climático”. Washington DC, *Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe N° 47604 v1*, Banco Mundial.
- DFID. (2009), “Eliminating World Poverty: Building our Common Future”. Londres, Department for International Development.
- Dai, Dan & Tang, Xiuying (2006), “Transitioning towards sustainable management of building materials in China”, Karlskrona, *Tesis de Master of Strategic Leadership towards Sustainability*, Blekinge Institute of Technology, Sweden.
- Doerr, Octavio (2011), “Políticas portuarias sostenibles”. En *Políticas integrales y sostenibilidad del transporte marítimo en Iberoamérica*. Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Edwards, Paul (2003), “Infrastructure and Modernity: Force, Time, and Social Organization in the History of Sociotechnical Systems”. En T.J. Misa, P. Brey y A. Feenberg (eds.), *Modernity and Technology*, Cambridge, MIT Press.
- Erazo, Raúl (2010), “Infraestructuras de transporte bajas en carbono: experiencias en América Latina”. *Boletín FAL N° 291*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Farías, Lorena (2012), “El transporte público urbano bajo en carbono en América Latina”. Santiago de Chile, *Colección Documentos de Proyecto N° 469*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Forum for the Future (2009), “Carbon Management Framework for Major Infrastructure Projects: e21C Project Report”, Londres, *Forum for the Future*.
- Fox, John & Collin, Henry (2010), “Carbon Measurement and Management for Transport Infrastructure”. Glasgow, Documento presentado en la conferencia “Sixth Annual Scottish Transport Applications & Research Conference”.
- Galindo, Luis (2009), “The Economics of Climate Change in Mexico”. México DF, SERMANAT.
- Galindo, Luis & Samaniego, José Luis (2010), “La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: algunos hechos estilizados”. *Revista de la CEPAL N° 100*, CEPAL, Naciones Unidas.
- García Alonso, Lorena & Sánchez, R. (2011), “El papel del transporte con relación a los ODM”. Santiago de Chile, *Serie Recursos naturales e infraestructura N° 160*, CEPAL, Naciones Unidas.

- Graham, Daniel & Glaister, Stephen (2002), “The demand for automobile fuel: a survey of elasticities”. *Journal of Transport Economics and Policy*, volumen 36, N°1.
- Holuigue, Cristina (2011), “Institucionalidad y transporte público urbano: Santiago de Chile y Medellín, Colombia”, *Colección Documentos de Proyecto N° 454* CEPAL, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- IEA. (2009), “CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion”. París, International Energy Agency.
- IPCC (2007), “Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jonsson, Daniel (2007), “Indirect energy associated with Swedish road transport”. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 7.
- Leal Erick, Pérez Salas Gabriel (2011), “Plataformas logísticas como elemento de competitividad y sostenibilidad”. Santiago de Chile, *Boletín FAL N° 302*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Li, Jun & Colombier, Michel (2009), “Sustainable urban infrastructure for long-term carbon emissions mitigation in China”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 6.
- Lucioni, Luis (2009), “La provisión de infraestructura en América Latina: tendencias, inversiones y financiamiento”. Santiago de Chile, *Serie Macroeconomía del desarrollo N°72*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Lupano, Jorge (2011), “Comodalidad: aproximación a un sistema de transporte integrado y sostenible” (draft), Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Lupano, Jorge (2012), “Infraestructura de transporte y contribución a la igualdad en América Latina y el Caribe” (draft), Santiago de Chile, CEPAL, Naciones Unidas.
- Lupano, Jorge, & Sánchez, Ricardo (2008), “Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte”. Santiago de Chile, *Colección Documentos de Proyecto N° 230*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Miliutenko, Sofiia (2010), “Literature review: Assessment of energy use and greenhouse gas emissions generated by transport infrastructure”. Estocolmo, Division of Environmental Strategies Research, Department of Urban Planning and Environment, School of Architecture and the Built Environment, Royal Institute of Technology.
- Nazif, José Ignacio, & Pérez Salas, Gabriel (2013), “Siniestralidad vial en América Latina y el Caribe: desempeño reciente y desafíos futuros”. Santiago de Chile, *Boletín FAL N° 322*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Nazif, José Ignacio (2011), “Discapacidad y movilidad: interacción de dos políticas públicas en fomento del desarrollo sostenible”. Santiago de Chile, *Boletín FAL N° 298*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Naciones Unidas (1987), “Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo”. Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2007), “Sustainable Infrastructure in Asia”, Bangkok, Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, Naciones Unidas.
- Ness, David (2007), “Smart, sufficient and sustainable infrastructure systems”. Bangkok, UN Expert Group Meeting (EGM) on Sustainable Infrastructure Development (SID).
- NZIER (2004), “Sustainable infrastructure: A policy framework”. Wellington, New Zealand Institute of Economic Research.
- Pardo, Vicente & Pedrosa, Mariano (2012), “Evaluación de las mejoras ambientales en el transporte público de Santiago, 2007-2010”. Santiago de Chile, *Colección Documentos de Proyecto N°470*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Pérez-Salas, Gabriel (2013), “Sistemas Inteligentes de transporte: oportunidades para una logística sostenible”. En *Las TICS y el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. Serie Seminarios y Conferencias*, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2011), “Servicios de infraestructura sostenibles y bajos en carbono, en Infraestructura y sostenibilidad en transporte”, Medellín, Universidad de Medellín.
- Pérez- Salas, Gabriel y Sánchez Ricardo (2010), “Convergencia y divergencia en las políticas de transporte y movilidad en América Latina: ausencia de co-modalismo urbano”. Santiago de Chile, *Boletín FAL N° 289*, CEPAL, Naciones Unidas.
- USI – Unidad de Servicios de Infraestructura (2010), “Diagnóstico sobre las restricciones al desarrollo y a una integración económica más profunda”, Santiago de Chile, *Boletín FAL N° 287*, CEPAL, Naciones Unidas.

- Park, Kwangho, Hwang, Yongwoo, Seo, Seongwon & Seo, Hyungjoon (2003), “Quantitative assessment of Environmental Impacts on Life Cycle of Highways”, *Journal of Construction Engineering and Management* 129.
- Perrotti, Daniel y Sánchez, Ricardo (2011), “La brecha de infraestructura como camino de oportunidades para el transporte sostenible”, Santiago de Chile, *Serie Recursos naturales e infraestructura N°154*, CEPAL, Naciones Unidas.
- \_\_\_\_\_ (2011b), “La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe”. Santiago de Chile, *Serie Recursos naturales e infraestructura N° 153*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Romero, Blanca (2003), “El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental”. Boletín IIE 3.
- Rozas, Patricio (2010), “América Latina: Problemas y desafíos en el financiamiento de la infraestructura”. Santiago de Chile, *Revista CEPAL 101*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Rozas, Patricio y Sánchez, Ricardo (2004), “Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual”. Santiago de Chile, *Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 75*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Rozas, Patricio, Bonifaz, José Luis y Guerra-García, Gustavo (2010), “El financiamiento de la infraestructura: Propuestas para el desarrollo sostenible”. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.
- SAIC (2006), “Life cycle assessment: principles and practice”. Contract No. 68-C02-067, Work Assignment 3-15, U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Scientific Applications International Corporation (SAIC).
- Samaniego, José Luis (2009), “Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe”. Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas.
- Sánchez, Ricardo (2008), “Redes Infraestructurales en América Latina”. En *América Latina e Caraibi: Infrastrutture e Integrazione*; Collana di Studi Latinoamericani - Economia e Società No. 2. Roma: Istituto Italo Latinoamericano.
- Sánchez, Ricardo (2011), “Los servicios de infraestructura de transporte en América Latina”. En *Políticas integrales y sostenibilidad del transporte marítimo en Iberoamérica*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.
- Schaffernicht, Martin (2012), “Aplicación del análisis de sistemas a las ciudades y al transporte público urbano”. Santiago de Chile, *Colección Documentos de Proyecto N° 451* CEPAL, Naciones Unidas.
- Scottish Government (2010), “Towards a Low Carbon Economy for Scotland: Discussion Paper”, Glasgow, The Scottish Government.
- Secretaría del Medio Ambiente del D.F. (2007), “Agenda ambiental de la Ciudad de México, 2007-2012”. Gobierno del Distrito Federal de México.
- Sentance, Andrew (2009), “Developing transport infrastructure for the Low Carbon Society”. Oxford, *Oxford Review of Economic Policy* 25.
- Stern, Thomas (2007), “Fuel taxes: an important instrument for climate policy”. *Energy Policy*, vol. 35.
- Torkington, Gabrielle, y Ulfvess, Verónica (2008), “Using greenhouse inventories and life cycle analysis to deliver meaningful environmental profiling for infrastructure: Case studies for learning”. Auckland, Proceedings of the 3rd International Conference on Sustainability Engineering and Science.
- Torres, Valeria (2011), “Revisión de experiencias internacionales en materia de servicios bajos en carbono en ciudades”. Santiago de Chile, *Colección Documentos de Proyecto N°453* CEPAL, Naciones Unidas.
- Torrizi, Gianpiero (2009), “Public infrastructure: definition, classification and measurement issues”. Universidad de Catania, DEMQ. Mimeo.
- Treolar, Graham, Love, Peter, y Crawford, Robert (2004), “Hybrid life-cycle inventory for road construction and use”. *Journal of Construction Engineering and Management* 130.
- WWF. (2010), “Reinventing the city: three prerequisites for greening urban infrastructures”. WWF International.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)

<http://www.cepal.org/transporte>