



ESTRATEGIAS DE DESARROLLO BAJO EN CARBONO EN MEGACIUDADES DE AMÉRICA LATINA

Joseluis Samaniego - Ricardo Jordán
Compiladores

María Teresa Ruiz-Tagle
Editora



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
española

Documento de proyecto

Estrategias de desarrollo bajo en carbono en megaciudades de América Latina

**Joseluis Samaniego
Ricardo Jordán
Compiladores**

**María Teresa Ruiz-Tagle
Editora**



Este documento fue editado y preparado por María Teresa Ruiz-Tagle, consultora de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco de las actividades del proyecto “Estrategias para la Sostenibilidad Ambiental: Cambio Climático y Energía” (SPA/13/003), perteneciente al Programa de Cooperación de la CEPAL y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) sobre la base de los estudios realizados por los consultores Jonathan Barton, Luis Cifuentes, Lorena Farías, Jordan Harris, Cristina Holuigue, Andrés Pica, Martín Rodríguez, Martín Schaffernicht, Julieta Schiro y Camila Zacharias.

Este documento y los estudios antes mencionados fueron coordinados por Joseluis Samaniego, Director de la División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos de la CEPAL, y Ricardo Jordán, Oficial de Asuntos Económicos de la misma División.

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

Índice

Resumen	7
I. Introducción.....	11
II. Ciudades y desarrollo sostenible bajo en carbono.....	13
A. Ciudades y cambio climático	13
B. América Latina y su desempeño energético	15
C. Importancia de las urbes en los países de América Latina	16
D. Criterios de selección de casos de estudio: Ciudad de México, Bogotá, Lima, Sao Paulo, Santiago, Buenos Aires	18
1. Ciudad de Bogotá	19
2. Ciudad de Buenos Aires	20
3. Ciudad de México	21
4. Ciudad de Lima.....	22
5. Ciudad de Santiago de Chile	23
III. Marco conceptual.....	25
A. Situación de la regulación ambiental en países menos desarrollados	25
B. Enfoques de regulación ambiental.....	26
1. Regulación ambiental formal	27
2. El nuevo paradigma y la regulación informal.....	29
C. Medidas regulatorias para lidiar con el cambio climático	35
D. Clasificación de medidas para mitigar y abatir el cambio climático.....	37
IV. Análisis de instrumentos y políticas de sustentabilidad urbana en América Latina a nivel sectorial	39
A. Agua y saneamiento	39
1. Descripción del sector	39
2. Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina	43
3. Conclusiones sector agua y saneamiento	52
4. Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables bajas en carbono para ciudades de países de América Latina	56
B. Transporte y movilidad.....	58
1. Descripción del sector	58
2. Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina	60

3.	Conclusiones sector transporte	72
4.	Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables bajas en carbono para ciudades de países de América Latina	72
C.	Edificación.....	78
1.	Descripción del sector	78
2.	Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina.....	82
3.	Conclusiones sector edificación	94
4.	Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables para países de América Latina y el Caribe	94
D.	Residuos sólidos urbanos.....	98
1.	Descripción del sector	98
2.	Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina.....	103
3.	Conclusiones sector residuos sólidos urbanos	115
4.	Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables para países de América Latina y el Caribe	117
V.	Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación al cambio climático	121
A.	Medidas de política fiscal existentes con beneficios o co-beneficios al cambio climático en ciudades de América Latina y el Caribe	122
B.	Análisis de alternativas de medidas fiscales, gasto público o instrumentos económicos, que apoyen procesos de mitigación y adaptación de cambio climático en ciudades de América Latina y el Caribe	126
1.	Política energética	127
2.	Mejoras al transporte urbano.....	129
3.	Control de emisiones contaminantes.....	129
4.	Impuestos	130
5.	Otros	130
VI.	Transporte urbano bajo en emisiones de GEI: un juego de planificación basado en un modelo de simulación.....	143
A.	Introducción	144
B.	La ciudad estilizada	145
1.	Las condiciones iniciales	145
2.	El desarrollo en el tiempo	148
C.	Decisiones y estructuras causales	150
1.	Las vías.....	150
2.	El transporte público	152
3.	Los modos	153
4.	Las distancias	155
5.	Relaciones importantes	155
D.	El juego	160
E.	Conclusiones	162
VII.	Conclusiones.....	163
A.	Conclusiones generales.....	163
B.	Conclusiones sectoriales	165
1.	Sector agua y saneamiento	165
2.	Sector transporte y movilidad	165
3.	Sector edificación	166
4.	Sector residuos sólidos urbanos	167
	Bibliografía	169

Anexo	179
Detalle de aspectos influyentes en la efectividad de las medidas analizadas	179
Índice de cuadros	
Cuadro II.1 Ciudades más pobladas de América Latina	16
Cuadro II.2 Antecedentes ciudad de Bogotá.....	19
Cuadro II.3 Antecedentes ciudad de Buenos Aires.....	20
Cuadro II.4 Antecedentes ciudad de México.....	21
Cuadro II.5 Antecedentes ciudad de Lima	22
Cuadro II.6 Antecedentes ciudad de Santiago de Chile.....	23
Cuadro III.1 Instrumentos de comando y control e instrumentos basados en incentivos	28
Cuadro III.2 Estrategia de divulgación de información.....	33
Cuadro IV.1 Rango de intensidad de uso de energía en la provisión de agua y saneamiento.....	40
Cuadro IV.2 Factores determinantes del consumo energético por etapa	40
Cuadro IV.3 Intensidad energética genérica según fuente de agua.....	41
Cuadro IV.4 Cobertura del servicio del grupo aguas en la RM, 2010 y 2011	44
Cuadro IV.5 Consumo de energía eléctrica por metro cúbico de agua.....	44
Cuadro IV.6 Costo de energía como proporción de OPEX - sector sanitario chileno	45
Cuadro IV.7 Consumo de combustible por el grupo aguas en RM, 2009 y 2010.....	45
Cuadro IV.8 Cobertura del servicio de SEDAPAL, 2010 y 2011.....	48
Cuadro IV.9 Costos de energía eléctrica como proporción de costos operacionales.....	49
Cuadro V.10 Medidas basadas en el manejo de la demanda	53
Cuadro IV.11 Factores que influyen sobre la calidad de los lodos	54
Cuadro IV.12 Medidas de adaptación y mitigación en el sector de agua y saneamiento y su categorización	57
Cuadro IV.13 Clasificación medios disponibles de transporte urbano de personas	58
Cuadro IV.14 Medidas y su categorización	74
Cuadro IV.15 Recomendación de medidas por tipo	77
Cuadro IV.16 Marco de referencia para edificios residenciales	80
Cuadro IV.17 Barreras para el mejoramiento de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe	95
Cuadro IV.18 Propuestas de medidas sectoriales.....	96
Cuadro IV.19 Producción de desechos per cápita para América Latina y el Caribe.....	99
Cuadro IV.20 Generación estimada de RSU en ciudades seleccionadas de América Latina y el Caribe, 2005	99
Cuadro IV.21 Propuestas y recomendaciones para el sector de residuos sólidos	118
Cuadro V.1 Plan de acción de mitigación o adaptación al cambio climático.....	122
Cuadro V.2 Medidas de política fiscal según ciudades	123
Cuadro V.3 Resumen de medidas aplicadas en las respectivas ciudades	125
Cuadro V.4 Recomendación de idoneidad del estudio del diseño de distintas medidas fiscales y de gasto público	131
Cuadro V.5 Explicación de las recomendaciones de distintas medidas fiscales y de gasto público.....	133
Cuadro V.6 Factores que afectan la efectividad de las medidas en las distintas ciudades.....	135
Cuadro V.7 Factores influyentes en la efectividad de las medidas analizadas	136
Cuadro V.8 Características de las ciudades.....	139
Cuadro V.9 Recomendación de las medidas para cada ciudad de estudio	140
Cuadro VI.1 Usos del suelo	146
Cuadro VI.2 Población por estrato económico y tasa de motorización	146
Cuadro VI.3 Preferencias modales iniciales	147
Cuadro VI.4 Kilómetros diarios según modo de transporte	147

Cuadro VI.5	Tipos de uso de suelo.....	150
Cuadro VI.6	Impactos de cambios de uso de suelo	151
Cuadro VI.7	Velocidades promedio normales	152
Cuadro VI.8	Costos de los buses	153
Cuadro A.1	Aspectos que afectan la efectividad de las medidas analizadas.....	180
Índice de gráficos		
Gráfico V.1	Estimación del uso de energía en el sector de tratamiento de aguas residuales en diferentes escenarios.....	55
Índice de recuadros		
Recuadro III.1	Curva de costo de abatimiento de emisiones de GEI	36
Índice de diagramas		
Diagrama III.1	Regulación ambiental.....	30
Diagrama IV.1	Factores que contribuyen a las emisiones de transporte	59
Diagrama IV.2	Instrumentos de transporte sustentable y su impacto en las emisiones de GEI	60
Diagrama VI.1	Ejemplo de diagrama causal.....	156
Diagrama VI.2	Incidencia en la atractividad relativa del transporte público	157
Diagrama VI.3	La corta duración de los efectos de una política.....	158
Diagrama VI.4	Incidencias en las emisiones	159
Índice de imágenes		
Imagen VI.1	La pantalla principal del simulador.....	160
Imagen VI.2	Gráficos y tablas para inspeccionar el comportamiento de las variables	161

Resumen

Aun cuando América Latina y el Caribe generan tan solo un 5% de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, los efectos del cambio climático pueden ser devastadores para la región. Entonces, el desafío de reducir dichas emisiones es importante y requiere determinar una estrategia de desarrollo sostenible bajo en carbono para la región, con acciones de mitigación y adaptación de carácter urgente.

A nivel global, las ciudades contienen a más del 50% de la población, consumen dos tercios del total de energía consumida, y concentran la industria y la infraestructura, entre otros, transformándolas en las principales responsables de emisiones de CO₂ (OECD, 2009). Por lo tanto, al momento de visualizar y definir una estrategia de desarrollo sostenible bajo en carbono, se hace necesario referirse de manera particular a las zonas urbanas. Dada la gran presencia de primacía en América Latina, esta situación nos lleva a concentrar nuestra atención en metrópolis de la región, muchas de las cuales corresponden a mega ciudades, o ciudades en vías de serlo.

Aunque es probable que las áreas urbanas sufran las amenazas y efectos más duros del cambio climático, la urbanización también ofrece oportunidades para desarrollar estrategias de mitigación y adaptación para enfrentar este fenómeno, en las que tanto ciudadanos, como empresas, y autoridades de centros urbanos, deberán desempeñar un rol fundamental.

Una gran parte de estas acciones de mitigación y adaptación tiene que estar relacionada con la infraestructura urbana, pues ella condiciona profundamente los patrones de consumo de los usuarios, y por lo tanto podrá repercutir de manera importante en la demanda de energía y emisiones de carbono de las próximas décadas. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar estrategias de sostenibilidad urbana eco-eficientes y bajas en carbono, que faciliten la prestación de servicios (transporte, agua, energía, entre otros), que apoyan el desarrollo social y económico, y que al mismo tiempo contribuyan a la reducción de gases de efecto invernadero (GEI).

En búsqueda del objetivo señalado, el presente estudio identifica medidas económicas, tecnológicas y de regulación específicas a la infraestructura urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático a nivel de mega metrópolis en América Latina. En particular, los sectores analizados son Agua y Saneamiento, Transporte y Movilidad, Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Edificación, todos sectores que constituyen fuentes emisoras importantes de GEI en las ciudades bajo estudio y, que a su vez, se encuentran impactados por los efectos propios del cambio climático. Este estudio además recopila y analiza el impacto ambiental de las políticas fiscales existentes (tanto directas como indirectas) en América Latina, y define recomendaciones de nuevas medidas, que tengan como

consecuencia una mitigación del cambio climático en las ciudades en estudio (Santiago, Ciudad de México, Buenos Aires, Lima, Bogotá y Sao Paulo), y que generen co-beneficios en otros ámbitos de la sociedad. Se espera que estas recomendaciones también puedan ser extendibles a otras metrópolis y ciudades de la región, siempre y cuando se consideren las características particulares de cada zona urbana. Adicionalmente, se presenta un ejercicio de planificación basado en un modelo de simulación en el sector de transporte urbano, que busca ejemplificar la dificultad para los tomadores de decisión al momento de intentar fomentar el uso de un modo de transporte por sobre otro, para reducir las emisiones de GEI del sector.

Una primera conclusión del estudio es que prácticamente no existen iniciativas de política fiscal o instrumentos económicos dirigidos específicamente a la mitigación y adaptación al cambio climático en Latinoamérica. De hecho, la mayor parte de las medidas que se aplican al momento del estudio en las ciudades bajo análisis, y que generan un co-beneficio en términos de mitigación de las emisiones de GEI, están dirigidas al control de la contaminación atmosférica local, a la eficiencia energética, al mejoramiento de los sistemas de transporte urbano o simplemente corresponden a medidas de carácter recaudatorio. A pesar de lo anterior, se evidencia que las ciudades en estudio han integrado el paradigma del desarrollo sustentable en sus agendas políticas, y que en general sí cuentan con Planes de Acción para la mitigación y adaptación del cambio climático a nivel nacional, y en algunos casos incluso a nivel metropolitano. Sin embargo, estos planes tienen grados de implementación diversos, y por lo tanto se espera que los niveles de implementación sean más ambiciosos y efectivos en un futuro próximo en la región.

El estudio también concluye que para obtener efectos más sustantivos respecto al cambio climático en los distintos sectores bajo estudio, es necesario un cambio de paradigma, que considere el tratamiento de cada uno de los sectores de manera integral en todos los segmentos, que incluya un análisis de ciclo de vida de los productos, que considere tanto la oferta como la demanda de los productos analizados, y que incluya a todos los grupos de interés involucrados; todo lo anterior, en un proceso flexible y capaz de responder a los cambiantes desafíos globales.

La inclusión de los consumidores finales, los hogares, es de vital importancia para alcanzar metas de reducción de GEI en los sectores mencionados. Por lo tanto, esquemas regulatorios que promuevan cambios culturales en los hábitos de las personas, y programas de sensibilización y educación de las comunidades respecto a los impactos del cambio climático, y respecto de las acciones que ellos pueden tomar para mitigar y abatir sus efectos, son altamente recomendadas para la región.

La construcción de curvas de costo de abatimiento y los *technological roadmaps* han mostrado ser herramientas sumamente útiles para identificar y priorizar las líneas de acción disponibles de reducción de emisiones para las empresas prestadoras de servicios, tanto en el corto como en el largo plazo. Sin embargo, en Latinoamérica existe una gran debilidad de información, particularmente relativa a estimaciones cuantitativas del impacto esperado en la reducción de GEI y sobre los efectos reales de las medidas en la reducción de GEI, dificultando recomendaciones basadas en información válida y homologable. En esta misma línea, otra condición esencial es que exista información disponible respecto a los impactos y desafíos del cambio climático para las empresas del sector, que sirva como marco de referencia dentro del cual las empresas enmarquen sus planes de inversión y de negocios, incorporando decisiones relativas a la adaptación al cambio climático. El rol del gobierno es fundamental en esta materia, puesto que el análisis del impacto potencial del cambio climático en un país está fuera de las posibilidades y de las responsabilidades de cualquier proveedor de servicios de infraestructura urbana. Asimismo, se plantea la necesidad de que sea el sector público el que asuma el liderazgo en lo referente al desarrollo de sistemas nacionales de certificación, puesto que la credibilidad de la información que contienen los certificados es crucial para garantizar su efectividad.

También se concluye que en la etapa de diseño de un plan de mitigación y adaptación, se debe tener presente que si bien ciertas recomendaciones de medidas pueden ser emuladas de un país a otro, con otras se debe tener una mayor precaución. Esto último no sólo debido a las diferencias en los costos sociales de las medidas, sino que también debido a la presencia de otros elementos tales como los distintos tipos de co-beneficios asociados y el nivel de factibilidad de implementación de las diversas soluciones a nivel administrativo, social, político y cultural, entre otros.

Finalmente, también se concluye que en América Latina existe una clara necesidad de diversificar las fuentes de financiamiento para responder a los desafíos del cambio climático en los sectores y ciudades bajo estudio. Además de los recursos estatales existentes, se han identificado dos áreas de desarrollo complementarias entre sí. Por un lado, la utilización de fondos fiscales, NAMAS y/o MDL, y por otro, medidas tendientes a desarrollar mercados, como es el caso del fomento a las empresas ESCOs.

I. Introducción

La coincidencia entre crecimiento económico y crecimiento de la población, un uso frecuentemente ineficiente tanto de recursos, como de energía, y altos niveles de emisiones, ha generado una serie creciente de externalidades negativas en la mayoría de las zonas urbanas de América Latina, destacando la contaminación atmosférica local y del agua, la congestión, y las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Aún cuando América Latina y el Caribe generan tan solo un 5% de los GEI del planeta, los efectos del cambio climático pueden ser devastadores para la región, puesto que Latinoamérica concentra la mayor reserva de tierras cultivables, el 25% de los bosques, grandes reservas de agua potable y alberga a más del 60% de las especies del planeta (SEMARNAT y PNUMA, 2006).

A nivel global, las ciudades contienen a más del 50% de la población, consumen dos tercios del total de energía consumida, y concentran la industria y la infraestructura, entre otros, transformándolas en las principales responsables de emisiones de CO₂ (OECD, 2009). Por lo tanto, al momento de pensar en una estrategia de desarrollo sostenible bajo en carbono, se hace necesario referirse de manera particular a las zonas urbanas. Dada la gran presencia de primacía en América Latina, esta situación nos lleva a concentrar nuestra atención en el análisis de metrópolis de la región, muchas de las cuales corresponden a mega ciudades, o ciudades en vías de serlo.

Parte de esta estrategia de desarrollo sostenible bajo en carbono, son las acciones que están relacionadas con la infraestructura urbana, pues ella condiciona profundamente los patrones de consumo de los usuarios, y por lo tanto tenderá a repercutir de manera importante en la demanda de energía y emisiones de carbono de las próximas décadas. Es por ello que es esencial analizar y evaluar la infraestructura urbana existente y hacer recomendaciones de política para que se facilite la prestación de servicios (transporte, agua, energía, residuos, entre otros), se apoye el desarrollo social y económico, y al mismo tiempo se contribuya a la reducción de GEI.

Si bien el cambio climático representa una amenaza para las zonas urbanas, la urbanización también ofrece variadas oportunidades para desarrollar estrategias de mitigación y adaptación con el fin de enfrentar el cambio climático. Es sabido que ni la mitigación ni la adaptación por separado pueden proteger al mundo de los impactos no deseados del cambio climático; por lo tanto, ambos conceptos deben ser parte de una misma estrategia de carácter global.

El Programa CEPAL-AECID tiene como objetivo perfeccionar las políticas y estrategias de desarrollo sostenible en los países de América Latina y el Caribe, orientadas a crecer para igualar e igualar para crecer. El componente ‘Estrategias para la sostenibilidad ambiental’ del Programa trienal se centra en el análisis y propuesta de medidas de distinto orden para la mitigación y adaptación al cambio climático y constituye el objetivo principal de esta investigación. En particular, este estudio busca distinguir entre medidas económicas, tecnológicas y de regulación específicas a la infraestructura urbana para la mitigación y adaptación al cambio climático a nivel de mega ciudades en América Latina. Lo anterior, con un claro enfoque de reducir las emisiones de GEI y de mejorar la eficiencia energética en la región. Para ello se evalúan los efectos ambientales que estas medidas han demostrado y las condiciones de éxito para la aplicación de iniciativas sectoriales sustentables en ciudades latinoamericanas. Con ello se formulan recomendaciones sectoriales para colaborar en la reducción de las emisiones de GEI y así contribuir a las metas de cambio climático acogidas por los distintos países de la región.

Los sectores analizados para América Latina son los siguientes: Agua y Saneamiento, Transporte y Movilidad, Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Edificación. Estos sectores constituyen fuentes emisoras importantes de GEI en las ciudades bajo estudio, los que a su vez también se encuentran directamente impactados por los efectos del cambio climático.

Por otro lado, este estudio recopila y analiza el impacto ambiental de las políticas fiscales existentes (tanto directas como indirectas) en Latinoamérica y define recomendaciones de nuevas medidas, que tengan como consecuencia una mitigación del cambio climático, particularmente en las mega ciudades o ciudades en vías de serlo, de Santiago, Ciudad de México, Buenos Aires, Lima, Bogotá y Sao Paulo, pero que también puedan ser extendibles a otras metrópolis y ciudades de la región. Adicionalmente, se analizan los posibles co-beneficios que estas medidas puedan generar a la sociedad, como por ejemplo respecto a una posible disminución de la contaminación local del aire, respecto a la restricción del tráfico vehicular, como impulsor del desarrollo económico y respecto a posibles mejoras en los servicios urbanos, entre otros; todos elementos que contribuyen a mejorar la calidad de vida en las zonas urbanas.

Así se procede a identificar y a analizar las medidas actualmente implementadas en diversas ciudades latinoamericanas: Ciudad de México, Bogotá, Santiago de Chile, Lima, Buenos Aires y Sao Paulo. De lo anterior, se desprenden lecciones y aprendizajes que permiten realizar recomendaciones de medidas para las demás mega metrópolis y ciudades de la región.

Adicionalmente, se presenta un ejercicio de planificación basado en un modelo de simulación en el sector de transporte urbano, que busca ejemplificar la dificultad para los tomadores de decisión al momento de intentar fomentar el uso de un modo de transporte por sobre otro, para reducir las emisiones de GEI del sector.

Los Capítulos II y III presentan el escenario contextual y marco conceptual en el que se enmarca este estudio, respectivamente. El Capítulo IV exhibe las estrategias de sostenibilidad urbana sectoriales implementadas en los casos de estudio de mega ciudades, o ciudades en vías de serlo, en América Latina. El Capítulo V analiza estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación al Cambio Climático en la región. El Capítulo VI presenta un juego de planificación basado en un modelo de simulación en el sector de transporte urbano, y el Capítulo VII presenta las conclusiones del estudio.

II. Ciudades y desarrollo sostenible bajo en carbono¹

A. Ciudades y cambio climático

La firma del protocolo de Kioto en 1997 fue, en términos generales, el primer gran paso para que los países enfocaran sus esfuerzos en reducir el consumo energético a nivel global, con el fin último de reducir el cambio climático. A través de este convenio marco sobre cambio climático de la ONU, se acordó reducir en un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012, fijando objetivos legalmente obligatorios. A partir de ese momento, los distintos países comenzaron a estructurar sus diversos planes, programas y proyectos, de manera coordinada, con el objeto de poder reducir su consumo energético y con ello sus emisiones de carbono.

Los países de la Unión Europea (UE) fijaron la carga y las metas de emisiones con fuerza vinculante. En tanto, EEUU (consumidor de alrededor del 25% de los combustibles fósiles), si bien apoyó el protocolo en sus inicios, se retiró del pacto en 2001, argumentando que su economía se vería afectada por el hecho de que sólo los países industrializados habían firmado el protocolo, excluyendo a grandes emisores como China e India. Lo mismo arguyó Canadá, al retirarse del pacto en 2011.

Al observar el consumo energético a nivel global –medido a través del índice de Intensidad Energética²–, se visualiza que si bien algunos países o grupos de países han podido limitar su demanda de energía a partir de la firma del tratado de Kioto, en otros no ha sucedido lo mismo. Ciertamente, y a modo de ejemplo, en los países de la Unión Europea la demanda ha aumentado sólo en un 2% entre 1990 y el 2009. No obstante en China o en los países del resto del mundo, la demanda energética ha aumentado a una velocidad mucho mayor (IEA World Energy Outlook, 2010), teniendo como consecuencia un incremento de la demanda energética a nivel global.

¹ Capítulo basado en Ruiz-Tagle, M. (2013). “Análisis de estrategias sostenibilidad urbana en América Latina”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

² Se define como el consumo de energía que se requiere para producir una unidad de producto.

Con el fin de contrarrestar tales aumentos, y de cumplir con los propios acuerdos firmados, diversos países o grupos de países están desarrollando ajustes en sus políticas. A modo de ejemplo, en el caso de la demanda energética de la UE-27, distintos estudios muestran que a pesar de los esfuerzos realizados no será posible cumplir con dichas metas, ante lo cual estos países han elaborado un nuevo conjunto de políticas que busca realizar los ajustes necesarios para cumplir con los acuerdos comprometidos (European Commission, 2011a).

Aún cuando América Latina y el Caribe generan tan solo un 5% de los gases de efecto invernadero del planeta, los efectos del cambio climático pueden ser devastadores para la región, puesto que Latinoamérica concentra la mayor reserva de tierras cultivables, el 25% de los bosques, grandes reservas de agua potable y alberga a más del 60% de las especies del planeta (SEMARNAT y PNUMA, 2006).

Las zonas urbanas son las principales responsables de las emisiones de GEI, puesto que contienen a más del 50% de la población, concentran la actividad económica de los países y son consumidoras de dos tercios del total de energía consumida a nivel global (OECD, 2009). Además, si consideramos las actuales tasas de crecimiento de la población de las zonas urbanas en la región, podemos ratificar la creciente importancia de las ciudades respecto al cambio climático. Así también, las áreas urbanas que están creciendo más rápidamente son también aquellas que cuentan con menos recursos para enfrentar los desafíos del cambio climático. De hecho, estas zonas a menudo presentan altos déficits de gobernabilidad, infraestructura e igualdad social y económica.

Es así como el diseño y el uso del entorno edificado representan aspectos fundamentales para la mitigación del cambio climático puesto que, en la mayoría de los países, el sector de la construcción consume aproximadamente un tercio del total de energía utilizada. Las infraestructuras urbanas, concretamente las redes de energía (electricidad y gas), y los sistemas de agua y de saneamiento, también son fundamentales en las trayectorias actuales y futuras de las emisiones de GEI. Así mismo, el tipo de suministro de energía, la intensidad de uso y de carbono en los servicios de agua, saneamiento, residuos y transporte, y la liberación de metano procedente de vertederos son componentes significativos de las emisiones de GEI a escala urbana (UN-HABITAT, 2011).

Con el aumento de la urbanización, lograr un mejor entendimiento de los impactos del cambio climático sobre el medio urbano será un aspecto cada vez más relevante, puesto que el cambio climático presenta desafíos únicos para las áreas urbanas y para su creciente población. Los riesgos que amenazan a las zonas urbanas corresponden a la probabilidad de episodios de calor extremo, sequías, ciclones tropicales, aumento de los niveles promedio del mar, etc. A parte de los riesgos físicos que entraña el cambio climático, algunas ciudades recibirán repercusiones directas sobre su infraestructura física, y se enfrentarán con dificultades a la hora de proporcionar servicios básicos a sus habitantes. Estos cambios afectarán la infraestructura, gestión y suministro de agua y el sistema de alcantarillado³. También afectarán la red de edificios residenciales y comerciales, el sistema de transporte, los bienes y servicios del ecosistema, el suministro de energía⁴ y la producción industrial, entre otros, todo lo cual finalmente repercute en el nivel de bienestar y en los medios de sustento de los habitantes de las ciudades.

Junto con las amenazas del cambio climático también surgen una serie de oportunidades que igualmente llaman la atención. A pesar de que muy probablemente las áreas urbanas, con sus altos niveles de concentración demográfica, industrias e infraestructuras, sufran los efectos más duros del cambio climático, las ciudades, como centros de diversas innovaciones, y con sus respectivos patrones de desarrollo urbano, también ofrecerán muchas oportunidades para desarrollar estrategias cohesivas de mitigación y adaptación para enfrentar el cambio climático y así mejorar la sostenibilidad. De hecho,

³ El cambio en los regímenes pluviales y la variabilidad en las temperaturas presentan tanto un desafío a la infraestructura del sector de agua y saneamiento, como a la gestión del recurso hídrico.

⁴ Es probable que el cambio climático repercute tanto en la demanda de energía como en el suministro de energía.

los centros urbanos podrán adaptarse al cambio climático, pero también es posible que los centros urbanos mitiguen las fuerzas de origen humano que lo están produciendo. Por otro lado, también se presenta la oportunidad para generar políticas que permitan incrementar la autonomía energética y generar ahorros que le permitan a las ciudades y a los países desviar recursos a otras esferas del desarrollo humano.

El paradigma del desarrollo sustentable, en cuyo marco se adoptan las medidas específicas frente al cambio climático, ha comenzado a integrarse en la agenda política de los países de América Latina. Sin embargo, el diseño e implementación de políticas públicas para responder a los impactos del cambio climático se encuentran hoy acotados por las dificultades estructurales propias de la región, entre los que destaca el nivel de pobreza, una acelerada tasa de urbanización, insuficiente infraestructura básica para el acceso al agua potable y al alcantarillado, inestabilidad económica y excesiva deuda pública, y carencia de desarrollo institucional, entre otras.

Una gran parte de estas acciones de mitigación y adaptación tiene que estar relacionada con la infraestructura urbana, pues ella condiciona profundamente los patrones de consumo de los usuarios, y por lo tanto tenderá a repercutir de manera importante en la demanda de energía y emisiones de carbono de las próximas décadas. Es por ello que es esencial analizar y evaluar la infraestructura urbana existente y hacer recomendaciones de política para que se facilite la prestación de servicios (transporte, agua, energía, residuos, entre otros), se apoye el desarrollo social y económico, y al mismo tiempo se contribuya a la reducción de GEI.

De hecho, una característica propia de los procesos regulatorios es la existencia de conflictos (o trade-offs) entre los distintos objetivos a perseguir (eficiencia productiva, eficiencia asignativa, sustentabilidad, equidad, etc.). Para poder seleccionar instrumentos o políticas “óptimas” es necesario priorizar o poner pesos relativos a dichos objetivos. Estos pesos relativos pueden variar entre países, ciudades, sectores y también a través del tiempo. Es así como la incorporación del fenómeno del cambio climático en la regulación puede interpretarse como un cambio en los pesos relativos asignados a los diferentes objetivos, o incluso como una nueva situación de compromiso entre condiciones ambientales locales y globales y de equidad intertemporal. De esta manera, el cambio climático se presenta como un desafío adicional en el proceso regulatorio.

La implementación de estrategias de desarrollo sustentable bajo en carbono, debe estar contextualizada en los sistemas culturales e institucionales particulares de cada ciudad, de modo de asegurar la obtención de los resultados esperados. De otra forma se corre el riesgo de producir efectos no deseados respecto de la reducción de emisiones o bien en otros aspectos como reducción de movilidad, aumento de otros tipos de contaminación u otros efectos que podrían afectar la calidad de vida de los ciudadanos.

Las ciudades desempeñan un papel vital en la implementación y logro de los compromisos adquiridos por los países dentro del marco internacional sobre el cambio climático. Así mismo, se espera que las ciudades puedan obtener beneficios de las oportunidades creadas por este marco para dar respuestas locales al cambio climático. (UN-HABITAT, 2011).

B. América Latina y su desempeño energético

En América Latina, la generación de medidas para disminuir la demanda y consumo energético se encuentra en una etapa inicial. La mayor parte de los países de la región, aún no ha internalizado las necesidades de dichas medidas, ni tampoco las oportunidades que una mayor eficiencia energética pueden brindar.

Si se observa el desempeño actual y tendencial de la región latinoamericana en relación a su consumo de energía –medido con el índice de intensidad energética⁵–, se visualiza que, independientemente de su participación en el consumo energético global, mientras la mayoría de los países a nivel mundial han disminuido su intensidad energética, implicando una reducción global de la intensidad energética, en Latino América y el Caribe (LAC) ha tendido a mantenerse estable entre 1990 y 2010 (Enerdata, 2012). Particularmente en el caso de México, Brasil, Bolivia y Uruguay⁶, la disminución ha sido muy baja en relación al resto de los países.

Lo anterior da muestra de que la región no ha logrado los avances necesarios, en términos de eficiencia energética (EE), que le permitan reducir sus niveles de emisiones de GEI. Este estancamiento de la intensidad energética en la región probablemente está relacionado con la debilidad o falta de prioridad de las políticas de eficiencia energética en los países miembros, con una estructura de precios relativos que no favorece reducciones en la intensidad energética y/o con un mayor nivel de consumo energético dado por el sector transporte, entre otros factores. Entonces, nos encontramos frente a una región donde si bien su participación en el consumo energético global es de tan solo 5% al 2009 (versus 14%, 17% y 18% de la UE-, China y EE.UU., respectivamente) (European Commission, 2012), sus emisiones regionales de GEI por cada millón de dólares de PIB han sido mayores que las de los países de la OCDE al 2005, pero aún menores que el promedio mundial⁷ (PNUMA-CEPAL, 2010).

C. Importancia de las urbes en los países de América Latina

La región de LAC es y será una de las regiones más urbanizadas del mundo, y ya representa la región más urbanizada del mundo en desarrollo. En el año 2009 la región contaba con un 79% de urbanización y para el 2025 se estima que aumente al 84%, convirtiéndose así en la región más urbanizada del mundo después de Norteamérica.

Los elevados índices de urbanización han derivado en el desarrollo de altas concentraciones urbanas, muchas de las cuales se configuran en grandes extensiones de áreas metropolitanas, las que además tienden a concentrar el Producto Interno Bruto (PIB) a nivel nacional.

CUADRO II.1
CIUDADES MÁS POBLADAS DE AMÉRICA LATINA

País	Ciudad	Total población ciudad (en millones)	Porcentaje de la población total
Brasil	São Paulo	21,2	10,4
México	Ciudad de México	19,9	19,1
Argentina	Buenos Aires	12,9	31,8
Brasil	Rio de Janeiro	12,5	6,1
Colombia	Bogotá-Cundinamarca	9,8	15,7
Perú	Lima	9	30,4
Chile	Santiago	5,7	41,1
Venezuela (República Bolivariana de)	Caracas	3,2	13,4
Bolivia (Estado Plurinacional de)	La Paz	2,8	18,4

Fuente: elaboración propia a partir de América Economía Intelligence, 2009

⁵ Índice de Intensidad Energética: relación entre consumo de energía y Producto Interno Bruto –PIB.

⁶ Ciertos países de Latinoamérica y el Caribe no han entregado información al respecto, entre los cuales se encuentra Chile, Ecuador y Venezuela.

⁷ Incluye cambio de uso del suelo.

El desarrollo urbano en América Latina está caracterizado por un alto grado de primacía urbana, con un quinto de los residentes urbanos viviendo en ciudades de más de cinco millones de personas (UN-HABITAT, 2008). Esta dominancia de la primacía se debe a una herencia histórica, donde una ciudad ha tendido a concentrar la importancia política y económica, como resultado del proceso de colonización. Tal tendencia ha sido reforzada por los procesos migratorios del siglo XX, creándose una serie de mega-ciudades⁸.

A pesar del dominio de las mega-ciudades en América Latina, la tendencia actual es hacia el crecimiento de las ciudades de tamaño mediano o pequeñas. Cerca de un 40% de la población urbana de la región vive en ciudades de tamaño intermedio (entre 100.000 y 500.000 habitantes) y su importancia económica sigue creciendo. Esta tendencia puede reflejar un posible proceso de descentralización, pero también un proceso de crecimiento suburbano y de una creciente importancia de centros secundarios en las cercanías de las mega-ciudades, lo que apunta a un mayor equilibrio en el sistema de ciudades de los países. A pesar de lo anterior, América Latina todavía se caracteriza por la importancia de las áreas rurales. Sin embargo, estas se han ido especializando e integrando a las cadenas productivas y así su relación con las ciudades dominantes.

Las principales megaciudades de la región son también los centros económicos y políticos de mayor importancia en sus respectivos países. Ejemplos de ello son Buenos Aires, Santiago, Sao Paulo y Ciudad de México, que además tienen los niveles más altos de conectividad, lo que lleva a clasificarlas como ciudades globales. Cerca de un 50% de la actividad económica se concentra en las ciudades de Lima y Santiago. En tanto en Buenos Aires y Bogotá alcanza a un 25%. Por razones históricas la situación es un poco diferente en Brasil y México, donde el país es más descentralizado debido a la dispersión de la actividad industrial y debido a la existencia de ciudades de entrada y de salida de bienes. A pesar de lo anterior, el D.F. en México sigue concentrando más del 50% de los flujos de Inversión Extranjera Directa (FDI por su sigla en inglés). Otro factor importante ha sido la creciente importancia de los servicios y de industrias creativas en ciudades principales y/o globalizadas, como Ciudad de México, Santiago y Sao Paulo, lo que ha ayudado a desarrollar vínculos con cadenas de producción globalizadas.

La economía informal sigue siendo muy alta en las ciudades metropolitanas de América Latina (se considera que entre un 1/3 y un 1/2 del mercado laboral es todavía informal). Este sector se caracteriza por carecer de protección social y legal y por bajos niveles de sueldos, lo que se transforma en un importante desafío, particularmente para ciudades metropolitanas de bajos ingresos, como por ejemplo Lima (ECLAC UN, 2010).

El cambio demográfico en América Latina también está desafiando a las sociedades de la región, puesto que el cambio en la estructura etaria está produciendo una dependencia creciente.

Respecto a las formas que han ido tomando las distintas urbanizaciones en América Latina, se observa que la mayor parte de las ciudades latinoamericanas tiene ciertas problemáticas comunes:

- Un crecimiento urbano desarticulado en la periferia de las ciudades
- Altos índices de segregación socio espacial
- Ciudades con un desarrollo monocéntrico
- Ausencia de políticas claras y eficientes de desarrollo urbano que permitan un desarrollo integral

A pesar de que las ciudades metropolitanas en América Latina presentan problemas y desafíos similares, la intensidad de ciertos aspectos relacionados a la sustentabilidad ambiental, y el grado de respuesta a los desafíos del cambio climático, cambian de una ciudad a otra.

⁸ Ciudades con más de 10 millones de habitantes.

D. Criterios de selección de casos de estudio: Ciudad de México, Bogotá, Lima, Sao Paulo, Santiago, Buenos Aires⁹

La selección de casos para este estudio, se concentra en ciudades latinoamericanas que ya son consideradas mega ciudades o lo serán próximamente. Según las Naciones Unidas, se espera tener las siguientes 9 ciudades metropolitanas (más de 5 millones de habitantes) al año 2015: Ciudad de México, Sao Paulo, Buenos Aires, Río de Janeiro, Bogotá, Lima, Santiago de Chile, Belo Horizonte y Ciudad de Guatemala. Debido a una restricción pragmática, el número de casos fue limitado a un máximo de 6 ciudades metropolitanas. Los siguientes criterios fueron definidos para su selección, con el propósito de seleccionar casos de estudio de manera de representar las distintas condiciones:

- a) Condiciones socio-económicas
- b) Nivel tecnológico
- c) Características estructurales y contexto ambiental local
- d) Marco de un sistema de planificación urbana

De acuerdo a estos criterios y a la disponibilidad de información, se seleccionaron las siguientes ciudades metropolitanas: Ciudad de México, Sao Paulo, Buenos Aires, Lima, Santiago de Chile, y Bogotá.

Todas estas ciudades representan el centro dominante en sus respectivos países. Muestran niveles de ingreso per cápita muy distintos, y diversos modelos de gobernanza urbana. La estructura del uso de la tierra y el impacto en la demanda por transporte urbano varían, así como las condiciones geomorfológicas, clima y riesgos de vulnerabilidad ambiental. La mayoría de estas grandes ciudades en Latinoamérica se caracterizan por la segregación socio-económica, lo que da cuenta de importantes diferencias de vulnerabilidad en distintas áreas de las ciudades. Además, algunos de los casos seleccionados dan muestra de un importante crecimiento en términos de la ocupación del suelo, típicamente cambiando el uso de suelos de las zonas peri-urbanas. Los problemas de la infraestructura de transporte son de particular interés, y existen destacadas iniciativas para reformar los sistemas de transporte público.

A continuación se presenta una caracterización de los antecedentes de cada una de las ciudades seleccionadas para este estudio.

⁹ Basado en “Regional Panorama, Latin America, Megacities and Sustainability”, ECLAC UN (2010).

1. Ciudad de Bogotá

CUADRO II.2

ANTECEDENTES CIUDAD DE BOGOTÁ

Reseña	<p>Bogotá, fundada en 1538, es eminentemente urbana, la ciudad más extensa del país y sede del Gobierno de Colombia. Se encuentra ubicada en el centro del territorio nacional, sobre una extensa planicie en la Cordillera de los Andes, a 2.630 m s.n.m, conteniendo un área de 1.587 km². El clima es frío de alta montaña, con temperatura promedio de 14 °C.</p> <p>Bogotá se subdivide en 4 grandes zonas, las que se diferencian por sus distintos usos de suelo. La Zona central concentra las dependencias político-administrativas del país. En la Zona norte se desarrolla la actividad financiera y se encuentran los principales museos, iglesias y edificaciones de interés cultural. La Zona sur concentra al sector obrero e industrial. En la Zona occidental se ubican las grandes industrias, parques e instalaciones deportivas y el aeropuerto internacional El Dorado.</p>
Demografía	<p>Bogotá es altamente poblada y concentra el 20% de la población total del país (9,8 millones de habitantes), siendo la quinta ciudad con la mayor población entre las ciudades latinoamericanas. Además, con sus 518 km² de superficie urbana y suburbana, Bogotá es la ciudad más densamente poblada de Latinoamérica (19.000 hab./km²).</p> <p>Bogotá, centro económico del país, basa sus actividades en la industria, el comercio y en servicios financieros y empresariales. También destaca la producción de vehículos, maquinaria, equipos, imprentas, químicos, alimentos, bebidas, tabaco, textiles y maderas. El Producto Interno Bruto (PIB) de Bogotá alcanzó los MMUS\$ 100.000 en 2009, superando el PIB de países como Ecuador y Uruguay.</p> <p>Las exportaciones se especializan en bienes de consumo (flores [22%] y sustancias y productos químicos [14%]). En tanto, importa mayoritariamente bienes de capital, seguidos por bienes intermedios y de consumo.</p> <p>Durante los últimos 5 años, los indicadores laborales han tenido una tendencia a la mejoría, tanto en Bogotá como en Colombia en general, (con excepción de la tasa de subempleo).</p> <p>A pesar de que Colombia es parte de la CMNUCC³, no está incluido en el Anexo 1, lo que significa que aún no posee metas obligatorias para reducir los gases efecto invernadero que emite.</p>
Organización Político-Administrativa	<p>Bogotá se organiza en 15 entidades distritales, entre las que se encuentran las secretarías General, Gobierno -con sus 20 localidades, Hacienda, Planeación, Desarrollo Económico, Educación, Salud, Integración Social, Cultura Recreación y Deportes, Ambiente, Movilidad y Hábitat.</p> <p>La Secretaría Distrital del Medio Ambiente (SDMA) es el ente regulador de las temáticas ambientales de Bogotá, y depende de la entidad Sector Ambiente. La SDMA estipula las políticas y normativas correspondientes al cuidado y preservación del medio ambiente, y ha emitido un Plan de Gestión Ambiental que permite enfocar la ciudad como un ecosistema en evolución, el cual requiere ser preservado y cuidado de modo tal que no se alteren los órdenes biológicos y ambientales existentes.</p>
Competencias Ambientales	<p>A nivel nacional también existen otras entidades encargadas del medio ambiente como es el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia, con sede en Bogotá, el cual fue creado mediante la Ley 99 de 1993. Este organismo se encarga de la gestión del ambiente y recursos naturales renovables, y de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio.</p> <p>Por otro lado, el Ministerio de Minas y Energía vela por el uso eficiente y racional de la energía, e investiga posibles fuentes no convencionales que permitan generar electricidad generando menos contaminación y menores efectos en el CC.</p>

Fuente: elaboración propia

³ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

2. Ciudad de Buenos Aires

CUADRO II.3

ANTECEDENTES CIUDAD DE BUENOS AIRES

	<p>La Ciudad de Buenos Aires, fundada en 1536, y refundada en 1580, es el centro de la provincia de Buenos Aires, y la Capital de la República de Argentina (Ciudad Autónoma desde 1994). Buenos Aires se ubica en el margen sur de la desembocadura del Río de la Plata, límite con Uruguay.</p> <p>El comienzo del auge de este asentamiento fue doscientos años después (1776), en donde se declaró capital del Virreinato del Río de la Plata. El mayor crecimiento se dio hacia la última década del siglo XIX, donde la apertura comercial de su puerto dio cabida a la entrada de inmigrantes españoles, italianos y grandes capitales británicos.</p> <p>La ciudad ocupa una superficie de 203 km², y a su alrededor se extienden 24 partidos del Gran Buenos Aires (GBA), los que contienen 3.500 km² de superficie. Buenos Aires posee un clima templado pampeano, con temperaturas medias de 17 °C. La precipitación promedio anual es de 1.146 mm y constituye una zona de riesgo hídrico, debido a que se encuentra al borde de la llanura pampeana con poca evacuación natural de las aguas.</p>
Reseña	<p>Según el último Censo (2010), en la Capital Federal viven 2.891.082 habitantes, repartidos en las 15 comunas establecidas en la Ley N° 2650/08. En el GBA viven 12.801.364 habitantes, haciendo de esta la mayor urbe del país y la segunda mayor de Sudamérica.</p> <p>En la Capital Federal hay 14.241 hab./km², ubicándose entre las 10 ciudades más densamente pobladas del mundo. En tanto, la densidad del GBA es de tan solo 3.657 hab./km².</p>
Demografía	<p>La economía de Buenos Aires se debe analizar desde dos perspectivas, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), y el Gran Buenos Aires, debido a la gran influencia que presenta la primera sobre los indicadores de la segunda y sobre los nacionales.</p> <p>El PIB de la CABA alcanzó los MMUS\$ 71.735 (Ministerio de Desarrollo Económico de Buenos Aires, 2011). Sin embargo, al analizar su PIB a valores de paridad de poder adquisitivo, según los datos de PriceWaterhouseHoopers (Hawksworth J. T. Hoehn and A. Tiwari, 2009), es la tercera ciudad latinoamericana con mayor PIB (MMUS\$ 362.000), sólo superada por Ciudad de México y Sao Paulo. Al comparar la economía de la CABA con la del GBA, se observan grandes diferencias. La CABA produce el 70% del PIB del GBA. El GBA aporta el 35% del PIB de Argentina, mientras que la CABA por sí sola aporta un 23%. El PIB per cápita de la CABA alcanzó los US\$ 24.812 al 2011, en tanto el de GBA fue de tan solo US\$ 6.686, incluso menor al promedio nacional. Los sectores de mayor aporte al PIB de la CABA corresponden a los servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler (20% del total), seguido de la industria manufacturera (15%).</p>
Economía	<p>Los principales rubros de exportación de la CABA son los de Manufactura de Origen Agropecuario e Industrial, aportando un 31,4% y 68,6% del total de las exportaciones de la ciudad, respectivamente. En tanto, el aporte de estos sectores a las exportaciones nacionales alcanzó al 0,5% y al 1,1%, respectivamente (Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2010).</p> <p>Durante el 2008 la huella de carbono de un argentino de “consumo promedio” fue de 5.71 ton. CO₂ al año, resultando inferior a la del promedio de individuos de Estados Unidos (20 ton CO₂) o del Reino Unido (11.81 ton CO₂). Las emisiones promedio per cápita de Argentina alcanzan las 8.2 ton. CO₂/año, lo que la ubica en el puesto 53 del ranking a nivel mundial de emisiones de CO₂/año, por habitante. Sin embargo, las emisiones netas por habitante, del conjunto de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) de todos los sectores en la República Argentina, ascenderían a 12.66 ton. de CO₂/eq. per cápita al 2030 (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires 2009), lo que refleja la necesidad de comprometerse en la lucha contra el Cambio Climático (CC).</p>
Organización Político-Administrativa	<p>La CABA es un gobierno independiente desde el año 1994. En la CABA existen 15 comunas; unidades de gestión política y administrativa con competencia territorial propia, las que a su vez se dividen en barrios. En cuanto a la administración política de la ciudad, esta cuenta con un Jefe de gobierno, una vice jefatura de gobierno, una jefatura de ministerios y 11 ministerios, y de forma paralela existen cinco secretarías y 6 entidades que funcionan de forma independiente.</p> <p>El Ministerio asociado a las temáticas ambientales es el Ministerio de Ambiente y Espacio Público, dentro del cual destaca la Agencia de Protección del Medio Ambiente (APRA), cuyo objetivo es cumplir con la Política Ambiental de la CABA, controlando las normas locales, en el marco de los presupuestos mínimos ambientales promovidos por la Nación, y participando activamente dentro del GBA. Esta agencia vela por la calidad del aire, del agua y del suelo. Asimismo, es la encargada de proponer acciones tendientes a proteger los recursos naturales y favorecer su uso racional.</p>
Competencias Ambientales	<p>Además, impulsa la investigación e innovación tecnológica, con el objetivo final de promover industrias más limpias, y por ende sustentables, y gestiona el Plan de Acción de Buenos Aires 2030, y sus políticas de mitigación y adaptación al CC.</p> <p>Por otro lado, la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación gestiona todas las temáticas ambientales a nivel país, y promueve el desarrollo sustentable de la Argentina, para lo cual tiene un área específica asociada a los contenidos del CC, la Dirección Nacional de Gestión del Desarrollo Sustentable.</p> <p>En lo referente a eficiencia energética, el APrA es el organismo encargado de velar por medidas asociadas. Destaca el <i>Programa de eficiencia energética</i>, el que considera eficiencia energética en edificios públicos y el etiquetado de eficiencia energética. También cuenta con otros programas, como el de <i>Estímulos al Consumo Sustentable</i>.</p>

Fuente: elaboración propia.

3. Ciudad de México

CUADRO II.4 ANTECEDENTES CIUDAD DE MÉXICO

<p>Reseña</p>	<p>La Ciudad de México, o Distrito Federal o México D.F., es una entidad federada con gobierno propio. Es el núcleo urbano más grande de México, y el principal centro político, académico, turístico y económico del país. Ciudad de México es la ciudad más antigua de Latinoamérica, con más de 400 años de historia, cuya zona metropolitana ha albergado importantes asentamientos humanos desde hace más de 2 mil años. En su historia destaca el asentamiento azteca de México – Tenochtitlán, fundado en 1356. En los inicios del Siglo XVI, el proceso de conquista española acabaría con esta gran cultura, y hacia 1521 sería transformada en un asentamiento español y posteriormente en el Virreinato de la Nueva España. Ya entrados en el siglo XIX la ciudad sufrió varios cambios, debido a diversos conflictos políticos internos y entre México, Estados Unidos e inclusive Francia. Posteriormente, en el Siglo XX nuevos procesos revolucionarios internos tuvieron lugar en la Ciudad de México. Hacia 1940 comienza el auge de la ciudad, de la mano de una amplia política social como resultado de la revolución, lo que atrajo a un gran número de inmigrantes campesinos, alcanzando el millón de habitantes. Hacia 1968 comienza el gran despegue de la ciudad de México, transformándose en la primera sede de habla hispana de los Juegos Olímpicos.</p> <p>En cuanto a su geografía, México D.F. está ubicado en la cuenca de México, la cual delimita al sur y al poniente con las estribaciones de la Sierra del Ajusco, por el norte con la Sierra de Guadalupe y al oriente por los volcanes Popocatepelt e Iztaccihuatl. La altitud de esta ciudad es de 2.240 m.s.n.m., en una región lacustre, caracterizada por un clima suave. Una características geográfica particular es que la ciudad está ubicada en una cuenca lacustre cerrada. Sin embargo, tras diversos procesos de desecación de los lagos, todos los cursos de agua fueron desviados y la nueva ciudad fue erguida sobre lo que antes eran extensos lagos.</p>
<p>Demografía</p>	<p>Ciudad de México es la urbe con mayor población de Latinoamérica, con 19,9 millones de habitantes, de los cuales un 52% corresponde a mujeres (Lucio Castro 2012). Considerando sus 1.495 km², la densidad del D.F. es de 13.000 hab./km², quedando como una de las ciudades de mayor densidad en la presente revisión.</p> <p>En cuanto a la distribución etaria de la población, la pirámide es del tipo transicional, con una población con tendencia al envejecimiento.</p>
<p>Economía</p>	<p>Ciudad de México es el centro económico del Estado mexicano, no sólo por que concentra a un 8% de la población del país, sino que además es el principal punto de ingreso de divisas extranjeras (inversión y exportaciones). El Distrito Federal es la ciudad con el mayor acceso a mercados y clientes del país. El PIB Bruto del D.F. ascendió a MMUS\$ 146 en 2009, aportando el 17,6% del PIB nacional. Así mismo, el D.F. mantiene el PIB promedio per cápita más alto de México, siendo este 3 veces más alto que el promedio del resto de las entidades federativas del país (Explorando México 2012). Así mismo, según la evaluación internacional de Hawksworth J. T. Hoehn & A. Tiwari (2009) su PIB (en valores de PPA) está en el primer lugar del ranking de ciudades latinoamericanas (MMUS\$390.000).</p> <p>El 2010 el Distrito Federal recibió MMUS\$ 6.986 en inversión extranjera directa (IED), lo que representó el 39,4% de la IED recibida por México (Secretaría Económica del Distrito Federal 2012).</p> <p>En cuanto a las áreas de mayor desarrollo en la economía de la capital mexicana, destaca la industria de servicios (40%), el comercio, hoteles y restaurantes (18%); servicios financieros e inmobiliarios (15%) e industria manufacturera (12%), principalmente la de alimentos y bebidas, seguida de la textil, la papelería y automotriz.</p>
<p>Organización Político-Administrativa</p>	<p>El Distrito Federal forma parte de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la principal concentración urbana del país, con alrededor de 20 millones de habitantes.</p> <p>El Gobierno del Distrito Federal (GDF) está subdividido en 20 secretarías temáticas. A su vez, cada una de estas secretarías divide sus temas de interés en subsecretarías.</p> <p>Así mismo, existen otras entidades llamadas delegaciones, las cuales corresponden a demarcaciones territoriales en las que está dividido el Distrito Federal; de las cuales existen 16, y cada una compone un órgano político-administrativo para el funcionamiento del GDF. Además, existen otros organismos en el D.F., autónomos, legislativos, judiciales y descentralizados que tienen atribuciones más específicas.</p>
<p>Competencias Ambientales</p>	<p>En la Ciudad de México las competencias ambientales se distribuyen en tres entidades principales, la Secretaría del Medio Ambiente, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México, y la Procuraduría Ambiental y Ordenamiento Territorial, las cuales en su conjunto tratan distintas temáticas como: cambio climático, cuidado del agua, cuidado del aire, estrategias de cuidado del medio ambiente, recolección de basura, y temporada de lluvias. Los temas asociados al cambio climático, como son las estrategias de acción, adaptación y mitigación, y específicamente el Plan de Acción Climática de Ciudad de México 2008-2012, son llevados a cabo por la Secretaría del Medio Ambiente.</p> <p>A nivel estatal los temas medioambientales son tratados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.</p> <p>La Secretaría de Energía (SENER) es el organismo nacional que conduce la política energética del país, con el objetivo de garantizar un suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable, para apoyar el desarrollo de la vida nacional. Esta institución tiene su propia área encargada del cambio climático, y gestiona Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de GEI.</p> <p>La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), tiene por objeto promover la eficiencia energética y constituirse como órgano de carácter técnico, en materia de aprovechamiento sustentable de la energía.</p>

Fuente: elaboración propia.

4. Ciudad de Lima

CUADRO II.5 ANTECEDENTES CIUDAD DE LIMA

La Ciudad de Lima, capital de la República del Perú, es una de las ciudades más antiguas de Latinoamérica, con una vasta historia precolombina. La fundación de la ciudad en 1535, no es el comienzo de la historia de la ciudad, pues este asentamiento tiene una vasta historia precolombina de más de 5.000 años, que se remonta incluso a antes del Imperio Inca. Lima, o Ciudad de los Reyes, fue el centro de todo el proceso colonial de España en América, y ahí se emplazó la capital del Virreinato del Perú, para luego albergar a la Real Audiencia.

En 1821 se logra la independencia de Perú. Posterior a ello, la ciudad de Lima fue testigo de numerosas luchas internas e inclusive fue ocupada por el ejército chileno durante la guerra del pacífico. Luego de este periodo de inseguridad comienza a desarrollarse la ciudad de Lima, y en el siglo XX es cuando se experimentan las mayores transformaciones.

A fines del siglo XX, los problemas derivados de la crisis internacional de los años 70, sumado a los altos índices de inmigración del campo a las ciudades, y más aun, considerando la fuerte presión terrorista en la ciudad, reflejan la complicada historia limeña que derivó en grandes problemas para el gobierno local.

En cuanto a la Geografía de la ciudad de Lima, esta urbe se encuentra en la costa central del Perú, a nivel del mar, en medio del desierto peruano, lo que la hace una ciudad bastante particular. Si bien la ciudad fue erguida en el valle del río Rimac, actualmente se extiende por grandes valles desérticos que configuran sus 2.664,67 km² de superficie.

La población total de la ciudad de Lima al año 2012, según estimaciones del Instituto Nacional de Estadísticas e Información, es de 8,5 millones de habitantes, de los cuales un 43% corresponde a varones y un 57% a mujeres.

Al referirse a la composición etaria, se denota una pirámide transicional en una etapa temprana, en donde existe un mayor número de población adulta por sobre los habitantes menores de edad, lo que comúnmente se traduce en una población con tendencia a envejecer.

La densidad poblacional de Lima es de 3.200 hab./km², siendo una de las ciudades con mayor densidad en Latinoamérica, pero bastante menor que Bogotá, Buenos Aires y Ciudad de México.

En cuanto a la economía de Lima, su PIB según Hawksworth J. T. Hoehn and A. Tiwari (2009) corresponde a MMUS\$ 109.000, estableciéndose en el lugar 59 del ranking de ciudades según PIB, a nivel mundial. Sin embargo, a nivel Latinoamericano aparece quinta, entre las ciudades de esta revisión.

El PIB per cápita es de US\$ 12.851, superando el valor nacional que ronda los US\$ 6.000, según estimaciones del fondo monetario internacional. La actividad económica predominante de la ciudad es la agropecuaria, seguida por la pesca y la minería.

La actividad económica predominante es la agropecuaria. Dentro de las actividades extractivas destaca el sector pesquero. Por otro lado, la minería no representa una actividad significativa a nivel nacional, a pesar de contar con un potencial de recursos mineros importantes. En cuanto a la actividad Industrial, esta se localiza básicamente en la franja costera, y su participación en el PIB es reducida debido a su bajo desarrollo y tecnificación (Gobierno Regional de Lima 2008).

El Gobierno de Lima es la institución principal en la ciudad, la cual busca contribuir a elevar el bienestar de su población, conduciendo el desarrollo de la región en forma coordinada con los diferentes organismos e instituciones públicas. Estos últimos conducen la gestión pública regional de acuerdo a sus competencias, con la participación de los agentes económicos y de las organizaciones de la población (Gobierno de Lima s/f).

Los objetivos de esta entidad se orientan en cuatro dimensiones específicas: Dimensión Desarrollo Humano, Dimensión Productivo Sostenido y Competitivo, Dimensión Medio Ambiente y Recursos Naturales, y Dimensión Fortalecimiento de la Descentralización y de la Participación Ciudadana.

A nivel local, la institución con competencias ambientales es la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, la cual tiene cuatro áreas de acción primarias: Recursos Naturales, Medio Ambiente, Defensa Civil y Seguridad Ciudadana.

Competencias Ambientales
A nivel nacional la institución encargada de velar por los intereses medioambientales es el Ministerio del Ambiente, creado en 2008. Sólo en este ministerio resalta el enfrentar problemas del cambio climático entre sus funciones.

La principal entidad pública encargada de los temas de energía y de eficiencia energética es el Ministerio de Energía y Minas. Sin embargo, en el año 2010 se crea la Dirección General de Eficiencia Energética, dependiente del mismo Ministerio, entidad que posee todas las atribuciones sobre la eficiencia energética.

Fuente: elaboración propia.

5. Ciudad de Santiago de Chile

CUADRO II.6

ANTECEDENTES CIUDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Santiago es la capital de Chile, y la principal ciudad del país a nivel poblacional, concentrando en la provincia de Santiago un 29% de la población total del territorio chileno. Sin embargo, tal como sucede en otras urbes, ciudad de Santiago es un término sumamente ambiguo, ya que hace referencia al Gran Santiago, el cual incluye a toda el área conurbada al interior de la Región Metropolitana de Chile.

El presente estudio se concentra en el Gran Santiago, es decir la conurbación de la provincia de Santiago con las otras capitales provinciales con que limita (como Puente Alto y San Bernardo), el cual suma aproximadamente un tercio de la población del país.

La ciudad de Santiago, fundada en 1541, fue el primer asentamiento español emplazado en terreno chileno. En menos de 100 años, Santiago tuvo que ser reconstruida tres veces, una debido a un ataque Mapuche (pueblo nativo de Chile) y otras dos veces debido a fuertes terremotos. Hacia el siglo XIX los procesos independentistas que recorrieron Latinoamérica pasaron por Santiago. Un siglo más tarde, y tras un sostenido desarrollo que sólo se vio afectado por sismos de mayor intensidad, la ciudad comienza a evolucionar guiada por la revolución industrial que había llegado a Sudamérica. Debido a esto, y sumado a la crisis internacional, se produjeron fuertes procesos migratorios campo ciudad que comenzaron a configurar la actual ciudad de Santiago.

En cuanto a la geografía, la ciudad de Santiago está emplazada en el centro de Chile, en un valle ubicado en medio de la depresión intermedia, un lugar estratégico al momento de su fundación, ya que estaba cruzado por un amplio río, y protegido por montañas en todas las direcciones.

La mejor referencia del comportamiento demográfico del Gran Santiago es la provincia de Santiago, ya que, proporcionalmente el comportamiento etario y por géneros es bastante similar al de la gran urbe. La provincia de Santiago cuenta con una población de 5,1 millones de habitantes, con un 51% de mujeres.

Reseña

Demografía

Economía

Organización
Político-
Administrativa

(continúa)

Cuadro II.6 (conclusión)

En Chile, las competencias ambientales, en general, son tratadas a nivel central desde el Ministerio del Medio Ambiente, principal organismo asociado a las temáticas ambientales a nivel país. Sin embargo, este organismo es relativamente nuevo y sólo funciona desde el 2010.

A escala local, el Servicio Regional Ministerial de la Región Metropolitana conduce todos los procesos ambientales de la región. Sin embargo existen otras instituciones con potestades propias que también tratan la temática medioambiental desde una perspectiva más centralizada. Ejemplo de ello es el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, presidido por el Ministro del Medio Ambiente e integrado por los Ministros de Agricultura, de Hacienda, de Salud, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Energía, de Obras Públicas, de Vivienda y Urbanismo, de Transportes y Telecomunicaciones, de Minería y Planificación. También se encuentra la Superintendencia, el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), los Tribunales Ambientales y el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (en tramitación).

Así mismo, a escala regional, la Intendencia de la Región Metropolitana también tiene competencias ambientales, asociadas a la Gestión de Episodios Críticos de Contaminación (GEC), entre las cuales se destacan el seguimiento del Índice de Calidad del Aire referido a Partículas, y el establecimiento de medidas orientadas a proteger la salud de la población (decretando episodios de Alerta Ambiental, Preemergencia Ambiental y Emergencia Ambiental).

Competencias Ambientales

En el 2006 se estableció la Estrategia Nacional de Cambio Climático (tres ejes principales; i) Adaptación a los impactos del Cambio Climático, ii) Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y iii) Creación y fomento de capacidades en Cambio Climático). Posteriormente, el 2007, se estableció el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008-2012 (líneas de acción estructuradas en base a los tres ejes fundamentales de la Estrategia Nacional de Cambio Climático: i) Adaptación a los impactos del Cambio Climático, ii) Mitigación de las Emisiones y iii) Creación y Fomento de Capacidades).

El organismo nacional a cargo de las temáticas energéticas es el Ministerio de Energía. La Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE), tiene como misión promover el uso eficiente de la energía, implementando medidas público-privadas en los distintos sectores que involucran consumo energético. La AChEE cuenta con un directorio conformado por representantes del Ministerio de Energía, Ministerio de Hacienda y de la Confederación de la Producción y el Comercio.

Fuente: elaboración propia.

III. Marco conceptual¹⁰

A. Situación de la regulación ambiental en países menos desarrollados

Los países de América Latina, generalmente categorizados como países menos desarrollados, suelen estar caracterizados por una falta de regulación ambiental, pobres diseños de políticas o falta de implementación, y con una falencia tanto en el monitoreo como en la fiscalización de las normas y/o estándares.

Los problemas de monitoreo tienden a ser más acentuados en países en desarrollo, debido a las restricciones presupuestarias del regulador y a la falta de acceso a nuevas tecnologías y a la carencia de personal capacitado (Heyes & Kapur, 2009). Pero incluso en el caso en que el monitoreo fuese técnicamente factible, las instituciones tienden a ser débiles y poco aptas para ejecutar instrumentos económicos que requieran de monitoreo. Así, cuando los costos de monitoreo y de fiscalización son muy elevados, el regulador debe incursionar en mecanismos sustitutos y complementarios, como también en instrumentos directos e indirectos para prevenir cualquier impacto ambiental adverso, situación que se hace más apremiante en países menos desarrollados.

Además, la mayoría de estos países típicamente no asignan suficientes recursos al establecimiento de un sistema integral de control de impactos ambientales, debido a sus demás prioridades, tales como la superación de la pobreza, el analfabetismo y la mortalidad infantil, entre otros. Los problemas de corto plazo son más acuciantes y deben ser resueltos primero. Así, los incentivos para cumplir con los estándares y requerimientos ambientales tienden a ser escasos.

Los enfoques de regulación convencionales han tendido a no prestar la suficiente atención a la definición de las condiciones básicas requeridas al momento de implementar una regulación ambiental. De hecho, no sería productivo promover la implementación de programas de gran escala bajo condiciones que probablemente garanticen su fracaso (debido a la falta de credibilidad, alcance limitado o falta de soporte político, entre otros factores).

¹⁰ Capítulo basado en estudio “Análisis de Estrategias de Sostenibilidad Urbana en América Latina”, desarrollado por M.T. Ruiz-Tagle en el marco del Programa trienal CEPAL-AECID.

Por otro lado, investigaciones recientes en economías en desarrollo muestran que muchas empresas cumplen con las regulaciones ambientales, incluso cuando el monitoreo y la fiscalización de dichas normas son débiles o inexistentes. De hecho, cuando las firmas enfrentan una falta de regulación formal, ellas pueden cumplir con la regulación debido a que ellas visualizan alguna presión o sanción de los agentes del mercado a través de la regulación informal. De esta manera, la regulación informal puede existir de manera de suplir la brecha entre la regulación formal y las preferencias de los agentes existentes.

B. Enfoques de regulación ambiental

La primera fase de la regulación ambiental estuvo marcada por el uso de Comando y Control (C&C) [enfoque tradicional –Tietenberg et al. 1998]. Pero este enfoque fue incapaz de resolver todos los problemas ambientales, particularmente en el caso de países en desarrollo, que se caracterizan por contar con instituciones débiles, con información inadecuada respecto a variables ambientales, carencia de equipos e infraestructura apropiadas, acompañado de escasez de personal capacitado y marcado por la ausencia de una regulación clara y legalmente vinculante.

La segunda fase, que se originó en respuesta a estas fallas, se focalizó en instrumentos basados en incentivos de mercado (IBI), sugiriéndose así el uso de instrumentos económicos (Aid & Dutta, 2001; (Hahn, “Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor’s Orders”, 1989); OECD, 1999, 1995, 1994; Tietenberg 1990, entre otros). Estos nuevos instrumentos agregaron flexibilidad de mercado, al mismo tiempo que permitieron alcanzar soluciones más costo-efectivas. Sin embargo, ellas no siempre fueron soluciones sustitutas al C&C, sino que se constituyeron en un complemento de las primeras. De hecho, la combinación de instrumentos resultó, en algunos casos, ser más eficiente (Anton et al. 2004; Khanna & Anton 2002; Khanna 2001; Hahn & Hester 1989; Tietenberg 1985). Sin embargo, incluso con este nuevo set de instrumentos, el problema de la regulación ambiental todavía presentaba debilidades. La existencia de información imperfecta¹¹ y los altos costos de transacción¹² han tendido a subestimar la implementación del tradicional comando y control y de la aplicación de instrumentos económicos. Asimismo, la falta de implementación de algunos de estos programas también puede implicar su fracaso. Por lo tanto, aún existe la sensación de requerir de herramientas regulatorias adicionales. Lo anterior es particularmente válido para países en desarrollo, los que no han podido hacer frente a los requerimientos de diseño, implementación, monitoreo y fiscalización de la ley y demandados por los instrumentos de mercado (Russell, 1990).

Tietenberg et al. (1998) y Afsah & Lapante (1996) han sugerido el requerimiento de una nueva fase, que no se focalice solamente en la interacción entre el regulador y las empresas (el viejo paradigma), sino uno que considere a la comunidad y al mercado como agentes activos, capaces de colaborar en el proceso regulatorio (el nuevo paradigma). De hecho, ellos han mencionado que la regulación convencional ha sido muy estrecha de mente al enfocarse solamente en la relación regulador-empresa como el único determinante del desempeño ambiental. También consideran que ha sido muy superficial al enfocarse demasiado en la selección de instrumentos, subestimando las condiciones necesarias para implementar cualquier instrumento de manera efectiva (Afsah & Lapante, 1996). Es así como este nuevo paradigma se torna apropiado tanto para países desarrollados como para países en desarrollo.

¹¹ En países en desarrollo, la información tiende a ser escasa y de baja calidad, por lo que es muy difícil evaluar el nivel de cumplimiento con la regulación ambiental.

¹² Ellos incluyen la burocracia, la capacidad de los recursos humanos y técnicos y el apoyo político, entre otros.

La OCDE (1999) ha caracterizado lo anterior de la siguiente manera. Argumenta que la regulación ambiental descansa en 4 sets de instrumentos: instrumentos regulatorios (tales como C&C), instrumentos de mercado (lo que incluye instrumentos económicos y fiscales, así como acuerdos voluntarios), instrumentos de apoyo horizontales (investigación, información, educación –en general, empoderamiento de las comunidades), e instrumentos de apoyo fiscal para invertir en el control de la contaminación.

1. Regulación ambiental formal

La Regulación formal considera tanto instrumentos cuantitativos (ej. Comando y Control: estándares tecnológicos), como instrumentos de mercado (ej. Basado en Incentivos: permisos de emisiones transables). Las políticas efectivamente implementadas, finalmente, pueden tener elementos de ambos enfoques.

a) Comando & Control (C&C)

Bajo este esquema, el regulador establece un estándar (*comando*: nivel máximo de contaminación permitido), y luego controla que este nivel sea respetado (*control*). En general se puede distinguir dos tipos de estándares, ambientales y de emisiones. Los primeros fijan un nivel mínimo deseable de calidad del aire o agua o un nivel máximo de un determinado contaminante. Los segundos, fijan un nivel máximo de emisiones permitidas.

Los estándares de emisiones, pueden basarse en el producto o en los insumos utilizados. Los estándares basados en el producto estipulan las emisiones permitidas (en general un nivel uniforme para todas las fuentes). En tanto, los estándares basados en los insumos fijan la tecnología o procesos que deben ser utilizados para estos fines.

Al ser usualmente definidos en términos de una tasa de emisión máxima permitida, estos estándares no controlan el nivel agregado de emisiones, y por lo tanto, las emisiones totales dependerán de la cantidad de agentes y de sus niveles de producción. Incluso si el estándar se define como un nivel de emisión por agente, el crecimiento del mercado y la entrada de nuevas firmas generarán un aumento de la contaminación.

En general este tipo de regulación fuerza a todas las firmas a reducir la misma porción de emisiones, independientemente de los costos relativos que enfrentan. Esto constituye una desventaja para el sistema, puesto que no se minimizan los costos de alcanzar un determinado nivel global de emisiones.

b) Instrumentos basados en incentivos (IBI)

Estos instrumentos, que descansan en las fuerzas del mercado, utilizan el precio u otra variable económica para proveer de incentivos para reducir las emisiones de contaminación y minimizar así los costos de control. La idea básica de estos instrumentos es asignar un costo a las emisiones, de modo tal que los agentes económicos internalicen los costos totales (incluyendo los ambientales) de su actividad económica. El resultado es que los costos marginales de reducir las emisiones se igualan entre firmas, minimizando de esta manera el costo total de alcanzar un determinado nivel global de emisiones.

Dentro de estos mecanismos hay dos tipos, el primero fija el precio de las emisiones y deja que las cantidades se determinen en el mercado (ej. impuestos a la contaminación). Estos son impuestos pigouvianos cuyo objetivo es obligar a la internalización de las externalidades negativas por parte de la firma, acercando los costos de producción privados a los sociales. Estos impuestos pueden implementarse por unidad de contaminante emitido o por unidad de producción o consumo.

Dentro de esta categoría, también se encuentran los subsidios que buscan asistir a las empresas a reducir las emisiones que genera su proceso productivo. Los subsidios pueden tomar diversas formas, como por ejemplo subvenciones, tasas de interés más bajas, tratamiento impositivo más favorable, etc.

El caso de los permisos de emisiones cae dentro de un segundo tipo de mecanismo que fija la cantidad de emisiones y deja que el precio de las mismas se ajuste en el mercado. En estos programas se fija un nivel máximo deseado de emisiones, se expiden permisos de emisión por esta cantidad y luego se asignan (mediante subastas u otro método) a los agentes de una determinada área. Luego, estos permisos son transados en el mercado. De esta manera, aquellos agentes que mantienen sus emisiones por debajo del nivel asignado o que poseen un costo de disminución de emisiones relativamente menor pueden reducir sus emisiones y vender los permisos “extra” a aquellos agentes cuyo costo de disminuir emisiones sea mayor.

Ambos métodos poseen ventajas y desventajas y, por lo tanto, son apropiados en diferentes contextos. Las principales características de cada una de estas alternativas se resumen en el siguiente cuadro.

CUADRO III.1.
INSTRUMENTOS DE COMANDO Y CONTROL E INSTRUMENTOS
BASADOS EN INCENTIVOS

Tipo	Ventajas	Desventajas
C&C	<p>Son Simples y fácilmente entendibles por los reguladores.</p> <p>Son más flexibles al momento de regular problemas de contaminación complejos.</p> <p>Es un enfoque pragmático cuando existe incertidumbre del efecto de la contaminación en el medio ambiente.</p> <p>Posee menores costos políticos que IBI.</p>	<p>Es difícil establecer el estándar óptimo.</p> <p>Existe incertidumbre respecto al nivel de contaminación final.</p> <p>No genera incentivos para que las firmas reduzcan sus niveles de contaminación más allá del estándar.</p> <p>Son resistidos por las empresas.</p> <p>Las penalidades suelen ser demasiado bajas y el control escaso.</p> <p>Para que sea efectivo, los estándares deben ser revisados frecuentemente, pero es difícil modificar la regulación con la misma frecuencia.</p> <p>Son menos costo-efectivos que los IBI.</p>
IBI	<p>Son costo-efectivos ya que se igualan los costos marginales de reducir las emisiones en todas las fuentes.</p> <p>Proveen incentivos a la innovación tecnológica y a su difusión.</p> <p>Ponen las decisiones de controlar la contaminación en las manos de las personas que son más afines con las posibles opciones de control.</p> <p>Reducen la externalidad o hacen que se internalice.</p> <p>Pueden generar ingresos para el gobierno.</p>	<p>Su implementación efectiva se ve limitada por restricciones institucionales y potenciales altos costos de transacción.</p> <p>Requieren de grandes esfuerzos administrativos (para monitoreo y control).</p> <p>Pueden dar lugar a la aparición de hot-spots (lugares con alta concentración de contaminantes).</p> <p>Es potencialmente regresivo ya que produce un incremento en el costo de ciertos bienes y servicios.</p> <p>Los permisos de emisión pueden generar poder de mercado y barreras a la entrada.</p> <p>La posible volatilidad de los precios de los permisos puede generar incertidumbre que desincentiva inversión en tecnologías más limpias.</p>

Fuente: Elaboración propia.

c) **Mecanismos híbridos**

Los mecanismos híbridos combinan aspectos de las políticas de tipo C&C y de tipo IBI, y han tenido una creciente importancia, tanto en la literatura como en la práctica. Su atractivo radica en que, en general, permiten combinar la exactitud de los C&C (en cuanto al nivel resultante de emisiones) con la flexibilidad de los IBI (en cuanto a que permiten a las empresas elegir el método menos costoso para reducir las emisiones). La desventaja es que no resultan siempre en la opción más económicamente eficiente, ya que en general su costo es mayor que el de los IBI.

2. El nuevo paradigma y la regulación informal

Cuando la regulación formal es débil o está ausente, las comunidades requieren buscar otros canales para inducir el buen desempeño ambiental, a través de un proceso de regulación informal (ver Pargal & Wheeler, 1996). La regulación informal puede verse a través de la presión de las comunidades sobre el regulador para fortalecer el monitoreo local y la ejecución de la ley, o a través de la presión por demandas compensatorias por parte de grupos comunitarios. Así, la regulación informal fuerza al reconocimiento de los derechos de propiedad de las comunidades a nivel local. Por lo tanto, el regulador no es el único agente que puede penalizar o premiar a las firmas por su falta de control ambiental o por su buen desempeño o innovaciones en nuevas tecnologías ambientales (Porter 1991 y Porte y van der Linde 1995). Además, la fiscalización de la ley por parte de los agentes de mercado, tales como inversionistas y consumidores, y por parte de la comunidad pueden ser intensificados a través de programas de capacitación, acuerdos voluntarios y estrategias de divulgación de información, lo que claramente empoderaría sus acciones.

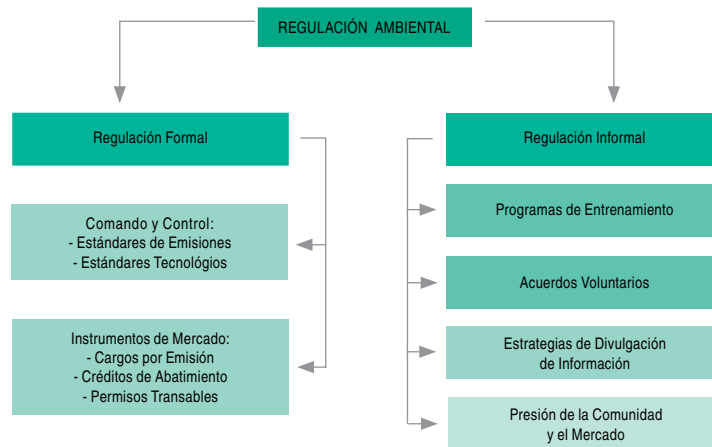
Hay una clara relación entre la regulación informal y el enfoque a la Coase. Ambos enfoques analizan como las externalidades son internalizadas en un mundo con escasos agentes regulatorios, al mismo tiempo que reconocen que las externalidades son recíprocas. Mientras el enfoque a la Coase requiere de una estructura legal e institucional bien definida, la regulación informal parece extender dicho enfoque. De hecho, la existencia de externalidades aumenta la motivación de las comunidades y de los agentes de mercado para presionar sobre el comportamiento de las empresas, incluso en un escenario de información imperfecta, con falta de plena definición de los derechos de propiedad, altos costos de transacción y un órgano regulador débil. Por lo tanto, los reguladores (regulación formal) no son la única fuente de presión sobre el comportamiento ambiental de las firmas. Así, los grupos comunitarios y ONGs también pueden ser poderosos agentes reguladores (Naysnerski & Tietenberg, 1992).

Por lo tanto, el regulador no sólo tiene que poner atención a la selección de instrumentos, sino que también debe considerar las condiciones básicas para aplicar cualquier instrumento de manera efectiva. Para alcanzar lo anterior, es necesario invertir en la provisión de información a las comunidades, y a los distintos grupos de interés. Sin embargo, la regulación informal no necesariamente resultará en una solución eficiente, y ello dependerá, presumiblemente, de un amplio rango de factores, más allá de los costos y beneficios de acciones alternativas.

Considerando todos los elementos anteriores, Afsah et al. (1996) propusieron un modelo en el cual interactúan cuatro agentes. La *firma* (al centro) interactúa con el *Estado* a través de la regulación formal, y con la *comunidad* (ciudadanos y ONGs) y el *mercado* (consumidores e inversionistas) a través de la regulación informal. Ellos argumentan que este modelo de múltiples agentes y múltiples incentivos permite un mejor entendimiento de las variaciones observadas en el desempeño ambiental de las empresas. Este modelo se centra más en el proceso de alcanzar un nivel ambiental eficiente, que en la identificación de los estándares ambientales óptimos por parte del regulador. En este nuevo paradigma, los reguladores públicos no son la única fuente de presión, y por lo tanto su rol debe ser reconsiderado.

De hecho, tanto los agentes de mercado como la comunidad pueden participar en el proceso de fiscalización. Así, la efectividad del desempeño del regulador público puede ser incrementada, porque nuevas políticas pueden delegar parte de la labor de fiscalización en las manos de la comunidad o de agentes del mercado. Por ejemplo, hay suficiente espacio para enfoques basados en la información, tales como programas voluntarios y programas de divulgación pública del desempeño ambiental de las empresas. Finalmente, el conjunto óptimo de instrumentos regulatorios dependerá de condiciones sociales, económicas e institucionales específicas de cada país. También puede depender del impacto que la información pública pueda tener sobre la comunidad y los agentes del mercado (Wheeler, 1997).

DIAGRAMA III.1 REGULACIÓN AMBIENTAL



Fuente: Elaboración propia.

Es así como existe evidencia que afirma que es recomendable invertir recursos en la generación y distribución de información apropiada. El regulador también debiera promover programas de capacitación ambiental a la comunidad, divulgación pública del desempeño ambiental de las empresas, acuerdos voluntarios, capacitación de personal técnico al interior de empresas, etc. Al mismo tiempo, debiera asignar un rol importante a las comunidades locales (ej. vecinos, consumidores). Todos estos programas debieran ser primero probados a baja escala y, sólo cuando se hayan aprendido las lecciones, extender dichos programas a gran escala. Adicionalmente, el regulador debiese enfocarse en la adaptación a cambios rápidos en temas ambientales, minimizando así las disrupciones para los inversionistas.

Es así como se ha sugerido destinar más recursos a la divulgación de información, a la reducción de costos de transacción y a educación pública en temas ambientales. Lo anterior empodera a los distintos grupos de interés y les permite tomar decisiones mejor informadas y, que por lo tanto, constituyen un mayor apoyo en el proceso de fiscalización. Al mismo tiempo, la educación en materias ambientales también debe estar orientada al personal de las instituciones existentes, pues estas requieren de empleados mejor capacitados en estas materias. Asimismo, se recomienda una capacitación institucional en estas materias, y una mayor descentralización hacia el gobierno local, de modo de incrementar el vínculo con los actores locales.

De esta manera, al hacer partícipe del proceso regulatorio a empresarios, empleados, accionistas y consumidores, se incentiva un comportamiento socialmente responsable. Además, la consideración de estos nuevos agentes en el proceso regulatorio, le dará más continuidad al proceso mismo, pues estos agentes son de largo plazo, y no sólo dependen del gobierno de turno.

Asimismo, si se implementan nuevos instrumentos regulatorios, es necesario que ellos sean diseñados tomando en cuenta las instituciones existentes y la posibilidad de que el regulador puede crear instituciones faltantes, o empoderar a las ya existentes.

a) Derechos de la comunidad a saber

El acceso a información es un requisito esencial para la efectiva participación de la comunidad en el proceso de decisiones ambientales (Gunningham et al., 1998). De hecho, en algunos países existe el “*derecho de la comunidad a saber*” acerca del desempeño ambiental de las firmas (Lori et al. 2008). Dicha legislación pretende informar a la comunidad del impacto ambiental de las actividades de las firmas y de sus políticas de abatimiento de la contaminación.

Los beneficios de los “*derecho de la comunidad a saber*” ya han sido evidenciados en la experiencia de los Estados Unidos de Norte América:

- La mayor información empodera políticamente e interesa a los distintos grupos de la comunidad.
- Expone a los gobiernos y las deficiencias de las agencias de gobierno, creando presión para una fiscalización más severa.
- Puede llevar al establecimiento de acuerdos entre las comunidades locales y las compañías.
- Puede mejorar la calidad del debate en torno a los bienes públicos.
- Puede reducir la necesidad de regulación ambiental debido a los compromisos a que se somete la industria para verificar metas de reducciones.
- Pueden afectar de manera directa (positiva¹³ o negativamente¹⁴) el precio de las acciones de las empresas.

Un componente esencial del “*derecho a saber de la comunidad*” es una estrategia de divulgación de información. Sin embargo, algunas veces las empresas le temen a que la divulgación de información le permita a los competidores ganar una ventaja injusta, o que el público mal interprete su significado y sobre reaccione debido a una ansiedad innecesaria. Otro posible problema es que las empresas sólo concentren sus acciones de abatimiento en los “*hotspots*” que se encuentren cerca de las comunidades, a costa de una contaminación más dispersa.

b) Empoderamiento de las comunidades

El regulador puede empoderar a las comunidades a través del establecimiento del *derecho a saber*. De hecho, la asignación de derechos de propiedad a un individuo tiene un efecto riqueza que influye en sus valoraciones y también afecta la capacidad productiva de la economía (North, 1990).

En este contexto, más información a través de estrategias de divulgación, organizadas por el regulador o una agencia privada, ayudaría a reducir la incertidumbre relativa al desempeño ambiental de las empresas, y así reduciría los costos de transacción (disminuyendo los costos de negociación). Sin embargo, los costos de desarrollar e implementar dicha estrategia no deben ser subestimados, a pesar de que existe evidencia que los costos asociados son inferiores a los que resultan de implementar otros instrumentos regulatorios.

¹³ Premiar el buen desempeño.

¹⁴ Condenar el mal desempeño.

Es así como estas estrategias pueden empoderar a las comunidades y así forzar el reconocimiento de los derechos de las comunidades. Como resultado de este empoderamiento, el regulador (regulación formal) puede contar con un agente adicional que colabora en el proceso de fiscalización.

Por otro lado, la educación y la capacitación son esenciales para mejorar la capacidad, tanto de la industria como de la comunidad, para hacerse cargo de temas ambientales tales como el cambio climático, pues pueden cambiar la actitud, comportamiento y expertise de estos agentes (Gunningham et al. 1998). Un propósito clave de estos instrumentos es incrementar la conciencia respecto al tema ambiental, así como la responsabilidad en los hacedores de políticas. Programas de educación y capacitación, auspiciados por el regulador, muy probablemente constituirá un complemento de otros tipos de regulación. Sin embargo, tal como con cualquier campaña de educación en temas ambientales, el tema crítico será cómo direccionar y entregar el mensaje de manera efectiva a la audiencia objetivo.

Por lo tanto, las estrategias de programas de divulgación de información e inversión pública en programas de educación y capacitación, no sólo pueden ser usadas como estrategias sustitutas, sino que también de manera complementaria a la regulación formal.

c) Estrategias de divulgación de información

Estrategias de divulgación de información consideran tanto intentos públicos como privados por incrementar la información disponible y su diseminación, acerca del desempeño ambiental al interior de las empresas, por ejemplo, a los consumidores, accionistas, trabajadores y a la comunidad en general. De esta manera, la información puede afectar, de manera indirecta, el comportamiento de las firmas a través de la presión del mercado y de agentes de la comunidad (medida de gestión de demanda). La divulgación de información juega un rol clave en determinar la efectividad de la fiscalización privada, porque la información es la base para generar la acción. Esta estrategia tenderá a complementar¹⁵–reforzar, más que a sustituir¹⁶, los instrumentos antes señalados (C&C e IBI). Particularmente, esta estrategia considera un nuevo rol para el Estado (Porter and van del Linde 1995). Al hacer partícipe del proceso regulatorio a empresarios, empleados, accionistas, consumidores y comunidad ampliada, se incentiva un comportamiento socialmente responsable.

Hay cierta evidencia que avala que la divulgación de información pública provee de una alternativa costo-efectiva respecto de la regulación formal, y que puede crear los incentivos para la adopción de tecnologías más limpias por parte de las empresas (PROPER en Indonesia, Afsha et al. 1996). Estrategias de divulgación de información pública ofrecen un importante empoderamiento de las comunidades y de los consumidores, pues les permite estar en una posición mucho más fuerte para negociar algún tipo de acuerdo con las empresas proveedoras, por ejemplo. Además, esta nueva información permite una reducción de los costos de transacción para los usuarios (por ejemplo, permite la comparación de consumo energético y de agua entre productos); a la vez que constituye una presión por parte de la comunidad tanto para los fabricantes de productos como para los consumidores finales [como por ejemplo edificios públicos o privados] (Foulon et al., 2002; Kim & Lyon, 2011; Morath, 2010).

Esta fiscalización privada, o presión por parte de la comunidad y consumidores, es particularmente importante cuando nos referimos a empresas del sector público, porque los fiscalizadores privados están menos reticentes a reportar acerca del comportamiento de empresas públicas.

Las prioridades de cada agente fiscalizador pueden diferir, y esto le dará más flexibilidad al sector público al momento de direccionar sus recursos, lo que le permitirá asignarlos de una manera más eficiente. Por otro lado, hay que aclarar que es posible que en un escenario en que sólo existe fiscalización privada, ella sea excesiva debido a que los interesados estarán velando por su propio retorno y no el interés público (Tietenberg 1996).

¹⁵ Un ejemplo sería una estrategia de divulgación información acerca del desempeño ambiental de las firmas.

¹⁶ Ejemplo sería una estrategia de divulgación de carácter obligatorio.

A pesar de que la divulgación de información sea socialmente eficiente desde un punto de vista ambiental, puede ocurrir que los incentivos privados no permitan tal divulgación. Lo anterior debido a que las empresas siempre pueden tener algo que perder al entregar voluntariamente información crítica. Sin embargo, en un mercado competitivo, es posible que sean los propios competidores de aquellas empresas sensibles los que entreguen información respecto de sus riesgos ambientales, a modo de atraer consumidores.

Tietenberg (1998) plantea que una estrategia de divulgación de información estándar debiera considerar las siguientes funciones.

CUADRO III.2 ESTRATEGIA DE DIVULGACIÓN DE INFORMACIÓN

Fecha	Funciones	Persona a cargo
1	Establecer mecanismos para dilucidar los riesgos ambientales	Estado
2	Asegurar la veracidad de la información	Agencia validadora
3	Publicar o compartir la información de manera transparente	Voluntario u obligatorio
4	Actuar con la información	Mercado de productos (selección de productos), Mercado accionario y Mercado laboral (preferencia por firmas más limpias), Legislador o Sistema Judicial.

Fuente: elaboración propia.

A pesar de los casos exitosos en esta materia, aún no existe evidencia concluyente que permita determinar si la inversión en la provisión de la información tendrá una tasa de retorno social que se compare favorablemente con inversiones en otro tipo de instrumentos regulatorios, y qué tipo de canal de distribución de la información debiese ser considerado.

d) Acuerdos voluntarios con estrategias de divulgación de información

Hay varios ejemplos de estrategias de divulgación de información, tales como el Toxic Release Inventory (TRI) en EE.UU. desde 1986 (Konar & Cohen, 1997; Hamilton, 1995), el Programa 33/50 en EE.UU. desde 1991 (Khanna & Damon, 1999; Arora & Cason, 1996) y el programa PROPER en Indonesia desde 1995 (Afsha et al. 1996). Ejemplos de programas públicos voluntarios o estrategias de divulgación de información voluntarias son EMAS (Eco-management and Auditing Scheme) y la European Eco-Labeling Scheme (OECD 1999), ambas en la Unión Europea, las que se iniciaron en 1993 y 1992, respectivamente. La idea es que la amenaza de la publicación de la información (a través de programas de etiquetamiento¹⁷, por ejemplo), impulse un cambio de comportamiento ambiental en las empresas involucradas, antes de la divulgación de dicha información¹⁸. Así, el sistema está más bien orientado a la prevención de la contaminación. La participación en estos programas ha sido más bien voluntaria y han habido fuertes incentivos para que las firmas se monitoreen entre sí de modo de evitar el free-riding, teniendo así menos obstáculos institucionales.

¹⁷ La participación en estos programas puede ser obligatoria o voluntaria, un ejemplo de participación voluntaria y de estándares fijados por agencias gubernamentales (Agencia de Protección Ambiental y Departamento de Energía) es el EnergyStar en Estados Unidos desde 1992.

¹⁸ Otros ejemplos en Arimura et al., 2008; Blackmana et al. 2010, Cutter & Neidel, 2009.

La OECD (1999) ha entregado ciertas recomendaciones para desarrollar enfoques voluntarios, en términos de requerimientos en transparencia, monitoreo y fiscalización creíbles, participación de terceras partes, divulgación de información, etc. Estos enfoques tienden a generar “efectos blandos” o “empoderamiento de la comunidad”, en términos de aprendizaje colectivo, generación y divulgación de información y construcción de consensos, entre otros.

e) Respuesta de la comunidad a estrategias de divulgación de información

Hay evidencia acerca de que son las comunidades más educadas las que presentan las quejas en materias ambientales, lo que usualmente tiende a coincidir con personas más ricas (Dasgupta & Wheeler, “Citizen Complaints as Environmental Indicators: Evidence from China”, Washington DC, World Bank, 1996) debido a que son ellos los que tienen preferencias más altas por el medio ambiente y más conocimientos acerca de los riesgos de la contaminación o del cambio climático. Entonces, la capacidad de fiscalización de las comunidades no solamente depende de su nivel educacional, sino que también de su nivel de ingresos, nivel de organización de la comunidad (poder de negociación), de la información disponible, del nivel de cobertura de la prensa, de la presencia de ONGs, etc. Además, el nivel de presión de la comunidad depende de la efectividad de la regulación formal, el costo de oportunidad del tiempo, y la dimensión del problema ambiental que se enfrenta (Pargal et al. 1996, Pargal & Wheeler 1996).

Una conclusión relevante es que la regulación formal debiese entonces estar particularmente enfocada hacia problemas ambientales que afecten a comunidades más pobres, donde la regulación informal sea menos probable.

Por otro lado, una regulación informal ampliamente difundida o generalizada en países en desarrollo, puede representar un elemento importante en la descentralización de la política regulatoria. En cualquier caso, una regulación informal siempre puede ser un buen complemento de la regulación formal en la medida que exista una regulación clara y con monitoreo (Langpapa & Shimshack, 2010).

f) La respuesta del mercado accionario ante estrategias de divulgación de información

Los accionistas también están interesados en el desempeño ambiental de las empresas, debido a la evidente relación entre desempeño y utilidades. En este sentido, información relativa a problemas o problemáticas ambientales, tales como el cambio climático, que afecten a dichas firmas son cruciales. El rol que ha adquirido la divulgación de información es importante, y ha crecido en los últimos años. Si los mercados de capitales están bien informados, y son razonablemente competitivos, ellos proveerán de incentivos de reputación y financieros para un buen desempeño ambiental. De hecho, existe evidencia que avala la importancia de la información sobre los mercados financieros tanto en países en desarrollo, como en países desarrollados (Lanoi & Laplante 1994, Hamilton 1995, Pargal and Wheeler 1996, Pargal et al. 1996, Dasgupta et al. 1998, Konar and Cohen 1997). Una conclusión importante es que bajo un escenario en que existen estrategias de divulgación de información, una razón adicional por la que las empresas se preocupan del tema ambiental, es la mera existencia de los mercados financieros. Entonces, la información puede ser utilizada como un mecanismo quasi-regulatorio, que complemente a la regulación formal.

Una consecuencia de este mayor escrutinio público será que las empresas mejorarán su desempeño ambiental, producto de su exposición a una mayor fiscalización. Sin embargo, existe el riesgo de que las empresas puedan cambiar sus esfuerzos de mitigación y adaptación, y orientarlos hacia los temas más susceptibles de ser fiscalizados o escrutinados por el público, un problema similar al que se enfrenta con la regulación formal que cuenta con distintos tipos de instrumentos regulatorios. De hecho, es posible que las acciones privadas estén sesgadas hacia aquellas que muestren el retorno más

alto, sin importar si tienen el mayor impacto en el bienestar social (ambiental). Por lo tanto, estas estrategias de divulgación de información deberían estar orientadas hacia todos los componentes ambientales, de modo de no sesgar el comportamiento de las empresas hacia aquellos temas menos fiscalizados.

g) Capacitación en gestión ambiental

Existe evidencia que favorece la inversión en capacitación en gestión ambiental al interior de las empresas, pues puede constituirse en un complemento útil de las políticas de fiscalización tradicionales, pues dicha capacitación puede empoderar a los empleados de las empresas (Dasgupta et al. 2000). Es así como el subsidio a dicha capacitación (incluyendo información ambiental respecto al cambio climático, por ejemplo) puede complementar otros instrumentos regulatorios y subsecuentemente incrementar su eficiencia (a través de aumentar el grado de respuesta de las empresas a los incentivos regulatorios).

Así mismo, se deben considerar una capacitación ambiental al interior de las instituciones públicas que llevan a cabo el rol regulador, de modo de fortalecer las capacidades institucionales respecto de estas materias.

Por lo tanto, una combinación de estrategias, tales como inversión en capacitación en gestión ambiental y en políticas de monitoreo y fiscalización, puedan constituirse en un complemento, y así colaborar en el proceso de regulación ambiental.

C. Medidas regulatorias para lidiar con el cambio climático

Las medidas regulatorias para lidiar con el cambio climático se pueden clasificar en dos grandes grupos, **medidas de adaptación** y **medidas de mitigación** del cambio climático. Esta distinción surge al analizar la dirección causal entre la medida y el cambio climático. Así, las medidas de adaptación son aquellas tendientes a aumentar la resistencia (o resiliencia) de la infraestructura y/o estructuras de sistemas para disminuir los impactos negativos del cambio climático, mientras que las medidas de mitigación son aquellas destinadas a reducir las fuentes o mejorar la captura o secuestro de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). La importancia relativa de estos tipos de medidas varía entre los distintos sectores de servicios que son parte de nuestra investigación, en los distintos países y también a lo largo del tiempo.

Las medidas de adaptación en los sectores de servicios, se centran en la infraestructura y en promover su capacidad para hacer frente al cambio climático para mantener una adecuada provisión del servicio. El diseño e implementación de estas medidas es claramente complejo, puesto que las inversiones tienden a ser de largo plazo y el cambio climático y sus consecuencias son inciertos.

En este contexto de incertidumbre, los distintos sectores productivos y de servicios requieren contar con información sobre los potenciales efectos del cambio climático a nivel de un país o una región, de modo de poder optimizar la toma de decisiones respecto de sus planes de inversión y de negocios. Es así como los gobiernos tienen un rol determinante y están en una posición comparativamente superior para satisfacer esta necesidad de información. Ello se debe a que el análisis de impacto potencial del cambio climático en un país está fuera de las posibilidades y de las responsabilidades de cualquier proveedor de servicios. Asimismo, las empresas tienen la responsabilidad de informar al regulador respecto de sus niveles de emisiones de CO₂, de modo de permitir una evaluación y seguimiento de sus planes de mitigación. (Pardina, Benítez, & Rodríguez, 2010).

Las medidas de mitigación buscan reducir las emisiones de GEI actuando tanto sobre la demanda (influyendo sobre los patrones de consumo), como sobre la oferta (a lo largo de todo el proceso de provisión del servicio). Así, en general se centrarán en el fomento de uso de técnicas más eficientes en términos energéticos o en el cambio a fuentes de energía renovable y/o al aprovechamiento de los subproductos de los procesos.

Un prerequisite para llevar a cabo estas acciones de mitigación es la medición y el monitoreo de las emisiones de GEI por parte de las empresas. Esto es un elemento central ya que la disponibilidad de información es un insumo crucial para poder detectar en qué parte del proceso productivo existen oportunidades de mejora y así identificar las opciones más costo-efectivas para alcanzar un determinado nivel de reducción de emisiones. Con este objetivo, una herramienta que se ha mostrado sumamente útil, es la curva de costo de abatimiento de emisiones (véase el recuadro III.1).

RECUADRO III.1 CURVA DE COSTO DE ABATIMIENTO DE EMISIONES DE GEI

En un contexto de recursos limitados e incertidumbre (tecnológica, regulatoria, respecto al costo de la energía, etc.) es importante tomar decisiones informadas en cuanto a la secuencia y al momento de realizar inversiones en general, y en abatimiento de emisiones de GEI en particular; sin embargo, esto no siempre es simple. Una herramienta muy útil a estos fines es el desarrollo de curvas de costos de abatimiento. Estas curvas permiten evaluar las medidas de mitigación que pueden ser adoptadas, priorizando recursos y la cronología de las inversiones. La metodología consiste en construir un ranking de proyectos, de acuerdo a su costo-efectividad, evaluándolos en base a un método de flujo de caja descontado y considerando los costos involucrados a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto junto con sus potenciales beneficios y reducciones de emisiones. Así, las curvas de abatimiento presentan las medidas de abatimiento disponibles, su potencial de abatimiento en un periodo dado y su costo-efectividad, en relación a un escenario base proyectado (business as usual o BAU escenario).

El desarrollo de una curva de costos de abatimiento robusta involucra una serie de pasos:

1. Encuadrar el análisis de costos en términos del horizonte temporal, el alcance de las emisiones y los límites del sistema a analizar.
2. Desarrollar una línea de base de emisiones actuales y proyectadas de GEI, para todos los activos y fuentes de emisiones dentro del sistema a analizar.
3. Identificar las oportunidades de abatimiento disponibles, actuales y futuras dentro del periodo considerado, y estimar su potencial de abatimiento y sus costos.
4. Construir una curva de costo de abatimiento inicial, utilizando un abordaje bottom-up estructurado con supuestos claros y revisar las opciones en base a criterios de riesgo habituales de la empresa.
5. Refinar las estimaciones de potencial de abatimiento, costo y tiempo.
6. Descartar medidas mutuamente excluyentes, teniendo en cuenta las interrelaciones existentes entre medidas.
7. Construir la curva de costo de abatimiento final y realizar un análisis de sensibilidad.
8. Comunicar resultados y recomendaciones

Fuente: (Energetics, 2011).

Las curvas de costos de abatimiento particulares, dependerán principalmente de la matriz energética del país y de la intensidad energética de los procesos de la industria en cuestión.

Se debe tener presente que los recursos financieros dentro de una empresa son limitados, por lo que estas inversiones en abatimiento estarán compitiendo por fondos con otros tipos de proyectos. Si el desarrollo de estos proyectos cuenta con apoyo gubernamental, también se debe incluir el costo de administración de estos programas en los costos finales de las medidas.

Por otro lado, es necesario que las empresas reguladas consideren e internalicen los efectos de sus emisiones al momento de tomar decisiones de inversión, por lo tanto es deseable promover su valorización e incorporación en los análisis costo-beneficio de sus inversiones.

También es importante notar que si bien los efectos del cambio climático son globales, los impactos son específicos para cada empresa. Esto lleva a la necesidad de considerar en detalle las particularidades de cada empresa al momento de analizar las medidas y mecanismos más eficientes para asegurar las debidas acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

El rol de la regulación, independientemente del tipo de que se trate (comando & control, medidas basadas en incentivos, o regulación informal) es asegurar la provisión eficiente de los servicios, al mismo tiempo que las firmas reguladas lleven a cabo las acciones necesarias frente a las consecuencias adversas del cambio climático.

D. Clasificación de medidas para mitigar y abatir el cambio climático

A modo de corolario, en el presente estudio se procederá a clasificar las distintas medidas e instrumentos identificados para abatir y mitigar el cambio climático de la siguiente manera:

- a) **Medidas económicas:** Buscan internalizar los costos ambientales externos de los distintos sectores bajo análisis, desincentivando la generación de emisiones de GEI, e incentivando la búsqueda de soluciones costo-efectivas bajas en emisiones de GEI. También constituye una medida económica, aquellas que logren internalizar los beneficios externos de la actividad en términos del cambio climático (ejemplo: financiamiento parcial a través de los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)¹⁹.
- b) **Medidas regulatorias:** La regulación busca modificar los comportamientos de los agentes involucrados, y puede ser vista desde dos perspectivas; regulación formal, o dura, y la regulación informal, o blanda:
 - Regulación formal: generalmente forma parte de un cuerpo normativo y va acompañado de sanciones.
 - Regulación Informal: que se apoya en información, educación, acuerdos voluntarios y autorregulación.

¹⁹ Mecanismo de Desarrollo Limpio o MDL, es un acuerdo suscrito en el Protocolo de Kyoto que permite a los gobiernos y a las empresas de los países desarrollados suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de GEI, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo, y recibir crédito por esto, con la posibilidad de adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos. Estos acuerdos pueden ser de Implementación Conjunta o bien Transacciones de Emisiones.

- c) **Medidas tecnológicas:** medidas que definan o incentiven el uso de una tecnología en particular o la inclinación hacia el empleo de tecnologías más limpias (afectando la oferta del producto). También considera medidas tecnológicas que puedan afectar la demanda por bienes producidos por los sectores en cuestión.
- d) **Medidas de planificación:** Este tipo de medidas, se considera particularmente relevante para el sector transporte y movilidad, donde la planificación de la demanda y de la infraestructura, por ejemplo, son determinantes claros de los efectos totales en materia de emisiones de GEI.

Esta categorización de medidas e instrumentos no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede ser económica, regulatoria y tecnológica, o una combinación de las anteriores.

IV. Análisis de instrumentos y políticas de sustentabilidad urbana en América Latina a nivel sectorial

A. Agua y saneamiento²⁰

1. Descripción del sector

El sector de agua y saneamiento está identificado en el Protocolo de Kioto como uno de los sectores que contribuye a la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Su participación en las emisiones totales de GEI de la economía depende del país, pero están dentro del orden del 1% en Gran Bretaña (2010) y del 1,4% en Estados Unidos (2005).

Las emisiones de GEI del sector de agua y saneamiento se generan principalmente por el uso de energía (alrededor de un 85% de las emisiones del sector (Black & Veatch, 2012) y por las emisiones procedentes de la carga orgánica que tienen los residuos cloacales.

Las actividades del sistema de agua y saneamiento que involucran el uso de energía son múltiples (incluyendo el consumo de los hogares que también implica un gasto energético):

- La captación y el traslado del agua desde las fuentes (energía para captar el agua desde los ríos o para el bombeo de aguas subterráneas; y para el posterior bombeo hacia reservorios o a plantas de tratamiento)
- Tratamiento del agua (energía para el bombeo y potabilización del agua)
- Distribución de agua (energía para el bombeo del agua hacia las unidades de consumo)
- Consumo de agua en los hogares (energía para el bombeo, calentamiento de agua, etc.)
- Tratamiento de aguas residuales (energía para recolección, bombeo, depuración, aireación y otros procesos)

²⁰ Sección basada en Rodríguez, M. y Schiro, J. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: agua y saneamiento", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

La cantidad de energía que cada una de estas actividades consume va a depender de múltiples factores, entre los que destacan la calidad del agua (que a su vez depende de la fuente), la geografía del terreno, la densidad poblacional, el porcentaje de pérdidas, la tecnología utilizada, etc. Así, la energía empleada por el sistema de agua y saneamiento puede variar considerablemente entre diversas ciudades.

A modo de ejemplo, según un estudio global de Griffiths-Sattenspiel & Wilson (2009), en Estados Unidos la intensidad en el uso de energía (entendida como kWh consumidos por metro cúbico de agua involucrada en el proceso) por etapa del proceso de provisión de agua y saneamiento oscila entre los siguientes valores (véase el cuadro IV.1).

CUADRO IV.1
RANGO DE INTENSIDAD DE USO DE ENERGÍA EN LA
PROVISIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO
(En kWh/m³)

Etapa del proceso	Rango de intensidad energética	
	Bajo	Alto
Provisión y transporte de agua	0	3,6984
Tratamiento del agua	0,0264	4,2268
Distribución del agua	0,0660	0,3170
Recolección y tratamiento de aguas residuales	0,1849	1,2152
Vertido de aguas residuales	0	0,1057
Total	0,2774	9,5630

Fuente: (Griffiths-Sattenspiel & Wilson, 2009).

Según estos autores, si bien el rango teórico oscila entre los 0,2774 y 9,563 kWh/m³, la mayoría de las empresas presentan valores totales entre 0,3302 kWh/m³ y 1,7171 kWh/m³.

A fin de analizar las posibles medidas regulatorias, tecnológicas y normativas que es posible aplicar para la mitigación y la adaptación de las empresas de agua y saneamiento al cambio climático, es importante distinguir entre los factores que afectan el consumo de energía entre los no controlables, parcialmente controlables y controlables. Un resumen de los principales elementos a considerar en cada una de las etapas se presenta en el cuadro IV.2.

CUADRO IV.2
FACTORES DETERMINANTES DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR ETAPA

Etapa	Controlable	Parcialmente Controlable	No Controlable
Extracción		Volumen	Tipo de Fuente
Tratamiento	Calidad del producto	Calidad agua cruda	
Transporte			Distancia a centro de consumo
Distribución	Nivel de pérdidas	Calidad servicio (presión)	Condiciones topológicas del área de servicio
			Densidad poblacional
Tratamiento agua residual	Nivel tratamiento requerido	Escala de planta	

Fuente: Rodríguez, M. y Schiro, J. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: agua y saneamiento", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

El grado de controlabilidad constituye un elemento central a tener en cuenta en el análisis y diseño de mecanismos tendientes a la adaptación y mitigación del cambio climático por parte de las empresas del sector. Dentro de los elementos enumerados se debe agregar las condiciones de eficiencia propias de cada empresa, que caen íntegramente dentro de los aspectos controlables (tal como la eficiencia de los sistemas de bombeo).

Considerando la producción de agua, la fuente que requiere un mayor uso de energía (kWh/m^3) es el agua desalinizada, requiriendo casi cinco veces más que el agua salobre subterránea, la segunda fuente más energética/intensiva. El agua subterránea requiere aproximadamente dos tercios de la energía utilizada por el agua salobre subterránea y el doble que el agua reciclada. En tanto, las fuentes de agua superficiales requieren un uso prácticamente nulo de energía.

CUADRO IV.3
INTENSIDAD ENERGÉTICA GENÉRICA
SEGÚN FUENTE DE AGUA
(En kWh/m^3)

Tipo de fuente	Intensidad energética
Agua superficial (sin bombeo)	0
Agua subterránea	0,4399
Agua subterránea salobre	0,7039
Agua de mar desalinizada	3,0356
Agua reciclada	0,2420

Fuente: (Griffiths-Sattenspiel & Wilson, 2009).

La disponibilidad de fuentes de agua en general constituye un factor fijo, por lo que la composición de agua por fuente de cada empresa comúnmente estará dada, lo cual en gran medida limita las posibilidades de reducción de emisiones de esta actividad.

El consumo de energía en transporte y distribución dependerá de varios factores: distancias de las fuentes de producción a los centros de consumo y topología propia de cada área de servicio que determina las necesidades de bombeo. Al igual que las fuentes de agua, estos factores están dados y, por lo tanto, presentan poca flexibilidad en cuanto a medidas de eficiencia. En tanto, otros factores son de carácter normativo o regulatorio, como por ejemplo los niveles de calidad requeridos (ej. niveles de presión), y por lo tanto existe más margen para acciones regulatorias tendientes a mejoras en materia de mitigación.

Respecto al tratamiento de aguas residuales, su intensidad energética también depende de factores normativos, regulatorios y de aspectos tecnológicos. Dentro de los primeros destaca el nivel de tratamiento requerido, y dentro de los segundos, el tamaño o escala de la planta. Si bien este último factor puede ser considerado como fijo, existe en principio la posibilidad de fusión de prestadores, o de compartir plantas de tratamiento entre prestadores cercanos, lo que podría disminuir el consumo energético.

Las emisiones que este uso de energía genere van a depender, a su vez, de la matriz energética de cada país; es decir, de las diferentes fuentes de generación de energía con las que cuente y de su participación en la generación total.

Otra fuente de GEI en el sector de agua y saneamiento se da en el tratamiento de las aguas residuales. Los GEI que se generan en cantidades apreciables en una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) son el dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄). Ambos gases proceden de la carga orgánica que tiene el agua a su entrada a la planta. Por lo tanto, cuanto menor sea la carga contaminante del agua a la entrada de la PTAR, menor será la producción de GEI de la misma. Según (Lara & Préndez, 2003) en promedio, los GEI provenientes de la degradación de la materia orgánica presente en las aguas servidas representan alrededor del 18% de las emisiones totales de fuentes antrópicas de un país.

a) Posibles rutas de acción para disminuir las emisiones de GEI en el sector de agua y saneamiento

Considerando lo anterior, es posible delinear cursos de acción o definir temas a analizar en relación a la reducción de emisiones de GEI en el sector de agua y saneamiento. Estos se pueden dividir en dos grandes grupos: aquellos que tienen que ver con la gestión de la demanda y aquellos que tienen que ver con la gestión de la oferta.

En relación a la demanda, es necesario tomar medidas tendientes a:

- Disminuir el consumo de agua (principalmente agua caliente) en los hogares. La eficiencia en el uso del agua contribuye significativamente a la reducción de las emisiones de GEI. Esto se da porque al reducirse el consumo del agua, el volumen de agua extraído, potabilizado, distribuido y tratado cae y así, el requerimiento de energía involucrada en estos procesos.
- Controlar el uso de agua caliente en los hogares. No es menor la emisión de GEI que surge del uso de energía para calentar el agua en los hogares. De hecho, en el Reino Unido, el uso de energía para calentar agua en los hogares, para actividades como lavar, limpiar o cocinar, representa casi el 90% de las emisiones totales de GEI del sector de agua y saneamiento (Griffiths-Sattenspiel & Wilson, 2009). Por este motivo es esencial que, en toda política de uso eficiente del agua, esté contemplada la sensibilización e involucramiento de los consumidores finales; esto es los hogares.

Respecto a la oferta, a grandes rasgos es necesario tomar medidas tendientes a:

- Reducir el consumo de energía de las empresas de agua y saneamiento mediante la adopción de tecnologías más eficientes en términos energéticos.
- Recalcular el nivel óptimo de pérdidas, teniendo en cuenta las externalidades que genera el consumo de energía.
- Controlar el vertido de residuos industriales líquidos al sistema de alcantarillado.
- Fomentar la cogeneración en PTAR a partir del biogás (esto tiene un doble efecto, por un lado reduce el consumo de energía fósil de la planta y, por otro, permite la oxidación del metano a dióxido de carbono, cuyo potencial de GEI es 23 veces menor).
- Fomentar un manejo eficiente de lodos.

Al momento de evaluar una política o un programa destinado a reducir las emisiones de GEI por parte del sector, no hay que desestimar las emisiones que se generan en los procesos de construcción, instalación, puesta en marcha, mantenimiento y operación del proyecto; es decir, es necesario tener en cuenta el costo en carbono de todo el ciclo de vida del proyecto.

Por otro lado, la gestión de pérdidas es una medida de creciente importancia, ya que muestra beneficios en dos planos. Por un lado, contribuye a cerrar la posible brecha que se da entre una demanda futura creciente de agua y una oferta de agua incierta (dada la incertidumbre en la disponibilidad de recursos). Por otro, la reducción de las pérdidas contribuye a disminuir las emisiones de GEI provenientes de las actividades de extracción, potabilización y distribución del agua; procesos intensivos en energía. Si las pérdidas se reducen, el volumen de agua necesario a extraer, tratar y distribuir para abastecer a una determinada demanda también cae, ocurriendo lo mismo con las emisiones.

b) Efectos del cambio climático sobre el sector de agua y saneamiento

El sector de agua y saneamiento no sólo es una fuente emisora, sino que también recibe los impactos del cambio climático. El cambio en los regímenes pluviales y la variabilidad en las temperaturas presentan tanto un desafío a la infraestructura del sector, como a la gestión del recurso hídrico. Es por ello que, desde la perspectiva del sector de agua y saneamiento, es necesario implementar tanto medidas de mitigación como de adaptación al cambio climático.

El cambio en el patrón de lluvias puede generar mayores sequías e inundaciones, esta variabilidad en la disponibilidad de agua provoca un estrés adicional a un recurso ya escaso. Elevadas temperaturas y aumento de las lluvias provocan una reducción en la calidad del agua y un aumento en la necesidad de tratamiento, así como incrementos en su consumo. La ocurrencia de eventos climáticos extremos requiere de una infraestructura de distribución más resistente o “resiliente”. Las tormentas e inundaciones constituyen un desafío para los sistemas de recolección y alcantarillado. Finalmente, la reducción de los caudales de los ríos podría resultar en procesos de tratamiento de aguas residuales más carbono-intensivos.

Es así como existe una fuerte interacción o relación bidireccional entre el cambio climático y el sector de agua y saneamiento. Por este motivo, es de vital importancia analizar y comprender dicha relación, para ser capaces de internalizarla en los procesos regulatorios y así abordar el fenómeno del cambio climático de una manera integral.

2. Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina

a) Santiago de Chile: Aguas Andinas

Aguas Andinas es la mayor empresa (en términos de número de clientes) de servicios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas en la Región Metropolitana (RM). Es la única empresa del país categorizada por el regulador, la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), como “mayor”, para lo cual debe detentar más del 15% de los clientes chilenos (posee de hecho 1.607.606 clientes, cerca del 35% de los clientes del país). Aguas Andinas pertenece al Grupo Aguas, al cual también pertenecen, sirviendo la misma área, Aguas Cordillera y Aguas Manquehue.

La zona de concesión del Grupo Aguas en la Región Metropolitana comprende la Cuenca de Santiago, territorio ubicado en la depresión intermedia de Chile central, limitando al norte con la Cuesta de Chacabuco y al sur con Angostura de Paine. El área de concesión se divide en cuatro zonas: Zona Antilco, Zona Cordillera Mapue, Zona Mapocho, Zona Maipo.

El Grupo Aguas, se sirve principalmente de cuatro fuentes superficiales (Río Maipo, Laguna Negra, Embalse El Yeso y Estero San Ramón) y de fuentes subterráneas compuestas por 150 pozos profundos y drenes que extraen el agua de 3 acuíferos. Del total de agua cruda que abastece a la RM, el 85% proviene de fuentes superficiales y el 15% de fuentes subterráneas.

La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado en las áreas de concesión de las tres empresas del Grupo Aguas se presenta a continuación²¹.

CUADRO IV.4
COBERTURA DEL SERVICIO DEL GRUPO
AGUAS EN LA RM, 2010 Y 2011
(En porcentajes)^a

Empresa	2010			2011		
	Agua potable	Alcantarillado	Tratamiento de aguas residuales	Agua potable	Alcantarillado	Tratamiento de aguas residuales
Aguas Andinas	100	98,7	85,5	100	98,8	85,5
Aguas Cordillera	100	98,9	84,7	100	99	84,8
Aguas Manquehue	100	99,4	94,6	100	99,4	95

Fuente: elaboración propia a partir de Informe de Gestión del Sector Sanitario 2011 – SISS.

^a Como proporción de la población urbana en la región.

Se proyecta que la cobertura de tratamiento de aguas llegaría al 98% en 2012. Cabe destacar que la Planta Mapocho genera electricidad a través de la producción de biogás, (generado al tratar las aguas servidas), la que cubriría la demanda térmica del proceso.

Los valores de energía consumida por metro cúbico de agua producido se detallan a continuación (véase el cuadro IV.5).

CUADRO IV.5
CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
POR METRO CÚBICO DE AGUA
(En kWh/m³)

Actividad	2006	2007	2008	2009	2010
Producción de agua potable	0,1063	0,1452	0,1098	0,1130	0,1128
Tratamiento de aguas servidas	0,2879	0,2920	0,2758	0,2640	0,0383 ^a

Fuente: SISS 2010 y Reporte de Sustentabilidad 2010 de Aguas Andinas.

^a En el año 2009 el valor de 0,264 kWh/m³ se obtiene tomando en cuenta el consumo energético registrado en la totalidad de las PTAS del Grupo Aguas (La Farfana, El Trebal y las correspondientes a localidades) y el volumen de agua tratado en todas las plantas. Para el 2010, en cambio, no se tiene en cuenta ni el consumo energético ni el agua tratada en la planta El Trebal, puesto que la planta se encontraba bajo la operación de una empresa externa. Si se calcula la intensidad energética del año 2009, excluyendo el consumo energético y el volumen tratado en la planta El Trebal, se obtiene un valor de 0,147 kWh/m³. De igual manera llama la atención la caída del indicador en el 2010.

El costo de la energía eléctrica como proporción de los costos operacionales ha ido en aumento para el total del sector de servicios sanitarios chileno desde el 2003 hasta el 2009, según datos de la SISS (véase el cuadro IV.6).

²¹ La información se refiere a zonas urbanas, según la legislación sanitaria chilena.

CUADRO IV.6
COSTO DE ENERGÍA COMO PROPORCIÓN DE
OPEX SECTOR SANITARIO CHILENO
(En porcentajes)

Energía OPEX	2 003	2 004	2 005	2 006	2 007	2 008	2 009
	4,99	5,15	5,45	5,96	6,80	8,90	9,88

Fuente: SISS, 2010.

Además de energía eléctrica, la provisión de servicios de agua y saneamiento requiere del consumo de combustibles fósiles (véase el cuadro IV.7).

CUADRO IV.7
CONSUMO DE COMBUSTIBLES POR EL GRUPO
AGUAS EN RM, 2009 Y 2010

Actividad	2 009	2 010
Consumo combustibles fósiles en calderas de generación eléctrica (Diesel)	430 724 l	463 244 l
Consumo combustibles fósiles en fuentes móviles	738 728 l (Diesel) 260 900 l (Nafta)	747 604 l (Diesel) 216 928 l (Nafta)
Consumo de Biogás en calderas	8 157 617 nm ³	14 551 414 nm ³

Fuente: Reporte de Sustentabilidad 2010 de Aguas Andinas.

El biogás producido por la compañía se obtiene de las fases de descontaminación de aguas servidas en las plantas de tratamiento El Trebal, Talagante y La Farfana. Este último proyecto se encuentra registrado como Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) desde principios del 2011. Parte del biogás generado en La Farfana se ha destinado al uso doméstico, mediante su entrega a Metrogas, abasteciendo a más de 35 mil clientes residenciales en Santiago.

En el 2011, Aguas Andinas comenzó la gestión del Sistema de Acondicionamiento CAMBI, cuyo fin es incrementar la eficiencia del proceso de digestión anaeróbica, mediante un acondicionamiento previo de los lodos secundarios, cuya materia orgánica es más refractaria a la hidrólisis. El resultado fue un aumento en la producción de biogás que es quemado en motores de cogeneración para la generación de energía eléctrica y térmica, permitiendo así cubrir el 100% de los requerimientos del tratamiento de lodos de El Trebal y Mapocho y entregar energía eléctrica al Sistema Interconectado Central (SIC). Según el Reporte de Sustentabilidad de 2010, este proyecto es evaluado en la CMNUCC como proyecto MDL con el objeto de contar con una fuente de financiamiento proveniente de la venta de bonos de carbono.

Cabe mencionar que el metano generado como subproducto del tratamiento de aguas servidas, que no es destinado a la generación de energía ni tampoco es tratado para el uso doméstico, es quemado en antorchas, convirtiéndolo así en dióxido de carbono, y reduciendo notablemente su potencial de GEI.

i) Iniciativas medioambientales de Aguas Andinas

De acuerdo con los Informes de Sustentabilidad, Aguas Andinas ha desarrollado diversos planes e iniciativas tendientes a la mitigación o adaptación al cambio climático en los últimos 5 años, entre los que destacan:

- 2006 - Simulador para el Control Operacional de la Digestión Anaerobia.
- 2007 - Innovación tecnológica en la gestión de biosólidos.
- 2008 - Construcción del sistema de lavado de biogás para uso doméstico.
- 2010 - Proyecto Mapocho Urbano Limpio. Producción de electricidad mediante cogeneración de biogás. Estudio de factibilidad de infiltración de aguas lluvias El Rital, para reutilización del agua. Proyecto de disminución de gastos en energía eléctrica mediante el recambio de motobombas. Instalación de paneles solares en recinto de Lira/Cicarelli. Para el calentamiento del agua usada en las duchas. Gestión Integral de Residuos Sólidos El Rital.
- 2011 - Sistema de Acondicionamiento CAMBI, cuyo fin es incrementar la eficiencia del proceso de digestión anaeróbica, aumentando la producción de biogás. Gestión de la Demanda como un negocio Sustentable - Proyecto Maipo. Disminución de pérdidas.

ii) Regulador y proceso regulatorio

El ente encargado de regular las empresas sanitarias chilenas es la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). Esta Superintendencia se encarga de la fijación de tarifas por los servicios de agua potable y alcantarillado de aguas servidas que prestan las empresas sanitarias; del otorgamiento de concesiones de servicios sanitarios; de la fiscalización de las empresas sanitarias (particularmente respecto de la calidad del servicio prestado) y de la fiscalización de los establecimientos industriales generadores de residuos industriales líquidos (RILES).

La SISS también participa en el establecimiento de normas y estándares en el ámbito de su competencia y se preocupa de la difusión de información relativa al sector sanitario nacional. También actúa como administrador para conocer y resolver las discrepancias que se producen entre prestadores y usuarios (y sancionar en caso que sea necesario).

iii) Incentivos a la adaptación y a la mitigación

El sistema regulatorio en Chile, se caracteriza por ser un mecanismo de precio máximo puro, y destacan los siguientes elementos:

- En el dimensionamiento de la empresa modelo no aparecen consideraciones sobre adaptación ni sobre mitigación del cambio climático.
- La forma de cálculo tarifario no tiene en cuenta las inversiones efectivamente realizadas por la empresa, sino que se basa en una empresa modelo eficiente.
- Los incentivos que enfrenta la empresa dependen totalmente de las señales de mercado.

Estos elementos tienen implicaciones directas sobre los incentivos que pudieran existir o generarse para la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector. En particular, es posible suponer que un sistema de precios máximos basado en una empresa modelo no generaría incentivos claros para que las empresas realicen inversiones en adaptación y mitigación del cambio climático.

Los mecanismos de precios máximos tienen por objetivo primordial crear incentivos a la eficiencia productiva. En la medida en que las tarifas que cobra la empresa son independientes de sus costos, al menos durante el periodo de revisión, existen incentivos a la reducción de costos (o sea a la eficiencia productiva).

Es así como un sistema de regulación basado en la empresa modelo, tiene implicancias importantes sobre los incentivos a inversiones en adaptación y mitigación del cambio climático. Independientemente de si el regulador considera o no este tipo de inversiones en la definición del nivel de tarifas, la empresa sólo tendrá incentivos a realizarlas en la medida en que ahorren costos respecto de otras alternativas.

Esto puede ser ilustrado tomando como ejemplo el costo de la electricidad y el nivel de eficiencia energética. Si el regulador tomara en cuenta un costo eléctrico que incluya las externalidades negativas por emisiones de GEI – por ejemplo, a través de la adopción de un precio sombra basado en la cotización de bonos de carbono – esto afectaría el nivel óptimo de eficiencia energética de los equipamientos de la empresa. Sin embargo, en la medida en que no exista un mercado efectivo, en el que la empresa pueda monetizar las mejoras en eficiencia energética, no existirán incentivos para que la empresa adopte dichos estándares de eficiencia.

Al no considerar las inversiones efectivamente realizadas por la empresa, el régimen regulatorio limita la posibilidad de considerar inversiones específicas en mitigación o adaptación al cambio climático. Dado que el énfasis al diseñar la empresa modelo es la minimización de costos, el régimen no contempla mecanismos que permitan incluir inversiones asociadas al cambio climático.

Adicionalmente a las consideraciones anteriores también se pueden señalar algunos aspectos puntuales relacionados con la metodología tarifaria:

- a) Niveles de pérdidas: No existe justificación, ni en las bases ni en los estudios, para el valor adoptado para las pérdidas (5% en las plantas y 15% en las redes), siendo los niveles de pérdida un elemento central en una política de reducción de emisiones de GEI. Su nivel óptimo debiera depender del consumo energético de la empresa y de las emisiones asociadas a éste, entre otros.
- b) Niveles de Eficiencia Energética: En el estudio se adoptaron niveles de eficiencia existentes en las plantas. Estos pueden no reflejar niveles eficientes, particularmente si se toma en cuenta el costo ambiental asociado a la generación eléctrica.
- c) Costo de la Energía: Para la estimación de costos de la empresa modelo se utilizaron las tarifas eléctricas vigentes. Éstas no reflejan el costo ambiental asociado a la emisión de GEI y, por lo tanto, no representan el costo social del servicio. Esto afectaría la determinación de niveles óptimos de eficiencia energética y los niveles de pérdidas (en plantas y en red).
- d) Proyecciones de Demanda: Al basarse en series históricas no se estarían incluyendo los efectos de cambio estructural asociados al cambio climático (mayor varianza, aumento de la frecuencia de eventos extremos, etc.).

b) Lima, Perú: SEDAPAL

La mayor empresa prestadora de servicios de agua y saneamiento en Perú es SEDAPAL S.A., empresa estatal de derecho privado íntegramente de propiedad del Estado. Esta empresa brinda servicios a la capital del Perú y a la provincia constitucional del Callao y se encuentra bajo la responsabilidad del Gobierno Central. En el ámbito de la jurisdicción de SEDAPAL se encuentran albergados más del 40% de todos los usuarios de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento reguladas por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), valiéndole una categoría aparte por parte del regulador, distinguida de las otras empresas prestadoras “EPS grandes” (con más de 40.000 conexiones).

SEDAPAL provee servicios a 42 distritos de Lima Metropolitana y 6 de la Provincia constitucional del Callao, con una población urbana de 9.118.442. La ciudad de Lima y el Callao son abastecidos por SEDAPAL utilizando principalmente fuentes de agua superficial y, complementariamente, fuentes subterráneas. El agua superficial proviene de las cuencas de los ríos Rímac y Chillón, ambos con un régimen de escorrentía natural altamente estacional. Para satisfacer la demanda en las épocas de estiaje, la escorrentía del río Rímac está regulada por reservorios naturales ubicados en las cumbres de la sierra central. Respecto al agua subterránea, SEDAPAL cuenta con 365 pozos, de los cuales 337 operan a cargo de SEDAPAL y 28 de un operador privado²². La mayoría de estos pozos bombea directamente a la red, otros a un reservorio o cámara de rebombeo y el resto no se tiene identificado a qué sistema abastece.

La cobertura de los servicios sanitarios para los años 2010 y 2011 se muestra a continuación²³ (véase el cuadro IV.8)²⁴:

CUADRO IV.8
COBERTURA DEL SERVICIO DE SEDAPAL, 2010 Y 2011
(En porcentajes)

Empresa	2010		2011	
	Agua potable	Alcantarillado	Agua potable	Alcantarillado
SEDAPAL	84,3	80,1	89,4	84,9

Fuente: SUNASS 2012.

Del total producido en 2010 y 2011, alrededor del 84% corresponde a fuentes superficiales y el 16% restante a la extracción de aguas subterráneas. La producción de agua potable mediante fuentes de agua superficiales se realiza en las Plantas de Tratamiento de la Atarjea y Chillón (operadas por un concesionario privado), mientras que la producción de agua subterránea se realiza a través de 365 pozos, de los cuales 337 operan a cargo de SEDAPAL y 28 están a cargo de un concesionario privado.

Cabe mencionar que el volumen facturado no resulta en su totalidad de mediciones, de hecho el volumen facturado por medición en 2011 fue de 353.951.161 m³, mientras que el resto se facturó en base a un promedio y a una asignación de consumo.

El agua potable llega a los habitantes de la región mediante una red de distribución primaria, cuya longitud aproximada es 686 km. (representa el 6,0% del total de la tubería existente), y una red de distribución secundaria de 11.929 km., sumando un total de 12.615 km. en 2010. Cifra que creció a 12.898 km. en 2011. El sistema cuenta con 412 estaciones de bombeo y/o rebombeo, lo que les permite atender a las zonas altas de la ciudad²⁵.

De acuerdo con el informe de la SUNASS “Las EPS y su desarrollo” del 2011, el agua no contabilizada por SEDAPAL en 2010 representó aproximadamente el 38% del agua potable producida, estando por debajo del total nacional para ese mismo año (41,5%). De acuerdo con el mismo informe de 2012, el agua no facturada en 2011 representó el 35% del total de agua producida y continuó por debajo del total nacional (39,2%). Es así como SEDAPAL muestra altos niveles de agua no facturada por efecto de las pérdidas técnicas del sistema y las pérdidas comerciales derivadas de la baja micromedición y el número de conexiones inactivas que en la práctica sí estarían haciendo uso del servicio de agua potable²⁶.

²² SEDAPAL. Memorias 2010.

²³ SUNASS. Las EPS y su desarrollo. 2012.

²⁴ Los números reportados se refieren exclusivamente a áreas urbanas.

²⁵ SEDAPAL. Memorias 2010.

²⁶ SUNASS. Estudio Tarifario 2010.

La red de alcantarillado se compone de una red de colectores primarios (846 km.), y de una red de colectores secundarios (10.398 km.), totalizando una infraestructura de 11.244 km. en 2010. En 2011 la totalidad de la red constaba de 11.504 km. La recolección y conducción de las aguas servidas hacia los colectores primarios se realiza mayoritariamente por gravedad. El 98% del sistema opera por gravedad y el resto se realiza por bombeo, utilizando 80 estaciones de bombeo²⁷.

En 2010 se volcaron a la red de SEDAPAL 418.676.298²⁸ metros cúbicos de aguas residuales, de los cuales se trató un 20,7% (porcentaje menor que el nivel nacional [32,7%], y muy por debajo del porcentaje tratado por otras “EPS grandes” [54,3%]), mientras que casi el 80% restante fue descargado sin ningún tipo de tratamiento al océano y/o ríos, o utilizado para la irrigación de cultivos. El porcentaje tratado en 2011 fue levemente menor (20,6%), probablemente debido al aumento de la cobertura de alcantarillado.

Existen diversas tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales, como las lagunas facultativas, lagunas aireadas, mixtas y de lodos activados. La disposición final de los desagües tratados es generalmente para reúso agrícola, irrigación de áreas verdes y disposición en ríos o mar.

De acuerdo con los Estados Financieros Auditados de SEDAPAL para el 2010, los costos de energía eléctrica en el total de costos operacionales (costo de servicio agua, desagüe, cloacas y colaterales, gastos de administración y gasto de ventas) son los que se muestran en el cuadro IV.9 a continuación:

CUADRO IV.9
COSTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMO
PROPORCIÓN DE COSTOS OPERACIONALES
(En porcentajes)

	2009	2010
Energía OPEX	5,1	4,7

Fuente: Estados Financieros Auditados SEDAPAL 2010.

El costo de energía como proporción de los costos operativos en el caso de las empresas mayores (EPS grandes) es, en promedio, de un 8,2% para el año 2010. El menor valor registrado en SEDAPAL (4,7%) se debe a su menor dependencia de fuentes de agua subterránea para la provisión de agua.

i) Iniciativas medioambientales de SEDAPAL

En el 2009, SEDAPAL suscribió un convenio con la Corporación Andina de Fomento (CAF) para iniciar la ejecución de un proyecto piloto en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Carapongo, para la utilización del metano como biodigestor. Bajo un convenio interinstitucional, CAF asesora a la empresa de saneamiento en la elaboración de los estudios del proyecto en lo referente a la identificación, comercialización y venta de reducciones de emisiones de GEI generadas por la planta. Según personal de SEDAPAL consultado, se estima que el proceso de adecuación tecnológica se efectuará en los próximos cinco años, terminado lo cual se retomarán las coordinaciones con la CAF para continuar con la evaluación técnico-económica de la opción de intervenir en el mercado de venta de bonos de carbono mediante los MDL.

SEDAPAL también ha estado involucrada en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 2010, en algunos de los 63 proyectos e iniciativas de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático que se han desarrollado a nivel nacional, regional y local, entre los

²⁷ SEDAPAL. Memorias 2010.

²⁸ SUNASS 2011 y 2012.

años 1999 y 2009. A nivel local SEDAPAL estuvo involucrada en el proyecto Manejo Integrado de la Cuenca de Lurín, a cargo de la Dirección Nacional de Construcción, Oficina del Medio Ambiente; SENCICO – Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción- y SEDAPAL. A nivel nacional se involucró en: Instalaciones con Energía Renovable; Creación del Programa de Gestión Territorial; Elaboración de la Norma Construcción Bioclimática (Bienestar Higrotérmico y Lumínico) y Viviendas con muros trombe (Calefacción solar); todos llevados a cabo junto a la Dirección Nacional de Construcción, Oficina del Medio Ambiente, y SENCICO.

Además, de acuerdo con las Memorias anuales de 2010²⁹, SEDAPAL ha desarrollado diferentes obras e iniciativas relacionadas con el cuidado del medio ambiente, destacándose las siguientes:

- Programa Ahorro de Agua – Ferias, Campañas de Ahorro del Agua, Certificaciones “Producto Ahorrador de Agua - SEDAPAL”.
- Programa Educación Sanitaria - Iniciativa destinada principalmente a promover la sensibilización de la comunidad sobre el uso del recurso hídrico y los costos que demanda su captación, potabilización y distribución.
- Sensibilización Ambiental – Charlas a trabajadores, contratistas y pobladores, de jornadas ambientales con participación activa de pobladores, contribuyendo a la toma de conciencia por parte de la comunidad en general, en la conservación de su entorno ecológico.

En el 2010 el Estado Peruano estableció nuevas normas mediante las cuales se promueve el reuso de las aguas y una adecuada disposición final de las aguas tratadas. En cumplimiento con el nuevo marco regulatorio, SEDAPAL ha iniciado un proceso de adaptación tecnológica en todas sus PTARs, con la finalidad de adecuarlas a los nuevos parámetros de operación. En este proceso, se ha previsto la evaluación y puesta en práctica de sistemas de generación de energía mediante la captación de emisiones gaseosas provenientes de los procesos de descomposición de la materia orgánica.

SEDAPAL cuenta con un Plan Ambiental, cuyo objetivo es “establecer las principales acciones que permitan contribuir a una adecuada gestión ambiental y protección del ambiente en las actividades que desarrolla, propiciando el desarrollo sostenible de las ciudades de Lima y Callao” (página web SEDAPAL). Dentro de las metas ambientales de este Plan se encuentran: i) Uso eficiente de la energía eléctrica; ii) Difundir información estadística ambiental generada por la Empresa; iii) Asegurar el adecuado manejo ambiental de las aguas residuales; iv) Asegurar una gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos generados en SEDAPAL; entre otras.

El Plan Ambiental de SEDAPAL integra todas las acciones que se deben desarrollar para reducir y mitigar los impactos ambientales que se producen en sus actividades, procesos y servicios. El actual Plan Ambiental está vigente para el quinquenio 2012-2016 y contiene diez programas, denominados Planes de Acción Ambiental, contando cada uno de ellos con metas y actividades programadas para su ejecución durante la vigencia del Plan. Particularmente importantes para este estudio son los Planes de Acción Ambiental Cambio Climático, Control y Monitoreo Ambiental, Ecoeficiencia y Gestión para el Manejo de Residuos Sólidos. En términos de actividades, las más relevantes para efectos de este estudio son las que se mencionan a continuación:

1. Plan Cambio Climático:

- Medición de huella de carbono
- Adaptación de SEDAPAL al cambio climático
- Mitigación frente al cambio climático en SEDAPAL (consistente en la evaluación de generar energía eólica, energía solar y hacer uso del gas natural)

²⁹ Memoria Anual 2010. SEDAPAL.

- Vulnerabilidad frente al cambio climático en SEDAPAL (estudio de vulnerabilidad de la cuenca -esto permitirá delinear las medidas de adaptación más efectivas para reducir la vulnerabilidad actual)
2. *Plan de Control y Monitoreo Ambiental:* destaca el programa de uso eficiente de energía eléctrica (incorporación de tecnologías energéticamente eficientes y adopción de adecuadas prácticas de operación y mantenimiento de motores, bombas, tableros eléctricos, sistema de cloro, accesorios hidráulicos, etc.).
 3. *Plan de Ecoeficiencia:* programa de ahorro de energía en oficinas.
 4. *Plan Gestión para el Manejo de Residuos Sólidos:* programa de tratamiento de residuos sólidos (estudio para implementar alternativas para el manejo y reaprovechamiento de los lodos provenientes de las PTAR's).
 - i) *Programa hoy no circula (PHNC)*
 - ii) *Regulador y proceso regulatorio*

El ente regulador del sector de agua y saneamiento en Perú es la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), siendo su función normar, regular, supervisar y fiscalizar la prestación de los servicios de saneamiento, cautelando en forma imparcial y objetiva los intereses del Estado, de los inversionistas y del usuario.

El mecanismo actualmente utilizado por la SUNASS para regular los servicios provistos por las EPS es el de tasa de retorno con ajustes “por fuera del modelo”, orientados a alcanzar el objetivo del Regulador de eficiencia productiva en las EPS.

iii) *Incentivos a la adaptación y a la mitigación*

Del análisis del mecanismo regulatorio implementado por SUNASS y de los documentos referentes a la última revisión tarifaria para SEDAPAL se desprende que, si bien hasta el momento no se han incorporado consideraciones sobre el cambio climático en las revisiones tarifarias, existe espacio para hacerlo en el futuro.

En principio, al existir la posibilidad de incorporar inversiones en el Plan Maestro Optimizado (PMO), las EPS tendrían incentivos para realizar inversiones en adaptación y mitigación, en la medida en que se las reconozca en la fijación tarifaria. Sin embargo, se debería prestar atención a la posibilidad de una sobreinversión por parte de las EPS (efecto Averch - Johnson). Una de las desventajas teóricas del mecanismo de regulación por tasa de retorno es el incentivo que genera a una sobre-capitalización de la empresa regulada, escogiendo la misma una relación capital-trabajo sub-óptima dado el precio relativo de estos factores (ineficiencia productiva). De todas maneras, la aparición de este fenómeno se minimizaría por dos motivos. El primero es que la tasa de retorno reconocida a la EPS es igual al costo de capital (WACC), con lo cual, en principio, no habría una distorsión en los precios relativos de los factores productivos. En segundo lugar, las revisiones tarifarias se basan en el PMO presentado por la EPS, estipulando ex-ante las inversiones que se llevarán a cabo en el periodo. Además, está contemplada en el mecanismo regulatorio una revisión ex-post de las inversiones realizadas en el periodo tarifario que culmina, pero a criterios de eficiencia. Así, si las inversiones reales efectuadas del quinquenio anterior fueron mayores que las inversiones proyectadas, dichas inversiones serán reconocidas pero a criterios de eficiencia. En tanto, si las inversiones reales efectuadas del quinquenio anterior fueron menores a las proyectadas, la base de capital inicial se calculará incluyendo los valores reales.

El mecanismo anterior busca evitar incentivos a la sobre inversión mientras que al mismo tiempo se preservan los incentivos a la eficiencia productiva.

La Gerencia de Supervisión y Fiscalización de la SUNASS elabora un informe comparativo de la gestión empresarial de las EPS (Benchmarking). El Benchmarking se presenta como una herramienta de comparación que mide el desempeño integral de las empresas prestadoras a través de indicadores relevantes que recogen los intereses del ente rector, ente regulador, clientes y sociedad civil en su conjunto. En este proceso de benchmarking las EPS registran y analizan información, identifican problemas y buscan soluciones, aprendiendo unas de otras. Es así como desde el año 2011 el Benchmarking ha incorporado nuevas categorías de medición entre las cuales se encuentra la adecuación al cambio climático.

Los indicadores de “adaptación al cambio climático” reportados son: tratamiento de aguas residuales, agua no facturada, micromedición, costo de energía eléctrica por volumen de agua potable producida (en miles de m³).

Esta es una selección dentro de un conjunto mayor de indicadores, efectuada a partir de una consulta de valorización de estos. A continuación, estos indicadores se ponderan en función de su contribución al logro de los cinco objetivos estratégicos del sector saneamiento:

- Modernizar la gestión de los servicios,
- Incrementar la sostenibilidad de los servicios,
- Mejorar la calidad de los servicios,
- Lograr la viabilidad financiera de los prestadores,
- Incrementar el acceso a los servicios

Cuando estos indicadores se vean reflejados en las revisiones tarifarias futuras, ya sea incorporándolos en las metas de gestión o como parte de la determinación de costos eficientes, existirán incentivos para que las empresas tomen medidas tendientes a mejorar su desempeño en relación a la adaptación y mitigación del cambio climático.

Por otra parte, a nivel general de todas las EPS, SUNASS promueve el desarrollo de buenas prácticas a través de un concurso anual en el cual se convoca a sus regulados a que participen con la presentación de experiencias que sirvan de ejemplo en innovación y la mejora en la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, en 4 categorías: Satisfacción al cliente, Eficiencia Operacional, Cultura Organizacional y Sostenibilidad Ambiental. Si estas iniciativas son de alguna manera incorporadas en las revisiones tarifarias futuras, entonces existirán incentivos para que las empresas tomen medidas tendientes a mejorar su desempeño en relación a la adaptación y mitigación del cambio climático.

3. Conclusiones sector agua y saneamiento

El análisis de los casos anteriores deja en claro que en el sector de agua y saneamiento se debe abordar la problemática del cambio climático desde dos frentes; el manejo de la oferta y el manejo de la demanda.

a) Manejo de la demanda:

El manejo de la demanda a través de reducciones en el consumo (ej. medición, auditorías, dispositivos de ahorro de agua, etc.) y recolección y reutilización de agua, incorporando el uso de nuevas tecnologías.

En particular se espera reducir el consumo a niveles eficientes, es decir, dar las señales a los consumidores respecto al verdadero valor del recurso hídrico. Esto se logra mediante la medición y la facturación del consumo, la concientización de los usuarios y la incorporación de los costos ambientales involucrados en la provisión de los servicios de agua y saneamiento en las tarifas.

Por otro lado, la universalización del servicio de agua potable y saneamiento, si bien posee efectos altamente beneficiosos para la sociedad, conlleva un costo ambiental que no es menor, pues la construcción de la infraestructura necesaria y la implementación del programa que involucra un aumento de la demanda de agua potable y de uso de servicios de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales genera emisiones de GEI. Es así como es necesario incorporar los costos ambientales de este tipo de proyectos, a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

Existen diversas opciones de medidas factibles de ser implementadas. Estas medidas pueden ser implementadas por las empresas proveedoras de agua³⁰ o por el gobierno (o de manera conjunta). En cualquier caso la sensibilización de los usuarios finales del recurso hídrico es fundamental. Cualquier tipo de medida debe ir acompañada de una campaña de educación, que promueva un cambio cultural entre los consumidores, concientizándolos sobre el verdadero valor del recurso y del hecho de que el uso eficiente del agua en los hogares, redundará además en un ahorro de dinero, ya que disminuye el gasto en agua y en energía.

A continuación se muestran de manera esquemática algunas de las medidas existentes de manejo de demanda (véase el cuadro IV.10).

CUADRO IV.10
MEDIDAS BASADAS EN EL MANEJO DE LA DEMANDA

Opciones	Tipos	Características
Medición	Voluntaria	Implementación de esquemas de medición y tarificación (incremental o estacional) para influir en los hábitos de consumo
	Obligatoria	
	Medición smart / tarifas variables	
Auditorías ^a	Domésticas	Auditorías por parte de equipos especializados, acompañadas por campañas de publicidad
	Comerciales	
	Publicidad	
Dispositivos de ahorro de agua	WC	Dispositivos de descarga de WC baja/variable/dual, dispositivos de desplazamiento en cisternas ^b , grifos de bajo caudal, duchas de bajo caudal, reguladores de caudal, bañeras de menor volumen
	Bañeras	
	Duchas	
	Aparatos de uso doméstico (electrodomésticos eficientes en el uso de agua)	
Tecnologías de recolección / reutilización de agua	Dispositivos de jardín (tanques para recolección de agua de lluvia, temporizadores, pistolas de riego)	Dispositivos de ahorro de agua en jardines, como de recolección de agua para riego y de reducción de uso de agua para riego con mangueras
	Agua de lluvia	Sistemas (a nivel de hogar/barrio/etc.) para recolectar, tratar y reutilizar agua de lluvia, o agua residual de duchas/baños/etc.
	Aguas grises	
	Aguas servidas	

Fuente: Basado en (Environment Agency, 2008).

^a Se refiere al análisis del uso del agua en un hogar, empresa, etc., e identificación de opciones para su mayor eficiencia.

^b Como por ejemplo los adoptados por compañías del Reino Unido: “Hippo the Water Saver” de Welsh Water o “Hippo bag” de la Anglian Water Services Ltd.

³⁷ Por ejemplo en el Reino Unido existen objetivos de eficiencia en el uso de agua fijados de manera voluntaria por las empresas proveedoras.

Es importante tener en cuenta que, por ejemplo, en el caso de la reducción en el consumo de agua, también implica una disminución en los ingresos de las empresas proveedoras. Por este motivo, y para promover la aplicación de medidas de consumo eficiente por parte de las empresas, es probable que se requiera de la introducción de mecanismos de corrección de ingresos en las revisiones tarifarias. Asimismo, la implementación e identificación de medidas susceptibles de aplicación conllevan costos (operacionales y de investigación y desarrollo (I+D)), los que deben ser previstos y considerados en las revisiones.

En cuanto a la implementación y uso efectivo de dispositivos ahorradores de agua por parte de los usuarios finales, su adquisición puede estar subsidiada o financiada tanto por las empresas proveedoras como por el gobierno, o de manera conjunta.

b) Manejo de la Oferta:

El manejo de la oferta se logra a través de mejoras de eficiencia energética, reducción de pérdidas, gestión de biosólidos, control de emisiones fugitivas y mejoras en procesos de tratamiento de aguas residuales (como el tratamiento del agua en el punto de uso).

La eficiencia energética en el sector se puede lograr a través de la reducción del consumo de energía dado un mejor entendimiento de las ineficiencias de los procesos, introduciendo mejores prácticas, procesos innovadores, control automático y tecnologías más eficientes de mezclado, aireación y bombeo y co-generación a partir de biogás esencialmente en los procesos industriales. Este tipo de medidas, si bien involucran algún grado de inversión, también actúan como una cobertura frente al riesgo de variaciones en el precio de la energía.

Un pre-requisito para reducir las emisiones de GEI en los procesos de tratamiento, es el control de vertidos al sistema de alcantarillado. Para esto es necesario la fijación de estándares de calidad de vertidos, y el control y monitoreo de su cumplimiento, de manera tal de reducir la carga orgánica y los contaminantes de las aguas vertidas. Como se mencionó anteriormente los gases de efecto invernadero que se generan en cantidad apreciable en una planta de tratamiento son el dióxido de carbono y el metano, ambos procedentes de la carga orgánica que tiene el agua a su entrada a la planta. Resulta, por lo tanto, evidente que cuanto menor sea la carga contaminante del agua a la entrada de la planta, menor será la producción de GEI. Sin embargo, la naturaleza de los lodos está sólo parcialmente bajo el control de las empresas de saneamiento (Hall, 2000).

CUADRO IV.11
FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD DE LOS LODOS

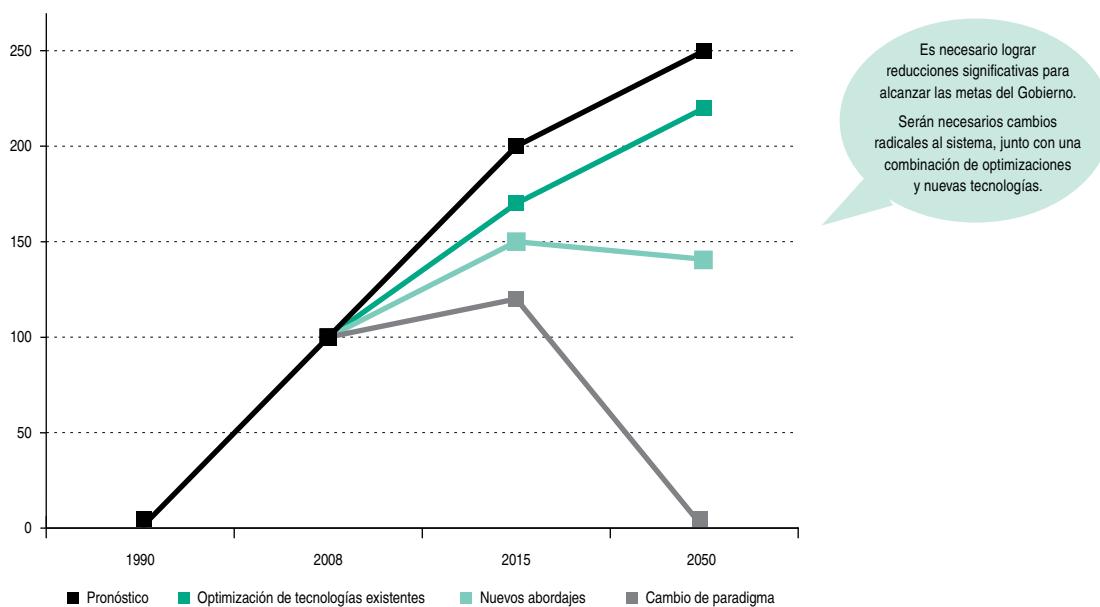
	Bajo el control de la empresa proveedora	Fuera del control de la empresa proveedora
Calidad de lodos	Tratamiento de aguas residuales Control de efluentes industriales (algunos países)	Control de efluentes industriales (mayoría de países) Descargas industriales ilegales Descargas domésticas Desarrollo industrial Cambio poblacional Fuentes difusas
Tratamiento de lodos	Procesos, energía, químicos, recursos humanos, etc	Ubicación de las plantas de tratamiento Presiones locales y nacionales
Disposición de lodos	Transporte Esparcimiento del lodo en tierras de cultivo	Cambios en legislación Disponibilidad de vertederos Presiones locales y nacionales
Factores que no están bajo el control de la empresa proveedora del servicio		

Fuente: Basado en “Ecological and Economical Balance for Sludge Management Options”, J. Hall (2000).

Por otro lado, algunos estudios señalan que para obtener efectos más sustantivos es necesario un cambio de paradigma: “(...)un cambio de paradigma en los sistemas de la industria del agua, considerando el tratamiento de aguas y residuos de forma integral en todos los sectores de la comunidad como un proceso de recuperación de recursos flexible y capaz de responder a los cambiantes desafíos globales (...³¹)”

El uso estimado de energía que surge de estos abordajes alternativos a la problemática en cuestión se muestran en el gráfico V.1 a continuación.

GRÁFICO V.1
ESTIMACIÓN DEL USO DE ENERGÍA EN EL SECTOR DE TRATAMIENTO
DE AGUAS RESIDUALES EN DIFERENTES ESCENARIOS



Fuente: “Basado en Energy Efficient Water and Wastewater Treatment”, Environmental Knowledge Transfer Network (2008), Figura 14.

Los estudios también señalan la importancia de los procesos a fin de asegurar que las reducciones de consumo energético neto no se limiten a la eliminación de eventuales ineficiencias (*catching-up*), sino que también se asegure el desplazamiento de la frontera en el tiempo, vía cambio tecnológico. Esto involucra esfuerzos en I+D en diversas áreas.

Dentro de las medidas necesarias para alcanzar las metas de largo plazo se destacan las siguientes.

Recopilación y divulgación de información respecto a:

- Benchmarking y mejores prácticas
- Catálogo de procesos eficientes
- Desarrollo de una metodología común de cálculo de huella de carbono
- Tratamiento descentralizado. Sistemas de tratamiento pasivo, de bajo consumo energético: sistemas de tratamiento en el lugar de uso (*point of use treatment systems*), impacto de SUDs (*Sustainable Urban Drainage Systems*) en el consumo de energía (estos sistemas reducen los fluidos que van a tratamiento “completo”).

³¹ (Environmental Knowledge Transfer Network, 2008)

- Energías renovables. Demostrar la viabilidad económica de la “simbiosis industrial”, (incluyendo la co-digestión de lodos residuales, de residuos sólidos municipales -MSW, *Municipal Solid Waste*, de grasas y aceites- FOG, *Fats, Oil, and Grease*); investigar sobre la recuperación de metano disuelto, el uso de lodos para co-combustión, la generación hídrica a pequeña escala (mediante la instalación de microturbinas), la generación de calor para calefacción doméstica, etc.
- Ahorro de agua. Desarrollo y evaluación de técnicas de reducción de pérdidas, evaluación de impacto de diferentes métodos de reducción de demanda, del potencial de reutilización de aguas residuales y de reciclaje de aguas grises.

En general, también se hace hincapié en la necesidad de contar con instalaciones de testeo “National Evaluation and Demonstration Facility” para permitir la consolidación de confianza en nuevas tecnologías y también para la capacitación de operarios.

Para guiar los esfuerzos en I+D sectorial se ha demostrado que es de gran utilidad el diseño de “*technology roadmaps*”. Estos son planes que estipulan objetivos de corto y largo plazo y los relacionan con diferentes soluciones tecnológicas disponibles para alcanzarlos. Estos planes identifican y tienen en cuenta las condiciones de mercado que enfrentan las empresas prestadoras a lo largo del tiempo, las tecnologías disponibles y los esfuerzos en investigación y desarrollo prioritarios en función del plazo y objetivo propuesto (Environmental Knowledge Transfer Network, 2008). Asimismo, el desarrollo de curvas de abatimiento para el sector son altamente recomendables, tanto para un escenario de corto como de largo plazo.

En resumen, se destaca la necesidad de entregar información clara y transparente en dos direcciones, desde la empresa al regulador/gobierno y desde el gobierno a la empresa. Asimismo, se valora y promueve la construcción de distintos escenarios climáticos que permitan dimensionar los efectos sobre el sector y sus necesidades de adaptación y mitigación al cambio climático.

4. Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables bajas en carbono para ciudades de países de América Latina

A continuación (véase el cuadro IV.12) se resumen las principales medidas de adaptación y mitigación del cambio climático disponibles para abordar el tema del cambio climático en el sector de agua y saneamiento en mega metrópolis de América Latina³². Estas medidas fueron particularmente consideradas para los casos de las ciudades en estudio: Lima y Santiago de Chile. Sin embargo, se espera que sean extensibles al resto de las mega metrópolis y ciudades latinoamericanas, con sus debidas consideraciones.

Estas medidas se clasifican en dos dimensiones. Por un lado, según el tipo de medida: Tecnológica (Tec), Económica (Ec) o Regulatoria³³. A su vez, estas últimas se clasifican en Medidas Basadas en Incentivos (IB), en medidas de tipo Comando & Control (CAC) o Medidas Informales (Inf). Una segunda dimensión es en función del foco de la medida, surgiendo así medidas enfocadas en la Oferta (Of) o en la Demanda (Dem). En diversas situaciones, una misma medida puede considerarse, según la forma específica en que se aplique, como perteneciente a diferentes categorías de manera simultánea. Las medidas analizadas son eminentemente de alcance sectorial. También se incluyen medidas globales (como por ejemplo las referidas a eficiencia energética o a la construcción de curvas de costo de abatimiento) pero teniendo en cuenta su implicancia directa en el sector de agua y saneamiento (por ejemplo la cogeneración).

³² La clasificación anterior no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede interpretarse (abordarse), como de mitigación o de adaptación.

³³ Nuevamente esta categorización no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede ser económica, regulatoria y tecnológica, o una combinación de las anteriores.

Para lograr establecer un programa de abatimiento y adaptación eficiente, es necesario tener una comprensión integral del proceso de provisión de servicios de agua y saneamiento particulares del lugar bajo estudio. Por un lado se debe identificar el consumo energético involucrado en todas las áreas del proceso (lo que dependerá de cada empresa prestadora en particular y de las características de la ciudad/país bajo estudio), para lograr así una línea base respecto al consumo que actúe como parámetro de comparación (benchmarking), y permita la evaluación de las medidas implementadas. Esto también permitiría la identificación de medidas de reducción de consumo de energía disponible, para su posterior priorización. En este mismo sentido, la construcción de curvas de costo de abatimiento ha mostrado ser una herramienta sumamente útil para identificar y priorizar las líneas de acción disponibles de reducción de emisiones para las empresas del sector. Por otro lado, respecto a la adaptación al cambio climático, el rol del gobierno es fundamental en la provisión de información referente a este fenómeno, que permita diseñar e implementar planes de inversión y de negocios incorporando decisiones relativas a la adaptación al cambio climático de largo plazo. Finalmente, la inclusión de los consumidores finales, los hogares, es de vital importancia para alcanzar metas de reducción de GEI en el sector, por ejemplo a través de la disminución del consumo de agua (y principalmente de agua caliente –al reducir la energía asociada a todas las fases).

B. Transporte y movilidad³⁴

1. Descripción del sector

El sector transporte y movilidad tiene una importancia estratégica, puesto que afecta la competitividad y apoya el desarrollo de la actividad de otros sectores productivos en un país. La demanda por transporte es considerada una demanda indirecta, debido a que los agentes económicos no consumen transporte como bien final, sino que éste es necesario para trasladar insumos, productos, y personas.

El transporte puede clasificarse entre urbano e interurbano, donde el estudio y análisis de cada uno tiene diferentes énfasis y contingencias. Este estudio se enfoca en el primero. A su vez, el transporte urbano se sub-divide en transporte de carga y de personas (público y privado –motorizado y no motorizado).

CUADRO IV.13
CLASIFICACIÓN MEDIOS DISPONIBLES DE
TRANSPORTE URBANO DE PERSONAS

	Medios motorizados	Medios no motorizados
Transporte Privado	Automóvil	Caminata
	Taxi	Bicicleta Bici-taxi
Transporte Público	Buses, autobuses y colectivos	(No Aplica)
	Trolebuses y tranvías	
	Ferrocarril y metro	
	Transbordadores	

Fuente: elaboración propia.

³⁴ Sección basada en Holuigue, C. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: transporte y movilidad", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

El transporte es responsable de casi el 25% de las emisiones de CO₂ a nivel global (IEA / OECD, 2009), configurándose como el segundo sector que más gases de efecto invernadero (GEI) emite después de la industria energética. Mientras en otros sectores las emisiones han tendido a la baja en las últimas décadas, las emisiones del Sector Transporte han seguido aumentando, a pesar de todos los esfuerzos realizados, debido esencialmente al aumento en la cantidad de pasajeros y a la carga transportada. Se estima que en la Unión Europea las emisiones de este sector han aumentado en un 36% entre 1990 y 2007 (European Commission, 2012).

A nivel global, la mayor parte del consumo de combustible, principal fuente de emisión de GEI en el sector transporte, es realizado por el sector terrestre: vehículos livianos y camiones, sumando cerca de un 75% del consumo (Dalkmann & Brannigan, 2007). Según la European Commission (2011b), si no se aplican medidas eficientes y efectivas para reducir las emisiones de dicho sector, y de seguir las tendencias actuales, las emisiones de CO₂ causadas por el sector transporte al 2050 llegarían a ser un 30% superiores al nivel de 1990 y los costos de la congestión habrían aumentado en cerca de un 50%, configurando una situación no sustentable de largo plazo.

Una de las principales dificultades para reducir la emisión de los GEI en el sector transporte es que las fuentes son tremendamente atomizadas y que el transporte está fuertemente ligado al desarrollo de los países, por lo que cualquier medida considerada debe ser cuidadosamente analizada para no afectar el desarrollo y estabilidad económica o social de los países. En otras palabras, el desafío es lograr sistemas de transporte más sustentables sin comprometer la movilidad.

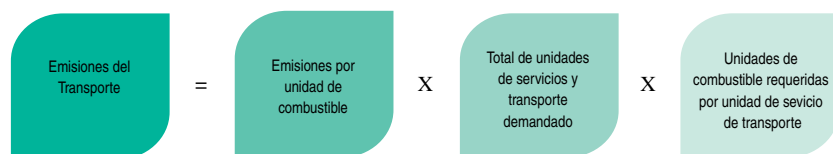
Por otro lado, las dificultades en las negociaciones en torno al protocolo de Kioto se han debido, en gran parte, al hecho de que para producir efectos reales en la reducción de los GEI, es necesario reducir de manera importante las emisiones de CO₂, debido al volumen y contribución a las emisiones que este gas representa, lo cual sólo puede lograrse mediante la reducción del uso de combustibles fósiles, altamente presentes en la generación eléctrica y en el sector transporte.

La estrategia para alcanzar las metas propuestas³⁵ para el sector transporte se centran en lograr una movilidad sustentable, a través de tres ejes principales:

- Eficiencia en el uso de los combustibles, con nuevos motores, materiales y diseños
- Energía más limpia (bajas en carbono) con nuevos combustibles y sistemas de propulsión
- Mejor y más seguro uso de las redes a través de la optimización de las cadenas logísticas y los sistemas de información y comunicaciones

Se espera que al 2025, el principal motor de reducción de emisiones sea el aumento de la eficiencia de los combustibles, y a contar del 2030 debiese tener un rol importante el uso de biocombustibles. Así también, otra medida para reducir las emisiones de GEI es reducir la actividad del sector transporte.

DIAGRAMA IV.1 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LAS EMISIONES DE TRANSPORTE

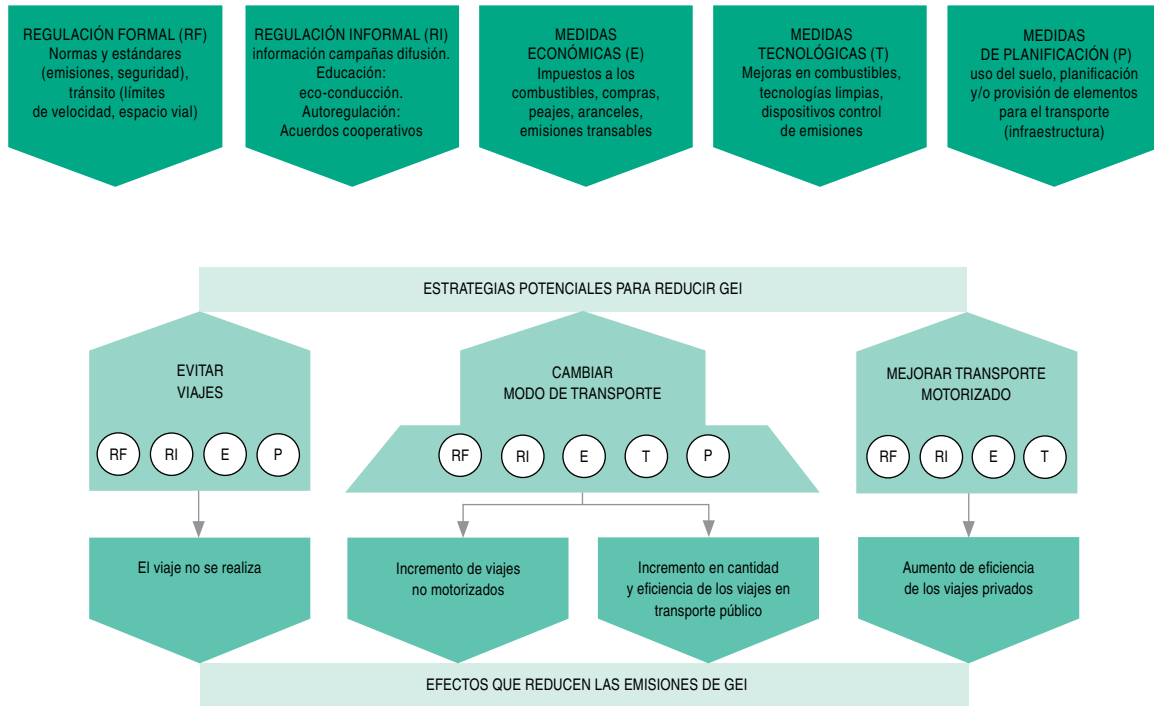


Fuente: “Reducing Air Pollution from Urban Transport” (Gwilliam, Kojima, & Johnson, 2004).

³⁵ En el 2011, el Consejo Europeo ratificó los objetivos de la Unión Europea de reducir las emisiones de GEI totales entre un 80% y 95% para el 2050, respecto de los niveles de 1990 (European Commission, 2011a). Así mismo, se espera alcanzar una reducción del 25% al 2020.

Los instrumentos disponibles para mitigar y abatir el cambio climático en el sector transporte se pueden apreciar en el siguiente diagrama.

DIAGRAMA IV.2 INSTRUMENTOS DE TRANSPORTE SUSTENTABLE Y SU IMPACTO EN LAS EMISIONES DE GEI



Fuente: Cristina Holuigue, Programa trienal CEPAL-AECID, basado en "Transport and Climate Change, Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Countries" (Dalkmann & Brannigan, 2007).

Los resultados de la implementación de las estrategias que tienen como efecto la reducción de las emisiones de GEI son potencialmente los siguientes:

- El viaje no se realiza
- Se incrementan los viajes no motorizados, caminatas o bicicletas
- Los viajes en transporte público se incrementan y/o se hacen más eficientes
- Aumenta la eficiencia de los viajes privados

2. Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina

a) Bogotá

De acuerdo con las proyecciones realizadas por la Cámara de Comercio de Bogotá, en esta ciudad se llevan a cabo cerca de 13 millones de viajes al día. En el año 2008, se estimó que el 42% de estos viajes se realizaba en Transporte Público Colectivo (TPC o buses tradicionales), 22% en

automóviles privados, 12% a pie, 11% en el sistema BRT³⁶ TransMilenio, 3% en taxi, 3% en motocicleta y 2% en bicicleta (Cámara de Comercio de Bogotá, 2010).

Por otra parte, el 40% del total de la malla vial (14.872,93Km.-carril) se encuentra en mal estado, donde 4.229,21Km.-carril corresponden a la malla vial local (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011), situación que incide en la eficiencia de los medios de transporte y podría estar afectando también la velocidad promedio de los modos de transporte.

Adicionalmente, el parque automotriz es marcadamente obsoleto. El 37% de los vehículos del transporte colectivo tiene más de diez años de antigüedad, en tanto que los vehículos particulares con antigüedad superior a diez años alcanzan el 47%. La situación en el caso de los taxis está más controlada, con un parque de antigüedad superior a diez años inferior al 10% (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011).

Los tiempos de viaje han ido en aumento, con alzas de entre 10% y 20% durante el 2010, dependiendo del modo de transporte. Esto ha significado un aumento promedio de 8 minutos en cada viaje, debido principalmente al aumento de la congestión, la carencia de vías nuevas y el aumento en el parque automotriz. Esta situación, sumada a la obsolescencia del parque vehicular, además de impactar la calidad de vida de las personas, es un indicador alarmante del aumento de las emisiones de GEI en esta ciudad.

Uno de los grandes problemas que enfrenta la ciudad de Bogotá para aplicar medidas de transporte que disminuyan las emisiones de GEI a través de la reducción de las necesidades de viaje, está dado por la configuración urbana de esta ciudad, las que determinan las grandes distancias que tienen que recorrer los ciudadanos para circular dentro de esta ciudad.

Por esta razón, los esfuerzos para mejorar la sustentabilidad del transporte urbano en Bogotá han buscado implementar medidas que combinen el aumento en el uso de medios de transporte alternativos (como la bicicleta), con un potenciamiento del transporte público y colectivo. Asimismo, se han llevado a cabo medidas que desincentiven el uso de automóviles particulares en horarios restringidos, con el fin de evitar la congestión vehicular, y por ende la contaminación ambiental y emisiones de GEI.

Identificación de medidas con impacto en las emisiones de GEI

TransMilenio

Tipo de medida: planificación, tecnológica, económica

El Sistema TransMilenio, iniciado en 1998, continúa siendo un ejemplo a nivel mundial en diseño e implantación de sistemas de transporte masivo operados con buses de alta capacidad – BRT (Bus Rapid Transit), que además cuenta con servicios alimentadores a los barrios periféricos e intermunicipales a los municipios metropolitanos.

El sistema de transporte TransMilenio está consolidado como proyecto de transporte de gran escala, y ésta implementación fue pionera como Mecanismos de Desarrollo Limpio a nivel mundial. Además, su metodología y funcionamiento fueron aprobados y registrados ante la ONU bajo el Protocolo de Kyoto, para la reducción de GEI desde el 2006.

Las fases I y II del Sistema TransMilenio se encuentran actualmente en operación, con corredores de una longitud de 84,43km. Cuenta con 6 estaciones intermedias de integración, 7 portales, 5 cicloparqueaderos, 114 estaciones de parada. Existen 70 rutas alimentadoras y 515km. de corredores alimentadores.

³⁶ BRT: Se refiere a un sistema de buses alta capacidad, que goza de preferencias de circulación en la vía, generalmente vías segregadas, que permiten un desplazamiento más rápido.

La Fase III del TransMilenio contempla los corredores Troncales de la calle 26 y la carrera 10, con una longitud aproximada de 19,9km. Ya se contrató la carrera 7 como complemento de la Fase III del sistema y el tramo de la calle 26 entre la Av. Ciudad de Cali y el Aeropuerto Eldorado. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2011).

Resultados y beneficios

La reducción total de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el Sistema (Fases I y II) ha sido de 1.7 millones de toneladas de CO₂eq. entre el 2006 y el 2012. Se estima que TransMilenio ahorra un promedio de 650.000 barriles de combustible al año por la operación del Sistema.

Por la comercialización de las emisiones reducidas bajo el Protocolo de Kyoto, TransMilenio S. A. ha obtenido ingresos que han sido reinvertidos en infraestructura de apoyo para la operación y en proyectos ambientales del sistema. En el 2009, TransMilenio obtuvo \$1.300 millones (pesos colombianos) por la venta de bonos de carbono al gobierno de Holanda (Cámara de Comercio de Bogotá, 2010). Estas reducciones provienen principalmente de dos fuentes: la incorporación de nuevas tecnologías (más eficientes, más limpias, mayor número de pasajeros) y la mejor gestión del sistema (monitoreo y control de flota) (Rojas, 2011).

Tarjeta electrónica de operación

Tipo de medida: económica

Desde el 2003, es el único documento que autoriza a un vehículo automotor para prestar el servicio público de transporte colectivo e individual de pasajeros en la ciudad de Bogotá. Es el mecanismo válido para identificar la operación legal en la vía por parte de la Secretaría de Tránsito y Transporte, de la Policía de Tránsito y remplaza a la Tarjeta de Operación que hasta la fecha se había impreso en papel. Esta medida permite reducir la circulación de transporte ilegal.

Resultados y beneficios

Si bien aún no se cuenta con resultados sobre la efectividad de esta medida a la fecha, su aporte para facilitar la fiscalización del transporte público puede ser muy relevante al disminuir los efectos adversos que representa el transporte ilegal, tanto en el aumento de la congestión, como por las mayores emisiones que conlleva el hecho de que no están afectos al cumplimiento de estándares técnicos y ambientales.

Este tipo de herramienta también puede ser útil para facilitar la fiscalización de otro tipo de medidas, tal como las zonas ambientales.

Instalación de centros de movilidad local

Tipo de medida: educación

Esta es una medida de carácter educativo para resolver parte de los conflictos relacionados con la movilidad de los habitantes de la ciudad de Bogotá. Para tales efectos, el organismo estatal instaló los llamados Centros Locales de Movilidad en distintos puntos de la ciudad. Así, un equipo de personas capacitadas son los encargados de atender las preguntas e inquietudes de los ciudadanos respecto de cuál es la forma más eficiente para su traslado local, distrital y de toda la comunidad.

Esta medida permite reducir la congestión y aumentar la seguridad vial, promoviendo conductas de autorregulación de los actores (peatones, ciclistas, conductores de transporte público y privado).

Resultados y beneficios

Si bien no se han identificado estudios donde se estime la contribución directa de este programa a la reducción de las emisiones de GEI, esta iniciativa no sólo tiene un impacto en las mejoras ambientales, sino que además en elevar la calidad de vida de los usuarios del transporte público y conductores de automóviles particulares y de transporte de carga, al otorgarles herramientas para lograr una movilidad más eficiente dentro de la ciudad. Al mismo tiempo, permite reducir las conductas de riesgo y evitar accidentes, a través de la educación e información.

Programa de autorregulación ambiental

Tipo de medida: económica, tecnológica

El Programa consiste en la implementación de un instrumento de gestión ambiental cuyo objetivo es reducir las emisiones de los vehículos de empresas de transporte público colectivo de pasajeros y transporte de carga, con capacidad mayor a 5 toneladas, que utilizan como combustible el diesel.

La meta es reducir en al menos un 20% los porcentajes de opacidad³⁷ por debajo de la norma ambiental vigente, mediante la implementación de programas integrales de mantenimiento vehicular preventivo para disminuir la contaminación y los costos de operación de las flotas.

La inscripción de las empresas a este programa es voluntaria y el incentivo es que no se le aplica la restricción “Pico y Placa Ambiental” a aquellos vehículos que hayan quedado aprobados por la autoridad. Sin embargo, para mantenerse en el programa los operadores deben cumplir con una serie de requisitos, entre los que destacan:

- Medir las emisiones de gases de su flota cada tres meses.
- Operar el Programa Integral de Mantenimiento en sus vehículos diesel.
- Dar aviso inmediato por escrito de cualquier modificación o adición que realice en su parque vehicular.
- Proporcionar de inmediato las facilidades necesarias para realizar visitas técnicas de constatación de opacidad.
- Realizar y registrar la medición de opacidad de cada uno de los vehículos antes de ser despachados y abstenerse de efectuar el despacho de aquellos vehículos cuya opacidad no se encuentre dentro del límite establecido por el programa, hasta que se corrijan las fallas.

Al 2010, el 82% de las empresas de Transporte Público Colectivo estaban inscritas en este programa de autorregulación (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011).

Resultados y beneficios

Al año 2010, 66 empresas de Transporte Público Colectivo estaban inscritas en este programa de autorregulación, lo que representa un 82% del total de las empresas en la capital. Así, se cuenta con una base de 13.010 vehículos inscritos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011).

No se ha logrado identificar estimaciones respecto de las reducciones efectivas de GEI debido a la implementación de esta medida.

³⁷ La opacidad es una metodología para medir los contaminantes de un motor diesel y consiste en medir la absorción y dispersión de luz por el flujo total de gases de escape mediante una fuente luminosa y un sensor fotoeléctrico.

Ampliación e integración de la red de ciclovías

Tipo de medida: planificación, educación

Esta medida busca incentivar el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo al transporte motorizado, por las importantes ventajas ambientales que presenta³⁸.

Esta medida considera:

- CicloRuta: Iniciado en el plan de desarrollo 1995-1997, y continuado hasta el día de hoy.
- Cicloparqueaderos: una mayor integración de la bicicleta con el transporte público.

El Sistema TransMilenio ha generado condiciones adecuadas para facilitar la integración del uso de bicicletas, conectándolas con el sistema troncal. En la actualidad existen 5 estacionamientos de bicicletas al interior del sistema de TransMilenio, 3 en los Portales y 2 en estaciones intermedias. Para la Fase III de TransMilenio, se incluirán 3 nuevas ubicaciones de estacionamientos para bicicletas.

Además, están los llamados puntos de encuentros cercanos a estaciones del TransMilenio. Estos puntos de encuentro cuentan con un equipamiento de cafés, baños, zonas de alimentación y estacionamientos para bicicletas.

Sin embargo, la bicicleta sigue estando asociada a la recreación y su participación modal no ha aumentado.

Resultados y beneficios

Estas medidas han sido muy bien recibidas por los ciudadanos y han generado un cambio de conciencia ciudadana en la visión del uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2009). Sin embargo también se sigue considerando como una alternativa recreacional, lo que ha generado la proliferación de comercio ambulante, tanto en las orillas de estas ciclovías, como en las estaciones de paso y estacionamientos de bicicletas. Lo positivo es que estos espacios se han transformado en parte de la cultura e iconos de identificación de los bogotanos (Fundación Ciudad Humana, 2004).

Restricción vehicular “pico y placa”

Tipo de medida: regulatoria

Medida implementada en 1998, que impide la circulación de los vehículos particulares en horas punta, según el dígito final de su placa. Inicialmente se consideró la restricción para cuatro dígitos diariamente, los que van rotando según el día, en un periodo de 4 horas diarias, que fueron aumentando paulatinamente hasta 14hrs diarias.

Con esta medida, la velocidad promedio de los vehículos que circulaban en esos tramos horarios aumentó de 14km./hr. a 22km./hr. según mediciones realizadas en los años 2001 y 2002. Sin embargo, existe la percepción de que esta medida ha incentivado la compra de más automóviles por hogar o la compra de motocicletas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011). Para contrarrestar estos efectos negativos, en Junio de 2012 se redujo de 14 a 7 horas el periodo diario de restricción.

Resultados y beneficios

El problema que presentó esta medida es que se cree que incentivó la compra de más automóviles por hogar en los sectores más acomodados de la población, y la compra de motocicletas, de modo de paliar los efectos de la restricción y contar con más alternativas de movilidad en los horarios

³⁸ Al mismo tiempo, estas medidas tienen importantes efectos económicos (menor costo para el usuario, reduce la congestión, se reduce el consumo de combustibles fósiles) y en la salud de los usuarios.

restringidos. Según el Observatorio de Movilidad 2010 (Cámara de Comercio de Bogotá, 2011), sólo en el año 2010 la cantidad de vehículos particulares creció en un 11% (106 mil vehículos adicionales respecto al 2009).

A pesar de que un estudio realizado por la Alcaldía de Bogotá concluyó que no existiría una correlación positiva entre el crecimiento del parque vehicular y la medida “Pico y Placa”, y que el crecimiento del parque vehicular respondía a un aumento en los ingresos de los hogares y a un deficiente sistema de transporte público, la Secretaría de Movilidad de Bogotá decidió revisar la efectividad de dicha medida (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2012b).

Para contrarrestar estos posibles efectos negativos, en Junio de 2012 se redujo de 14 a 7 horas el periodo diario de restricción (de 6:00 a 8.30am y 3:00 a las 7:30pm), restricción aplicable de lunes a viernes hábiles, con 5 dígitos diarios (Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2012a).

El resultado final de esta medida sobre las emisiones de GEI es incierto. Si la implementación de este tipo de medidas no va acompañada por una mejora en la calidad de servicio del transporte público (servicio sustituto al transporte privado), no se cumplirá el objetivo de fomentar el uso del transporte público, y el resultado final tenderá a un aumento de la cantidad de vehículos por hogar, de modo de mantener las condiciones de movilidad.

Día sin carro

Tipo de medida: regulatoria

Medida innovadora (iniciada en 2000) que consiste en decretar un día sin automóvil particular al año en toda la ciudad de Bogotá. El día sin automóvil se realiza en un día laboral normal, en el cual los habitantes de la ciudad deben optar por movilizarse en otros medios.

A pesar de que sus impactos ambientales no son tan claros, esta medida está muy bien evaluada por la ciudadanía y ha tenido un gran efecto de sensibilización.

Resultados y beneficios

A pesar de que se estima que los impactos ambientales esperables del Día sin Carro no son tan altos, y que su fin es más bien el de crear conciencia ambiental, la mayoría de los encuestados considera que el beneficio más importantes de esta medida se relacionan con una reducción en la contaminación (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, 2009).

b) Ciudad de México

De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino de la ZMVM³⁹ realizada en 2007, se llevan a cabo 22 millones de viajes en día hábil, de los cuales, 14.8 millones se realizan en transporte público y el resto mayoritariamente en vehículos privados.

De los más de 5 millones de vehículos registrados en la ZMVM, el 80% son de uso particular y consumen principalmente gasolina. El 7% de la flota está constituida por unidades de transporte público de pasajeros y el resto de los vehículos son unidades de carga, los cuales utilizan diesel en su mayoría.

La Agenda Ambiental de la Ciudad de México plantea los siguientes objetivos de la estrategia en materia de movilidad (Secretaría del Medio Ambiente del D.F., 2007):

- Incrementar en número y calidad la oferta de transporte público de pasajeros.
- Reducir el número de vehículos en circulación.

³⁹ ZMVM: Zona Metropolitana del Valle de México.

- Incrementar la velocidad promedio del parque vehicular de superficie.
- Modificar las preferencias de las personas respecto a los modos de transporte utilizados actualmente hacia modos no contaminantes y no motorizados.
- Incrementar el porcentaje de viajes en transporte público de usuarios que actualmente lo realizan en vehículos particulares.

Identificación de medidas con impacto en las emisiones de GEI

ii) Programa hoy no circula (PHNC)

Tipo de medida: Regulatoria

Programa vigente desde 1990 (y con una serie de actualizaciones) que espera agilizar la movilidad vial y tiene como objetivo reducir los niveles de emisión generados por el parque vehicular en circulación.

Con la restricción de dos dígitos diarios se estima que el programa tan solo ha ayudado a reducir el parque vehicular en un 5% en los días laborales. Sin embargo, este programa ha sido efectivo en incentivar la renovación del parque automotriz, para evitar estar afectados a la restricción de circulación.

Resultados y beneficios

Gracias a este programa, se estima que en el 2007 se dejaron de emitir 260 mil toneladas de dióxido de carbono (CO₂). Si este programa hubiera continuado de igual forma al año 2011, el aumento en la reducción de emisiones hubiera alcanzado al 11%.

Sin embargo, el segundo semestre del 2008 se actualizó dicho programa, haciendo que los vehículos particulares que se incorporaban al programa pasaran de 10 años de antigüedad a 8 años y, además, se extendió a los días sábados. Debido a lo anterior, a partir de ese año el aumento tendencial de reducción de emisiones de CO₂ fue más alto, reduciéndose en 545 mil toneladas de dióxido de carbono el 2011 (representando más del 10% del total de emisiones de CO₂); 41% de esta reducción correspondió al efecto de las nuevas modificaciones realizadas al programa.

iii) Transporte escolar obligatorio

Tipo de medida: regulatoria

El Programa Transporte Escolar (PROTE) considera hacer obligatorio el servicio de transporte escolar para las escuelas privadas, con el fin de mejorar la movilidad general. Adicionalmente se reduce el consumo de combustible vehiculares y, por lo tanto, las emisiones de GEI.

Se estima que por cada autobús escolar empleado se puede sustituir más de treinta automóviles disminuyendo hasta en un 70-90% el número de kilómetros recorridos (Gobierno del Estado de México, 2011).

Resultados y beneficios

En una evaluación realizada en el año 2011, se obtuvo que la evaluación ciudadana es positiva, con una aprobación del 68% entre las familias que utilizan el transporte escolar (CMM, 2010).

En términos de movilidad, de acuerdo a los muestreos realizados en tres escuelas mostraron que el número de vehículos descendió aproximadamente 32% en el horario de entrada y 37% a la hora de salida. Además, en relación a la movilidad un 75% de las vialidades analizadas presentaron mejoría en las mañanas, y por la tarde la mitad de ellas (CMM, 2010).

Finalmente, el balance de emisiones para un conjunto muestral de 18 escuelas que contaban con servicio de Transporte Escolar (TE) al momento de la evaluación realizada en 2011, arrojó un beneficio ambiental en cinco de los contaminantes analizados. El cambio modal de autos a Transporte Escolar, estimado para 22 días de clase promedio mensual, permite reducir 79% de las emisiones de SO₂, 91% las de CO, 14% los NO_x, 72% los COV y 58% el CO₂. El único contaminante donde no se presentan mejores resultados es PM10, debido a que los autobuses emiten más partículas que los vehículos a gasolina.

iv) *Corredores de movilidad no motorizada (bicicleta)*

Tipo de medida: planificación, educación

Las iniciativas que permiten incrementar la intermodalidad del transporte y ofrecer mayor seguridad al ciclista se describen a continuación:

Construcción de una red de ciclovías, complementada con portabicicletas en los buses RTP, biciestacionamientos en todas las estaciones de metrobús y metro, señalización y difusión.

Programa Muévete en Bici: Realización de paseos en bicicleta todos los domingos en diversos circuitos de la ciudad. Se espera sensibilizar y difundir el uso de la bicicleta entre los ciudadanos, mediante la recuperación del espacio público, la convivencia ciudadana, la realización de actividades sanas al aire libre y la reducción del tráfico vehicular. Este programa se ha complementado con actividades para capacitar a los ciclistas con habilidades básicas para su uso como medio de transporte.

Sistema de Transporte Individual ECOBICI: sistema de préstamo de bicicletas para viajes cortos, en puntos de origen-destino, que complementa el sistema de transporte público. Como forma de reforzar esta medida, a contar del 2007 se organizó una red “bicifuncionarios” de la Ciudad de México, integrada por funcionarios de todas las dependencias del Gobierno del D.F., que usan la bicicleta para llegar a sus centros de trabajo, por lo menos, los primeros lunes de cada mes.

Resultados y beneficios

Al 2007 apenas el 0,07% de los viajes realizados en la ciudad de México se realizaban en bicicleta. Con la construcción de ciclovías y la promoción de este medio de transporte, al 2010 este porcentaje había aumentado al 2% y se espera alcanzar el 5% en 2012 (Secretaría del Medio Ambiente del D.F., 2007).

Actualmente, el sistema ECOBICI cuenta con 90 cicloestaciones y 1.200 bicicletas en operación, distribuidas en un área de 4,2 km² y se han afiliado más de 41.000 usuarios que han realizado más de 4,6 millones de viajes. Las Fases II y III están en un proceso de implementación, con un total de 275 cicloestaciones y 3,970 bicicletas disponibles, contando la fase actual. Estimaciones preliminares de las emisiones reducidas por los viajes realizados en el Sistema ECOBICI durante 2010 y 2011, indican que se ha evitado la producción de 287.490 toneladas de CO₂ (Gobierno del Distrito Federal de México, 2012).

v) *Mejora de los corredores de transporte – Metrobús*

Tipo de medida: planificación, tecnológica, económica

El Metrobús es un modo de transporte BRT (Bus Rapid Transit) que combina estaciones, vehículos, servicios y alta tecnología en un sistema integral. El objetivo planteado considera la construcción de 9 Corredores de Transporte Público de Pasajeros Metrobús, para contar con 200km de carril confinado y una flota de 800 autobuses articulados, que sustituyen a más de 3,000 microbuses.

Resultados y beneficios

El Metrobús de la Ciudad de México ha comercializado la reducción de emisiones generada en el mercado de bonos de carbono. Por la reducción de emisiones correspondiente a cinco años de operación del corredor Insurgentes han sido comercializadas 202.369 toneladas de dióxido de carbono, por las que se han obtenido ingresos por un total de 845.898 euros.

La reducción de emisiones asociada a la operación del Metrobús, entre 2008 y 2012 se estima en 297.128 toneladas de CO₂eq, y se han transportado más de 570 millones de pasajeros. Estos logros se deben al cambio tecnológico y de combustible, al cambio modal y al factor de carga, a través del uso de buses de alta capacidad (Gobierno del Distrito Federal de México, 2012).

vi) Establecer corredores concesionados

Tipo de medida: planificación, tecnológica, económica

Se modifica el esquema de prestación del servicio público colectivo concesionado, a través de un nuevo concepto: los Corredores Concesionados.

- El Programa de Corredores de Transporte Concesionado se basa en:
- Esquema de organización de los transportistas: empresas.
- Paradas fijas y exclusivas cada 400 a 500 metros.
- Fideicomiso único que pueda generar subcuentas en cada corredor.
- Sistema de prepago que garantice la actuación del fideicomiso.
- Estudios de transporte (demanda; terminales y frecuencia de paso, etc.)

Resultados y beneficios

Los resultados de este programa provienen de la sustitución de vehículos de transporte por buses nuevos de mayor capacidad y de mejor tecnología, además de la racionalización del uso de la infraestructura vial.

No se identificaron estimaciones de la reducción de emisiones del programa en su conjunto.

vii) Fortalecer el programa de autorregulación de vehículos a diesel

Tipo de medida: económica, tecnológica

Las empresas inscritas en el programa se comprometen a dar un estricto mantenimiento a sus vehículos, cumpliendo con emisiones de escape por debajo del porcentaje de lo establecido en la normativa vigente. Así, la empresa obtiene la exención al programa “Hoy No Circula”.

Resultados y beneficios

Actualmente, 29 empresas mercantiles y 12 rutas de transporte público están inscritas en el Programa, sumando un total de 4.407 vehículos autorregulados. El actual parque vehicular presenta un coeficiente de absorción de luz promedio de 1 m⁻¹.

El programa ha implicado la reducción de 51 ton./año de partículas PM10, 1.138 ton./año de CO, 856 ton./año de NOX, 210 ton./año de COV, 29 ton./año de tóxicos y 84.000 ton./año de CO₂ (Gobierno del Estado de México, 2011).

c) Sao Paulo

La ciudad de Sao Paulo tiene los problemas de movilidad comunes a otras grandes ciudades del mundo, que se reflejan en una gran congestión de vehículos en sus principales rutas. São Paulo tiene una inmensa estructura de líneas de autobuses, con una flota de unos 15 mil unidades, entre buses comunes y articulados (aproximadamente 10 mil), trolebús (215 vehículos) y minibuses (unos 5 mil). En 2003, comenzó un rediseño del sistema de transporte público en la ciudad que ha reducido significativamente el número de servicios clandestinos, los que en su mayoría fueron regularizadas y reorganizadas en cooperativas (Prefeitura de Sao Paulo, 2012).

En el año 2009 se aprobó un proyecto de ley municipal que instituyó una Política para Cambio Climático del Municipio de Sao Paulo, cuyas propuestas quedaron comprendidas en el Programa de Metas de la Ciudad de Sao Paulo –Agenda 2012⁴⁰, dentro del capítulo “Ciudades Sustentables”.

Una de las metas más importantes que se plantearon al año 2012 fue la reducción del 30% de los GEI, que al 2003 representaban el 78,5% de las emisiones totales de GEI por uso de energía municipal en Sao Paulo, siendo los vehículos particulares los principales emisores (47% del total del sector transporte) (Prefeitura do Municipio do Sao Paulo, 2005).

Por otra parte, a nivel estatal se creó el Plan de Control de la Contaminación Ambiental del Estado de Sao Paulo (Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de Sao Paulo – PCPV), el que propone la adopción de medidas para fomentar el control de emisiones de vehículos, tales como la inspección ambiental, monitoreo, gestión de flotas e incentivos para el mantenimiento preventivo. Las acciones que este plan recomienda, apuntan a reducir las emisiones globales de contaminantes locales y de GEI, reduciendo el consumo de combustibles fósiles y la mejora de la eficiencia energética en el área de transporte.

Identificación de medidas

i) *Estacionamiento Zona Azul*

Tipo de medida: económica, regulación

Zona Azul o Área Azul es una modalidad de estacionamiento para incentivar la rotación de las plazas al limitar el tiempo de estacionamiento (en la mayoría de las ciudades funciona en tres categorías: una hora, dos horas y carga & descarga).

En Sao Paulo está regulado por el Código de Tránsito Brasileño y por leyes municipales. Se inició en 1975 con 5.000 plazas. Actualmente opera con 36.170 plazas, donde 1.156 plazas están destinadas a camiones, 785 plazas para personas con discapacidad y movilidad reducida, y 1.790 plazas para la tercera edad.

ii) *Rodízio municipal*

Tipo de medida: regulación

Esta medida, también conocida como “Horario Pico”, se aplica a automóviles y camiones que no pueden ingresar a una zona delimitada por una circunvalación de calles y avenidas, durante las horas de congestión, es decir entre las 7 y las 10am y las 5 y 8pm, de acuerdo con un calendario que restringe la circulación según los dos últimos dígitos de la placa patente. Existe fuerte oposición para ampliar la medida al resto de la ciudad.

⁴⁰ El seguimiento del avance de cada una de las metas puede realizarse en el sitio web <http://www.agenda2012.com.br/>

iii) *Uso de bicicletas*

Tipo de medida: planificación, educación

En Sao Paulo existen diversas modalidades para la utilización de la bicicleta:

- **Acera compartida:** Si el volumen de peatones es pequeño y la acera no permite implementar un carril para bicicletas. “**Ciclofaixa**”: Faja o rango para el uso exclusivo de bicicletas, sin separación física del resto de la pista.
- “**Ciclofaixa Operacional de Lazer**”: Con énfasis recreacional, se refiere a fajas de tráfico cerca de la mediana o la izquierda.
- **Ciclovía:** vía para el uso exclusivo de bicicletas, físicamente segregados del resto de la pista.
- **Ruta en bicicleta o Ciclorruta:** Calles utilizadas por los ciclistas que se desplazan con el tráfico y cuentan con señalización que alerta a los conductores sobre la presencia y la prioridad de las bicicletas.

iv) *Inspeção ambiental de veículos*

Tipo de medida: tecnológica

La inspección ambiental es una herramienta efectiva para el control de emisiones y consiste en la evaluación periódica y obligatoria de los vehículos, vinculada a la licencia de circulación. La frecuencia y obligatoriedad de esta inspección impulsan al propietario a realizar un mantenimiento preventivo sistemático, con el fin de evitar un posible rechazo y luego una nueva inspección, situación que obliga a realizar necesariamente un mantenimiento correctivo.

A pesar de las múltiples complejidades de implementar una medida de este tipo, su aplicación en varios países ha demostrado reducciones de entre 5% y 30% en monóxido de carbono y sobre el 10% de NOx (Governo do Estado São Paulo, 2010).

v) *Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE)*

Tipo de medida: Tecnológica

Es programa fue establecido en 1986, con el objetivo de reducir la emisión de contaminantes del aire y el ruido de todos los modelos de vehículos vendidos a nivel nacional. Este programa establece límites de emisión para las sustancias contaminantes, de manera de ir aumentando el nivel de exigencia, hasta lograr la reducción de la emisión de contaminantes en más de un 90%.

A partir de 2010, los vehículos ligeros de pasajeros nuevos han debido incorporarse de manera obligatoria a un sistema de diagnóstico a bordo (DAB, por sus siglas en inglés). Este es un sistema computarizado de gestión que controla distintos parámetros de funcionamiento del motor, y que es capaz de detectar cuando hay pérdida de eficacia del control de las emisiones contaminantes, lo que provoca la necesidad de reparación del vehículo e incluso puede ser utilizado como parámetro para una inspección ambiental.

vi) *Programa Brasileiro de Etiquetagem Veicular - PBEV*

Tipo de medida: regulación informal (educación)

Este Programa está en vigencia desde 2009 en el segmento de vehículos ligeros, mediante la entrega de información en una etiqueta. Esta herramienta permite orientar la elección de compra, ya que permite el acceso a la información del consumo estandarizado de combustible y realizar comparaciones entre los distintos modelos de la misma clase de vehículo e incluso entre modelos que utilizan diferentes combustibles. La información sobre el consumo de combustible y clasificación de vehículos para la eficiencia energética están disponibles en las tablas publicadas en el sitio web de la agencia a cargo de este programa, el *Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia*⁴¹, INMETRO.

Hasta finales del año 2011, la aplicación de la etiqueta era de carácter voluntario y algunos fabricantes ya se habían adherido a su uso.

Se espera que en el mediano plazo, el programa conduzca a la competencia entre los fabricantes que buscan diferenciar su producto por una mejor eficiencia energética en relación a los competidores. Por otra parte, este etiquetado puede ser considerado en las decisiones del Estado, como referencia para la ejecución de programas de “compras verdes”, con claros criterios técnicos y trazables para la selección de productos.

*vii) Planes de acción de transporte: acciones metropolitanas, Proyecto PITU 205**Tipo de medida: planificación*

El proyecto más grande que existe en el ámbito de la RMSP⁴² se llama Plan Integrado de Transporte Urbano (PITU). Este programa se inició en el 2002 por la Secretaría de Transporte Metropolitano, y se encuentra en la tercera etapa de ajustes, denominado PITU 2025. Este plan utiliza un proceso de evaluación compuesto por un gran conjunto de variables de naturaleza económica, social, técnica y ambiental.

El proyecto ha modelado la movilidad actual en la región metropolitana de São Paulo y estima los impactos que producen las inversiones en transporte, lo que permite seleccionar las mejores alternativas de inversión (CAF, 2011).

- Expansión y modernización de la red del metro.
- Expansión y modernización de la red de trenes metropolitanos.
- Construcción de carriles exclusivos metropolitanos para autobuses.

*viii) Planes de acciones municipales: prioridad para los autobuses y para la gestión de tránsito**Tipo de medida: planificación*

En el ámbito del municipio de São Paulo los planes han sido más bien cíclicos, sujetos a fluctuaciones provocadas por los procesos políticos. En el área de los llamados carriles exclusivos para autobuses se han realizado recientemente tres grandes inversiones (CAF, 2011):

- **Pasa-Rápido:** consta de un conjunto de 110km. de carriles exclusivos para los autobuses ubicados junto al cantero central, con monitoreo electrónico y gestión de circulación. La

⁴¹ www.inmetro.gov.br

⁴² RMSP: Región Metropolitana de Sao Paulo.

ejecución del servicio no fue acompañada por la reorganización completa de la oferta de los servicios de autobuses, lo que ha provocado una sobrecarga de algunas vías, y ha reducido la velocidad de los autobuses.

- **Corredor Tiradentes:** contará con una longitud total de 33km. La demanda diaria estimada, después de la ejecución total, será de 300.000 pasajeros.
- **Nuevo carril exclusivo Celso García:** deberá reorganizar la oferta de autobuses entre el centro histórico de la ciudad y la región norte de la zona este, y quedará integrado al metro, a la CPTM y a la futura vía exclusiva TEU-Guarulhos.

ix) *Otras iniciativas*

A continuación se enuncian algunas iniciativas relacionadas con transporte, contenidas dentro de las metas de la categoría Ciudad Sustentable de la Agenda 2012 del Programa de Metas de la Ciudad de São Paulo⁴³, las que se encuentran en distintos niveles de cumplimiento, a cargo de la Secretaría de Transporte.

- Renovación del 25% de la flota de ómnibus
- Implementar 66Km de corredores de ómnibus
- Realizar intervenciones en 15 puntos de congestión
- 288 nuevos dispositivos de señalización electrónica
- 289 cámaras de circuito cerrado de TV en cruces
- Implementar 3 fajas para circulación de motos en las vías

3. Conclusiones sector transporte

La mayoría de las medidas sectoriales no fueron planteadas inicialmente para disminuir las emisiones de GEI, sino que para disminuir las emisiones locales, disminuir la congestión o aumentar la calidad y/o eficiencia económica de los sistemas de transporte. Además, existe una gran debilidad de información, generalizada en Latinoamérica, respecto a los reales efectos e impacto esperado de las medidas en términos de la reducción de GEI. Por otro lado, existe un alto nivel de diseminación de medidas en las ciudades analizadas. También es destacable que medidas implementadas en países de Europa, tales como el peaje urbano, todavía no tienen respaldo en las ciudades del Latinoamérica.

Finalmente, una serie de medidas tecnológicas, tales como el uso de combustibles alternativos en el transporte, están siendo piloteadas en varias ciudades, por lo que sus alcances en términos de la reducción potencial de emisiones de GEI aún no han sido cuantificados.

4. Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables bajas en carbono para ciudades de países de América Latina

A continuación se presentan una serie de recomendaciones para el sector de transporte para abatir y/o mitigar el cambio climático⁴⁴. Si bien se espera que estas recomendaciones puedan ser extensibles a otras mega metrópolis y/o ciudades de América Latina, estas han sido particularmente analizadas y consideradas para la realidad geográfica, económica, institucional, social y nivel de desarrollo de Bogotá, Ciudad de México y Sao Paulo.

⁴³ www.agenda2012.com.br.

⁴⁴ La clasificación anterior no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede interpretarse (abordarse), como de mitigación o de adaptación.

Las iniciativas de transporte para reducir las emisiones de GEI son, en general, parte de un conjunto de medidas de distinta naturaleza, que conforman un complejo mecanismo. Lo anterior se traduce en que la implementación de una medida desconectada de otras, que pueden ser condición necesaria para su éxito, podría no tener impacto alguno sobre el cambio climático. Un ejemplo de lo anterior sería la sola implementación de buses de alta capacidad de un sistema BRT (Bus Rapid Transit), pero sin considerar la construcción de las paradas necesarias. Por el contrario, también existe otro tipo de medidas que por sí solas tienen un impacto directo en la reducción de GEI, como son por ejemplo las normas de emisión de los vehículos.

A continuación (véase el cuadro IV.14) se realiza una clasificación de programas por tipo de transporte, donde se identifican las medidas relacionadas, según tipo de medida, y donde se destaca (en negrilla) cuál es la principal categoría (objetivo) de dicha medida. Estas medidas se clasifican en Medidas Regulatorias (duras y blandas -informales), Económicas y Tecnológicas. Adicionalmente en este sector, se identifica otros tipo de medidas necesarias, llamadas Medidas de Planificación, las cuales están relacionadas generalmente con el desarrollo de infraestructuras y sistemas necesarios para el éxito del programa global.

**CUADRO IV.14
MEDIDAS Y SU CATEGORIZACIÓN**

Categoría de Transporte	Categorización				Otros tipos de medidas complementarias (Planificación, etc.)	
	Regulatorias Duras	Regulatorias Blandas (Educación, Información)	Económicas	Tecnológicas		
Transversal	Medidas	Regulatorias Duras	Regulatorias Blandas (Educación, Información)	Económicas	Tecnológicas	Otros tipos de medidas complementarias (Planificación, etc.)
	Normas de emisión a vehículos nuevos ^a	Obligatoriedad de cumplir con las normas de emisión				Imponer límites de emisiones crecientes en el tiempo
	Cumplimiento de niveles de emisión ^a	Obligatoriedad de cumplir con aprobación técnica para conservar el permiso de circulación				Controlar el nivel de emisiones, considerando el desgaste de los vehículos
	Restricción vehicular (automóviles, camiones y/o buses) ^a	Prohibición de circular en días y horarios de la semana, en zonas delimitadas		Exención de restricción para vehículos que cumplen estándares ambientales más exigentes		Incentivar el mantenimiento apropiado de los vehículos
	Etiquetado de información ambiental de los vehículos nuevos ^a		Promover decisiones informadas en la comparación y compra de vehículos			
	Control de velocidad ^b	Control de velocidad	Información ahorros de conducción dentro de los límites de velocidad			
	Compras públicas de vehículos con criterios ambientales ^b					Vehículos cumplen estándares ambientales más exigentes
	Eco-conducción ^b		Conductas y hábitos de conducción más eficientes y amigables con el medio ambiente			
	Combustibles alternativos ^b					Desarrollo de tecnologías más limpias de combustión
	BRT ^a	Concesión de recorridos				Buses de alta capacidad: Vías segregadas. Estaciones de acceso para pasajeros
Transporte Público					Gran impacto en disminuir emisiones de GEI y en aumento de EE Normas de emisión para buses	

(continúa)

Cuadro IV.14 (continuación)

Categoría de Transporte	Medidas	Categorización			Otros tipos de medidas complementarias (Planificación, etc.)
		Regulatorias Duras	Regulatorias Blandas (Educación, Información)	Económicas	
Transporte Público	Reordenamiento y racionalización del servicio de transporte público ^a	Concesión de recorridos			Exigencias ambientales para los buses de los recorridos concesionados
	Centros de información al usuario ^a	Aumento eficiencia en el uso de complejos sistemas de transporte de grandes metrópolis			Sistemas de monitoreo y control del sistema
Transporte privado	Fomento del uso de bicicletas ^a		Difusión de las ventajas.		Cicloviás, arriendo y estacionamientos para bicicletas, adaptación de buses y carros de metro para llevar bicicletas
	Estacionamientos rotativos con límite de tiempo ^a			Costo adicional por sobrepasar límite de tiempo, genera racional de las plazas disponibles en zonas de alta congestión.	
	Peaje urbano ^b			Cargo por ingreso a zonas de alta congestión, fomenta el uso de medios alternativos de transporte	Mejoras en el servicio de transporte público
	Compartir vehículos ^b			Vehículos con mayor cantidad de pasajeros acceden a carriles más expeditos, menor costo de peajes y estacionamientos	

(continúa)

Cuadro IV.14 (conclusión)

Categoría de Transporte	Medidas	Categorización				Otros tipos de medidas complementarias (Planificación, etc.)
		Regulatorias Duras	Regulatorias Blandas (Educación, Información)	Económicas	Tecnológicas	
Transporte de cargas	Programa de autorregulación de flotas diesel ^a		Capacitación en conducción eficiente	Adscritos al programa no están afectados a restricción vehicular. Beneficios por ahorro de costos.	Programas de mantenimiento.	
	Centralización de despacho de cargas ^b	Obligatoriedad de consolidar despachos por zona de diferentes proveedores			Vehículos permitidos en zonas de congestión cumplen estándares ambientales	
	Zonas de restricción de circulación vehículos pesados ^b	Restricciones de circulación para vehículos pesados en zonas de alta congestión			Vehículos permitidos en zonas de congestión cumplen estándares ambientales	
Transporte escolar	Transporte escolar obligatorio ^a	Normativa que obliga transporte escolar en colegios particulares para disminuir congestión en torno a colegios				

Fuente: Elaboración propia basado en Holuigue, C. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: transporte y movilidad", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

^a Medidas actualmente implementadas en algunos países de Latinoamérica y el Caribe y recomendadas para la región.

^b Medidas exitosas recogidas de la experiencia internacional y con posibilidades de implementación en la región bajo estudio.

A continuación, se presenta una selección de medidas que pueden ser perfeccionadas e implementadas en otras grandes ciudades latinoamericanas, seleccionadas por tener un alto impacto⁴⁵, tener un gran potencial de difusión⁴⁶ o ser innovadoras⁴⁷, o diferentes de las medidas que comúnmente se aplican en la región para la reducción de las emisiones de CO₂eq. De esta manera, se recomienda potenciar las siguientes iniciativas a nivel de ciudad y país de América Latina, como iniciativas importantes para reducir sus emisiones de GEI.

CUADRO IV.15
RECOMENDACIÓN DE MEDIDAS POR TIPO

Tipo de medida (componente principal)	Medida	Criterio de selección	Referencia	Consideraciones
Regulación Formal	Transporte Escolar	Innovación	Experiencia latinoamericana	Como complemento, se puede considerar un subsidio al costo de la movilización, y flexibilizar los horarios de entrada y salida de colegios. Se debe considerar la distancia de los alumnos al colegio y factores culturales.
Regulación Informal - Educación	Centros de Información al Usuario	Difusión	Experiencia latinoamericana	Las tecnologías de información permitirían entregar los servicios de orientación e información a muchas más personas a través de internet, mensajería celular y teléfonos inteligentes.
Regulación Informal Autorregulación	Plan de Autorregulación de transportistas	Impacto	Experiencia latinoamericana	La mayor dificultad de aplicación es la alta atomización de los empresarios del rubro, implicando restricciones de eficiencia y efectividad en empresas pequeñas. Esta medida requiere de altos costos de gestión y fiscalización, tanto para la aprobación los planes, como para su control y auditoría.
Económica	Peaje urbano en zonas de congestión	Innovación	Experiencia internacional	La introducción de tecnologías para el registro y cobro de la tarifa (dispositivos para el cobro free-flow ^a), puede reducir costos de implementación, gestión y tarifa. En zonas de congestión, debe ir acompañado de mejoras en el transporte público para absorber la mayor demanda de personas que dejan de usar el automóvil. Considerar una etapa de participación ciudadana en el diseño del modelo, para reducir la oposición e intentar incorporar los requerimientos de los afectados.

(continúa)

⁴⁵ La medida tiene un impacto significativo en el volumen de la reducción de emisiones de GEI.

⁴⁶ La medida podría no tener un impacto directo significativo en la reducción de emisiones, sin embargo su aplicación puede ser un aporte a la internalización de los temas ambientales en la ciudadanía y repercutir en otros ámbitos.

⁴⁷ La medida se enfoca en áreas aún no abordadas para reducir las emisiones de GEI.

Cuadro IV.15 (conclusión)

Tipo de medida (componente principal)	Medida	Criterio de selección	Referencia	Consideraciones
Tecnológica	Sistemas BRT (Bus Rapid Transit)	Impacto	Experiencia latinoamericana	<p>Necesidad de desarrollar alta madurez institucional para realizar contratos, monitoreo y control, (con incorporación de tecnologías de la información), y regulación de proveedores en contratos de alta complejidad.</p> <p>Autoridad debe materializar la infraestructura vial necesaria.</p> <p>La participación ciudadana es clave, dadas las posibles consecuencias de segregación espacial por donde cruza la infraestructura vial.</p> <p>La implementación debe ser gradual, para que los usuarios tengan tiempo para ir aprendiendo a usar el sistema.</p>

Fuente: Elaboración propia basado en Cristina Holuigue, Programa trienal CEPAL-AECID.

^a En Santiago se utiliza este tipo de dispositivos para el cobro de las tarifas de las autopistas urbanas.

C. Edificación⁴⁸

1. Descripción del sector

De acuerdo a la información entregada por la AIE⁴⁹ en el 2010, las edificaciones existentes en sus países afiliados son responsables del 40% del consumo final de energía a nivel global y del 24% de las emisiones de dióxido de carbono en todo el mundo (EIA 2006). En términos de crecimiento, se puede constatar que la superficie construida ha aumentado en un 37% entre el 1990 y el 2008⁵⁰. En consecuencia, el sector edificación es un área prioritaria al momento de analizar el desarrollo de medidas de mitigación del cambio climático.

Del mismo modo, en LAC (Latinoamérica y el Caribe), el sector residencial es responsable de alrededor del 25% del total del consumo final de energía. En el caso de Uruguay, el consumo final de energía en el sector residencial fue del 22% en el 2008, en tanto en Chile dicho porcentaje fue de un 21% en el 2009.

En relación a la generación de emisiones de CO₂ en el sector de las edificaciones, al igual que lo que sucede con el consumo de energía a nivel mundial, el mapa de las emisiones de CO₂ del sector residencial del año 2010 muestra que los mayores emisores son las edificaciones del hemisferio norte. Sin embargo, también se advierte que dicho sector ha disminuido fuertemente su consumo a nivel global, salvo las localizadas en la región LAC, el norte de África y el sur del Asia (Enerdata, 2012).

⁴⁸ Sección basada en Farías, L. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: edificación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

⁴⁹ La Agencia Internacional de Energía (AIE) (International Energy Agency -IEA) es un organismo autónomo creado en 1974 en el marco de la OCDE, con el propósito de implementar un programa energético internacional, y actúa como organismo asesor de los países miembros.

⁵⁰ Información entregada por la AIE del análisis de sus países miembros en el 2011.

Si observamos cómo están compuestas las edificaciones a nivel global, podemos ver que la mayor parte de ellas son de uso residencial. A modo de ejemplo, en la Unión Europea, el sector residencial representa alrededor del 75% de las edificaciones totales. De este total, un 64% son viviendas unifamiliares y un 36% son edificios de departamentos. El sector no residencial representa cerca del 25% y está compuesta por un 28% de retail, un 23% de oficinas, un 17% de centros educativos, un 11% de hoteles y restaurantes, un 7% de hospitales, un 4% de construcciones deportivas y un 11% de otros. En consecuencia, la mayor parte de los indicadores de desempeño tanto de demanda energética como de emisión de GEI se basan en el análisis del sector residencial.

Las emisiones de GEI en las edificaciones provienen principalmente de su consumo de energía dependiente de combustibles fósiles, así como de las emisiones generadas por los materiales con que han sido construidas y por el proceso de construcción (UNEP SBCI, 2009). En términos generales, la energía se consume durante las actividades de: i) fabricación de materiales de construcción, ii) transporte de estos materiales de producción a las plantas o a los sitios de construcción, iii) construcción del edificio, iv) funcionamiento del edificio, y v) demolición del edificio. El consumo de energía durante la fase de funcionamiento de un edificio depende de una amplia gama de factores interrelacionados, como: i) el clima y la ubicación, ii) el nivel de la demanda, la oferta y la fuente de energía; iii) la función y el uso de la construcción, iv) el diseño y la construcción, v) los materiales de construcción, vi) el nivel de ingresos, y vii) el comportamiento de sus ocupantes.

Durante la operación, las edificaciones no sólo generan emisiones de GEI producto de su consumo de energía, sino que también debido a su consumo de agua, su gestión ambiental (construcción sustentable, acceso a transporte público y accesibilidad, prácticas de gestión ambiental, etc.), su nivel de protección ambiental (calidad ambiental al interior de las propiedades, etc. Sin embargo, como se observa en el siguiente cuadro IV.16, la categoría más significativa para las edificaciones residenciales es la eficiencia energética, y es por ello que este estudio se concentra en este aspecto de la generación de emisiones de GEI.

En este contexto, de acuerdo a diversos estudios, más del 80% de los GEI en lo que respecta a edificaciones tienen lugar durante la fase de operación. Todo ello con el fin de cumplir diversas necesidades de energía, como la calefacción, la ventilación y el aire acondicionado, el calentamiento del agua, la iluminación, el entretenimiento y las telecomunicaciones. Un porcentaje más pequeño, generalmente de 10% a 20% de energía, se consume en los materiales de fabricación y el transporte, la construcción, el mantenimiento y demolición (UNEP SBCI, 2009).

El uso de la energía en el sector de las edificaciones se descompone en al menos cuatro áreas; calefacción, iluminación y aparatos eléctricos, agua caliente y cocina. De todas ellas, el mayor consumo es generado por la calefacción, la que representa cerca del 67% del consumo total de un hogar promedio en Europa-27 (al 2009), el resto del consumo es generado por la iluminación y aparatos eléctricos (16%), agua caliente (13%) y cocina (5%) (Odyssey, Energy Efficiency Indicators in Europe, 2013). En climas más cálidos, la energía se utiliza menos o no se usa para calentamiento, pero una proporción importante de ella puede ser utilizada para fines de refrigeración. Sin embargo, la participación relativa de las diferentes aplicaciones de la energía varía de país a país, así como de casa en casa, puesto que en parte resulta de las diferencias en los niveles de ingresos y del comportamiento de los ocupantes del edificio (UNEP SBCI, 2009). Según la misma fuente, los porcentajes de consumo por área en las edificaciones residenciales en general han tendido a mantenerse estables entre los años 2000 y 2009, presentando solamente un leve incremento en iluminación y en electrodomésticos y una ligera reducción en el ítem de calefacción.

CUADRO IV.16
MARCO DE REFERENCIA PARA EDIFICIOS RESIDENCIALES

		Category	Point Allocations
I) Energy Related Requirements			
Maximum Cap of 50 points	Minimum 30 points	Part 1 : Energy Efficiency	
		RB 1-1 Building Envelope – RETV	15
		RB 1-2 Dwelling Unit Indoor Comfort	16
		RB 1-3 Natural Ventilation in Common Areas	2
		RB 1-4 Lighting	15
		RB 1-5 Ventilation in Carparks	8
		RB 1-6 Lifts	2
		RB 1-7 Energy Efficient Features	7
Bonus 20 points		Category Score for Part 1 – Energy Efficiency (Exclude Bonus Points)	65
		RB 1-8 Renewable Energy (Bonus Points)	20
II) Other Green Requirements			
Maximum Cap of 50 points	Minimum 20 points	Part 2 : Water Efficiency	
		RB 2-1 Water Efficient Fittings	10
		RB 2-2 Water Usage	1
		RB 2-3 Irrigation System	2
		Category Score for Part 2 – Water Efficiency	13
		Part 3 : Environmental Protection	
		RB 3-1 Sustainable Construction	12
		RB 3-2 Greenery	6
		RB 3-3 Environmental Management Practice	9
		RB 3-4 Public Transport Accessibility	2
		Category Score for Part 3 – Environmental Protection	29
		Part 4 : Indoor Environmental Quality	
		RB 4-1 Noise Level	1
		RB 4-2 Indoor Air Pollutants	3
		RB 4-3 Waste Disposal	1
		RB 4-4 Indoor Air Quality in Wet Areas	1
		Category Score for Part 4 – Indoor Environmental Quality	6
		Part 5 : Other Green Features	
		RB 5-1 Green Features & Innovations	7
		Category Score for Part 5 – Other Green Features	7
		Total Points Allocated : 120	120
		Total Point Allocated (Include BONUS points):	140
		Green Mark Score (Max) :	100 + Bonus 20 points

Fuente: http://www.bca.gov.sg/EnvSusLegislation/others/Env_Sus_Code.pdf.

Si se analiza la composición del gasto en energía de los edificios residenciales de los países que son parte de la AIE, se observa que la composición del consumo en los diversos países es similar entre los años 1990 y 2004. Las principales diferencias se encuentran en el consumo total, en donde EE.UU. supera los 40 Gj⁵¹/pc, mientras que Noruega, con un clima más frío, no supera los 28 Gj/pc (AIE, 2008).

⁵¹ Giga Joules.

De acuerdo a los estudios de las curvas de costos de abatimiento de energía desarrolladas tanto a nivel mundial como para grupos de países desarrolladas por McKinsey & Company (para OECD, la EIT y la UE), el sector que cuenta con mayores potencialidades de reducción de emisiones costo efectivas es el sector edificación (McKinsey & Co, 2009).

Las curvas de costos de abatimiento de energía (US\$/MWh) son mecanismo o instrumentos que correlacionan los abatimientos potenciales de energía potenciales por año (GtCO₂e), con los abatimientos de los costos por año (\$por tCO₂e). Como resultado de dicha correlación, se puede identificar cuáles son las acciones o medidas evaluadas que resultan más eficientes a un menor costo. En el caso de las edificaciones, dicho sector destaca por ser el mayor consumidor individual de energía, así como también por ser el que genera las mayores oportunidades de mejoras energéticas no capturadas. En el caso de la aplicación de las curvas de costos de abatimiento de energía a nivel mundial, podemos ver que las edificaciones muestran potencialidades de ahorro que superan a la capacidad que tiene la industria, la energía, la agricultura, el sector forestal, los residuos y el transporte (McKinsey & Co, 2009).

Los ahorros energéticos se pueden categorizar de acuerdo a la naturaleza del beneficio y del beneficiario. De acuerdo a lo propuesto por la EIA, dichos ahorros pueden categorizarse en: la reducción de la movilidad, la valorización de las propiedades, la disminución de los subsidios a la energía, la reducción de los costos de la infraestructura en energía, la reducción de emisiones, el mejoramiento de la salud humana, el aumento del empleo local, la mejora de la apariencia de la comunidad local, y el gasto local, entre otras cosas.

De hecho, entre los beneficios concretos percibidos por los habitantes en relación con la eficiencia energética en los edificios se encuentra:

En términos ambientales:

- la mejora y protección de los ecosistemas y de la biodiversidad
- la mejora de la calidad del aire y del agua
- la reducción de los residuos sólidos
- la conservación de los recursos naturales

En términos económicos:

- la reducción de los costos de operación
- el aumento del valor y los beneficios de los activos de las edificaciones
- la mejora de la calidad de vida

A modo de ejemplo, en el caso de EEUU, los ahorros promedios de los edificios verdes consideran un ahorro entre 24% y el 50% de la energía total consumida, entre el 33% y el 39% de las emisiones de carbono, entre el 30% y el 50% en el consumo de agua y entre el 50% y el 90% en la generación de residuos sólidos (McGraw Gill Construction, 2007) (Kats, 2003).

A pesar de lo anterior, es importante resaltar que las edificaciones deben ser analizadas a través de su ciclo de vida (estudio de factibilidad, diseño, construcción, operación, remodelación y reutilización, demolición y disposición). Es así como las distintas medidas para mejorar la eficiencia energética de una edificación determinada, puede diferenciarse en torno a cada una de las etapas antes mencionadas. Es importante que estas normas sean revisadas con periodicidad, para generar los incentivos adecuados. Además del establecimiento de dichas normas, se debe analizar la estructura institucional de cada país/ciudad, puesto que se deben generar minuciosos procedimientos de aplicación de sanciones por falta de cumplimiento de normas y mecanismos de seguimiento de las tasas de cumplimiento.

2. Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina

a) México

Medidas regulatorias con impacto en las emisiones de GEI

El desarrollo de medidas normativas en México ha tenido una larga data en el contexto regional. Este se inició a finales de los '80 y ha contado con varias etapas que han marcado su evolución. Como resultado de lo anterior, actualmente México es uno de los países líderes en la región en materia de mitigación y adaptación al cambio climático en el sector de las edificaciones.

Inicialmente se llevó a cabo la creación del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores INFONAVIT (1972), el cual desarrolló un conjunto de normas bioclimáticas en 1989. Le siguieron las normas bioclimáticas para la construcción de hospitales y clínicas (1992), así como las de iluminación y aire acondicionado. Para avanzar en este proceso, en 1993 se creó el Consejo Nacional de Eficiencia (CONAE), y con ello se inició la generación de normas para materiales aislantes, de Eficiencia Energética (EE) en iluminación y electrodomésticos, desarrollándose el programa de EE en iluminación a través de ILUMEX. Del mismo modo, se comenzó a normar la EE para la aislación térmica de las techumbres de las edificaciones (programa de ahorro sistemático integral (ASI)), y se inició la elaboración de normas para la EE en el ámbito de la envolvente de las edificaciones (Morillón, 2011).

A continuación, el proceso de normalización comenzó a considerar normas para evaluar los sistemas pasivos de EE, con el fin de limitar las ganancias solares de las edificaciones a través de su envolvente. Así se dio inicio a la masificación de los criterios bioclimáticos de viviendas de interés social, a través de los programas denominados “Casa Nueva – Comunidad Nueva” y “La Vivienda Sustentable”, ambos de CONAVI⁵². Dichos programas dieron origen a la creación de proyectos que posteriormente permitirían financiar tecnología, diseño bioclimático y otros en las viviendas de interés social (Morillón, 2011). En una tercera etapa, el desarrollo de normas se está orientando hacia el entendimiento de la unidad de la edificación como una totalidad, esto es, integrando el total de ahorros de los distintos componentes que conforman una edificación en un solo indicador. También se están construyendo normas relacionadas con el reciclaje y la cogeneración de energía en viviendas.

En México, actualmente existen normas de EE en el área de las edificaciones de carácter voluntario y obligatorio. Entre las normas voluntarias se encuentran las denominadas NMX, entre las que destacan las relacionadas con los materiales de construcción y de seguridad de los sistemas de calentamiento del agua con energía solar. Entre las normas obligatorias se encuentran las Normas Oficiales de Eficiencia Energética (NOM ENER). Todas las normas son emitidas por la secretaria de Energía y son formuladas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).

Las NOM ENER son regulaciones técnicas obligatorias que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables en materia de seguridad, salud, eficiencia energética y protección al medio ambiente, entre otros. La supervisión y ejecución de estas normas son responsabilidad de los actores principales en materia de EE y ambiental en el país.

⁵² CONAVI: Comisión Nacional de Vivienda.

En el ámbito de las normativas vigentes y en proyecto se destacan las siguientes categorías:

- **Iluminación:** normas de EE en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales y en EE para sistemas de alumbrado en vialidades y en áreas exteriores públicas.
- **Aparatos y equipamientos:** normalización de EE electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación, normalización y etiquetado de la EE en acondicionadores de aire tipo central, y de calentadores de agua para uso doméstico y comercial.
- **Envolvente:** norma que establece una metodología para calcular la ganancia de calor de la envolvente (i.e. material en muros, techos, pisos, ventanas, marcos, etc.).
- **Cogeneración y reciclaje:** el Instituto de Ingeniería de la UNAM⁵³ está desarrollando las bases técnicas de las normas de manejo sustentable del agua en los edificios, consistente en ahorro de agua potable, captación, tratamiento y aprovechamiento del agua pluvial y tratamiento y reutilización de aguas residuales. (Morillon 2011).

Actualmente, México cuenta con 23 normas oficiales de EE en los sub-sectores de iluminación, aparatos y equipos y envolvente de las edificaciones, que fomentan los estándares en diferentes áreas. De este total, 5 guardan relación con ahorro energético en la envolvente de las edificaciones (sector residencial y no residencial), 11 normas guardan relación con la EE de diversos aparatos y equipamientos y 7 normas con la EE en el sub-sector de iluminación.

Medidas financieras/económicas con impacto en las emisiones de GEI

Con el fin de poder financiar el desarrollo de viviendas sustentables en la Ciudad de México y en el país, se han generado una serie de iniciativas vinculadas con el financiamiento público-privado, entre las que destacan el FIDE, la HIPOTECA VERDE y los DIUS, así como también los financiamientos provenientes del modelo ESCO:

i) El Fideicomiso para el ahorro de energía eléctrica (FIDE)

El FIDE se creó en 1990 como un organismo privado sin fines de lucro, con la participación del sector público, actores sociales y la empresa privada, cuyo objeto era otorgar financiamiento para la adecuación de viviendas y viviendas nuevas. El FIDE maneja una serie de programas de EE y cuenta con los siguientes objetivos estratégicos: Impulsar programas y proyectos con tecnologías de vanguardia para el ahorro, uso eficiente y aprovechamiento sustentable de la energía eléctrica. Impulsar eficazmente el desarrollo de una cultura de ahorro y aprovechamiento sustentable de la energía eléctrica. Optimizar el proceso de otorgamiento y recuperación de financiamiento de programas y proyectos de ahorro y aprovechamiento sustentable de la energía eléctrica. Mejorar la satisfacción del usuario en cada uno de los procesos del FIDE y promover la mejora continua de estos procesos.

Algunos de los programas son el *Programas de Ahorro*: sustitución de equipos electrodomésticos, luz sustentable, programa de EE, eco-crédito empresarial, y el *Programas de Apoyo*: EDUCAREE (fomentar formación del individuo en la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica), Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica, horario de verano, actividades internacionales (asistencia técnica y programas de capacitación y asesoría en ejecución de programas y proyectos) y cursos.

ii) La Hipoteca Verde (HV)

La HV es un programa de crédito que financia tecnología, diseño ecológico e innovación en la vivienda social, lo que permite mitigar impactos negativos y avanzar hacia la vivienda sustentable. El instrumento consiste básicamente en aumentar los créditos hipotecarios de manera de financiar tecnologías y diseños que mejoren la sustentabilidad de la vivienda social. La HV cubre aproximadamente

⁵³ UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

al 50% de las casas nuevas, es desarrollado por el Gobierno Federal de México y tiene como fin impulsar el desarrollo de un modelo de viviendas sustentables orientadas a los trabajadores de nivel socio-económico bajo. Los objetivos del programa HV son:

- Apoyar la Estrategia Nacional para el Cambio Climático, mediante la promoción de la oferta de vivienda con criterios ecológicos.
- Proporcionar las condiciones adecuadas y estímulo para que los beneficiarios del INFONAVIT⁵⁴ puedan adquirir casas de mayor valor, dado el uso de tecnologías innovadoras de menor consumo de agua y energía.
- Traer beneficios colaterales a los desarrolladores de vivienda que buscan diferenciarse, así como a la industria de eco-tecnologías y a la comunidad en general (concientización de la población).

La HV es un monto adicional de crédito entregado por INFONAVIT al beneficiario (de hasta 10 salarios mínimos) al adquirir una vivienda con eco-tecnologías. Dicho crédito tiene dos bases:

- El ahorro generado por las eco-tecnologías en el consumo de agua, gas y electricidad (aproximadamente un 48%), le permitirán al beneficiario aumentar su capacidad de pago y por ende auto solventar económicamente su mejora.
- Existe un aporte conjunto entre trabajadores y empleadores de una determinada empresa o compañía, con el fin de que los trabajadores sean sujetos de crédito.

iii) Los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS)

Con la finalidad de contribuir con el desarrollo de vivienda desde una adecuada planeación urbana, las Secretarías de Hacienda, Desarrollo Social, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Energía y Economía, así como la Conavi, el Infonavit, Banobras⁵⁵, Fonadin⁵⁶, Fovissste⁵⁷, Proméxico y SHF⁵⁸ definieron una estrategia de transversalidad: los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS), que promueven la generación de políticas públicas para articular recursos, estímulos e incentivos para la generación de desarrollos urbanos habitacionales con características de sustentabilidad, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales y el sector privado.

Los DUIS son proyectos que contemplan vivienda, infraestructura, servicios, equipamiento, comercio, educación, salud, industria, esparcimiento y otros insumos que contribuyen con la competitividad de la ciudad y el cuidado del medio ambiente. Los DUIS representan un nuevo modelo para redensificar zonas intraurbanas y para crear nuevas comunidades y ciudades con una visión sustentable. Durante el 2010 se lograron consolidar cuatro líneas de acción específicas que han permitido agilizar el proceso de evaluación y certificación de DUIS; i) RUBA⁵⁹, ii) GPDUIS⁶⁰, iii) Institucionalización⁶¹ y iv) Promoción de proyectos de redensificación.

⁵⁴ INFONAVIT es una institución autónoma fundada en 1972, donde participan trabajadores, empresas y el gobierno federal, dedicada a otorgar crédito para la obtención de vivienda a los trabajadores y brindar rendimientos al ahorro que está en el Fondo Nacional de Vivienda para las pensiones de retiro. (García, 2012).

⁵⁵ Banobras: Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos.

⁵⁶ Fonadin: Fondo Nacional de Infraestructura.

⁵⁷ Fovissste: Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.

⁵⁸ SHF: Sociedad Hipotecaria Federal.

⁵⁹ Cuatro escalas de análisis a los que son sometidos los proyectos: Regional, Urbana, Barrio y Arquitectónica.

⁶⁰ Es el Grupo de Promoción y Evaluación de DUIS.

⁶¹ Institucionalización del GPEDUIS para lograr un plan de transición y que el modelo DUIS se estandarice a nivel nacional.

iv) *El desarrollo del modelo ESCO*

En México, las empresas ESCO existen desde el 2000, al 2007 llegaron a ser 7 de menor tamaño, pero su multiplicación al 2011 dio origen a la Asociación Mexicana de Empresas ESCO (AMESCO).

En su mayoría, las empresas ESCO son empresas que surgen a partir de firmas de consultoría o de fabricación de equipos que buscan ofrecerles a sus respectivos clientes soluciones técnicas y financieras para manejar su energía⁶². No obstante, su desarrollo se ha visto enfrentado a un conjunto de limitantes y desafíos que están siendo abordados por los empresarios: Falta de confianza del sistema bancario local, ausencia de mecanismos de financiamiento privado para las ESCO a nivel nacional, débil capacidad por parte de las ESCO de comprobar fehacientemente el ahorro generado, bajo nivel de obligatoriedad de la disminución de los consumos energéticos en los servicios públicos, y bajo nivel de inserción de las ESCO en los servicios públicos dado su sistema de pagos plurianuales.

Medidas en desarrollo o en implementación

Entre los programas en fase de desarrollo se encuentran: i) el NAMA⁶³ para las viviendas nuevas y existentes, con el apoyo de Alemania, ii) el NAMA para vivienda Cero Emisiones denominado NETZero, con el apoyo de Canadá, y iii) el MDL⁶⁴ para la elaboración de un programa para incorporar tecnologías y aparatos nuevos, junto al Banco Mundial.

El NAMA Mexicano –Alemania para las viviendas nuevas y existentes

Los NAMAS son Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas. Pueden ser unilaterales, apoyadas y/o acreditadas y cuentan con un enfoque general y específico. Los NAMAS especifican actividades voluntarias de mitigación de GEI para países que no están sujetos a compromisos de mitigación y pueden ser apoyados a través de financiamiento, transferencia tecnológica y/o desarrollo de capacidades. En este contexto, el Programa NAMA Mexicano – Alemania de viviendas nuevas y existentes⁶⁵ busca desarrollar un programa de cooperación entre México y Alemania, considerando entre sus elementos básicos: i) definición de medidas, ii) establecer mecanismos financieros y “fundraising”, y iii) realizar pilotos.

El Programa se ha establecido conjuntamente con la cooperación alemana y su finalidad es:

- Cambiar el enfoque de la EE pasando del enfoque de “tecnologías aisladas” al enfoque de “vivienda completa” o “Whole House Approach” para México.
- Considerar en su sistema el total de los elementos que llevan a cabo el consumo de energía: calefacción, refrigeración, cocina, aparatos eléctricos típicos y agua caliente.

El NAMA NetZero Mexicano Canadiense

El programa NetZero tiene como fin impulsar el uso eficiente de recursos a partir de una mayor eficiencia térmica en su diseño y construcción, hasta la implementación de avanzados sistemas de telemetría, sistemas fotovoltaicos de alta generación de energía a través de celdas solares en las viviendas. Para tales fines, el programa NetZero impulsa la creación de proyectos habitacionales en los que existe un balance entre la energía consumida y la energía producida.

⁶² En la actualidad, se estima que el mercado mexicano para estas empresas es superior a 200 millones de dólares al año.

⁶³ Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas (NAMA por su sigla en inglés).

⁶⁴ MDL: Mecanismo de Desarrollo Limpio.

⁶⁵ Forma parte de un NAMA más general que cuenta con 4 componentes; i) vivienda nueva, ii) vivienda existente, iii) EE en PYMES (Pequeñas y Medianas Empresas) y iv) transporte de carga.

El objetivo de este tipo de proyectos es mostrar la viabilidad entre tecnología limpia y financiamiento, así como difundir y promocionar el uso de energías alternativas y eficientes aplicadas al sector vivienda (el proyecto piloto fue iniciado en el 2010).

Esta iniciativa es apoyada financiera y técnicamente por el Ministerio de Medio Ambiente de Canadá, la AEAEE, la Alliance to Save Energy, entre otras organizaciones públicas y privadas nacionales e internacionales. Asimismo, el gobierno federal, a través del programa *Ésta es tu Casa*, coordinado por la CONAVI, define un paquete básico de eco-tecnologías que deben contener las viviendas para poder ser adquiridas con apoyo de un subsidio habitacional. Este paquete básico forma parte de algunas de las tecnologías sustentables que se integran en las viviendas NetZero.

El MDL para incorporar tecnologías y aparatos nuevos

El gobierno mexicano ha iniciado el diseño del Programa de actividades en Vivienda Sustentable del Mecanismo de Desarrollo Limpio Programático (MDL). Dicho programa actualmente se encuentra en proceso de modificación para reflejar la evolución en escala y tecnologías de la Hipoteca Verde. Para tales fines, se desarrolló un programa diseñado para generar créditos de carbono dividido en dos etapas:

- El Programa de Actividades I (PoA I), en donde se consideraron las viviendas construidas con el programa de Subsidios Verdes *“Esta es tu casa”* de CONAVI.
- El Programa de Actividades II (PoA II), en donde se pretende implementar el diseño para incrementar las oportunidades de sumar más créditos de carbono a iniciativas como la *“Hipoteca Verde”*.

Medidas tecnológicas con impacto en las emisiones de GEI

Productos y tecnologías certificadas

Entre los paquetes tecnológicos que pueden ser seleccionadas por el beneficiario se encuentran los siguientes. **Iluminación:** Focos ahorradores, equipo de aire acondicionado de alta eficiencia o de bajo consumo, refrigerador de alta eficiencia, aislamiento térmico en techos y muros, recubrimiento reflectivo como acabado final en el techo y en los muros. **Gas:** calentador solar de agua plano y calentador solar de agua de tubos evacuados con respaldo de calentador de gas de paso de rápida recuperación, calentador de gas de paso. **Agua:** inodoro máximo de 6 litros o 5 litros (grado ecológico) por descarga, regadera grado ecológico con dispositivo ahorrador integrado, llaves (válvulas) con dispositivo ahorrador de agua en lavabos de baño y en cocina, válvula reguladora en tubería de suministro. **Salud:** filtros purificadores de agua y suministro de agua purificada en la vivienda.

Con la finalidad de apoyar al programa de HV, se ha desarrollado un proceso de validación de los productos que forman parte de los paquetes eco-tecnológicos del programa, evaluando el ahorro, calidad, desempeño real e impacto ambiental generado. El proceso está compuesto por cuatro etapas de verificación: i) cumplimiento de normas (organismos certificadores y grupos de expertos), ii) cumplimiento de garantías, evaluando el desempeño, iii) desarrollo de pruebas de campo, evaluando el impacto real en viviendas y en la satisfacción del beneficiario, y iv) evaluando los ahorros teóricos versus los ahorros efectivos en las viviendas (seguimiento realizado por un experto).

Certificaciones

Las certificaciones son un instrumento de política pública cada vez más empleado para comprobar el cumplimiento de la normatividad vigente, o como punto de referencia para la concesión de créditos financieros para inversiones o desarrollos de proyectos del sector privado.

- *Sistema de calificación de vivienda verde*⁶⁶

El objetivo general del sistema es impulsar un diseño bioclimático en la vivienda y la implementación de equipos más eficientes en el consumo de energía y agua, dentro de la consolidación de la HV.

- Certificaciones LEED

Respecto a la certificación en edificaciones en México, se registran importantes avances en la certificación LEED, con 15 edificios certificados y 148 en proceso de certificación. La adopción del esquema LEED en México fue la primera experiencia fuera de los EEUU. El primer edificio LEED certificado en México fue el Centro Internacional de Negocios de Ciudad Juárez Chihuahua, y el edificio de Transferencia de Tecnología de Chihuahua actualmente postula como el primer edificio con la distinción en categoría platino en México.

- Certificaciones estatales

El gobierno del D.F. lanzó su Programa de Certificación de Edificios Sustentables en 2008, con base en la normativa oficial mexicana, relacionada con el diseño, el manejo de la energía, las energías renovables, la EE, y el uso de agua, los residuos y áreas verdes. El programa contempla 3 áreas: calificación de edificios, programa de incentivos y edificios por uso.

En lo referente a la certificación y etiquetado de aparatos, en 1995 se introdujo en México el Sello FIDE, como un sello de cumplimiento voluntario de eficiencia energética, emitido por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). El FIDE es una organización que obtiene sus recursos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como de organizaciones laborales y empresariales. Los aparatos etiquetados bajo este programa son los equipos de aire acondicionado tipo cuarto, las lámparas fluorescentes y compactas fluorescentes, refrigeradores, refrigeradores-congeladores, balastros, motores y compresores.

b) Bogotá

Medidas regulatorias con impacto en las emisiones de GEI

En Colombia se comenzó a desarrollar una normativa relacionada con la eficiencia energética partir de 1994, cuando se realizó un levantamiento general de la situación, y se construyeron escenarios de penetración de tecnologías eficientes al país. También se realizó un análisis de la infraestructura de laboratorios y se formularon 16 propuestas de normas técnicas colombianas NTC, de las cuales 11 han sido ratificadas como Normas Técnicas Colombianas (NTC) y 4 se encuentran en proceso de aprobación.

En 1999 la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), en cumplimiento de sus funciones establecidas en la ley 142, realizó estudios relacionados con normalización y etiquetado, los cuales concluyeron en la expedición de la resolución 097 del 2000. Como resultado de ello, en el 2001 se crea el Programa Colombiano de Normalización, Acreditación, Certificación y Etiquetado de Equipos de Uso Final de Energía, denominado PROGRAMA CONOCE.

El PROGRAMA CONOCE⁶⁷ tiene por objeto: i) la utilización racional y eficiente de la energía en los distintos sectores socioeconómicos del país, ii) dinamizar el mercado hacia tecnologías eficientes, implementando requisitos mínimos de desempeño en los equipos, iii) propender al logro

⁶⁶ Proyecto desarrollado con la cooperación de GIZ, Alemania.

⁶⁷ Está compuesto por un Comité interministerial integrado por el Ministerio de Desarrollo, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), el Ministerio de Minas (MINMINAS), el Ministerio de Comercio, industria y turismo (MINCOMEX) y la Unidad de Planeamiento Minero Energética (UPME).

de la competitividad del país al restringir la comercialización de tecnologías ineficientes y obsoletas, iv) brindar a los usuarios información oportuna y adecuada, v) incrementar la productividad y competitividad del sector productivo colombiano, vi) fortalecer el sistema nacional de acreditación, certificación y metrología en el tema de EE, vii) mitigar impactos ambientales asociados al uso de recursos energéticos, y viii) generar cultura en EE⁶⁸.

Con el fin de llevar a cabo su funcionamiento, se compone de nueve fases de desarrollo: i) Formulación del programa, ii) Normalización, iii) Reglamentación Técnica, iv) Acreditación de laboratorios, v) Acreditación de organismos de certificación, vi) Certificación, vii) Etiquetado, viii) Acciones de seguimiento y control y ix) Programa de difusión e información. En sus primeras fases, esto es, sus fases de formulación del programa, normalización y reglamentación técnica, se llevó a cabo el análisis de los potenciales de ahorro de energía asociados a la penetración de tecnología energéticamente eficiente en Colombia. Como resultado, se identificaron cinco áreas de trabajo: i) motores industriales, ii) aire acondicionado, iii) iluminación comercial, iv) refrigeración residencial y v) iluminación residencial. A partir de dicha identificación se determinaron los listados de equipos y artefactos que son objeto del PROGRAMA CONOCE, se llevó a cabo la normalización de la EE⁶⁹ y se elaboró la Reglamentación técnica con las respectivas normas de EE requerida por el programa, estableciendo la obligatoriedad de informar a los usuarios a través de la etiqueta URE (Uso Racional y Eficiente de la Energía) respecto al desempeño energético de los equipos⁷⁰.

El plan de Acción del PROURE⁷¹ (2010-2015) es la carta de navegación en donde se delinea la visión a largo plazo de Colombia en Materia de Eficiencia Energética y los compromisos que se deben adquirir a largo plazo. El plan de acción cuenta con un conjunto de subprogramas estratégicos de carácter transversal, y subprogramas prioritarios. En el área residencial existen cuatro subprogramas prioritarios: i) iluminación, ii) refrigeración, iii) hornillos y iv) edificaciones.

Con el fin de establecer mecanismos de monitoreo y evaluaciones periódicas de la implementación de las directivas y de los planes nacionales, se determinó que la entidad encargada de realizar el seguimiento y evaluación de forma permanente fuese la UPME (Unidad de Planeación de Minas y Energía), a través de la evaluación de indicadores cada 5 años.

La UPME, con la participación de las empresas comercializadoras de energía, diseñará e implementará un programa de promoción y publicidad, dirigido a los usuarios de equipos de uso final de energía y orientado a fortalecer el entendimiento e interpretación de la información contenida en las etiquetas URE, con el ánimo de que en el momento de la adquisición de un equipo, el comprador utilice este conocimiento y oriente su preferencia hacia equipos de mejor desempeño energético.

La UPME recopilará, procesará y compilará la información relacionada con el PROGRAMA CONOCE, e implementará el “Sistema de Información del Programa Colombiano de Normalización, Certificación y Etiquetado de equipos de Uso Final de Energía”. Esta información será puesta a disposición de los interesados.

⁶⁸ Entre los resultados del programa, de acuerdo al gobierno colombiano, se encuentra; i) el desarrollo de una red nacional de laboratorios, ii) la construcción de la normalización en EE con la participación de todos los agentes interesados, iii) potencial al sector privado en el seguimiento del programa, iv) la construcción de un Marco Regulatorio de URE, v) el combate al mercado no legal, y vi) la economía en los usuarios.

⁶⁹ Para tales efectos, la UPME e ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación) firmaron un convenio orientado a ratifica las normas NTC de EE para los equipos incluidos en la lista establecida en la Resolución UPME 165 de 2001.

⁷⁰ Dicha obligatoriedad es aplicable a todos los equipos referenciados que se comercialicen en el país.

⁷¹ PROURE (artículo 5°): Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía y demás formas de energías no convencionales (diseñado por el Ministerio de Minas y energía).

Medidas financieras/económicas con impacto en las emisiones de GEI

El PROURE y los subprogramas que lo integran, se financian con recursos presupuestarios del Ministerio de Minas y Energía, a través de la **Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)**.

Otra fuente adicional de financiamiento de actividades de eficiencia energética es el **FINDETER** (Financiera de Desarrollo Territorial SA), entidad que apoya entre otros al sector energético y financia actividades relacionadas con todo tipo de energía proveniente de fuentes tradicionales, alternativas o no convencionales, renovables y no renovables. Esta entidad está organizada como una oficina de crédito, vinculada al Ministerio de Hacienda y Crédito Público y sometida a la Superintendencia Financiera de Colombia.

Adicionalmente, México ofrecerá apoyo para implementar la **Hipoteca Verde en Colombia**, a través de un acuerdo de cooperación tripartito entre Alemania-México-Colombia, en materia de eficiencia energética y ambiental. Bajo este acuerdo, Colombia ofrecerá asesoramiento en materias relacionadas con el desarrollo urbano y ordenamiento territorial, y México apoyo para implementar la Hipoteca Verde, a través de capacitaciones y recursos facilitados por parte de la Agencia de Cooperación Alemana al Desarrollo (GTZ).

Otra fuente de financiamiento es el GEF (**Fondo para el Medio Ambiente Mundial –FMAM—** en español), que fue creado en 1991 como mecanismo de financiamiento de las principales convenciones ambientales internacionales. Actualmente el GEF es el financiador más grande del mundo de proyectos que buscan generar beneficios ambientales globales, a la vez que contribuye al financiamiento de iniciativas nacionales de desarrollo sostenible. Este instrumento, proporciona aportes para los países en desarrollo y para economías en transición, como la colombiana.

En otro ámbito, en Marzo de 2010 se inició la formulación del **Sello Ambiental Colombiano para Edificaciones Sostenibles (SAC-ES)** con el liderazgo del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el ICONTEC y el trabajo conjunto de empresarios, universidades y gremios (ej. Consejo Colombiano de construcción sostenible).

Además, Colombia creó el CCCS (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible), organización privada sin fines de lucro, fundada en 2008, cuya misión es liderar la transformación de la actividad de la construcción y del desarrollo urbano hacia una mayor sostenibilidad.

Medidas tecnológicas con impacto en las emisiones de GEI

Entre las medidas tecnológicas que se han desarrollado en Bogotá, destacan las siguientes:

- Programa de promoción de prácticas con fines de uso racional y eficiente de la energía eléctrica.
- Sello ambiental Colombiano “SAC”: etiqueta ecológica consistente en un distintivo o sello que se obtiene de manera voluntaria, otorgado por una institución independiente denominada “organismo de certificación”, y que puede portar un producto que cumpla con ciertos requisitos preestablecidos para su categoría.
- Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles (SAC-ES). En Marzo de 2010 se inició la formulación del SAC-ES. A marzo de 2011, la formulación de este sello ha avanzado en un 60%, lo que se ha traducido en el consenso de los siguientes objetivos: aspectos e impactos ambientales, riesgos, localización, ahorro y uso eficiente del agua e impactos durante la construcción.

- Certificación LEED Colombia. Colombia creó el CCCS (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible). Es un miembro emergente del Consejo Mundial de Construcción Sostenible USGBC.
- Normas técnicas sectoriales.

c) Santiago de Chile

Medidas regulatorias con impacto en las emisiones de GEI

Chile ha contado con dos instituciones que se han focalizado en el desarrollo de la eficiencia energética. En el 2004 se creó el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE) (2005-2010), que fue la base para la posterior creación de la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE) por el Ministerio de Energía en el 2010, institucionalidad más autónoma y con mayores recursos para el mejoramiento de la eficiencia energética a nivel país, que tiende a reforzar el compromiso público-privado en esta materia. En este contexto, la AChEE actúa como un implementador de las políticas públicas del Ministerio de Energía en materia de EE. Es dirigida por un Directorio público-privado conformado por representantes del Ministerio de Energía, Ministerio de Hacienda, Confederación de la Producción y el Comercio (CPC), Cámara Chilena de la Construcción (CChC), International Copper Association (ICA) / Procobre Chile y de la Pontificia Universidad Católica de Chile. La misión de la AChEE es:

- Promover, fortalecer y consolidar el uso eficiente de la energía
- Articular a los actores relevantes, a nivel nacional e internacional
- Implementar iniciativas público-privadas en los distintos sectores de consumo energético
- Contribuir al desarrollo competitivo y sustentable del país.

Uno de los proyectos del Programa País de Eficiencia Energética, ha sido el desarrollo de un Sistema Nacional de Certificación de Eficiencia Energética a cargo de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), y en el cual el Instituto Nacional de Normalización (INN), con apoyo del Fondo INNOVA Chile y organismos asociados, es el encargado de la elaboración de normas chilenas sobre etiquetado de eficiencia energética para diversos artefactos domésticos eléctricos y de combustibles, en el ámbito industrial y minero y en el ámbito de la construcción sustentable.

Entre los proyectos desarrollados por la AChEE durante el 2011, se encuentran los relacionados con las áreas de: i) transporte, ii) educación, iii) industria y minería, iv) Comercial, público y residencial, y v) desarrollo de negocios. Así como también los relacionados con las mediciones, verificaciones y servicios.

En el área relacionada con las edificaciones, se han generado proyectos de EE relacionados con: i) la iluminación, ii) los artefactos y equipamientos, y iii) las envolventes de las edificaciones nuevas y existentes. Entre los programas a destacar se encuentran los siguientes:

- **Programa de eficiencia energética en edificios públicos (PEEEP):** incorporar criterios y medidas de eficiencia energética en edificios públicos, con el fin de que dichas medidas sean replicadas por el sector público y privado.
- **Programa plataforma de monitoreo para edificios públicos:** cuantificar los resultados de los programas y proyectos de eficiencia energética realizados por la AChEE, de manera de obtener apoyo en la gestión de los datos de consumo de los edificios públicos.

Finalmente, en el 2012 se estableció la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030 (ENE), cuya meta es disminuir en un 12% la demanda de energía final total proyectada al 2020. La ENE cuenta con seis pilares estratégicos para su desarrollo: i) Crecimiento con Eficiencia Energética, ii) Despegue de las Energías Renovables No Convencionales, iii) El Rol de las Energías Tradicionales, iv) Nuevo Enfoque en Transmisión, v) Hacia un Mercado Eléctrico más Competitivo, vi) Interconexión Eléctrica Regional.

Con el fin de poder alcanzar la meta de ahorro de 20% de consumo de energía en el sector edificación en el marco de la ENE, se elaboraron las siguientes propuestas de medidas:

- **Plan de Acción de Eficiencia Energética 2012-2020 (PAEE20):** guía para el sector público y privado, de modo que puedan emprender las acciones necesarias para materializar el potencial de eficiencia energética identificado para ésta y la próxima década.
- **Sello de Eficiencia Energética:** identificar y premiar a las empresas líderes en el desarrollo de la EE a nivel nacional. Esto les permitirá reducir sus costos energéticos, aumentar su competitividad y reducir sus emisiones.
- **Estándares Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS por su sigla en inglés):** establecer MEPS con los que deberán cumplir los productos, equipos, artefactos y materiales, entre otros, que utilicen cualquier tipo de recurso energético, para su comercialización en el país.

El etiquetado de artefactos tiene el objetivo de informar a la ciudadanía acerca del desempeño energético de los productos que se comercializan, incorporando la eficiencia energética en las decisiones de consumo de las personas.

- **Programas de Iluminación Residencial Eficiente y de Alumbrado Público:** busca acelerar la transición hacia tecnologías de iluminación más eficientes para el sector residencial y público.
- **Creación de una Comisión Interministerial de Desarrollo de Políticas de Eficiencia Energética:** coordinar una serie de organismos públicos y ministerios, para alcanzar el potencial de ahorro estimado en cada uno de los sectores de consumo; sea público, residencial, comercial, transporte, etc. Corroborar que las medidas adoptadas o acuerdos alcanzados sean integrados a las políticas sectoriales de cada entidad o institución participante.

Las medidas normativas implementadas a la fecha por el INN para las edificaciones en Chile están relacionadas con; i) la iluminación, ii) los artefactos y equipamientos y iii) el acondicionamiento térmico de la envolvente de las viviendas. En relación a las normas de iluminación, la mayor parte de las normativas resguardan la EE de los distintos tipos de lámparas incandescentes, fluorescentes de uso doméstico, y otras relacionadas. En cuanto a las normas vinculadas con los artefactos y equipos electrodomésticos, se observa que la mayor parte está relacionada con los artefactos eléctricos de uso doméstico, los equipos de aire acondicionado, las lavadoras, de audio y video, televisores, monitores de computador, y de colectores solares. En relación a las normas de acondicionamiento térmico de las viviendas, la mayoría de las normas se vincula con la aislación térmica de los edificios, el comportamiento térmico de puertas y ventanas, y los sistemas solares térmicos.

Medidas financieras/económicas con impacto en las emisiones de GEI:

Si bien se ha contado con el apoyo de fuentes de financiamiento internacional para el desarrollo de políticas de cambio climático y de eficiencia energética en el sector, en la actualidad se ha puesto el foco en el desarrollo del mercado de la EE. Para tales fines, se ha desarrollado un conjunto de planes, programas y proyectos que buscan articular de mejor forma los recursos públicos con los recursos privados.

Las principales medidas financieras orientadas a mejorar la capacidad de adaptación y mitigación al cambio climático, y mejorar la eficiencia energética, guardan relación con la promoción y consolidación del mercado de las Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs)⁷².

Con el fin de promover el mercado de las ESCOs, la AChEE generó en el 2012 dos ejes de acción: i) la generación de una línea de Garantía para proyectos de ESCOs y ii) el diseño de un plan de trabajo en conjunto con ANESCO Chile. Como resultado de este trabajo, se generó el Proyecto denominado **“Promoción del Establecimiento y la Consolidación de un mercado de Servicios Energéticos (ESCOs) en Chile”**, el cual tiene por objeto contribuir a la creación de un mercado de EE en Chile, a través de la promoción de la participación activa de las empresas de ingeniería y las ESCOs como intermediarios en el desarrollo de proyectos de ahorro y eficiencia energética.

El proyecto está compuesto por dos componentes: i) el diseño de un mecanismo financiero orientado a empresas de ingeniería y ESCOs y ii) la implementación de un Fondo de Garantía de Eficiencia Energética (FOGAEE) para apoyar a las actividades de las empresas de ingeniería y ESCOs. La AChEE ha financiado este proyecto con recursos provenientes en un 90% de la Global Environment Facility⁷³ (GEF).

El FOGAEE tiene por objeto garantizar parcialmente los ahorros asociados al servicio de la deuda del financiamiento concedido a las ESCOs para implementar proyectos de EE o los ahorros comprometidos de proyectos de EE, mediante el refinanciamiento de certificados de fianza emitidos por las Sociedades Anónimas de Garantía Recíproca (SAGR) o las Cooperativas de Garantías Recíprocas (CGR).

El FOGAEE garantizará los siguientes tipos de inversiones:

- Inversiones en EE que mejoren los procesos industriales.
- Rehabilitación de edificios, incluyendo pero no limitado a los consumidores industriales, comerciales, centros de salud, universidades y centros culturales. La rehabilitación debe ser dirigida hacia la mejora de EE.
- Mejoras a fuentes de calor y sistemas de distribución.
- Otras aplicaciones de uso final de energía.

Las ESCOs implementan sus proyectos de EE a través de los llamados Contratos por Desempeño Energético (CDE). A través de estos contratos, las partes regulan sus obligaciones recíprocas dentro de las cuales, la más importante es el precio. Para tales efectos, en el FOGAEE se han establecido dos formas de ejecución:

Modelo 1

Contrato de desempeño energético con ahorros compartidos, en virtud del cual los costos de implementación de las medidas de EE corren por cuenta de la ESCO y en donde esta recibe a cambio un porcentaje de los ahorros que las referidas medidas produzcan durante un tiempo determinado.

En este modelo las ESCOs solicitan crédito. El contrato es de ahorros compartidos, y la SGR⁷⁴ afianza el crédito de la ESCO prendando los flujos del contrato y equipos con cargo al Fondo de EE.

⁷² Consiste en un contrato de eficiencia energética (Contratos por Desempeño Energético: CDE), donde se acuerdan metas de ahorro, y en el que el proveedor de energía cofinancia la inversión en EE contra el ahorro de sus costos.

⁷³ Una organización financiera independiente que provee fondos a países en desarrollo para proyectos que benefician el medioambiente y promueven el desarrollo sostenible en comunidades locales.

⁷⁴ SGR: Sociedad de Garantía Recíproca.

Modelo 2

Contratos de desempeño energético con ahorros garantizados, en virtud del cual se contratan los servicios de las ESCOs para la implementación de las medidas de EE y en donde los costos de las mismas corren por cuenta del mandante. Las ESCOs garantizan durante un tiempo determinado un desempeño o ahorro mínimo, que debe generarse en virtud de las medidas de EE implementadas.

En este modelo, las SGR afianzan ahorros de las ESCOs por un porcentaje y por un periodo determinado una vez realizado el proyecto.

El rol de Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE):

- Supervisa funcionamiento general del sistema.
- Realiza registro estadístico de las operaciones para benchmarking y evaluación de medio término y evaluación final del instrumento.
- Analiza viabilidad técnica de los proyectos de EE que solicitan las ESCOs o usuarios finales para obtener certificados de fianza de FOGAEE.
- Monitorea labor del ente certificador de los siniestros de riesgo técnico.
- Respecto de la admisibilidad de las postulaciones para la validez técnica, se procederá a la revisión de los antecedentes, esto es, que los documentos se hayan presentado correctamente y que cumplen con todos los requisitos que se hayan solicitado en este Manual.
- La evaluación será realizada por una Comisión integrada por un profesional del área de la AChEE a la que corresponda el proyecto (ejemplo: Industria y Minería, o Comercial), un profesional del área de Medición & Verificación y un profesional nombrado por la Subdirección de la AChEE.
- La AChEE podrá solicitar información a otros organismos públicos o privados con el objeto de verificar la veracidad de la información contenida en las postulaciones.

Medidas tecnológicas con impacto en las emisiones de GEI

Las medidas tecnológicas implementadas en Chile buscan fundamentalmente fomentar la cogeneración, tanto desde el punto de vista reglamentario como con incentivos a las auditorías energéticas específicas. Asimismo, existen estudios para la implementación de un proyecto piloto de “Smart Grid”, consistente en el uso de tecnologías de información para un uso inteligente de la electricidad.

Por otro lado, el MINVU⁷⁵ y el MINENERGIA⁷⁶ (a través de la AChEE) están llevando a cabo un sistema voluntario de **calificación energética de viviendas nuevas**, que consiste en promover la EE mediante la entrega de información objetiva por parte de los propietarios -primeros vendedores a compradores- sobre el comportamiento energético de sus viviendas. Además, el sistema incorpora la eficiencia de equipos de calefacción, iluminación y agua caliente sanitaria (ACS), así como el tipo de energía de uso.

Tipos de certificaciones

i) Certificación de edificaciones

El procedimiento de certificación es aplicable en viviendas de nueva construcción y es de carácter inicialmente voluntario, considerando que en diversos países la transición puede tomar varios años. Chile ya cuenta con la definición de exigencias térmicas en la O.G.U.C desde 2007. En 2012 se realizó el primer

⁷⁵ MINVU: Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.

⁷⁶ MINENERGÍA: Ministerio de Energía.

llamado para la calificación de viviendas nuevas y se creó el registro de evaluadores energéticos. También se cuenta con manuales para la certificación energética de viviendas nuevas para el usuario comprador y los evaluadores energéticos. Por su parte, en el caso de las viviendas existentes, se estima la entrega de un total de 38.000 subsidios de reacondicionamiento térmico de viviendas usadas para el periodo 2009-2013.

ii) Certificación y etiquetado de artefactos

En 2007 se inicia el etiquetado de aparatos. Se partió con ampolletas, refrigeradores y hornos microondas. En el 2011 y 2012 el etiquetado ha abarcado, paulatinamente, tubos fluorescentes, equipos de aire acondicionado, motores de hasta 10 HP y consumos en espera de televisores, equipos DVD, equipos de música, blu-ray, y decodificadores.

Entre las medidas a futuro destaca la implementación del reglamento de estándares mínimos de EE, que abarca el etiquetado para productos a gas, re-etiquetado de refrigeradores, etiquetado de lavadoras y etiquetado de consumo en espera para equipos de oficinas.

3. Conclusiones sector edificación

Las medidas implementadas para la mitigación y adaptación al cambio climático en el área de las edificaciones, nacieron de la firma de los tratados de Kioto en 1997. A partir de ello, los distintos países han elaborado sus comunicaciones y respectivas Estrategias Nacionales y Planes de Acción de Cambio Climático. Si bien dichas estrategias y planes lograron posicionar a la problemática del cambio climático como un eje central de las políticas públicas y de las regulaciones nacionales en los países de los casos analizados, los avances sectoriales han sido limitados. Como consecuencia de lo anterior, la mayor parte de los programas y proyectos relacionados con el sector edificación, son abordados por instituciones que regulan los temas energéticos, en el marco de las políticas de eficiencia energética.

A pesar de que el sector de las edificaciones ofrece potenciales muy amplios para la reducción de emisiones de GEI a través de mejoras en la EE en el sector, en América Latina existe un conjunto de barreras que estarían impidiendo alcanzar dichas mejoras. Estas barreras se pueden categorizar en: i) económicas, ii) regulatorias y iii) tecnológicas.

4. Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables para países de América Latina y el Caribe

A continuación se presenta una serie de recomendaciones para el sector de Edificación para abatir y/o mitigar el cambio climático⁷⁷. Al mismo tiempo, las medidas a adoptar son organizadas de acuerdo a los objetivos específicos de este trabajo, en económicas, tecnológicas y de regulación⁷⁸. Si bien se espera que estas recomendaciones puedan ser extensibles a otras mega metrópolis y/o ciudades de América Latina, estas han sido particularmente analizadas y consideradas para la realidad geográfica, económica, institucional, social y nivel de desarrollo de Ciudad de México, Santiago de Chile y Bogotá.

Luego de un análisis sectorial, y considerando la experiencia internacional, a continuación se presentan propuestas de medidas que podrían ser incursionadas por el Sector Edificación en ciudades de América Latina, tanto en el corto como en el largo plazo.

⁷⁷ La clasificación anterior no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede interpretarse (abordarse), como de mitigación o de adaptación.

⁷⁸ Nuevamente esta categorización no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede ser económica, regulatoria y tecnológica, o una combinación de las anteriores.

CUADRO IV.17
BARRERAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Barreras en el Ámbito Económico	
1	Acceso a financiamiento para EE es limitado: el sistema financiero no ha internalizado propiamente los beneficios de la EE, ni ha incorporado plenamente las inversiones en EE bajo los parámetros de evaluación crediticia, lo que resulta en que ellas sean muy riesgosas, y que los costos sean asumidos por los propietarios a un costo financiero más alto del que opera el mercado inmobiliario.
2	Ahorros energéticos difíciles de cuantificar y falta de información para el consumidor final.
3	Inversión inicial se tiende a minimizar para disminuir el periodo de retorno.
4	Incentivos desalineados entre inversionistas y propietarios: tendencia a dar mayor importancia a la inversión inicial que a los costos operativos de las residencias.
5	Costos de energía y ahorros en la vida útil del edificio , no los paga el inversionista, implica que el balance energético no es primordial.
6	Competencia imperfecta en el mercado de la EE implica que los precios no reflejan todos los costos ambientales y sociales de la energía . Las externalidades (ej. contaminación, GEL, agotamiento del recurso o competencia geopolítica) del consumo de combustibles fósiles no han sido internalizadas en los costos finales de la energía . Lo anterior significa que los usuarios finales (y el constructor) toman decisiones sobre la base de un precio de la energía que no refleja el real costo para la sociedad.
7	Sector construcción está fragmentado , y hay muchas PYMES no especializadas.
8	EE en edificios es un tema integral , y debiera abordarse así.
9	Edificios con menor consumo energético deberían ser atractivos y tener mejores precios en el mercado. Sin embargo, ello no se ha visto reflejado en el Precio.
10	Existe una falta de experiencia , de materiales y/o de buenos ejemplos de edificios eficientes y con bajas emisiones.
Barreras en el Ámbito Regulatorio	
1	Regulaciones restrictivas . Barreras políticas (formulación de políticas no considera tema de EE ampliamente), institucionales, legales y de regulación (regulaciones ausentes, mal formuladas, o débilmente fiscalizadas).
2	Sólo programas y regulaciones puntuales y coyunturales . No se logra sostenibilidad de procesos de largo plazo, ni una solidez institucional.
3	No se facilita la venta de energía excedente de la cogeneración .
4	Desacople entre ganancias de eléctricas y volúmenes de ventas
Barreras en el Ámbito Tecnológico y de Información	
1	No existen mercados locales para la generación de equipamientos de EE adecuados a las necesidades locales de LAC.
2	No hay fondos particulares para la Innovación Tecnológica en EE .
3	Existen ciertos fondos de I&D vinculados a sistemas universitarios, pero No orientados particularmente a desarrollar un nicho .
4	Existe una falta de información y conciencia respecto a la EE y a sus beneficios , entre políticos, funcionarios públicos ligados al mundo de la construcción, y público en general.
5	Falta de expertise local para generar auditorías a las edificaciones.
6	Falta de conocimiento en relación a las medidas y a los protocolos de evaluación .
7	Incapacidad local para diseñar, construir y mantener edificios con EE .
8	Falta de criterios homologables (ej. etiquetados y calificaciones) para intercambio de productos entre países.

Fuente: Elaboración propia basado en Farías, L. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: edificación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

CUADRO IV.18
PROPUESTAS DE MEDIDAS SECTORIALES

Tipo de Medidas	Objetivo	Medidas / Instrumentos	
Regulatorias: Transversales	Determinar correctamente líneas base	Analizar consumo energético por sectores, y en Edificación: por tipo, uso y año de construcción	
	Determinar potenciales de ahorros energéticos de edificaciones	Curvas de costos de abatimiento de energía	
	Medir y validar ahorros energéticos previstos	Establecer una metodología de cálculo de la EE validada internacionalmente	
	Identificar modelos de edificios energéticos de referencia	Desarrollar sistemas nacionales de edificios de referencia	
	Edificios del sector público como ejemplos	Edificios públicos como ejemplo del éxito de los programas de EE	
	Generar modelos de evaluación sistemática de planes y programas de EE	Evaluaciones periódicas de su desempeño	
	Generar un cambio en la naturaleza de las normas	Medir el ahorro total de las edificaciones y no solo el ahorro de las partes que la componen	
	Generar un cambio en las metas de las normas	Apuntar a la generación de Cero Emisiones en las edificaciones	
	Articular normas obligatorias con voluntarias	Generar normas obligatorias y voluntarias	
	Mantener estándares actualizados	Revisión y actualización de metas y medidas y establecimiento de cumplimiento obligatorios	
Regulatorias: Normativas	Establecer una visión de conjunto del edificio como sistema	Estándares de eficiencia energética tanto para la envolvente como para el resto de los equipamientos y aparatos que componen la edificación	
	Establecer una visión de conjunto del sector edificaciones	Establecer normativa aplicable a viviendas nuevas y a existentes	
	Establecer una visión de conjunto de la sociedad en el sector de las edificaciones	Establecer normativa aplicable para los distintos segmentos sociales	
	Responder a condiciones climáticas y geográficas	Establecer estándares y normas por áreas climáticas	
	Responder a necesidades de asociaciones público-privadas.	Generar normativa que permitan contratos de rendimiento energético ESCO	
	Financieras	Objetivo	Medidas / Instrumentos
		Mecanismos financieros de apoyo a nivel local	Política de financiamiento de la EE que coordine todos los sectores vinculados con la EE a nivel país Crear fondos para el I&D en EE, programa de movilización de recursos de la EE a nivel regional
		Mecanismos financieros de apoyo a nivel internacional	Mecanismos para acceder a financiamiento de organismos internacionales para el Cambio Climático
		Apalancamiento de recursos y financiamiento de iniciativas de baja apropiabilidad privada	Garantías estatales que mitiguen el riesgo de inversión Fondos rotatorios de préstamos Contratos de rendimiento energético ESCO
		Transparencia del mercado	Auditorías energéticas, de certificación, ranking, certificados de desempeño energético, sistemas de información para toma de decisiones.
Ahorro en sector público		Incentivar ahorro energético en las edificaciones públicas	
Subsidios diferenciados según tipo de viviendas		Reacondicionamiento térmico de viviendas de segmentos vulnerables, edificaciones privadas y de interés público	
Internalización de costos en precio		Disminuir incentivos fiscales al uso de energías contaminantes derivadas del petróleo	

(continúa)

Cuadro IV.18 (conclusión)

Tipo de Medidas	Objetivo	Medidas / Instrumentos
Tecnológicas, de Información y Capacitación	Mejorar nivel de conocimiento en EE	I&D en EE
	Mejorar el rendimiento de aparatos	Certificación de aparatos y establecimiento de normas nacionales
	Incorporar estándares actualizados de construcción y de uso de materiales	Certificación de materiales y de métodos constructivos
	Aumentar valoración ciudadana de la EE	Campañas de difusión de beneficios del ahorro energético. Estimación de impacto y monitoreo de la campaña Programas de capacitación de funcionarios públicos
	Mejorar competencias técnicas de funcionarios públicos	Campañas de ahorro energético en los servicios públicos (medición y monitoreo del ahorro energético) Programas de capacitación adecuados a diversos sectores de la economía.
	Informar y capacitar a la fuerza laboral	Programas de capacitación diferenciado por niveles de competencia laboral (profesional, técnico, operarios)
	Crear un modelo e información sobre el uso de la energía en el área de las edificaciones.	Generación de un modelo de información que permita obtener una visión completa del sector de las edificaciones capaz de informar dónde, cuándo y cómo se consume la energía
	Incentivar la certificación LEED	Atractiva estrategia para empresas que buscan obtener beneficios y diferenciarse en sus respectivos mercados
	Generar sistemas nacionales de certificación energética	Liderado por el sector público. Certificación robusta, exhaustiva, costo-eficiente, creíble y confiable, y constantemente actualizada

Fuente: Elaboración propia basado en Farías, L. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: edificación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

D. Residuos sólidos urbanos⁷⁹

1. Descripción del sector

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) es una de las principales tareas de los gobiernos locales, particularmente en países en desarrollo. Las ciudades, como centros de comercio, de concentración industrial, social, económica y cultural, generan una gran cantidad de materiales, los que fluyen entre y hacia los sistemas urbanos. Las necesidades de la población urbana por alimentos, combustible y bienes de consumo final, es mucho mayor que la generación de bienes por el ecosistema de las ciudades. Y los residuos producidos exceden la capacidad de absorción de los ecosistemas de las ciudades, y deben ser dispuestos y procesados en sitios especializados, principalmente ubicados en los límites o fuera de las áreas metropolitanas (Ackerman, 2005).

En la actualidad, los niveles de generación de RSU se estiman en 1,3 millones de toneladas por año a nivel global, y se estiman que aumentarán a 2,2 millones de toneladas por año al 2025; lo que implica un aumento de 1,2 a 1,4kg./hab./día en los próximos quince años (Hoornweg y Bhada-Tata 2012). Estos promedios globales son sólo estimaciones, ya que las tasas varían considerablemente por región, país y ciudad, e incluso espacialmente dentro de las ciudades, dependiendo del nivel de ingresos. La tasa promedio de RSU por hab./día en los países desarrollados, es el doble que la de los países en desarrollo. Así también, los habitantes de municipios de mayores ingresos dentro de una ciudad, generan más RSU (y de un tipo distinto) que los municipios más pobres.

En particular, en LAC existe un alto grado de diversidad respecto al nivel de generación de residuos per cápita, a la cobertura de recolección y a la disposición final de residuos. El promedio de generación de residuos de la región (0,63kg./hab./día en el caso de los residuos domiciliarios, y 0,91kg./hab./día de residuos urbanos totales) es actualmente incluso inferior a la mitad del promedio del de los países desarrollados (BID, 2011). De esta manera, los RSU están intrínsecamente ligados a los niveles de urbanización, al desarrollo económico de las urbes (relacionado con el PIB) y al crecimiento demográfico. De aquí se desprende que el tratamiento y eliminación de desechos representará un reto importante para muchos países de la región en las próximas décadas.

La mayoría de las definiciones establecidas para RSU coinciden en especificar que incluyen material orgánico, papel, plástico, vidrio, metales y otros desechos sólidos o semi-sólidos producidos por residencias, oficinas y edificios de oficinas, instituciones, establecimientos comerciales, patios y residuos de jardín, residuos de barrido de calles y el contenido de los contenedores de basura públicos, que es colectado, tratado y eliminado por los municipios. Por otro lado, los RSU no incluye desechos peligrosos o tóxicos, alcantarillado municipal, desechos de demolición y construcción, o cualquier otro residuo recogido fuera de los programas oficiales de los municipios (OECD, 2008a).

⁷⁹ Sección basada en Barton, J. y Harris, J. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: gestión de residuos sólidos urbanos", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

CUADRO IV.19
PRODUCCIÓN DE DESECHOS PER CÁPITA PARA
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

País	Generación de Residuos Per Cápita 2010 (kg/hab./día) Urbanos
Argentina	1,15
Belice	2,82
Bolivia (Estado Plurinacional de)	0,49
Brasil	0,94
Chile	1,25
Colombia	0,62
Costa Rica	0,88
Ecuador	0,71
El Salvador	0,89
Guatemala	1,12
Honduras	-
México	0,94
Panamá	1,22
Paraguay	0,94
Perú	0,75
Uruguay	1,03
Venezuela (República Bolivariana de)	0,86
Promedio para América Latina	0,91

Fuente: BID-OPS-AIDIS, “Regional evaluation on urban solid waste management in Latin America and the Caribbean – 2010 Report”, 2011.

CUADRO IV.20
GENERACIÓN ESTIMADA DE RSU EN CIUDADES SELECCIONADAS
DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 2005

Ciudad	Población (en miles)	Generación total de RSM (ton/día)	Generación per cápita (kg/hab./día)
Sao Paulo (área metropolitana)	18 300	36 417	1,99
Buenos Aires (área metropolitana)	12 544	14 551	1,16
Ciudad de México (área metropolitana)	18 450	21 600	1,17
Santiago de Chile (área metropolitana)	5 300	6 254	1,18
Lima, Perú (área metropolitana)	6 901	4 830	0,70
Bogotá, Colombia	6 558	4 721	1,43
Caracas, Venezuela (República Bolivariana de)	1 836	2 019	1,10
Quito, Ecuador	1 841	1 986	0,72

Fuente: Terraza, Horacio. Manejo de Residuos Sólidos: Lineamientos para un Servicio Integral, Sustentable e Inclusivo (2009-2013). Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID), Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente, Nota Técnica No. IDB-TN-101, 2009.

A medida que las ciudades y los países crecen y se desarrollan económica y demográficamente, así también aumenta la cantidad y complejidad de los RSU y los sistemas de gestión de residuos, lo que lleva a la necesidad de políticas especiales, proyectos y programas, con el fin de manejar cantidades cada vez mayores de residuos desde lugares cada vez más lejanos. Dado el nivel de desarrollo de la región, la mayoría de los residuos producidos en LAC en la actualidad consiste en residuos orgánicos [54%, (Hoorweg & Bhada-Tata, 2012)], lo que determina que los residuos de la región sean una excelente fuente para el compostaje y la gestión anaeróbica, pero que sean inadecuados para la combustión de residuos a energía (Barton et al., 2008)⁸⁰.

Una mala condición sanitaria, provocadas por la gestión inadecuada de residuos, hace que los impactos en la salud y en el medio ambiente se acrecientan, lo que puede conducir a la degradación de la calidad de vida urbana, incluyendo condiciones de vida indignas y hasta peligrosas para las poblaciones locales. Es por ello que la gestión de los RSU es una función primordial de los municipios y gobiernos locales en planificación y gestión urbana. También constituye una de las funciones más costosas de la gestión urbana: en los países en desarrollo se asigna entre el 20-40% de los presupuestos municipales a la gestión de residuos (Coffey & Coad, 2010). En las grandes ciudades, muchos municipios tienden a privatizar varios o todos los aspectos de la gestión de residuos, aunque en el mundo en desarrollo muchas municipalidades mantienen su responsabilidad por este vital elemento del sistema urbano (Barton et al., 2008).

El primer paso que debe ser considerado en la gestión de residuos es su prevención y disminución. Esto implica el desarrollo de políticas claras y marcos regulatorios estrictos, así como dar énfasis en campañas de publicidad y esquemas regulatorios que promuevan cambios culturales en los hábitos de producción de desechos. Los sistemas de compostaje domiciliario o comunitario, o también un aumento en la acción pública respecto a los desechos generados y dispuestos por las viviendas, empresas e instituciones emplazadas en la ciudad, pueden jugar un rol central en cuanto a fortalecer la conciencia respecto a que la totalidad de desechos puede ser reducida (Favoino & Hogg, 2008) (Biala, 2011). Además, los programas de reciclaje que fomenten y obliguen a los productores de desechos a separar desechos reciclables, orgánicos e inorgánicos, entregan una amplia gama de posibilidades para las opciones futuras de disposición de residuos. Sin duda, a esto se deben agregar condiciones que creen escenarios aptos para el reciclaje municipal y privado, así como sus operaciones de reutilización o compostaje (Eneh & Oluigbo, 2012).

El siguiente paso es el tratamiento de los residuos. El método más común de tratamiento de residuos en la región de América Latina es por disposición, identificándose tres tipos diferentes de disposición de residuos: vertederos incontrolados o informales a cielo abierto, vertederos controlados y rellenos sanitarios. La mayoría de las ciudades de la región continúan utilizando vertederos a cielo abierto, aunque muchas de las ciudades económicamente más desarrolladas han comenzado a mejorar sus prácticas mediante la introducción de rellenos sanitarios⁸¹. En la actualidad, es de suma importancia considerar en los rellenos sanitarios prácticas asociadas a la quema de gases o a la producción energética. En cuanto al impacto del carbono, se debe considerar que tener un relleno sanitario sin la quema de gases o la producción energética puede generar incluso más emisiones que un vertedero abierto (Bogner et al., 2007; Barton et al., 2008).

⁸⁰ Mientras que las sociedades y clases más pudientes tienden a generar residuos con una mayor proporción de plásticos y otros productos a base de combustibles fósiles, las poblaciones y países más pobres tienden a producir residuos compuestos predominantemente por elementos orgánicos (Barton et al., 2008). Terraza (2009) ha demostrado la clara correlación entre el PIB y la generación per cápita de residuos sólidos a nivel nacional en las Américas.

⁸¹ Se caracterizan por tener una superficie impermeable original, un sistema de drenaje de lixiviados, cubiertas de tierra diaria y final en capas, compactación a lo largo de la operación, y un riguroso plan de seguimiento después de que el sitio cumple con su ciclo de vida (Boulet et al., 2010).

La recuperación de gas metano, tanto para quema como para producción energética, implica una costosa inversión tecnológica, un alto grado de capacidad técnica e institucional y un significativo procesamiento de desechos, lo que la determina como una alternativa muy difícil de implementar en países en desarrollo. De todos modos, los Mecanismos de Desarrollo Limpio de la CMNUCC⁸² entregan una significativa suma de capital para proyectos de esta índole, dado que la recuperación de gas metano tiene un alto potencial tanto para mitigar como para compensar las emisiones de GEI en grandes ciudades. Muchas ciudades de los países en desarrollo, especialmente en América Latina, se están apropiando de dichos recursos, lo que sin duda le permite a las ciudades mejorar la totalidad de sus marcos de gestión de desechos, mediante la inversión en tecnología, institucionalidad y la creación de políticas robustas y de una legislación que asegure un adecuado grado de operatividad.

América Latina se caracteriza por tener un grado insuficiente de políticas, normas, gestión, tecnología e infraestructura para el tratamiento y disposición final de los residuos. Se estima que sólo entre el 23-55% de todos los residuos generados en la región son tratados adecuadamente y ubicados en rellenos sanitarios, el resto continua siendo relegado a vertederos al aire libre sin regulación (BID, 2011; Boulet et al, 2010).

La gestión de residuos sólidos en las ciudades de América Latina ha mejorado en ciertos aspectos en las últimas décadas, no obstante siguen existiendo retos importantes. Las mejoras se han detectado, por ejemplo, en la creciente toma de conciencia entre los sectores públicos y políticos respecto a la necesidad de implementar sistemas de residuos sostenibles e integrados de gestión. Esto se ha visto materializado en sistemas de recolección de basura que organicen según tipo de residuos mediante contenedores y plantas de clasificación, así como en el interés por establecer políticas centralizadas a largo plazo para el sector, en forma de leyes nacionales y marcos regulatorios regionales para los vertederos no regulados y la cooperación intermunicipal. También ha existido un aumento en el financiamiento disponible para el sector de los residuos a través de planes nacionales, mecanismos internacionales y otras fuentes de financiamiento.

A pesar de lo anterior, un porcentaje bajo del total de los residuos producidos en la región continua sin tener un tratamiento adecuado, y los municipios locales siguen trabajando por establecer necesidades presupuestarias adecuadas para las actividades de gestión de residuos (BID-OPS-AIDIS, 2011) (UN-HABITAT, 2010). La falta de regulación y/o ejecución en políticas de residuos está afectando diversas áreas, dando lugar a grandes desigualdades y servicios de recolección de desechos inadecuados para comunas marginales. El reciclaje y la reutilización de los RSU sigue siendo desarrollada en muchos casos por el sector informal, a pesar de la creciente relevancia otorgada por el sector público. Además, muchos vertederos legales existentes no cumplen con los estándares mínimos requeridos para ser considerados como sanitarios, debido en muchos casos al tratamiento inadecuado de los residuos por parte de los servicios municipales y de las empresas del sector privado (BID-OPS-AIDIS, 2011). También se evidencia una falta generalizada de experticia técnica, apoyo de gestión, infraestructura y financiamiento que proporcione las bases de una respuesta integrada y sofisticada a los desafíos de la gestión de residuos a escala local, a menudo dejando de lado las posibles ventajas que significa tener una menor generación de residuos per cápita (Barton et al., 2008).

A escala regional, América Latina registra niveles muy bajos en las tasas de reciclaje formal, aunque en algunos países existe un próspero sector informal y una creciente cantidad de programas de reciclaje. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005), sólo el 2,2% de todos los RSU generados en la región están formalmente reciclados, mientras que la tasa media de reciclaje formal de los países de la OCDE se estima en cerca de un 25% (OCDE, 2008b). Del 2,2% que formalmente se recicla, se estima que el 1,9% corresponde a materiales inorgánicos, y el restante 0,3% a residuos orgánicos (IBAM 2008).

⁸² CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Sin embargo, existe un considerable e histórico grado de reciclaje informal en la región, que normalmente es difícil de cuantificar. En la mayoría de los países de la región, estos trabajadores del sector informal recuperan materiales secundarios de RSU, ya sea en la fuente (hogares, oficinas y industrias), durante los recorridos realizados hasta la eliminación final (centros de transferencia), o en la separación de la basura de los vertederos dentro de sí mismos (Terraza, 2009; BID-OPS-AIDIS, 2011). El sector informal de reciclaje representa un factor clave que a menudo es dejado de lado del reciclaje municipal y de las iniciativas de reutilización. Si estos trabajadores fuesen integrados en los planes de políticas y programas públicos, es posible que las tasas globales de reciclaje en la región se eleven rápidamente.

Contar con sistemas robustos de reciclaje de los RSU es clave como medida de mitigación de GEI, considerando que altas tasas de reciclaje implican una disminución de residuos destinados a los sitios de disposición final, y por lo tanto una disminución significativa de emisiones del transporte y la descomposición de los residuos en los rellenos sanitarios. Es por esto que la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, 2011) considera que aumentar las tasas de reciclaje en las ciudades, y especialmente aquellas donde las tasas actuales son bajas, como en el caso de las ciudades de América Latina, es una estrategia muy efectiva de mitigación. Por otro lado, la recolección y el transporte de todos los RSU deben llevarse a cabo con eficacia y eficiencia en todos los contextos urbanos y sociales.

Para lograr una meta de recolección universalizada se requiere de una planificación cuidadosa, considerando las particularidades de cada ciudad, clima y cultura, y una implementación de mejores prácticas basadas en cada contexto (USAID, 2003).

a) Residuos sólidos urbanos y cambio climático:

La relación entre el manejo de los RSU y el cambio climático es una preocupación importante, debido especialmente a las altas concentraciones de gas metano (CH_4) que generan los vertederos (descomposición de la materia orgánica), al CO_2 liberado (incineración de RSU y transporte diario de desechos desde su origen hasta la disposición final) y a las aguas residuales.

El sector de RSU es una fuente importante de emisiones de GEI, y en promedio representa entre el 2-4% de las emisiones nacionales (UNFCCC, 2005) y, recientemente, se ha estimado que representa el 3% del total de las emisiones globales de CO_2 antropocéntricas (IEA, 2005). Asimismo, se estima que aproximadamente el 14% de las emisiones globales de GEI están compuestas por gas metano, 10% del cual se libera de los rellenos sanitarios, por lo que casi el 1,4% de las emisiones totales de GEI globales pueden provenir solamente de vertederos (Boulet et al. 2010). Además, existe evidencia de un aumento de cerca del 23% en las emisiones de GEI del sector de residuos entre 1990 y 2004 a nivel global, incluyendo un incremento del 16% en las emisiones de metano de los vertederos (Bogner et al., 2007). Dado que las decisiones de gestión de residuos a menudo se toman a nivel local y con presupuestos restringidos, sin cuantificar la mitigación de GEI, la importancia del sector de residuos para reducir las emisiones globales de GEI ha tendido a ser subestimada debido a la dificultad de obtener datos precisos comparables entre diversos países (Bogner et al., 2007).

Los impactos del cambio climático previstos en las zonas urbanas también constituye un problema importante para la gestión de residuos, puesto que las ciudades pueden experimentar eventos muy extremos, como lluvias de alta densidad, sequías, temperaturas muy altas y tormentas (Wilbanks et al., 2007). Las elevadas temperaturas pueden aumentar la velocidad de las reacciones químicas y la descomposición de las bacterias (lo que puede aumentar los olores fétidos que emanan de los vertederos), y aumentar el contenido de humedad; en tanto las precipitaciones pueden incrementar las emisiones de GEI desde los vertederos abiertos (Oonk, 2010). Además, las inundaciones por lluvias torrenciales en un vertedero mal preparado pueden dar lugar a infiltraciones de aguas subterráneas y representar un riesgo para la salud de la población circundante. Por otra parte, los daños a la infraestructura de transporte y otros, como consecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, también puede dificultar la gestión de los RSU, e incrementar los y altos costos económicos de este servicio.

La alarmante tasa a la cual los RSU son depositados en sitios no controlados o insalubres también es una señal peligrosa^{83 84}, ya que los impactos del cambio climático aumentan la potencial filtración de sustancias tóxicas en el suelo y aguas subterráneas, y el riesgo latente de proliferación de las enfermedades y de riesgos de salud pública es mayor. Además, el aumento de las temperaturas medias y de la frecuencia de lluvias intensas y sequías prolongadas implica que el escenario seguirá incrementando la tasa de descomposición bacteriana en los vertederos. En el caso de los vertederos no controlados o insalubres, el aumento de la producción de gas metano y emisiones será notable. Sin el tratamiento adecuado o inversiones en tecnología para la captura y reutilización de biogás, es probable que las emisiones de metano provenientes de vertederos en la región segua aumentando (Bogner et al., 2007).

Los países más desarrollados han sido capaces de estabilizar sus emisiones del sector de residuos, mediante la aplicación de diversas políticas y estrategias de gestión, tales como la reducción de la eliminación hacia vertederos a través de amplios programas para *reducir, reciclar y reutilizar* (3Rs), y el compostaje; aumentando así el uso de biogás y la recuperación de metano, la reutilización de la energía y la generación de electricidad, así como la quema de gas en rellenos sanitarios. Para lograr una mitigación significativa de los GEI, es esencial una gestión integrada de residuos, teniendo en cuenta que las decisiones locales con respecto a la tecnología deben ser una función de variables adicionales, como la cantidad de residuos y sus características, el costo y financiamiento, requisitos de infraestructura (tales como superficie de tierra disponible, opciones de recolección y transporte), y restricciones reguladoras (Bogner J. , 2009).

2. Estrategias de sustentabilidad urbana implementadas en América Latina

a) Sao Paulo

Medidas regulatorias con impacto en las emisiones de GEI

En 1999, en Brasil se genera una discusión respecto a la creación de un marco legal modernizado para la gestión de residuos sólidos. En el 2003, la oficina de la presidencia forma un Grupo Interministerial de Saneamiento Ambiental para estudiar la reestructuración del sector de residuos y la creación de un Programa de Residuos Sólidos Urbanos. El 2004, el Ministerio de Medio Ambiente establece un espacio de discusión para la creación de regulaciones sobre los residuos, y el Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) entabla conversaciones con los sectores sociales y privados sobre la reformulación de un proyecto de ley más comprensivo. Estas conversaciones generaron un anteproyecto de ley “Política Nacional de Residuos Sólidos” en el 2005, y se formalizó una Comisión Especial para tratar el tema.

En el 2007 se propuso el Proyecto de Ley 1991 sobre la Política Nacional de Residuos Sólidos, que se interrelaciona con otros instrumentos legales y políticas nacionales de medio ambiente y de inclusión social, estableciendo el principio de la responsabilidad compartida y de la logística inversa, dado el reconocimiento de que las actividades productivas generan una serie de daños ambientales y sociales. Finalmente, en el 2010 se aprueba la “Política Nacional de Residuos Sólidos”, lo que impone obligaciones a las empresas, los gobiernos y a los ciudadanos respecto a la gestión de RSU. En el mismo

⁸³ Se estima que sólo el 54,4% de la población total de América Latina y el Caribe tienen acceso a un relleno sanitario para la disposición final de los RSU, el 18,5% de la población produce desperdicios que terminan en un vertedero controlado (pero insalubres), el 23,3% deposita los desechos en la intemperie, botaderos informales, y el 3,8% restante se divide entre la quema al aire libre (2%) y otros tipos de eliminación, como en los cuerpos de agua, o bien se utiliza como alimento para animales (1,8%) (BID-OPS-AIDIS, 2011).

⁸⁴ Muchos de los sitios abiertos no controlados se encuentran alrededor de diferentes cuerpos de agua, dando lugar a niveles elevados de contaminación hídrica y a condiciones riesgosas para las poblaciones circundantes.

año, se publica el reglamento a la Ley (Decreto 7404) que le otorga vigencia legal, y el Decreto 7405 que establece el Programa Pro-Recolector, convocando un Comité Interministerial para la Inclusión Social y Económica de los Recolectores de materiales Reutilizables y Reciclables. De esta manera, Brasil se convierte en el país latinoamericano más reciente en establecer un marco legal moderno y comprensivo sobre el tema de la gestión de residuos, instaurando distintos principios previamente establecidos en los modelos Europeos y Norteamericanos, como por ejemplo la responsabilidad compartida, la logística inversa, las 3R's, y el principio *El que Contamina Paga*. También incluye el reconocimiento de la importancia del sector informal de trabajadores, buscando su integración sistemática en los sistemas de manejo (Ministerio del Medio Ambiente de Brasil, 2012).

A nivel nacional también existe la Política Nacional de Cambio Climático (PNCC), aprobada por el Congreso mediante la Ley N° 12.187 (2009). A su vez, Brasil confirma el Acuerdo de Copenhague y la Conferencia de las Partes (COP 16) con el objetivo de reducir las emisiones de GEI proyectadas para el año 2020 (Congreso Nacional Brasil, 2009); (Seroa da Motta, 2011). La política crea el Plan Nacional sobre el Cambio Climático, además de otros instrumentos e instituciones⁸⁵, donde el reconoce que el sector de residuos sólidos es un importante aporte a las emisiones de metano, por lo que dentro de las oportunidades de mitigación aparece la oportunidad de recuperación de dichos gases desde los vertederos. En concreto el plan da cuenta de instrumentos económicos como los MDL e instrumentos legales como la “Política Nacional de Residuos Sólidos”.

Por otro lado, en 2002 la ciudad de Sao Paulo aprueba la Ley Municipal 13.478, que establece el Sistema de Limpieza Urbana para la Municipalidad de Sao Paulo, creando la Autoridad Municipal de Limpieza Urbana (AMLURB), cuyo reglamento fue implementado en 2004, estableciendo sus facultades, responsabilidades y ordenamiento interno. Esta entidad es responsable de la regulación y promoción de la gestión pública de limpieza urbana y recolección de RSU en toda la ciudad de Sao Paulo.

En 2005 se establece una nueva forma administrativa para la Municipalidad de Sao Paulo a través del Decreto 45.683, lo que genera una Administración Directa sobre la municipalidad, incluyendo 27 Secretarías sectoriales responsables por la administración de las 31 Sub-Prefecturas. Todos las Secretarías sectoriales están vinculados a la Secretaría Municipal de Coordinación de Sub-Prefecturas (SMSP), en que la Secretaria Municipal de Servicios (SES) es responsable (entre otras cosas) por la gestión de residuos a través del AMLURB. En 2009, la Ley 14.934 establece el Plan Municipal de Saneamiento Básico para Sao Paulo. Sin embargo, luego de la vigencia de la “Política Nacional de Residuos Sólidos” en 2010, todas las municipalidades del país fueron obligadas a establecer un “Plan Municipal de Gestión Integrada de Residuos”, con el fin de gestionar, reducir, reutilizar, reciclar, disponer y tratar adecuadamente todos los residuos, en un plazo de máximo de 4 años. De este modo, los únicos residuos que debiesen llegar a los rellenos sanitarios al 2014 serían aquellos que no pueden ser reciclados o reutilizados (Ministerio del Medio Ambiente de Brasil, 2012).

Asimismo, en la “Política Nacional de Residuos Sólidos” se establece el principio de la responsabilidad compartida y de la logística inversa. El primero se refiere a una responsabilidad compartida entre las entidades públicas y privadas, incluyendo todos los niveles de gobierno, empresas privadas, proveedores de servicios de residuos, los residentes y la ciudadanía en general, para cumplir con la ley en materia de gestión de residuos. La segunda se refiere a una política específica por la cual ciertos residuos (residuos tóxicos, baterías, neumáticos, lubricantes y sus envases, bombillas y residuos electrónicos) deben ser devueltos a sus respectivos productores, quienes son responsables de financiar su gestión adecuada.

⁸⁵ Principalmente el Fondo Nacional de Cambio Climático, Planes de Acción para la Prevención y Control de la Deforestación en la biomasa y la Comunicación Nacional de Brasil ante la CMNUCC.

La “Política Nacional de Residuos Sólidos” también establece que cada municipio es directamente responsable de la gestión de los RSU, independientemente de si el servicio es prestado de manera directa o por medio de una concesión, y que cada municipio debe implantar sistemas de recolección selectiva mediante el uso de los servicios formales de recolección de residuos, así como también integrando a los recicladores informales. Por otro lado, los municipios deben promover la educación pública y campañas de información en la materia, con el fin de sensibilizar a la opinión pública sobre la importancia y necesidad de separar, reducir y reciclar los residuos, además de proporcionar la información pertinente respecto a los servicios de gestión de residuos.

De esta manera, la Municipalidad de Sao Paulo logra la aprobación del “Plan de Gestión Integrada de Residuos para la Municipalidad de Sao Paulo” en 2012, estableciendo un programa para consolidar los distintos programas relacionados a la gestión de RSU, generando líneas de acción y estrategias para el futuro desarrollo de la gestión de RSU, bajo las líneas establecidas en la normativa federal (Prefectura Municipio de Sao Paulo, 2012).

Por otro lado, Sao Paulo se encuentra en el proceso de formulación de nuevos mecanismos para la integración de asociaciones colectivas y cooperativas, formadas por trabajadores informales, en las estrategias de reciclado de la ciudad, reconociendo así el importante rol que estos trabajadores han prestado en el proceso de reciclaje a nivel regional y nacional (Jacobi & Besen, 2011).

Adicionalmente, y de manera similar que a nivel nacional, el Municipio de Sao Paulo elabora su Política de Cambio Climático en donde se declara que una de las directrices es disminuir las emisiones de GEI. Para ello se definirán incentivos para minimizar la cantidad de residuos generados, la reutilización y el reciclaje de los residuos urbanos. La política estipula que el gobierno municipal debe implementar un programa obligatorio de recogida selectiva de residuos en la ciudad, así como promover la instalación de eco-puntos en cada uno de los distritos de la ciudad (Prefectura Municipio Sao Paulo, 2009). Ejemplos de las acciones son la captación de metano de los rellenos sanitarios de San Joao y Bandeirantes, transformando los residuos en energía, que en el caso de San Joao es la mayor de su tipo en el mundo ya que produce 70 millones de reales (26 millones de euros), los que han sido invertido principalmente en proyectos sociales y ambientales en los alrededores de los vertederos. Adicionalmente, la política explicita el uso de instrumentos de información y gestión, comando y control, económicos, contrataciones sustentables, educación, comunicación y difusión, destacando la implementación del Centro de Desarrollo de Capacidades Socio-ambientales en la zona, la instalación de eco-puntos y la retirada de escombros (Prefectura Municipio Sao Paulo, 2011).

Medidas económicas y tecnológicas con impacto en las emisiones de GEI

En el año 2002 se impuso el Impuesto de Aseo basado en RSU generado, el que consideraba deducciones según estrato socio-económico (Prefectura Municipio de Sao Paulo, 2012). El impuesto resultó ser muy polémico, entre otras cosas debido a que las empresas no contaban con las capacidades técnicas para determinar el peso de residuos generados por hogar, y generalizaban por región. Es así como este impuesto fue revocado en el 2005 (Jacobi & Besen, 2011). En la actualidad no existe un impuesto específico para la limpieza urbana y los servicios de gestión de RSU, y la municipalidad recolecta fondos parciales para el financiamiento del servicio a través del Impuesto Territorial Urbano (IPTU), los que son insuficientes para cubrir los costos.

Queda claro que si uno de los objetivos es disminuir las emisiones de GEI a raíz de la minimización de los flujos de materia en los sistemas de gestión de residuos, es importante contar con un sistema tarifario que incentive las actividades de reducción, reutilización y reciclaje por parte de la población. Esto también tendría repercusiones en otros sectores, disminuyendo la demanda por materias primas en las actividades industriales, e incentivando la generación de energías alternativas como el biogás.

Actualmente existen dos empresas con contratos de largo-plazo (20 años) con la ciudad de Sao Paulo (licitados en el 2002), con un compromiso de modernizar la infraestructura existente. Estos contratos han permitido mejoras importantes de la infraestructura de gestión de residuos⁸⁶. Ejemplos de ello fueron la modernización de 2 vertederos sanitarios (actualmente clausurados), tres estaciones de transferencia modernizadas, 20 centros de separación, un masivo sistema de eco-puntos y puntos de entrega voluntaria, contenedores mecanizados para reciclaje de materia orgánica, no-orgánica, residuos de construcción, vehículos de recolección monitoreados con GPS, etc. Así también, estos contratos aseguraron la participación privada en la continua modernización de la infraestructura de la gestión de residuos en los años venideros. Este mecanismo de contrato ha sido favorable para establecer la posibilidad de aumentar la eficiencia en la gestión de residuos, e invertir en tecnologías que disminuyan las emisiones del sector y aumenten las fuentes energéticas alternativas.

Por otro lado, se ha considerado modernizar los rellenos sanitarios existentes. De hecho, la Municipalidad de Sao Paulo se encuentra actualmente buscando un sitio para un gran vertedero moderno, con biodigestores para la producción acelerada de metano, compostaje de calidad, reciclaje mecanizado y producción energética con tecnología de oxidación térmica. También se han generado proyectos de generación eléctrica a partir de vertederos clausurados (Bandeirantes y Sao Joao), en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de la UNFCCC. Esta generación eléctrica ha logrado abastecer a cerca de 700.000 personas -7% de la demanda energética de la ciudad⁸⁷. Actualmente se está estudiando la posible conversión a parques/espacios verdes. Del total de reducción de Emisiones Certificadas (CERs), el 50% le pertenecen a la municipalidad, la que ha recibido US\$37 millones por venta de CERs en los mercados internacionales. Este dinero será destinado a programas sociales y ambientales de ayuda a las comunidades aledañas a los rellenos sanitarios cerrados. Estos exitosos proyectos en el marco de MDL demuestran la viabilidad de generar co-beneficios a través de acciones integrales que contemplan bajas en emisiones de GEI⁸⁸, generación de energía más limpia, y la recaudación de fondos que se puede reinvertir para mejorar el sistema de gestión de residuos en general.

Por otro lado, Sao Paulo se encuentra en proceso de formulación de nuevos mecanismos para la integración de las asociaciones colectivas y cooperativas formadas por trabajadores informales en los programas de reciclaje de toda la ciudad, pues se reconoce el hecho que estos trabajadores han desempeñado un papel relevante en las actividades de reciclaje. La primera señal de inclusión de estos trabajadores en la ciudad proviene del 2002, cuando se establece el Programa Socio-Ambiental de Catadores de Material Reciclado para el Municipio de Sao Paulo, y continuó con la normativa establecida en el 2007, el Programa Socio-Ambiental de Recolección Selectiva de Residuos Reciclables. Gracias a la implementación de este programa, existen aproximadamente 20 asociaciones colectivas de recolectores informales en convenio con la Municipalidad de Sao Paulo para operar los 20 centros de acopio, separación y reciclaje, contemplando aproximadamente 1.085 individuos. Además del claro beneficio social de esta integración, se ha generado una importante reducción de residuos destinados a los sitios de disposición final, implicando un potencial como medida de mitigación al cambio climático.

Adicionalmente, todos los vehículos de recolección y transferencia de RSU están obligados a utilizar equipos GPS para trazar sus respectivas rutas e itinerarios de recolección en tiempo real, con el fin de llevar un registro de la carga total de residuos recogidos diariamente al pasar por los puentes de pesaje emplazados en la entrada de las estaciones de transferencia. Esta información es monitoreada

⁸⁶ Los contratos involucraron 9,8 mil millones de reales, de los cuales 1 mil millones debía ser reinvertido para la modernización de infraestructura.

⁸⁷ Durante el ciclo de vida útil del proyecto, que generalmente es entre 10 y 20 años.

⁸⁸ Algunos estudios estiman que el proyecto realizado solamente en el ex-relleno Bandeirantes redujo las emisiones de GEI de la ciudad en un 11% (Puppim de Oliveira, 2009). Otras estimaciones proponen que las emisiones totales de GEI de la ciudad de Sao Paulo se redujeron en un 20% como resultado de los dos proyectos juntos, con lo que la contribución del sector residuos a la totalidad de las emisiones de la ciudad fue del 25% al 5% entre 2005 y 2010 (NYC Global Partners, 2012) (NYC Global Partners, 2012).

por el Sistema de Monitoreo de la Información (FISCOR) de la sección Servicios de Recolección de Residuos, en el Centro de Control Operacional de AMLURB. Esta medida permite a los funcionarios de la ciudad realizar un seguimiento de la cantidad de residuos que se generan, recolectan, separan y disponen en el sistema de gestión, además de controlar las actividades ilegales de disposición.

La ciudad de Sao Paulo cuenta con 3 estaciones de transferencia municipal para RSM⁸⁹, operadas bajo contrato municipal por las mismas dos empresas encargadas de la prestación de servicios de residuos. Estas estaciones de transferencia corresponden a modernas instalaciones en cuanto al diseño en materias de salubridad e impactos ambientales. El uso integrado de las estaciones de transferencia para las actividades de reciclaje es una medida positiva respecto al cambio climático, ya que disminuye la necesidad de transportar los RSU a distintos sitios.

En los últimos años, se han inaugurado dos nuevos vertederos privados, CTR y CTL, diseñados para futuros proyectos MDL, los que son utilizados en la actualidad en remplazo de los sitios clausurados. Es por ello que han sido diseñados con métodos de recuperación de gases, con el fin de aprovechar el gas producido para la generación de electricidad, la producción de gas natural, e incluso biocombustibles para vehículos de recolección. Además se encuentran contemplados sistemas para la reducción de la basura a través de avanzados mecanismos de reciclaje en sitio y de compostaje. En particular, la nueva planta diseñada para la región del noroeste (CTR) implica un diseño de planta sostenible llamado Ecoparque. Esto incluye la instalación de bio-digestores para residuos húmedos, los cuales son capaces de producir energía en base a gas metano a un ritmo acelerado y compostaje de residuos orgánicos de alta calidad. Esto con el fin de proporcionar abono para los parques y espacios verdes en toda la ciudad y vender la diferencia a precio de mercado. También considera un centro de reciclaje mecanizado que sea capaz de separar material reciclable, y en el futuro producir energía adicional a través de la tecnología de oxidación térmica (ICLEI, 2009; Frimaio, 2011; Prefectura Municipio de Sao Paulo, 2012).

b) Ciudad de México

Medidas regulatorias con impacto en las emisiones de GEI

La Constitución Política estipula cuales son las autoridades de gobierno responsables por las funciones y servicios públicos relacionados con la limpieza, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos. Además, establece una pauta de coordinación entre las distintas jurisdicciones locales y municipales, y de éstas con la Federación y el Distrito Federal (GDF, 2010). Adicionalmente, en 1988 se aprueba la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Medio Ambiente (LGEEPA). Esta ley establece las reglas particulares respecto a las competencias entre los tres niveles de gobierno. Respecto al tema de la gestión de residuos, establece que los Estados deben regular los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales no peligrosos. También entrega líneas estratégicas para reducir la generación de RSU, e integrar técnicas y procesos de reúso y reciclaje, como también una disposición final más eficiente. Finalmente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (2003) y su reglamento (2006), integra el concepto de desarrollo sustentable al manejo de residuos, estableciendo las líneas estratégicas para prevenir la generación de RSU, valorizar y gestionarlos de manera integral, y sienta las bases para aplicar el principio de la responsabilidad compartida (SEMARNAT, 2009).

En la Ciudad de México D.F., la Ley Ambiental del Distrito Federal (LADF) de 1996 establece las facultades de la Secretaría del Medio Ambiente relacionadas a la gestión de residuos sólidos, lo que incluye la emisión de normas para sentar requisitos, condiciones y/o límites en la operación, recolección,

⁸⁹ RSM: Residuos Sólidos Municipales.

transporte, almacenamiento, reciclaje, tratamiento y disposición final de los RSU. Después, en 2003, se aprueba la “Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal” (LRSDF), que establece los objetivos e instrumentos de política ambiental necesarios para lograr un manejo integral de los residuos sólidos. Entre los objetivos se destaca la necesidad de minimizar la generación de residuos en la fuente y en los sitios de disposición final, por lo que se requiere la separación en la fuente y la consiguiente recolección y manejo selectivo. Para esto, establece la necesidad de generar un “Programa Integral de los Residuos Sólidos”, y “Planes de Manejo” para los distintos generadores con el fin de desarrollar un inventario para clasificar y cuantificar los residuos sólidos y sus fuentes generadoras. Además, la ley refuerza el principio de la *responsabilidad compartida* en la gestión integral de residuos. El Reglamento de la LRSDF, además de reglamentar lo establecido por la ley, especifica que la política ambiental tiene como objetivo establecer los mecanismos necesarios para incorporar los costos ambientales producidos desde la generación hasta la disposición final de los residuos sólidos. Finalmente, el “Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2004-2009” (PGIRS) tiene el propósito de instrumentar la LRSDF, con un énfasis en aumentar la conciencia y educación sobre los RSU, para así reducir la generación, y establecer proyectos piloto para aumentar la separación en la fuente, recolección y manejo selectivo de los residuos sólidos. Además, recopila información detallada sobre la generación, composición y manejo actual de RSU en la ciudad. El PGIRS es actualizado cada 5 años, o en un plazo que la Secretaría de Medio Ambiente estime pertinente (GDF, 2010).

Desde el 2006 el tema de cambio climático ha sido designado como prioritario en el programa nacional. La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) en mayo de 2007 concluyó la Estrategia Nacional de Cambio Climático, la que fue utilizada como base para la elaboración de un Programa Especial de Cambio Climático 2009–2012 (PECC), en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (EuropeAid, 2009). El eje de cambio climático tiene el objetivo de reducir las emisiones de GEI, contando con cuatro estrategias y donde la última es fomentar la recuperación de energía a partir de residuos, apoyando proyectos de investigación aplicada enfocados al desarrollo de tecnologías de recuperación de energía a partir de residuos.

En el 2004 el Distrito Federal presentó la “Estrategia Local de Acción Climática del Gobierno del Distrito Federal”, incluyendo los residuos en el inventario de emisiones e identificando las cantidades y sectores de emisión dentro del distrito. La estrategia plantea opciones de mitigación en el sector de residuos mediante la disposición de residuos, manejo de residuos y fomento de una cultura del manejo de los residuos sólidos, con el fin de disminuir los volúmenes de residuos a disponer en el relleno sanitario. También dispone del Programa de Separación de Residuos, relacionado con la gestión integral de residuos para el D.F. y la quema de biogás en el relleno sanitario Prados de la Montaña, ambas acciones enfocadas en la mitigación (SMA, 2004). En el 2008 se publica el “Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012” (PACCM), que constituye un conjunto articulado de políticas públicas que definen las acciones del Gobierno del D.F. y orientan la participación de la sociedad y de las empresas. El PACCM constituye un instrumento de planeación en el cual se integran todas las acciones relacionadas con el cambio climático de la Ciudad de México. Las cuatro acciones del programa relacionadas con residuos son: (1) Construcción de una Planta de Producción de Composta en la Central de Abastos del D.F.; (2) Captura y Aprovechamiento de Biogás proveniente del relleno Sanitario Bordo Poniente IV Etapa; (3) Construcción de un Centro Integral de Reciclado y Energía para el D.F.; y (4) Modernización y automatización de las estaciones de transferencia y plantas de selección y renovación de la flota vehicular. Respecto a educación, se establece un presupuesto para la comunicación educativa respecto al manejo integral de los residuos sólidos en el Distrito Federal (SMA, 2008).

Medidas económicas y tecnológicas con impacto en las emisiones de GEI

Actualmente no existen tarifas de aseo formales para los consumidores en la Ciudad de México D.F., por lo tanto el costo de la gestión de residuos recae directamente en la municipalidad. Las familias sólo pagan por el servicio en la forma de propinas “voluntarias”, que en realidad se transforman en obligatorias para seguir recibiendo el servicio.

Como por lo general los residuos generados por los sectores más pudientes tienen un mayor valor de mercado, estos sectores son mejor atendidos por los servicios de aseo, dejando las zonas más pobres en la marginalidad del servicio. Esta desigualdad se extiende al considerar que los sectores más acomodados generan una cantidad mucho mayor de residuos por habitante que los sectores más pobres, por lo que la falta de una tarifa termina subsidiando a las clases más altas, a costo de la disponibilidad de financiamiento para el servicio generalizado. Aunque existe una clara necesidad de implementar un sistema tarifario para cobrar por los servicios de aseo en la Ciudad, las encuestas señalan que la mayoría de los ciudadanos del D.F. aún están en desacuerdo con la aplicación de una tarifa formal, la que sigue estando prohibida legalmente (Meixueiro & Arellano, 2012). La falta de una normativa y sistema tarifario para cobrar por la gestión de RSU es también un fuerte impedimento para incentivar a la población a reducir y a reciclar los residuos, así como a reducir las emisiones de GEI asociados al sector de residuos, puesto que no incentiva la disminución de RSU que llegan a a disposición final, ni aumenta el incentivo de emplear materia reciclada en las actividades productivas.

Bajo la modalidad del principio de *él que contamina paga*, solamente los grandes emisores de residuos (que generan más de 50 kg./día) tienen la responsabilidad de pagar directamente por los servicios de aseo correspondientes. Tales generadores deben establecer Planes de Manejo, en que explicitan tanto la cantidad como la composición de los residuos generados, y se comprometen a un plan de gestión integrado de estos residuos. Estos planes son monitoreados por el Gobierno del D.F. y deben ser actualizados periódicamente. Sin embargo, incluso en este último caso, el pago de las tarifas está plagado de irregularidades, y muchos cobros por los servicios no son ingresados a la Tesorería. Es así como los limitados ingresos en la práctica impiden que el Gobierno del Distrito Federal pueda expandir y mejorar la capacidad de los servicios de recolección, reciclaje y aprovechamiento (Secretaría de Ecología-GTZ, 2003), (GDF, 2006).

Como parte del Plan de Manejo Integrado de Residuos de la Ciudad de México D.F. promulgado en el 2004, se ha estimado el costo total de las inversiones y los gastos de infraestructura necesarios para alcanzar los objetivos establecidos en el plan. Como el objetivo principal del plan se basa en lograr la separación en origen de los RSU en los hogares y negocios entre materia orgánica e inorgánica, a fin de implementar la recolección selectiva, las principales inversiones se orientan a la modernización de la flota de vehículos de recolección, a la construcción de nuevas plantas de compostaje y de separación, y a la generación de una campaña de sensibilización para informar al público en general sobre la importancia de la separación y el reciclaje (GDF, 2004).

En términos de infraestructura, el plan preveía la sustitución de 600 vehículos de recolección que incluyeran cámaras dobles para la recolección de residuos orgánicos e inorgánicos en un período de 4 años. Además, el plan estimaba la construcción de un número indeterminado de nuevas plantas de compostaje, la mejora de las tres plantas existentes de separación, la construcción de una planta de separación nueva y moderna, el cierre del vertedero principal de la ciudad -Bordo Poniente (el que ha llegado al límite de su capacidad), y la construcción de un nuevo relleno sanitario. Sin embargo, antes del 2008 estaba claro que poco se había hecho para solidificar las inversiones previstas.

El 2008, la Ciudad de México aprobó el Programa de Acción Climática, que consiste en acciones concretas e inversiones con el fin de implementar actividades de mitigación y adaptación en el periodo 2008-2012, existiendo una sección sobre las acciones específicas en el ámbito de los residuos. Estas acciones incluyen muchos de los mismos hechos considerados en el plan de gestión de residuos

de la ciudad 4 años antes. El Programa de Acción Climática hace un llamado para la construcción de una planta de compostaje situada en el principal mercado central (Central de Abastos), la creación de una planta de biogás, una planta para llevar los residuos-a-energía en el relleno sanitario principal en la Ciudad de México (Bordo Poniente), la construcción de un centro de reciclaje de residuos y de la energía para aumentar el reciclado y la gestión de residuos sólidos, y la modernización de la infraestructura de gestión de residuos en general, incluidos los centros de separación, estaciones de transferencia, plantas de compostaje, y flota de vehículos para la recolección y transferencia (SMA, 2008). Parte del problema ha sido que cada uno de los municipios de la ciudad es responsable de la gestión de sus propios residuos, y no hay manera de que el gobierno federal obligue a un cambio en los gastos locales (SEMARNAT, 2006). La ciudad ha apostado por una solución basada en que las tasas de reciclaje y compostaje aumenten drásticamente, pero ha tomado pocas medidas para hacer cumplir las nuevas normas que obligan a la separación en el origen. Tal vez el mayor problema está representado por el cierre del vertedero Bordo Poniente a finales de 2011, lo que generó importantes problemas para los ciudadanos de los municipios conurbados del Estado de México. Estos ciudadanos bloquearon carreteras y se negaron a recibir los residuos provenientes de la ciudad capital, aunque el Distrito Federal había llegado a un acuerdo con el Estado de México, teniendo en cuenta el capital para enviar sus residuos a varios vertederos a cielo abierto específicos, a cambio de recibir los residuos orgánicos de estos municipios. Hasta hoy la ciudad no cuenta con un plan integrado y acabado de gestión integrada para resolver la crisis, y sigue enviando los RSU generados en el D.F. a los estados aledaños. En este sentido, sería importante lograr articular las inversiones planificadas en el marco del Programa de Acción Climática, con las necesidades de implementar las provisiones establecidos por el PGIRS, en pos de alcanzar los metas de aumentar la gestión integral frente a los desafíos de mitigación y adaptación al cambio climático.

La Ciudad de México, se encuentra actualmente en proceso de licitación de una concesión, con el fin de aprovechar el potencial de los plásticos reciclados, la generación de compost y la captura de gas metano para la generación de electricidad en el recientemente cerrado vertedero Bordo Poniente. La inversión de US\$140 millones en un Centro Integral de Reciclaje y Energía (CIRE), generaría entre 40-70 MW durante una vida útil total de 25 años. Además, se estima que el proyecto podría evitar más de 5,1 millones de ton.CO₂eq durante los primeros 5 años de operación (SCS, 2007). Según la SMA, se estima que solo este proyecto tendría la capacidad de mitigar el 3% de las emisiones totales de la ciudad. La ciudad planea utilizar la energía producida para alimentar el tren de transporte público Metro, además de acceder a los RCEs en el contexto del programa MDL, considerando que la captura de biogás en el relleno sanitario Bordo Poniente IV Etapa representa el 89% de las emisiones en este sector, por lo que también es parte de las acciones relacionados al cambio climático (GDF, 2012).

Es importante resaltar que durante el año anterior a la clausura de Bordo Poniente, la ciudad fue capaz de reducir los flujos de residuos hacia el relleno sanitario de manera significativa, mediante el bloqueo de todos los residuos del Estado de México, en particular el acceso de residuos de los generadores de gran escala que no habían estado cumpliendo con sus obligaciones en virtud del principio de la logística inversa en los PGIRS. En el mismo periodo, también se incrementaron las actividades de reciclaje, se enviaron los residuos no reciclables con un alto grado de valor térmico a la creación de energía en una industria del cemento cercano (Cemex), y un estimado de 2.500 toneladas de residuos orgánicos al día fue destinado a compostaje, todo lo anterior como parte de un convenio firmado con el Gobierno Federal. De esta manera, la Ciudad de México demostró que claramente puede optimizar la gestión de residuos.

Adicionalmente, se reconoce que la ciudad requiere de inversiones para modernizar y contar con más vehículos de recolección selectiva, más eco-puntos y centros de acopio. Respecto a la flota de vehículos existente, esta es de gran antigüedad (se estima que más de la mitad de la flota ya tiene más de 20 años en operación), por lo que claramente es necesario invertir en una nueva flota de vehículos

mejor adaptados para una recolección selectiva, más allá de solamente una separación entre residuos orgánicos e inorgánicos, y así poder masificar la recolección selectiva y optimizar la capacidad instalada de las plantas de selección, y plantas de compostaje, que se encuentran actualmente subutilizadas.

c) Bogotá

Medidas regulatorias con impacto en las emisiones de GEI

Ya hacia 1974 Colombia había establecido un marco de acción para el proceso de descarga, disposición y procesamiento final de residuos, sustentado en la protección del medio ambiente, la salud humana y la reutilización de recursos, a través del Decreto Ley 2811 que estableció el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. La Ley 9 de 1979 estableció el Código Sanitario Nacional y de Protección al Medio Ambiente, que según el Ministerio de Salud sería responsable por determinar los sitios aptos para la ejecución del proceso de separación y clasificación de los residuos, con la prohibición de que estos procesos sean ejecutados en áreas públicas (IDEAM-UNICEF-CINARA, 2005); (Aluna Consultores, 2011). En el año 1993 Colombia creó el Ministerio de Medio Ambiente, y determinó que los municipios serían los responsables de la disposición de RSU, de los proyectos de saneamiento y de la descontaminación, estableciendo el principio de *El que Contamina Paga*, a través de la Ley 99. El año siguiente, la Ley 142 de 1994 estableció el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios, que determinó la responsabilidad del municipio o de un tercero, a través de una concesión, para ejecutar el servicio de recolección y transporte, abriendo la posibilidad para la contratación de privados en los servicios de aseo, siempre que se conformen como Empresas de Servicios Públicos (ESPs). También determinó que el aprovechamiento de los RSU es una actividad complementaria a los servicios públicos de aseo, reconociendo la importancia de las actividades de reciclaje y reutilización de RSU (IDEAM-UNICEF-CINARA, 2005; Corredor, 2010; Aluna Consultores, 2011).

En 1998 se aprueba la “Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos”, con el objetivo de articular la gestión ambiental con la prestación de servicios de aseo. Los principales objetivos de esta política eran la disminución de la generación de RSU, el aumento en el aprovechamiento racional de los residuos, y el mejoramiento de la gestión de los RSU en cuanto a procesos de eliminación, tratamiento y disposición final (Corredor, 2010, IDEAM-UNICEF-CINARA, 2005). En 2002, el Decreto 1713 reglamenta el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de RSU. Este Decreto fija la obligación de que cada municipio debe formular e implementar un “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos” (PGIRS), el que debe garantizar la participación de las asociaciones de recolectores de residuos en la recolección y procesamiento de materiales reciclables (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008; Corredor, 2010).

En la ciudad de Bogotá DC, el Plan de Gestión Ambiental del 2003 representa el principal instrumento de planificación de largo plazo para la ciudad. Permite y orienta la gestión ambiental de todos los actores distritales, con el propósito de que el proceso de desarrollo se dirija a la sustentabilidad del territorio distrital y de la región. El 2004 se adopta el “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos”, que da inicio a la recolección selectiva. Este plan además señala que las personas prestadoras del servicio público de aseo domiciliario que operan en el Distrito Capital, deben articular sus planes de gestión y resultados con los programas, proyectos y actividades definidos en el Plan (UAESP, 2010). Con el Acuerdo Distrital 250 del 2004 se hace obligatorio, dentro de un plazo definido, la separación de los RSU en la fuente, y se determina que los centros de reciclaje en la ciudad sean gestionados por los trabajadores organizados de reciclaje, los que tendrán derechos económicos y sociales por sus labores (Aluna Consultores, 2011). En el 2006 la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) aprueba el “Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos”, a través del Decreto Distrital 312, que propone un cambio en la gestión y manejo de los residuos con un instrumento de

planificación social, económica y territorial de largo plazo, que se estructura en principios, políticas, estrategias, programas y proyectos, enfocados en la separación en la fuente, en el establecimiento de rutas de recolección selectiva, en la construcción de centros de acopio, y en la inclusión social de recicladores informales.

Por último, en el 2009 se lleva a cabo el principio de la logística inversa, mediante una serie de regulaciones que obligaron a los productores de determinados productos (tales como neumáticos, baterías, plásticos, etc.) a generar planes para la gestión de estos elementos, similar a la aprobada para el caso de Brasil. Además, en el 2003 se integra el deber de la ciudadanía en materia de separación de residuos domésticos y prácticas de reciclaje en el Código de Policía de la ciudad, en tanto que en el 2005 se declara obligatoria la separación de residuos en la fuente de origen. Sin embargo, la aplicación de esta última norma no ha sido del todo eficaz, ya que la población de Bogotá continúa mostrando bajos niveles de reciclaje a la fecha (Corredor, 2010; Aluna Consultores, 2011).

Respecto al cambio climático, los lineamientos de la Política Nacional de Cambio Climático, aprobados en el 2002, y el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2002-2006, definieron metas e impulsos para una mayor participación del país en materia de MDL y establecieron la generación del marco institucional necesario para que se desarrollen eficientemente las actividades de reducción de emisiones. El último PND de 2006-2010 determinó la necesidad de apoyar al actual portafolio de proyectos MDL existentes, para fortalecer la oferta de bienes y servicios ambientales y promover opciones de reducción de emisiones de GEI. En su segunda Comunicación Nacional, Colombia dio cuenta de un estudio nacional sobre el potencial de recuperación de metano en 20 rellenos sanitarios del país ubicados en los grandes centros urbanos. El PND también estableció el programa de Sostenibilidad Ambiental, con el fin de fomentar el mercado de empresas dedicadas al aprovechamiento de residuos sólidos, e impulsó iniciativas sectoriales para el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones y aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios (MAVDT-IDEAM, 2010).

Finalmente, en Abril del 2012, el Concejo de Bogotá aprobó el “Plan de Desarrollo ‘Bogotá Humana’ 2012-2016”, el cual articula el cambio climático mediante el Eje 2: Un territorio que enfrenta el cambio climático y se ordena alrededor del agua, que incluye los residuos mediante el Programa “Basura cero”, con la meta de reducir la generación de basuras y elevar de manera constante la cantidad de residuos aprovechados mediante 6 estrategias: Estrategia de producción sostenible, Cultura de reducción de basuras y separación en la fuente, Modelo de reciclaje para Bogotá, Aprovechamiento final y minimización de la disposición en relleno sanitario, Escombros cero y Gestión integral de residuos especiales y peligrosos (Consejo de Bogotá, 2012).

Medidas económicas con impacto en las emisiones de GEI

En Colombia, la Ley 142 de 1994 sobre Servicios Públicos Domiciliarios estableció que los servicios públicos deben ser autosuficientes financieramente y garantizar tanto la calidad como la adecuada cobertura del servicio, y que cada servicio doméstico (residuos, agua, alcantarillado) deberá ser gestionado por separado a través de una contabilidad precisa que permita establecer honorarios para facilitar su cálculo. También se determinó que el pago por gastos de limpieza variará según estrato socioeconómico y según tipo de usuario (residencial, industrial, gubernamental y comercial) (CRA, 2006). El Estado se hace responsable de subsidiar a los segmentos de bajos ingresos de la población, mientras los segmentos de altos ingresos deben pagar más (SSPD, 2010), así como los usuarios comerciales, y los usuarios industriales.

En el 2001, la ciudad implementó un método para calcular las tarifas de gestión de RSU basados en la tasa de generación de residuos promedio, la que fluctuaba con el aumento o disminución de la tasa promedio de generación de residuos. Sin embargo, esta medida fue rápidamente revocada por ser declarada no-constitucional.

El 2002 se implementó una tarifa multi-usuario, la que permite que agrupaciones de usuarios (condominio, edificio, junta de vecinos, complejo comercial, etc.) puedan postular a una tarifa según el peso de residuos generados, implicando con ello una reducción de hasta un 55% sobre la tarifa normal. Este programa representa un claro incentivo para el reciclaje por parte de las comunidades residenciales y comerciales. A pesar de la escasa participación en este programa, se espera que a medida que más gente se informe sobre los posibles beneficios, las tasas de participación aumentarán, al igual que las tasas de reciclaje en general. Es así como este mecanismo tiene un gran potencial para mitigar emisiones a través de la minimización de residuos que terminan en los sitios de disposición final.

Respecto a la recaudación de fondos, según la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios (2010), la ciudad de Bogotá recaudó 97% de los fondos gastados en los servicios de aseo en el año 2010, representando la segunda cifra más alta del país. Comparativamente con otras ciudades y países de la región, esta cifra es bastante exitosa, y refleja el buen funcionamiento del sistema tarifaria en Bogotá. Esto representa un ejemplo para otras ciudades de la región, respecto a cómo establecer tarifas de usuarios directas que sirven para incentivar las actividades de reciclaje, minimizar los flujos de RSU, y financiar mejoras en los sistemas de gestión de residuos. Todo con el fin de una mayor eficiencia, que apunte a mitigar emisiones y establecer acciones de adaptación frente al cambio climático.

En el año 1994, la ciudad de Bogotá D.C. fue dividida en 6 diferentes Áreas de Servicio Exclusivo (ASE) y la UAESP se hizo responsable de establecer contratos con diferentes proveedores privados de servicios de residuos para cada una de ellas. Los contratos de servicios se renovaban cada 7 años, con el fin de fomentar la competencia en un sistema de libre mercado. Sin embargo, desde septiembre de 2010, expira el plazo de ejecución de 7 años, sin establecerse un nuevo contrato con otra empresa privada. Entonces, los contratos primero se prorrogaron por un año y luego por más, hasta que el actual alcalde de Bogotá, Gustavo Petro, puso fin al sistema de contratación privada y, a través de Decreto 564 de diciembre del 2012, restableció los servicios públicos de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), que ahora se encargan del servicio de aseo en todas las áreas de servicio de la ciudad. Esta medida también fue contemplada bajo el programa “Basura Cero”; impulsado por el alcalde (Petro, 2012). Esta situación ha creado un clima de incertidumbre y confusión sobre el futuro de la gestión de residuos en la ciudad, ya que el acuerdo actual es solamente provisorio, mientras se gestiona la creación de una nueva empresa filial de EAAB, en conjunto a distintas entidades del distrito e incorporando a los recicladores de oficio, la que sería responsable de la prestación del servicio de aseo bajo el nuevo esquema.

Bogotá ha reconocido ampliamente, y por larga data, el rol de los recolectores informales, generando políticas de residuos que aluden a la integración de estos trabajadores en el sistema de gestión de residuos. Para continuar con su inserción, la ciudad ha adoptado recientemente medidas concretas para la integración de estos trabajadores en las rutas y agendas de recolección formales, dándoles un salario mensual base por sobre el dinero que reciben por la venta de lo recolectado (Aluna Consultores, 2011; Alcaldía Mayor, 2012). El municipio también ha proporcionado fondos para promover la formalización y capacitación de los grupos informales de recolección de residuos, y a partir del 2004 el derecho a recibir educación se extendió incluso a recolectores que no pertenecían a una organización formal. Los recolectores de residuos han sido incluidos en un sistema que les proporciona un fondo de pensión solidaria (SISBEN), y las asociaciones formales son actualmente responsables de Alquería -centro de reciclaje de gran envergadura en la ciudad. Se estima que 3.500 familias y hasta 10.000 individuos en Bogotá son apoyadas por el trabajo de los recolectores informales que han sido integrados en el sistema de gestión de residuos.

En Bogotá se ha creado un Fondo de Reciclaje, lo que genera rebajas en la tarifa de aseo para toda la ciudad basado en la cantidad de residuos reciclados (ahorros en costo de transporte y disposición final). Este fondo, no solo proporciona un incentivo para aumentar las actividades de reciclaje, sino que apoya a las asociaciones y cooperativas de reciclaje (formadas por colectores pertenecientes a lo que era el sector informal) con capacitación formal e infraestructura (vehículos, lugares de separación, etc.), con el fin de que cumplan sus responsabilidades eficientemente (Concejo de Bogotá, 2004; Aluna Consultores, 2011).

Adicionalmente, y en el marco del Plan de Desarrollo de cuatro años “Bogotá Positiva”, en el 2006 se implementó el Programa Distrital de Reciclaje en Bogotá. Este se encuentra diseñado para reciclar la mayor cantidad posible de residuos en la ciudad, y nuevamente incluye a los recolectores informales de residuos en el proceso. El programa contempla campañas de educación pública para la separación de productos reciclables en el origen, la creación de rutas piloto de recolección selectiva por parte de los proveedores de servicios privados, y el establecimiento de centros de reciclaje a cargo de organizaciones de colección de desechos para recibir y procesar la basura reciclable (UAESP, 2006).

La actual administración de Bogotá está haciendo un esfuerzo adicional de integración de los recicladores informales organizados en el sistema de gestión de RSU, expandiendo su participación formal en la empresa encargada por los servicios de aseo en toda la ciudad, a través del establecimiento de remuneraciones formales por los servicios de separación y reciclaje, y la implementación de un Plan de Inclusión comprensivo (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2012; UAESP, 2012). Tales acciones tienen el potencial de aumentar de manera significativa el reciclaje en Bogotá, con claras ventajas para la mitigación de emisiones y refortaleciendo la base del material reciclado para actividades productivas.

Medidas tecnológicas con impacto en las emisiones de GEI

El Vertedero Doña Juana ha sido históricamente un desastre. Este vertedero ha sido modernizado en distintas ocasiones, y más recientemente en el marco de un proyecto MDL en el 2010. Este último proyecto ha considerado la estabilización geotécnica (evitar deslizamientos), control de olores, nuevas plantas de tratamiento para lixiviado, generación de biogás para las fábricas cercanas, y la incineración para reducir las emisiones. Respecto a esto último, la ciudad tiene derecho a un 24% de los RCEs, y al 2% de la venta de energía a las industrias cercanas. El 2011, las inversiones en infraestructura sanitaria, parques y recreación en los asentamientos humanos cercanos al relleno alcanzaron los US\$ 1,2 millones, provenientes de fondos MDL (UAESP, 2011). Este proyecto corresponde a uno de los proyectos MDL de mayor importancia en el Distrito Capital y el cuarto a nivel mundial respecto a reducción de toneladas de CO₂ estimadas anualmente para el sector de RSU (Contraloría Bogotá, 2011). Lo anterior da muestra de cómo un proyecto enmarcado en el sistema MDL es capaz de generar ingresos para los gobiernos locales, y a la vez mitigar de manera significativa las emisiones de GEI; no solamente evitando las emisiones de metano desde el sitio del relleno, sino que también a través de la generación de energía que es utilizada por las mismas dependencias e industrias cercanas, que evitan el uso de fuentes tradicionales de la matriz energética del país. Se estima que a lo largo de la vida útil del sitio de Doña Juana (22 años), se evitará la emisión de 18,2 millones de toneladas de CO_{2eq}, aproximación que podría ser aún mayor si se habilitan más estaciones dispuestas para la extracción de GRS en el sitio de disposición final. El proyecto también ha significado la modernización del sitio, y la inclusión de nueva tecnología, transformándose en un claro ejemplo replicable por otras ciudades de Colombia y América Latina.

Por otro lado, se ha implementado el centro de acopio modernizado de Alquería, dirigido al reciclaje y procesamiento de RSU, para la posterior venta a industrias. A pesar de la existencia de este centro, según el programa Bogotá Positiva, se considera que debería haber muchos más centros de acopio, puesto que hasta el momento Alquería es el único.

Pese a lo realizado, en el marco de las acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, en Bogotá aún existe un gran potencial de aprovechamiento de la materia para procesos de compostaje, generación de energía a través de procesos anaeróbicos, y otros. Es así como la UAESP está estudiando la posibilidad de establecer centros de compostaje en las áreas donde se realizan feria de alimentos, entre otras posibilidades. También se recomienda integrar procesos de tratamiento mecánico-biológico en los nuevos centros de separación y reciclaje que se construyan en la ciudad, para así aprovechar los flujos de materia orgánica.

3. Conclusiones sector residuos sólidos urbanos

América Latina se caracteriza por tener un grado insuficiente de políticas de regulación, gestión, tecnología e infraestructura para el tratamiento y disposición final de los RSU. De hecho, se estima que sólo entre un 23-55% de todos los residuos generados en la región es tratado adecuadamente y dispuestos en rellenos sanitarios, siendo el resto relegado a vertederos no regulados al aire libre (BID, 2011; Boulet et al., 2010). Si a lo anterior agregamos el gran aumento de RSU por parte de las crecientes poblaciones urbanas en la región, entonces América Latina está enfrentando una crisis en esta materia.

Un gran número de países de América Latina ni siquiera cuenta con una política nacional o un plan para tratar el manejo de los RSU, y en muchos otros casos no existe una agencia líder claramente definida para asumir la responsabilidad de la supervisión y aplicación de políticas o planes, siendo estas actividades llevadas a cabo por el Ministerio de Salud o del Medio Ambiente como responsabilidades secundarias. En otros casos, los reglamentos de residuos sólidos, las tarifas, las políticas y los planes son entregados a los gobiernos regionales y municipales, que pueden o no tener la capacidad financiera e institucional para llevar a cabo eficazmente las responsabilidades de una gestión adecuada (UN-HABITAT, 2010).

También se visualiza una falta de planes operativos, financieros y ambientales relativos a la gestión de residuos sólidos a nivel de agencia, ya sea ministerial o local, de largo plazo. En algunos casos se han desarrollado algunos planes maestros para las áreas metropolitanas de las grandes ciudades, sin embargo sólo pocos han sido puestos en marcha en la práctica, puesto que no han sido económica o financieramente viables o han sobrepasado las capacidades institucionales de los gobiernos locales. En los casos en que países de LAC si han sido capaces de desarrollar normas y/o leyes específicas, no siempre han sido capaces de ponerlas en práctica, debido a la falta de recursos. De hecho, la mayoría de los municipios que si han sido capaces de realizar cambios de gestión de residuos, han privatizado estas actividades, con el fin de mejorar la calidad y disminuir los costos del servicio (UN-HABITAT, 2010).

Asimismo se observa una falta generalizada de conocimiento técnico, directivo, de apoyo, de voluntad, de financiamiento y de infraestructura adecuada, que proporcione la base para una respuesta integral y sofisticada a los desafíos de gestión de residuos a escala local, lo que tiende a compensar las posibles ventajas de tener una generación total de residuos per cápita inferior a otras regiones del mundo desarrollado (Barton et al. 2008) (Barton & Harris 2010).

A pesar de que el sector sigue enfrentando retos importantes, la gestión de residuos sólidos ha mejorado en ciertos aspectos en las últimas décadas. Se han detectado mejoras en la toma de conciencia de los sectores públicos y políticos respecto de la necesidad de implementar sistemas de gestión de residuos sostenibles e integrados, incluyendo sistemas de recolección que diferencien según tipo de residuos, a través de la utilización de contenedores y plantas de clasificación. También se ha tomado conciencia respecto a la necesidad de establecer políticas de largo plazo y centralizadas para el sector, en forma de leyes nacionales y marcos regulatorios regionales para vertederos no regulados y para la cooperación intermunicipal. Asimismo, se ha tendido a observar un aumento en la disponibilidad de financiamiento para el sector de residuos, a través de planes nacionales y de mecanismos y fuentes de

financiamiento internacionales (BID, 2008). En algunos casos, también es destacable la formulación de políticas nacionales y locales de largo de plazo y centralizadas para el sector, basadas en principios y conceptos internacionalmente reconocidos y recomendados, objetivos y responsabilidades institucionales claros (ej. marcos regulatorios regionales para los vertederos no regulados y para la cooperación intermunicipal), una mezcla de medidas económicas y regulatorias, que establecen la necesidad de expansión de la infraestructura existente y del uso de nuevas tecnologías.

Sin embargo, la carencia de regulación en algunos casos y/o la falta de ejecución de las políticas de gestión de residuos han generado grandes desigualdades al interior de las ciudades y una recolección inadecuada de desechos y de malos servicios en las comunidades marginales, como en el caso de ciudad de México.

Asimismo, se observa que muchos vertederos legales existentes no cumplen con los estándares mínimos requeridos para ser etiquetados como sanitarios, frecuentemente debido al tratamiento inadecuado de los residuos tanto por los servicios municipales como por las empresas del sector privado (UN-HABITAT, 2010). A pesar de la carencia o falta de ejecución, el aumento sostenido de la recolección informal y del sector de reciclaje han generado un aumento significativo en la recuperación de residuos y reciclaje en las últimas décadas (UN-HABITAT, 2010). Esto último también ha sido el resultado de un integración progresiva de los recicladores informales al sistema de manejo de residuos formal. Dentro de la región, Colombia, México, Brasil y Venezuela destacan por sus grandes y sostenidos programas de reciclaje, y Brasil está constantemente entre los primeros países del mundo debido a las altas tasas de reciclaje de aluminio. A pesar de lo anterior

Las ciudades deben buscar las formas de integrar su gestión de residuos para disminuir las emisiones de GEI en todas las fases e instancias del manejo; desde la producción, consumo y generación de residuos domésticos, hasta la recolección, transferencia, tratamiento y disposición final. La reformulación de los sistema de gestión de residuos representa una oportunidad sin precedentes para lograr un servicio integrado que reúna acciones concretas para bajar las emisiones producto de los flujos de materia a lo largo de la cadena de gestión y del ciclo de vida del sector⁹⁰, y lograr un sistema con mayor resiliencia y eficiencia para responder a los desafíos e impactos que el cambio climático pueda tener sobre los sistemas urbanos.

La institucionalidad urbana debe explorar una amplia variedad de opciones, tanto de medidas económicas, regulatorias como tecnológicas para emprender cambios en los sistemas de gestión de RSU. Estas medidas deben estar articuladas con los objetivos de adaptación y mitigación al cambio climático y basadas en análisis acabados de costo/beneficio y tomando en cuenta las particularidades del contexto local, lo que requiere de un alto nivel de coordinación inter-sectorial. Esto, con el objetivo de lograr solvencia económica para el pago de servicios de aseo, asegurar fuentes de inversión en tecnología e infraestructura nueva e innovadora, fomentar el mercado de material reciclado, minimizar la generación de residuos a través de la separación en la fuente, fomentar la recolección selectiva y reciclaje, aprovechar los residuos para generar energía y abonos, establecer controles sobre los impactos ambientales y de salud en la gestión de residuos, explorar tecnologías para aprovechar al máximo los residuos orgánicos y reciclables para la generación de insumos comerciales y energía renovable, e incitar el cambio de conciencia y comportamiento entre todos los segmentos de la sociedad para que sean participes y responsables de sus acciones a diario.

⁹⁰ Las emisiones de GEI de los vehículos recolectores es un aspecto que no está incluido en las consideraciones de emisiones de GEI de los informes formales del IPCC, ya que se considera que estas emisiones están tratadas en el sector de transporte (Bogner et al., 2007).

De esta manera, las ciudades que sean capaces de generar un sistema de gestión integrada de residuos sólidos a través de la coordinación inter-sectorial, una fuerte base regulatoria y legal, incentivos y castigos económicos apropiados, y el uso de mejores soluciones tecnológicas dada las condiciones locales, estarán mejor preparadas para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que presenta el sector en el contexto de los impactos del cambio climático.

4. Recomendaciones de medidas sectoriales sustentables para países de América Latina y el Caribe

A continuación se resumen las principales recomendaciones para el sector de Residuos Sólidos Urbanos para abatir y/o mitigar el cambio climático⁹¹. Al mismo tiempo, las medidas a adoptar son organizadas de acuerdo a los objetivos específicos de este trabajo, en económicas, tecnológicas y de regulación⁹². Estas medidas no deben ser entendidas como conjuntos independientes a implementar en un sistema de gestión de RSU y de reducción de emisiones de GEI, sino más bien como un sistema complementario, de modo de aumentar la eficacia de las medidas y así alcanzar los objetivos de la regulación.

Si bien se espera que estas recomendaciones de medidas sean extensibles a otras mega metrópolis y/o ciudades de América Latina, estas han sido particularmente analizadas y consideradas para la realidad geográfica, económica, institucional, social y nivel de desarrollo, de Bogotá, Ciudad de México y Sao Paulo.

⁹¹ La clasificación anterior no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede interpretarse (abordarse), como de mitigación o de adaptación.

⁹² Nuevamente esta categorización no es taxativa y en algunos casos una misma medida puede ser económica, regulatoria y tecnológica, o una combinación de las anteriores.

CUADRO IV.21
PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES PARA EL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS

Tipo de Medida	Objetivo	Medida/Instrumento
Tecnológicas	<p>Recolección y Transporte (Innovación Tecnológica de alta y baja tecnología)</p>	<p>Vehículos equipados para recolección selectiva, o bajo tecnología (camiones con remolque para reciclables) Vehículos equipados con procesos de digestión anaeróbica para procesar los residuos orgánicos y generar biogás, que puede ser utilizado en un mismo círculo cerrado de conversión de residuos a energía Estaciones de Transferencia ubicados estratégicamente para reducir los viajes de los vehículos recolectores y aprovechar las economías de escala y que sean adaptadas para su uso como puntos de separación de materias primas puedan ser recicladas o reutilizadas (para disminuir los RSU que se transfieren a disposición final) Eco-puntos y Puntos de Entrega Voluntaria, ubicados amplia y estratégicamente para aumentar el reciclaje Centros de acopio modernos: reciclaje mecanizado, procesamiento, compostaje/bio-digestión</p>
Disposición Final		<p>Construcción de un relleno sanitario tomando en cuenta una factores que incluyen sistemas de drenaje y tratamiento de lixiviado, impermeabilización del pavimento y revestimiento del relleno sanitario, inclusión de tuberías para canalizar los gases del relleno sanitario (GRS), instalación de básculas para el seguimiento del tonelaje recibido, caminos adecuados para asegurar el acceso de maquinaria pesada y vehículos, y sistemas de monitoreo de gas para medir las emisiones Extracción de gases (CH₄) en vertederos, utilizado para generar electricidad y/o biogás Incineración con tecnologías modernas, calor utilizado como insumo en procesos industriales Oxidación de metano con mantas bio-membrano Digestores anaeróbicos y compostaje Separación de residuos entre residuos orgánicos húmedos y secos para un mejor tratamiento</p>
Económicas	Financiamiento del sector	<p>Tarifificación del sector: Tarifas de usuario acorde con realidades locales, basado en RSU generados: El que Contamina Paga (cubrir costos de operación) Financiamiento internacional: Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). El MDL permite a los países en desarrollo recibir financiamiento para proyectos de reducción de emisiones y alcanzar la reducción certificada de las emisiones (RCE), que se pueden vender en los mercados internacionales de carbono a empresas o países que tienen compromisos de reducción de emisiones bajo el Protocolo de Kyoto (ej. residuos a energía)</p>
Valorización de Residuos	Valorización de Residuos	<p>Valorizar residuos para disminuir RSU en la fuente Estimulación de la demanda por material reciclado Incentivar reciclaje: pago de honorarios o contrataciones a recicladores informales por la materia entregada Utilizar ingresos para ampliar infraestructura Integrar recicladores informales</p>

(continúa)

Cuadro IV.21 (continuación)

Tipo de Medida	Objetivo	Medida/Instrumento
Económicas	Gestión de RSU	<p data-bbox="332 945 365 1906">Contratos de largo plazo para la gestión de RSU:</p> <ul data-bbox="365 945 487 1906" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="365 945 397 1906">• Negociar términos que permitan mejorar infraestructura (condiciones de reinversión) y el servicio <p data-bbox="487 945 519 1906">Incrementar la separación en la fuente y la recolección selectiva a través de incentivos y castigos</p> <p data-bbox="519 945 552 1906">Gestión Integrada de Residuos:</p> <ul data-bbox="552 945 600 1906" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="552 945 584 1906">• Programas de entrega de información respecto al desempeño en la generación de residuos por parte de los productores (instrumento de regulación informal), con el consiguiente riesgo de ser penalizado. <li data-bbox="584 945 617 1906">• Creación de mercados de reciclaje <li data-bbox="617 945 649 1906">• Campañas de educación pública acerca de, por ejemplo, separación y reciclaje de residuos <p data-bbox="649 945 698 1906">Sistemas de depósito y reembolso por residuos (ej. botellas de vidrio o plástico, baterías, latas de aluminio): crea una responsabilidad costo-efectiva en usuarios. Hasta ahora ha sido esencialmente un instrumento de carácter voluntario.</p> <p data-bbox="698 945 747 1906">Logística inversa (responsabilidad extendida del productor): cargos a productores de productos prioritarios, puesto que sus productos son de difícil reciclaje y/o ponen en riesgo la salud y al medio ambiente, y por lo tanto son responsable de establecer e implementar un sistema para gestionar estos residuos. Estos cargos generan el incentivo económico apropiado para que las empresas produzcan bienes que sean de más fácil reciclado y incentiva a la creación de un mercado para el uso de estos insumos.</p>

(continúa)

Cuadro IV.21 (conclusión)

Tipo de Medida	Objetivo	Medida/Instrumento
	Capacidad Institucional (desarrollo institucional y capacidad administrativa)	<p>Contar con una alta capacidad institucional (formulación de política clara, formación de equipos especializados, etc.), y con recursos financieros adecuados para funcionar. Lo anterior es particularmente necesario al considerar medidas de Comando y Control (C&C), que normalmente involucran complejos sistemas de información y de monitoreo. La fiscalización es esencial para garantizar la efectividad de las medidas de C&C. Estas condiciones no han tendido a ser una garantía en países en desarrollo, y por lo tanto, el replicar medidas de C&C de países desarrollados no necesariamente se garantiza la efectividad de dichas medidas. Sin embargo, este tipo de regulaciones son más factibles en países en clara transición a un estatus industrial, puesto que los gobiernos están en posición de invertir en capacidades administrativas para monitorear y fiscalizar las regulaciones</p> <p>Regulaciones diseñadas para facilitar la recuperación y el reciclado de materiales como insumos en los procesos industriales</p>
	Regular el uso de materias primas o fuentes de energía con riesgo sobre la salud y el medio ambiente	Regulaciones que obliguen a ciertas industrias a utilizar materias recicladas
Regulatorias	Responsabilidad de Industrias y Productores de la gestión de residuos pos-consumo	<p>Regulaciones que incentivan/prohíban ciertos métodos de producción</p> <p>Obligar separación de materia orgánica, reciclable y no-reciclable, en la fuente (a través de campañas educacionales, incentivos económicos y castigos)</p> <p>El diseño de rellenos sanitarios también es importante para sentar las bases de futuros proyectos sobre recuperación de energía desde el GRS, los cuales requieren ciertas condiciones previas de infraestructura</p> <p>Permisos y licencias de operación bien establecidas para los dueños y/o operadores de las empresas de gestión de residuos, basadas en la capacidad de procesamiento</p> <p>Obligar el cierre y eliminación de vertederos informales y la conversión de vertederos controlados a rellenos sanitarios de alto estándar</p>
	Información, Educación y Capacitación	<p>Información a los usuarios y trabajadores formales e informales de los servicios de aseo, de los funcionarios públicos, y del sector privado acerca de los impactos de los RSU a nivel local y global</p> <p>Educación y capacitación de los usuarios (ciudadanía), trabajadores formales e informales de los servicios de aseo, de los funcionarios públicos, y del sector privado sobre la importancia y modalidad de separación, reducción y reciclaje de residuos, sobre la obligación de implementar la recolección selectiva a través de los servicios formales de aseo, sobre la integración de las asociaciones de trabajadores y recolectores informales de RSU en los sistemas de recolección selectiva y reciclaje, y sobre el manejo de información respecto a la generación, composición y gestión de residuos en el territorio municipal. Lo anterior, a través de compañías publicitarias, programas educacionales a nivel comunitario y en colegios y programas de capacitación de funcionarios públicos intersectorial</p> <p>Contratos de concesión de largo plazo para la gestión de RSU: bien organizados, transparentes, con estándares y expectativas bien definidas</p>
	Gestión de RSU	

Fuente: Elaboración propia basado en Barton, J. y Harris, J. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: gestión de residuos sólidos urbanos", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

V. Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación al cambio climático⁹³

Hoy en día, se pueden utilizar diversos instrumentos de política fiscal para mitigar el cambio climático en las ciudades, tales como impuestos a las emisiones contaminantes de energías fósiles, sistemas de permisos transables con cuotas asignadas por las autoridades, subsidios a las energías renovables no convencionales y eliminación de subsidios a energías fósiles (Ferré 2010).

Al adoptar medidas que tengan como fin (tanto directo como indirecto) reducir las emisiones de GEI, se genera un beneficio a la sociedad al disminuir la contaminación local del aire, reducir el tráfico vehicular, facilitar el desarrollo económico, mejorar los servicios urbanos; todos elementos que mejoran la calidad de vida de las personas en muchos niveles.

En este capítulo se presentan y analizan las medidas de política fiscal e instrumentos económicos existentes a nivel metropolitano en Latinoamérica, y la viabilidad de establecer nuevas estrategias y medidas en las ciudades de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago y Sao Paulo, que conlleven una mitigación de las emisiones de GEI o de los efectos del cambio climático. Para ello se analizan las distintas medidas fiscales que se ejecutan actualmente en las seis ciudades latinoamericanas mencionadas, que implican una mitigación de las emisiones de GEI, adaptación a los efectos del cambio climático, control de la contaminación atmosférica local, eficiencia energética y mejoras al transporte urbano. Posteriormente, se realiza un análisis de las distintas medidas que se podrían implementar en Latinoamérica, y se entregan propuestas para cada ciudad en específico.

⁹³ Capítulo basado en Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

A. Medidas de política fiscal existentes con beneficios o co-beneficios al cambio climático en ciudades de América Latina y el Caribe

De la revisión de antecedentes latinoamericanos es posible apreciar que no existe un gran número de iniciativas de política fiscal o instrumentos económicos cuyo objetivo principal sea la reducción de las emisiones de GEI o el impacto del cambio climático. Es por ello que también se han considerado aquellas políticas que tienen como consecuencia indirecta (externalidad positiva) una mitigación en las emisiones de GEI y de los efectos del cambio climático.

De hecho la mayor parte de las medidas de política fiscal que discutiremos a continuación, generan un co-beneficio en términos de mitigación y adaptación al cambio climático. Sin embargo, estas medidas han sido diseñadas para el control de la contaminación atmosférica local, para mejorar la eficiencia energética, optimizar los sistemas de transporte urbano o simplemente como medidas recaudatorias (ej. impuestos a los combustibles).

A pesar de que no se han aplicado grandes medidas para la mitigación del cambio climático en las ciudades en estudio, estas ciudades sí cuentan con Planes de Acción para la mitigación del cambio climático a nivel nacional y en algunos casos a nivel metropolitano, los cuales tienen grados de implementación bastante básicos, pero se espera que a futuro sean más ambiciosos y efectivos en su implementación.

**CUADRO V.1
PLAN DE ACCIÓN DE MITIGACIÓN O ADAPTACIÓN
AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Ciudad	Plan Nacional	Plan Urbano
Bogotá	√	√
Buenos Aires	√	√
Ciudad de México	√	√
Lima	√	
Santiago	√	
Sao Paulo	√	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se detallan las distintas medidas de política fiscal que generan un beneficio o co-beneficio en términos del cambio climático en las ciudades en estudio.

CUADRO V.2 MEDIDAS DE POLÍTICA FISCAL SEGÚN CIUDADES

Ciudad de Bogotá	
	<i>Subvención a la chatarrización de vehículos pesados al fin de su vida útil, para reemplazarlos por tecnologías más nuevas^a</i>
Control de Emisiones Contaminantes	Adicional ^b - <i>Medidas Distritales para el Control de la Contaminación Ambiental en la Ciudad de Bogotá:</i> normativas y decretos que tienen como consecuencia la mitigación del cambio climático. Adicional- <i>Programa de Autorregulación Ambiental:</i> tiene como objetivo principal que todos los vehículos de propiedad de empresas transportadoras (o afiliados) reduzcan al menos un 20% por debajo de los límites máximos permitidos de opacidad ^c establecidos en la normatividad ambiental vigente.
Impuestos	<i>Impuestos Petroleros</i> (al precio del combustible)
Mejoras al Transporte	<i>Subsidio a ciclovías: Plan Maestro de CicloRuta (PMC)</i> Adicional- <i>Programas de Pico y Placa:</i> restricción vehicular que implica que vehículos del sector privado y público tiene prohibido transitar en la ciudad 2 días de la semana, dependiendo de la numeración de sus patentes de rodamiento.
Buenos Aires	
Política Energética	<i>Subsidios de eficiencia energética en edificios públicos</i> Adicional- <i>Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina:</i> fomentar un mercado de servicios de eficiencia energética, para contribuir a reducir los costos energéticos para los consumidores y a la sustentabilidad del sector energético a largo plazo.
Control de Emisiones Contaminantes	<i>Subsidio de Buses Híbridos en la Ciudad de Buenos Aires</i> (transporte público).
Impuestos	<i>Impuesto a los combustibles</i>
Mejoras al Transporte	<i>Subsidio al Transporte Público (para mejorar su calidad)</i>
Ciudad de México	
Política Energética	<i>Subsidios para la Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía Eléctrica</i>
Impuestos	<i>Impuesto a los combustibles</i> <i>Subsidio Ciclovías</i>
Mejoras al Transporte	Adicional- <i>Programa de Acción Climática de la Ciudad de México: diseño de distintas líneas de acción que contribuyen a la reducción de GEI emitidos por distintos sectores</i> Adicional- <i>Plan de Ahorro Energético en el Metro</i>
Ciudad de Lima	
Impuestos	<i>Impuesto a los Combustibles Fósiles</i>
Mejoras al Transporte	<i>Subsidios para la creación del Metro de Lima</i>

^a Los contaminantes al ambiente (ej. material particulado) provienen de fuentes móviles (78%) y fijas (22%).

^b A pesar de que estas medidas no son políticas fiscales, se mencionan debido a su positivo impacto sobre los GEI.

^c Opacidad: Es la condición en la cual una materia impide parcial o totalmente el paso del haz de luz (nivel de humo).
<http://www.metas.com.mx/guiamet/La-Guia-MetAs-08-02-opacidad>.

Cuadro V.2 (conclusión)

Ciudad de Santiago	
<i>Control de Emisiones Contaminantes</i>	<i>Beneficio para vehículos híbridos^d</i> : Subsidio indirecto que consiste en un beneficio que entrega la Tesorería General de la República de Chile, la cual realiza devoluciones a los dueños de los vehículos del valor completo pagado por el impuesto “Permiso de Circulación” que desembolsan anualmente
<i>Impuestos</i>	<i>Impuesto al combustible</i>
<i>Mejoras al Transporte</i>	<i>Subsidio al Metro de Santiago</i> <i>Plan Maestro de Ciclo vías para Santiago</i> Adicional-Eficiencia Energética en Metro de Santiago (ej. bici-metro, regeneración de energía en frenado, iluminación inteligente, etc.)
<i>Política Energética</i>	<i>Subsidios en la Iniciativa “Cambia Tu Camión”^e</i> <i>Subsidios al Acondicionamiento Térmico a Viviendas Sociales Nuevas^f</i> <i>Subsidios del Programa de Preinversión^g en Eficiencia Energética orientado a PyMEs</i> <i>Subsidios CORFO para la Eficiencia Energética para empresas productoras de bienes y servicios con ventas anuales de hasta MMUS\$ 47,6.</i> <i>Subsidios del Programa pre inversión para proyectos ERNC para la Región Metropolitana^h</i> <i>Subsidio Colectores Solares</i> <i>Subsidios para reparación y mejoramiento de vivienda socialⁱ</i>
Ciudad de Sao Paulo	
<i>Control de Emisiones Contaminantes</i>	<i>Incentivos para la producción de Biocombustibles (ej. exención de impuestos, sello “Combustible Social”)</i>
<i>Política Energética</i>	<i>Adicional-PROCEL</i> : El Programa Nacional de Conservación de Energía Eléctrica está diseñado para racionalizar el uso de los derivados del petróleo y aumentar la eficiencia energética, tanto en Sao Paulo como a nivel país (MIEM 2011).
<i>Impuestos</i>	<i>Impuesto al combustible</i>
<i>Mejoras al Transporte</i>	<i>Subsidio al Metro de Sao Paulo</i> <i>Subsidio a Ciclovías</i>

Fuente: Elaboración propia basado en Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

^d Permiso de Circulación. “Bonificación para Vehículos Híbridos”, 2012 <http://www.permisodecirculacion.cl/informaciones.html>.

^e Agencia Chilena de Eficiencia Energética (AChEE). “Cambia tu Camión”, 2012 <http://www.acee.cl/576/article-58890.html>.

^f AChEE. “Acondicionamiento Térmico a Vivienda Nueva.” 2012, <http://www.acee.cl/576/article-58899.html>.

^g CORFO. “Programa de Preinversión en Eficiencia Energética”, 2012 <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/programa-de-preinversion-en-eficiencia-energetica>.

^h Ministerio de Energía. “Programa Preinversión para proyectos ERNC sólo para la Región Metropolitana”, 2012 http://antiguo.minenergia.cl/minwww/opencms/14_portal_informacion/la_energia/ernc/instrumentos_de_fomento.html.

ⁱ Ministerio de Vivienda y Urbanismo. “Subsidios para Reparación y Mejoramiento de la Vivienda”, 2012 http://www.minvu.cl/opensite_det_20110425113800.aspx.

CUADRO V.3
RESUMEN DE MEDIDAS APLICADAS EN LAS RESPECTIVAS CIUDADES

Tipo	Medida	Bogotá	Buenos Aires	Ciudad de México	Lima	Santiago	Sao Paulo
Política Energética	Subvención Aislación Viviendas Nuevas					√	
	Subvención mejoras aislación en viviendas existentes					√	
	Subvención Colectores Solares Residenciales					√	
	Subvención Iluminación Eficiente		√			√	
	Subvención de Taxis Híbridos					√	
	Subvención a las Energías Renovables en el punto de consumo					√	
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos					√	
Mejoras al Transporte urbano	Expansión Metro		√	√	√	√	√
	Corredores Transporte Público	√	√	√	√	√	√
	Subvención Transporte Público	√	√	√	√	√	√
	Subvención Ciclovías	√	√	√		√	√
Control de emisiones contaminantes	Subvención Biocombustibles en Transporte Terrestre						√
	Subvención Buses Híbridos		√				
	Subvención Chatarrización Camiones	√				√	
Impuestos	Impuesto a Combustibles Camiones	√	√	√	√	√	√
	Impuesto a Combustibles Vehículos Livianos	√	√	√	√	√	√
Otros	Medidas adicionales que no son política fiscal	√		√		√	√

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

B. Análisis de alternativas de medidas fiscales, gasto público o instrumentos económicos, que apoyen procesos de mitigación y adaptación de cambio climático en ciudades de América Latina y el Caribe

A continuación se describen algunas medidas que no están siendo actualmente aplicadas en las ciudades de estudio, o sólo de manera parcial, pero que sí tienen potencial de aplicación en un contexto de LAC⁹⁴. En particular, se mencionan recomendaciones sobre la idoneidad de estudiar el diseño de programas de política fiscal que implementen las medidas recogidas de la experiencia internacional. La recomendación es sobre el *diseño* de un programa de este tipo; en tanto, la decisión de implementación debiera apoyarse en un análisis específico, ajustado al contexto e institucionalidad de cada ciudad y a las características propias del programa.

Para tal recomendación, es importante dimensionar el costo social de la implementación de las medidas recomendadas, los que están asociados a cada medida y varían de acuerdo a la línea base, la tecnología específica utilizada, su alcance o nivel de implementación, y el país en el cual sean ejecutadas (por ejemplo: la tasa de descuento utilizada para la evaluación de proyectos sociales varía entre países, y estos valores pueden afectar significativamente el valor de los proyectos, y las decisiones de materialización).

El presente estudio de política fiscal, emplea una aproximación de los costos sociales medios, por tonelada de CO₂eq reducida, para algunas de las medidas recomendadas y evaluadas para Santiago de Chile (se consideró la Región Metropolitana de Chile); en base al modelo de Co-Beneficios GEI, desarrollado por Green Lab UC (GreenLabUC 2011), de donde se obtuvieron los flujos⁹⁵ para determinar el costo social neto de cada medida. A continuación, estos valores fueron llevados a Valor Presente 2010, utilizando una tasa de descuento social de 10%. Por último, este valor se dividió por el total de reducciones de GEI generadas en el periodo 2010-2030, obteniéndose la cantidad de dólares por tonelada de CO₂eq reducido, lo que correspondería al costo medio para cada medida. Es muy importante recalcar que estos valores dependen fuertemente de las condiciones de la ciudad en estudio y del diseño específico del programa, por lo que no son necesariamente extrapolables a otras ciudades de América Latina. Sin embargo, entregan una referencia de los costos por tonelada de CO₂eq reducida de cada medida de una ciudad latinoamericana. Estos costos irán variando para cada ciudad de acuerdo a sus condiciones específicas, las cuales se indican en el cuadro IX.1 que se encuentra en el Anexo N° 1.

Además, los costos anteriores irán variando para cada ciudad de acuerdo a sus condiciones específicas, como por ejemplo los días de calentamiento, nublados, de temperaturas extremas, de alta ventosidad, de alta radiación base y de alta contaminación local (material particulado, ozono y NOx). También dependerá de la intensidad de carbón de la matriz eléctrica, de la antigüedad del parque automotriz, de la configuración urbana, de la cantidad de agentes emisores que representan la mayor parte de las emisiones, de la heterogeneidad de agentes emisores y de la tasa de motorización⁹⁶.

También se lleva a cabo un análisis cualitativo, el que considera distintos aspectos relevantes al momento de diseñar un programa asociado a una medida de mitigación de efectos del Cambio Climático. Para evaluar adecuadamente los efectos sociales que generan las distintas medidas, se

⁹⁴ Para un mayor detalle de las siguientes medidas, políticas e instrumentos, y ejemplos de la experiencia internacional, referirse al estudio: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

⁹⁵ Estos flujos pertenecen a los calculados para proyectos en la Región Metropolitana de Chile para el periodo 2010-2030.

⁹⁶ Para mayor información respecto al efecto de estas condiciones sobre la efectividad y co-beneficios de las medidas recomendadas, referirse al Cuadro 01, Anexos, Luis Cifuentes, Programa trienal CEPAL-AECID.

considera necesario evaluar 3 niveles: *Efectividad* en términos del Cambio Climático, *Co-Beneficios* y su *Factibilidad de Implementación*. En el cuadro V.4, se analiza cada uno de estos elementos para poder generar una recomendación que evalúe integralmente las implicancias de cada medida.

La ***Efectividad*** en términos del Cambio Climático, se califica [positiva (+), nula () o negativa (-)] para:

- **Mitigación del Cambio Climático:** se indica el grado de eficiencia, en relación al porcentaje de disminución neto, respecto a las emisiones base de la actividad.
- **Adaptación al Cambio Climático:** se evalúa la generación de beneficios de adaptación a los efectos futuros del cambio climático.

Los ***Co-Beneficios***, se califican [positivos (+), nulos () o negativos (-)] para:

- **Mitigación de la Contaminación local:** evalúa posibles beneficios en términos de descontaminación atmosférica de carácter local, principalmente MP2.5, NO_x, SO_x y COV.
- **Consumo Energético:** evalúa posibles beneficios en términos de eficiencia energética (realizar la misma actividad con un consumo menor de energía).
- **Equidad Social:** evalúa la contribución a mejorar la equidad social.
- **Finanzas Públicas:** Evalúa el nivel de gasto o recaudación pública que genera la medida.
- **Empleo:** Evalúa el impacto sobre el empleo directo e indirecto que genera la medida.

La ***Factibilidad de Implementación***, se califica [fácil (+), intermedia () o difícil (-)] para:

- **Dificultad Administrativa:** Evalúa el nivel de complejidad de implementar y mantener el programa para el Estado.
- **Factibilidad Social y Política:** Evalúa factibilidad de implementar este tipo de programas, en relación a la aceptabilidad del proyecto por parte de la sociedad y la dificultad del trámite legislativo que permite aprobar dicha iniciativa.
- **Costo Medida:** Estimación de Costos por ton CO₂eq de las medidas de mitigación, en base al modelo desarrollado en (GreenLabUC 2011), evaluado para la Región Metropolitana de Santiago.

A continuación se detallan las medidas a analizar para las ciudades de estudio, información que fue obtenida con el apoyo del estudio Análisis de opciones futuras de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para Chile en el sector energía (CCG-UC/POCH Ambiental, 2010).

1. Política energética

a) Subvención aislamiento viviendas nuevas

A través de esta medida se busca impulsar la construcción de viviendas con altos estándares en aislamiento térmico, tanto en muros, como en pisos, cielos y ventanas.

b) Subvención mejoras aislamiento en viviendas existentes

Esta medida consiste en mejorar la aislamiento térmico de viviendas tanto en muros, como en pisos, cielos y ventanas. Esta medida es apropiada siempre que la mejora en aislamiento resulte rentable en términos de inversión y disminución del gasto de combustible en calefacción.

c) Subvención calentadores eficientes

Esta medida consiste en incentivar el recambio de calentadores de agua con un alto consumo energético por unos más eficientes actualmente existentes en el mercado.

d) Subvención cogeneración de electricidad

Esta medida consiste en instalar sistemas de Cogeneración en la industria, aprovechando parte del calor que normalmente es disipado, para generar electricidad. Lo anterior busca satisfacer el consumo eléctrico de la industria y, eventualmente, podría venderse al sistema interconectado del país. La principal ventaja del sistema es que no consume combustible adicional, lo que permite generar electricidad a un costo sustancialmente menor al de otras centrales térmicas.

e) Subvención colectores solares residenciales

Esta medida consiste en la instalación de sistemas solares térmicos (colectores solares) en las viviendas nuevas, con el objetivo de que sea este sistema el que caliente el agua caliente sanitaria, reemplazando parcialmente a los sistemas clásicos de calentamiento de agua a gas sin acumulación (para la instalación de colectores solares, es igualmente necesario considerar la existencia de un sistema convencional como fuente de energía auxiliar).

f) Subvención iluminación eficiente

Esta medida consiste en instalar ampolletas de bajo consumo (CFL y LED), en reemplazo de las tradicionales incandescentes. Busca también suplir el crecimiento de la demanda a través de tecnologías más eficientes. La principal ventaja de la medida es que se consume menos electricidad, para generar el mismo servicio de iluminación.

g) Subvención de taxis híbridos

Esta medida busca impulsar el uso de taxis híbridos en la ciudad, a través de beneficios económicos para los usuarios, además del ahorro en combustible que se obtiene directamente al utilizar vehículos con esta tecnología. Los vehículos híbridos constan de dos motores, uno eléctrico y otro de combustión interna. Comparado con los vehículos convencionales, reducen considerablemente el uso del motor de combustión interna, lo que se traduce en un menor gasto de combustible y consecuentemente, en un menor nivel de emisiones.

h) Subvención a las energías renovables en el punto de consumo

Esta medida consiste en subsidiar sistemas solares o eólicos que sean instalados en el mismo lugar donde la energía capturada por estos sistemas sea consumida. Esta medida está pensada para ser implementada en viviendas y edificios, reduciendo el consumo de energías convencionales que forman la mayor parte de la matriz energética en los países latinoamericanos.

i) Subvención vehículos livianos híbridos

Esta medida consiste en que cierta proporción de los vehículos livianos nuevos (particulares en este caso) que cada año ingresan al parque vehicular tengan tecnología híbrida, siendo lo anterior fomentado a través de incentivos económicos.

j) Subvención vehículos livianos híbridos plug-in

Esta medida consiste en incentivar el reemplazo por vehículos livianos tradicionales por vehículos livianos híbridos plug-in. Este vehículo contiene baterías que pueden ser recargadas enchufando el vehículo a una fuente externa de energía. Este vehículo está dotado por un motor de combustión interna, el cual funciona a través de gasolina o diesel, y además de un motor eléctrico, el cual tiene un paquete de baterías que pueden ser recargadas enchufando el vehículo.

2. Mejoras al transporte urbano**a) Expansión Metro**

Esta medida consiste en subsidios por parte del Estado para la construcción de nuevas líneas de metro en las ciudades de estudio. La construcción de nuevos tramos de metro produce un traspaso de viajes realizados en vehículos livianos particulares hacia la red de metro.

b) Subvención corredores transporte público

Esta medida consiste en subsidios para la creación de corredores para que el transporte público realice sus recorridos. Al tener un corredor exclusivo para transporte público, se hace más expedito el viaje.

c) Subvención transporte público

Esta medida busca la subvención del transporte público, de modo que sea más accesible para la población y sea la preferencia de movilización de las personas.

d) Subvención ciclovías

Esta medida busca la subvención para la creación de ciclovías, de modo de hacer esta forma de transporte más viable para moverse dentro de una ciudad. Así, los ciclistas pueden trasladarse de forma segura y expedita.

3. Control de emisiones contaminantes**a) Subvención biocombustibles en transporte terrestre**

Esta medida busca incentivar el uso de biocombustibles, lo cual se realiza al reducir la cantidad de impuestos incorporados al precio de este tipo de combustible.

b) Subvención buses híbridos

Esta medida busca incentivar el uso de este tipo de vehículo, de modo que el transporte público tenga una menor emisión de contaminantes al medio ambiente.

c) Subvención chatarrización camiones

A través de esta medida se busca incentivar la renovación del parque de camiones, otorgando estímulos fiscales a cambio de retirar unidades antiguas de vehículos de circulación (cabe mencionar que por camiones, se entienden vehículos de carga pesados).

4. Impuestos

a) **Impuesto a combustibles camiones**

Esta medida aumenta el precio final de los combustibles fósiles utilizados en camiones, a modo de incentivar vehículos más eficientes o de tecnologías más limpias.

b) **Impuesto a combustibles vehículos livianos**

Esta medida aumenta el precio final de los combustibles fósiles utilizados en vehículos livianos, a modo de incentivar vehículos más eficientes o de tecnologías más limpias.

5. Otros

a) **Sistema de permisos transables a nivel metropolitano**

Este sistema consiste en que los dueños de los agentes emisores a los cuales se les hace más barato reducir sus emisiones bajo el nivel máximo, le venden los permisos que tienen en exceso a aquellos dueños de agentes contaminantes que tienen mayores costos para reducir las suyas. Con esto, se llega a un óptimo en el precio de los permisos, y se realiza la reducción de emisiones al menor costo posible (Brandt, 2012).

Considerando los criterios de *efectividad*, *co-beneficios* y *factibilidad de implementación*, en el cuadro V.4 se evalúa cada una de las medidas anteriormente descritas. En la última columna del cuadro V.4, se hace un juicio de valor respecto a una recomendación sobre el diseño y evaluación de cada una de estas medidas para las metrópolis latinoamericanas (este juicio de valor es desarrollado en el cuadro V.5). Este es un juicio general, por lo que tanto la recomendación como la forma de implementación de las medidas mencionadas pueden variar de ciudad en ciudad.

CUADRO V.4
RECOMENDACIÓN DE IDONEIDAD DEL ESTUDIO DEL DISEÑO DE DISTINTAS MEDIDAS FISCALES Y DE GASTO PÚBLICO

Tipo	Medida	Efectividad			Co-beneficios				Factibilidad de Implementación				Recomendación Global	
		Mitigación emisiones de GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación local	Consumo Energético	Equidad Social	Finanzas Públicas	Empleo	Dificultad Administrativa	Facilidad social y económica	Costo medida [USD/tonCO2e]			
Política Energética	Subvención Aislación Viviendas Nuevas	+++	++	+++	+++	+	-	+	-	-	+	-	[-7/-12]	Muy Recomendable
	Subvención mejoras aislación en viviendas existentes	++	+	++	++	++	--	++	-	-	++	-	[-2/-7]	Muy Recomendable
	Subvención Calentadores Eficientes	+	+	++	++	+	-	+	+	+	+	+	[-2/-1]	Recomendable
	Subvención Cogeneración de electricidad	+		+	++	++	-	++	++	++	++	++	[-12/5]	Muy Recomendable
	Subvención Colectores Solares Residenciales	++		+		++	--	+	-	-	+	-	[59/304]	Poco Recomendable
	Subvención Iluminación Eficiente	++		+	++	+++	--	+	+	+	+	+	[-108/-49]	Muy Recomendable
	Subvención de Taxis Híbridos	++		++	++	++	--	++	+	+	++	++	[-58/-19]	Muy Recomendable
	Subvención a las Energías Renovables en el punto de consumo	++		+	+	+	---	+	-	-	+	+	*	Poco Recomendable
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos	++		++	++	++	-	++	+	+	+	+	[73/224]	Recomendable
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos Plug-in*	+++		++	+	+	---	+	-	-	++	++	[144/435]	Poco Recomendable

(continúa)

Cuadro V.4 (conclusión)

Tipo	Medida	Efectividad		Co-beneficios				Factibilidad de Implementación			Recomendación Global	
		Mitigación emisiones de GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación local	Consumo Energético	Equidad Social	Finanzas Públicas	Empleo	Dificultad Administrativa	Factibilidad social y económica		Costo medida [USD/tonCO2e]
Mejoras al Transporte urbano	Expansión Metro	+++		+++	+++	++	---	++	-	++	[127/377]	Recomendable
	Corredores Transporte Público	++		+	+	+++	--	+	-	+	*	Recomendable
	Subvención Transporte Público	+		+	+	+++	--	+	-	++	[-173/-58]	Muy Recomendable
	Subvención Ciclo vías	+		+	+	++	--	+	-	+	*	Recomendable
Control de emisiones contaminantes	Subvención Biocombustibles en Transporte Terrestre	++		+	-	---	---	++	--	++	[37/55]	Poco Recomendable
	Subvención Buses Híbridos	++		++	++	--	--	++	-	++	[-23/-8]	Muy Recomendable
	Subvención Chatarrización Camiones ^a	+		+++	+	+	-	+	-	-	[222/5,229]	Poco Recomendable
Impuestos	Impuesto a Combustibles Camiones	+		+	+	++	++	++	+	---	[-130/-69]	Recomendable
	Impuesto a Combustibles Vehículos Livianos	+		+	+	++	++	++	+	---	[-135/-70]	Recomendable
Otros	Sistema de Permisos Transables a nivel Metropolitano	+++		++	++	+	+	+++	---	--	*	Recomendable

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Nota: Columna Costo medida: valores negativos corresponden a costos de reducción negativos (Beneficios), valores positivos corresponden a costos de reducción positiva y * son medidas no evaluadas por el modelo.

^a La subvención de chatarrización de camiones se refiere a la chatarrización de vehículos pesados de carga.

CUADRO V.5
EXPLICACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE DISTINTAS MEDIDAS
FISCALES Y DE GASTO PÚBLICO

Tipo	Medida	Recomendación Global	Explicación
Política Energética	Subvención Aislación Viviendas Nuevas	Muy Recomendable	Esta medida otorga beneficios en torno a los costos de reducción (beneficios por reducir ton CO _{2e}), además de tener una alta efectividad para la mitigación de emisiones de GEI y adaptación al Cambio Climático, teniendo Co- Beneficios importantes como la mitigación de la Contaminación Local y la reducción del consumo energético.
	Subvención mejoras aislación en viviendas existentes	Muy Recomendable	Esta medida también otorga beneficios por las toneladas reducidas y es efectiva en la mitigación y adaptación al cambio climático, teniendo Co- Beneficios importantes como la mitigación de la Contaminación Local y la reducción del consumo energético. Sin embargo, es una medida menos eficiente y de costo superior en relación, si se compara a aplicarla en viviendas nuevas.
	Subvención Calentadores Eficientes	Recomendable	Esta medida genera costos negativos, logra la mitigación y adaptación al Cambio Climático de manera moderada. A la vez, teniendo Co- Beneficios importantes como la mitigación de la Contaminación Local y la reducción del consumo energético.
	Subvención Cogeneración de electricidad	Muy Recomendable	Esta medida es efectiva para la mitigación de los GEI, tiene co-beneficios en diversos elementos y es fácil de implementar. Además tiene un rango de costos entre negativo y muy barata.
	Subvención Colectores Solares Residenciales	Poco Recomendable	Esta medida mitiga las emisiones de GEI de forma intermedia con respecto a las otras medidas. Tiene costos muy altos por unidad de reducción, por lo cual es muy costosa de subsidiar.
	Subvención Iluminación Eficiente	Muy Recomendable	Esta medida es muy conveniente si es implementada de manera correcta, siendo una inversión , que se recupera rápido en términos sociales, generando importantes beneficios económicos. Mitiga las emisiones de GEI, tiene Co- Beneficios positivos y tiene buena factibilidad de implementación.
	Subvención de Taxis Híbridos	Muy Recomendable	Esta medida tiene costos negativos, al implementarse en vehículos de alto nivel de actividad. Mitiga las emisiones de GEI, tiene co-beneficios positivos y tiene buena factibilidad de implementación.
	Subvención a las Energías Renovables en el punto de consumo	Poco Recomendable	Esta medida logra mitigar las emisiones de GEI, pero a un costo muy alto, implica una inversión alta por parte del estado en relación a la reducción que genera y al beneficio social obtenido, por último presenta dificultades administrativas.
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos	Recomendable	Esta medida aumenta su costo, pudiendo ser bastante elevada, esto se debe a que se aplica a vehículos que no tienen un alto nivel de actividad. Esta es una medida excelente en términos de mitigación de Cambio Climático e intermedia para la reducción de la Contaminación Local.
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos Plug-in*	Poco Recomendable	Esta medida es mucho más costosa que la anterior, debido a que requiere una mayor inversión por parte del estado, la instalación de infraestructura adecuada para la recarga de vehículos y se aplica a vehículos que no tienen altos niveles de actividad. Es una medida que mitiga el Cambio Climático y la Contaminación Local especialmente en el caso de países con matrices eléctricas más limpias.
Mejoras al Transporte urbano	Expansión Metro	Recomendable	Esta medida es costosa, sin embargo, es muy efectiva para mitigación del Cambio Climático y genera importantes Co-Beneficios positivos. Es una medida muy aceptada a nivel social y político, ya que mejora la calidad de vida de las personas que utilizan el transporte público para desplazarse.
	Corredores Transporte Público	Recomendable	Es una medida similar a la anterior, pero con un costo si bien alto, menor y con una efectividad inferior en terminos de cambio climático y más aún en control de la contaminación local.
	Subvención Transporte Público	Muy Recomendable	Esta medida es de costos negativos y tiene co-beneficios sociales altos, especialmente en equidad social, beneficiando al Transporte Público por sobre el privado. Mitiga el cambio Climático y la Contaminación Local. Además la factibilidad de implementación es alta.

(continúa)

Cuadro V.5 (conclusión)

Tipo	Medida	Recomendación Global	Explicación
Mejoras al Transporte urbano	Subvención Ciclovías	Recomendable	Esta medida facilita el transporte sin emisiones directas de contaminantes al medio ambiente, y mitiga de forma moderada el cambio Climático y la Contaminación Local.
	Subvención Biocombustibles en Transporte Terrestre	Poco Recomendable	Esta medida tiene costos intermedios o altos, dependiendo de los costos del combustible, y mitiga el Cambio Climático. Tiene una dificultad de implementación administrativa alta.
Control de emisiones contaminantes	Subvención Buses Híbridos	Muy Recomendable	Esta medida otorga beneficios por unidades de reducción al aplicarse en vehículos de alto nivel de actividad, tiene co-beneficios en el control de la Contaminación Local, eficiencia energética y tiene un alto nivel de aceptabilidad social.
	Subvención Chatarrización Camiones ^a	Poco Recomendable	Esta medida es muy cara y reduce mínimamente las emisiones de GEI. Su mayor ventaja es que reduce de manera importante la Contaminación Local.
Impuestos	Impuesto a Combustibles Camiones	Recomendable	Esta medida tiene costos negativos, mitiga el Cambio Climático y la Contaminación Local. Su efectividad varía con respecto al haber cambios hacia medios de transporte más eficientes para ahorrar en combustible o en gastos. Es una medida que genera recaudación fiscal, pero por otro lado tiene baja aceptabilidad social.
	Impuesto a Combustibles Vehículos Livianos	Recomendable	Esta medida tiene costos negativos, desincentiva el uso de vehículos particulares, mitiga el Cambio Climático y la Contaminación Local. Su efectividad varía con respecto a la cantidad de personas que utilizan medios de transporte más eficientes para ahorrar en combustible o en gastos. Es una medida que genera recaudación fiscal, pero por otro lado tiene baja aceptabilidad social.
Otros	Sistema de Permisos Transables a nivel Metropolitano	Recomendable	Esta medida es excelente para la mitigación de el cambio Climático, y presenta Co-Beneficios en la reducción del Consumo Energético y la Contaminación Local. Esta medida es muy difícil de implementar debido a su alta complejidad administrativa.

Fuente: Luis Cifuentes, Programa trienal CEPAL-AECID.

^a La subvención de chatarrización de camiones se refiere a la chatarrización de vehículos pesados de carga.

Es destacable que 5 de las 7 medidas *Muy Recomendables* de promover, tienen actualmente escasa o nula implementación en Latinoamérica, lo que indica un amplio margen de acción. La categorización de medidas Poco Recomendables responde, esencialmente, a un factor de costos en la ciudad de Santiago de Chile, el que podría alterarse con el desarrollo tecnológico en un plazo superior al del periodo de análisis, o ser diferente para otras ciudades latinoamericanas⁹⁷.

Además, el diseño de los programas es clave al momento de evaluar las distintas medidas, lo que debe ser considerado un aspecto transversal a todas las medidas.

A pesar de las recomendaciones anteriores, existe una serie de factores que pueden variar entre las distintas ciudades de estudio, que son determinantes para la exitosa aplicación y efectividad de las medidas propuestas. Estos factores pueden clasificarse en: factores climáticos, factores ambientales, matriz eléctrica, parque vehicular, configuración urbana, agentes emisores contaminantes y factores transversales (ver aplicación en el cuadro V.7).

A modo de ejemplo, el cuadro V.7 presenta algunas de las características de las ciudades en estudio, las que afectarían las posibilidades de implementación y de efectividad de las medidas anteriormente propuestas.

⁹⁷ Para una mayor explicación de las razones detrás de las distintas recomendaciones, referirse al estudio de Luis Cifuentes, Programa trienal CEPAL-AECID.

CUADRO V.6
FACTORES QUE AFECTAN LA EFECTIVIDAD DE LAS
MEDIDAS EN LAS DISTINTAS CIUDADES

Factores Climáticos	Número de días fríos: afecta la demanda de calefacción de un edificio, y que se mide a través de los heating degree days. Distribución de la temperatura durante el año: apropiado para climas con temperaturas extremas (inviernos fríos y veranos calurosos). Ventosidad de la localidad, número de días nublados al año, latitud, etc.
Factores Ambientales	Niveles de radiación: importante para medidas que incorporen energía solar (este tipo de medidas es más apropiada en sectores con alta radiación base y menos apropiadas en sectores con poca radiación solar). Niveles de contaminación local: niveles de material particulado, ozono y NOx.
Matriz Eléctrica	Composición de la matriz energética de cada país: varía en función de los recursos que cada país posee. Niveles de emisiones y de eficiencia, e intensidad de carbono de la matriz eléctrica. Momento de aplicación de la medida: peak o fuera de punta del sistema eléctrico. Porcentaje de energías renovables que se tienen incorporados en la matriz (da cuenta de que tan limpia es la energía eléctrica de cada país).
Parque Vehicular	Antigüedad del parque vehicular: distinción entre vehículos pesados y livianos. Normas de emisión: según tipo de vehículo. Nivel de eficiencia y de emisiones del parque vehicular.
Configuración Urbana	Particular de cada ciudad: muy relevante para, por ejemplo, planificar la inversión en infraestructura.
Agentes Emisores de Contaminantes	Cantidad de agentes emisores existentes. Heterogeneidad de agentes emisores existente en el mercado.
Factores Transversales	Afectan transversalmente a todas las medidas y determinan su nivel de factibilidad. Nivel de desarrollo institucional de las ciudades (índice de gobernabilidad y efectividad de los gobiernos: percepción de la corrupción, estado de derecho, efectividad del gobierno, estabilidad política y calidad de regulación). Nivel de contaminación local que también es transversal a todas las medidas.

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Uno de los aspectos más relevantes al momento de proponer medidas en un país, es analizar su factibilidad administrativa, lo que está altamente vinculado con la administración de los gobiernos. Para analizar la influencia de este factor en los diferentes países, se obtuvieron los valores de la efectividad de cada gobierno y sus respectivos índices de gobernabilidad (World Bank, 2012), en los cuales se tiene un puntaje asignado (el máximo es 100) para cada país. Este indicador está compuesto por la percepción de la corrupción, estado de derecho, efectividad del gobierno, estabilidad política y calidad de regulación en cada país (Fundación para el Desarrollo de Guatemala, 2011).

A través de estos indicadores, se observa que 2 de los 6 países en estudio están por sobre los 50 puntos en índice de gobernabilidad, lo cual significa que son países donde éstas medidas podrían ser llevadas a cabo considerando sólo el aspecto administrativo. Dentro de los países considerados en el estudio, cabe destacar a Chile como el país con la mayor gobernabilidad de todos, teniendo sobre los 80 puntos, lo que lo pone en la categoría de países con alta gobernabilidad. En tanto, Argentina, Colombia, México y Perú son los países con el peor puntaje, estando bajo los 50 puntos. Esto implica que las medidas tendrán mayores obstáculos para implementarse en estos países debido a una baja percepción de la corrupción, bajo estado de derecho, baja efectividad del gobierno y de estabilidad política, y una mala calidad de regulación. El indicador de efectividad de gobierno da una mirada más positiva a estos países latinoamericanos, donde sólo 2 de los 6 países están bajo los 50 puntos (Argentina y Perú), lo que muestra gestiones de gobierno pobres. Analizando ambos factores en conjunto, se puede determinar que Argentina y Perú son los países en los que existirían mayores dificultades administrativas de los 6 países en estudio y, por lo tanto, se recomienda evaluar un cambio en las prácticas gubernamentales de modo de aumentar su efectividad como gobierno y así incrementar la factibilidad de implementar medidas de política fiscal que estén vinculadas al cambio climático.

CUADRO V.7
FACTORES INFLUYENTES EN LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS ANALIZADAS

Tipo	Medida	Efectividad		Co-beneficios	
		Mitigación emisiones de GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación local	Consumo Energético
Política Energética	Subvención Aislación Viviendas Nuevas	Clima	Clima		
	Subvención mejoras aislación en viviendas existentes	Clima	Clima		
	Subvención Calentadores Eficientes	Clima	Clima		
	Subvención Cogeneración de electricidad	IC Matriz eléctrica		Emisiones Matriz eléctrica	Eficiencia Matriz eléctrica
	Subvención Colectores Solares Residenciales	Clima, Radiación			
	Subvención Iluminación Eficiente	Latitud de la ciudad			
	Subvención de Taxis Híbridos	Congestión vehicular		Norma vehículos livianos	
	Subvención a las Energías Renovables en el punto de consumo	Clima, Radiación, IC Matriz eléctrica		Emisiones Matriz eléctrica	Eficiencia Matriz eléctrica
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos	Congestión vehicular		Norma vehículos livianos	
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos Plug-in*	IC Matriz eléctrica, Congestión vehicular		Norma vehículos livianos, Emisiones Matriz eléctrica	Eficiencia Matriz eléctrica
Mejoras al Transporte	Expansión Líneas de Metro	Parque Vehicular, IC Matriz eléctrica, Configuración Urbana	Parque Vehicular, IC Matriz eléctrica, Configuración Urbana	Parque Vehicular, Configuración Urbana	Parque Vehicular, Eficiencia Matriz eléctrica, Configuración Urbana
	Corredores Transporte Público	Parque de buses, Configuración Urbana	Parque de buses, Configuración Urbana	Parque de buses, Configuración Urbana	Configuración Urbana
	Subvención Transporte Público	Parque Vehicular, Configuración Urbana	Parque Vehicular, Configuración Urbana	Parque Vehicular, Configuración Urbana	Parque Vehicular, Configuración Urbana

(continúa)

Cuadro V.7 (conclusión)

Tipo	Medida	Efectividad		Co-beneficios	
		Mitigación emisiones de GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación local	Consumo Energético
Mejoras al Transporte	Subvención Ciclo vías	Parque vehicular y de buses, Configuración Urbana		Parque de buses, Parque Vehicular, Configuración Urbana	Parque Vehicular, Configuración Urbana
	Subvención Biocombustibles en Transporte Terrestre				
	Subvención Buses Híbridos	Congestión vehicular		Norma buses	Parque Vehicular
Control de emisores contaminantes	Subvención Chatarrización Camiones	Parque de camiones		Parque de camiones, Norma camiones	Parque Vehicular
	Impuestos				
Otros	Impuesto a Combustibles Camiones	Alternativas a camiones, Congestión vehicular		Emisiones Parque de camiones	Eficiencia Parque de camiones
	Impuesto a Combustibles Vehículos Livianos	Parque Vehicular vehículos livianos		Parque Vehicular	Parque Vehicular
	Sistema de Permisos Transables de Emisiones de GEI a nivel Metropolitano	Número de fuentes emisoras, Heterogeneidad de fuentes emisoras		Antigüedad de fuentes emisoras, Factor de emisión de fuentes emisoras	

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

En el cuadro V.8 se detallan todos los factores relevantes para la efectividad de las medidas expuestas que están asociadas al clima y a los niveles de radiación. Estas son las medidas de subvención a la aislación en viviendas eficientes, calentadores eficientes, colectores solares residenciales, iluminación eficiente y a las energías renovables en el punto de consumo. Aquellas ciudades que reciban mayor radiación solar, y tengan menor variabilidad climática y menor variabilidad en las horas de sol a lo largo del año, serán las más indicadas para la implementación de los colectores solares residenciales y las energías renovables en el punto de consumo (principalmente energía fotovoltaica). Los países con un mayor heating degree days y alta variabilidad de temperatura, serán los más indicados para aplicar las medidas de aislación de viviendas. Para el caso de iluminación eficiente, es conveniente que las ciudades tengan baja radiación solar y pocas horas de sol al día, de modo de que se tenga la mayor operación posible de esta medida y genere un mayor impacto.

Se observa que, a pesar de que todos los países se basan en los reglamentos europeos (y sus normas EEUU equivalentes), por los cuales se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deben cumplir las fuentes móviles terrestres, se tiene un nivel evolutivo distinto en la exigencia de estas normas para cada país.

Por otro lado, también se observa que ciudades como Santiago, Ciudad de México y Bogotá tienen tasas de motorización similares, mientras Buenos Aires tiene la más alta por más de 100 vehículos/1.000 habitantes adicionales a las otras ciudades bajo estudio, y Lima es la ciudad con la tasa más pequeña (con 108 vehículos por cada 1.000 habitantes).

El país con la norma más moderna implementada para vehículos pesados es Brasil, país que en el año 2012 introdujo la norma PROCONVE P7, que exige que vehículos nuevos tengan el estándar de emisiones de la norma EURO V. En el caso de vehículos livianos nuevos, tanto en Chile como en Argentina se cumple la norma EURO IV, la cual es la norma más avanzada en ese tipo de fuentes en América Latina (Fielros Diesel, 2012). Para el caso de México sucede algo interesante, puesto que para el caso de vehículos livianos han adaptado dos normas europeas (EURO III y IV) (DieselNet, 2007) de modo de crear un estándar de control de emisiones propio con la mezcla de ambas normas.

Con estos antecedentes, es posible realizar una recomendación respecto a la *Efectividad* de las medidas en términos del Cambio Climático, y de sus *Co-beneficios* y *Factibilidad de Implementación* que resulta de considerar las características particulares de cada ciudad en estudio.

En el cuadro V.9 se presentan las recomendaciones de medidas para cada ciudad en estudio y se observa que las recomendaciones son variadas entre medidas y entre ciudades. En el caso de las medidas de Mejoras al Transporte Urbano, la única medida que no tiene recomendación para Bogotá es la de Expansión del Metro, debido a que no cuenta con un sistema de metro incorporado, lo que impide evaluar una expansión. Para esta ciudad se podría estudiar la creación de un sistema de metro, sin embargo ello implica una inversión mucho mayor que la sola creación de líneas adicionales, y requiere de muchos factores a considerar que no están incorporados en el alcance de este estudio.

El Instrumento Económico con mayor dificultad administrativa para ser implementado es el Sistema de Permisos Transables a nivel Metropolitano, el cual tiene una alta complejidad, tanto de diseño como de operación, para poder garantizar su éxito. Las recomendaciones aquí propuestas responden a los niveles de los países en términos de sus índices de gobernabilidad. Es así como un Sistema de Permisos Transables es altamente recomendable sólo para la ciudad de Santiago, en tanto no lo es para el resto de las ciudades, puesto que resultaría en un enorme desafío técnico, administrativo y político.

CUADRO V.8
CARACTERÍSTICAS DE LAS CIUDADES

Tipo	Año	Bogotá	Buenos Aires	Ciudad de México	Lima	Santiago	Sao Paulo	
Factibilidad Administrativa	Efectividad gobierno (ptje) ^a	2011	60,77	46,89	61,72	47,37	83,73	56,94
	Índice de gobernabilidad (ptje) ^a	2011	43,14	41,45	45,58	44,4	83,86	56,63
Matriz eléctrica	Transmisión de energía eléctrica y pérdidas en la distribución (%)	2009	15%	15%	16%	8%	11%	17%
	Intensidad de carbono en la matriz eléctrica (ton CO ₂ /MWh) ^a	2009	0,26	0,55	0,75	0,3	0,51	0,16
	Eficiencia de la matriz energética (%) ^a	2009	67%	50%	42%	67%	56%	70%
	Emisiones de la matriz energética (análisis cualitativo) ^a	2009	++	++	+++	++	+++	+
Parque Automotor	Tasa de motorización (vehículos/1000 habitantes)	-	200 (2012)	335 (2009)	157 (2011)	108 (2009)	172 (2009)	407 (2007)
	Norma para Vehículos Livianos	2012	Euro II	Euro IV	Mezcla Euro III y Euro IV	Euro III	Euro IV	Euro III
	Norma para Vehículos Pesados ^a	2012	Euro IV	Euro III	Euro IV	Euro III	Euro III	Euro V
Clima	Latitud	2012	4° 39' N	34° 36' S	19° 03' N	12° 02' S	32° 55' S	23° 32' S
	Horas de sol al día (Otoño)	2011	11,85	10,9	14,9	11,65	10,9	11,3
	Horas de sol al día (Invierno)	2011	11,85	10,9	11,45	11,65	10,9	11,3
	Horas de sol al día (Primavera)	2011	12,15	13,1	12,55	12,35	13,1	12,7
	Horas de sol al día (Verano)	2011	12,15	13,1	16	12,35	13,1	12,7
	Radiación solar promedio anual (Wh/m ²)	2011	4 434	4 520	4 976	4 290	4 920	4 199
	Heating Degree Days (base 18.3°C)	2011	1 752	1 212	564	165	1 523	230
	Variabilidad de temperatura anual (análisis cualitativo)	2011	+	+++	++	+	+++	+

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

^a La información con asterisco corresponde a información a nivel nacional, no de la ciudad respectiva.

CUADRO V.9
RECOMENDACIÓN DE LAS MEDIDAS PARA CADA CIUDAD DE ESTUDIO

Tipo	Medida	Principal Factor Diferenciador entre las Ciudades	Muy Recomendable	Recomendable	Poco Recomendable
Política Energética	Subvención Aislación Viviendas Nuevas	Heating Degree Days ^a	Buenos Aires, Santiago, Bogotá	Ciudad de México, Sao Paulo	Lima
	Subvención mejoras aislación en viviendas existentes	Heating Degree Days ^a	Buenos Aires, Santiago, Bogotá	Sao Paulo, Ciudad de México	Lima
	Subvención Calentadores Eficientes	Heating Degree Days	Bogotá, Buenos Aires, Santiago	Bogotá, Buenos Aires, Santiago	Ciudad de México, Sao Paulo, Lima
	Subvención Cogeneración de electricidad ^b	Intensidad de Carbono Matriz Eléctrica	Ciudad de México, Buenos Aires, Santiago	Bogotá, Lima	Sao Paulo
	Subvención Colectores Solares Residenciales				Ciudad de México, Lima, Sao Paulo, Buenos Aires, Santiago, Bogotá
	Subvención Iluminación Eficiente		Buenos Aires, Santiago, Bogotá, Ciudad de México, Sao Paulo, Lima		
	Subvención de Taxis Híbridos		Sao Paulo, Buenos Aires, Bogotá, Ciudad de México, Lima, Santiago		
	Subvención a las Energías Renovables en el punto de consumo	Radiación Solar		Ciudad de México	Santiago, Bogotá, Lima, Buenos Aires, Sao Paulo
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos	Antigüedad del Parque	Sao Paulo, Buenos Aires, Bogotá	Ciudad de México, Lima, Santiago	
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos Plug-in*	Intensidad de Carbono Matriz Eléctrica		Sao Paulo, Bogotá, Lima	Santiago, Buenos Aires, Ciudad de México
Mejoras al Transporte urbano	Expansión Metro ^c		Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago, Sao Paulo		
	Corredores Transporte Público		Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago, Sao Paulo, Bogotá		
	Subvención Transporte Público		Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago, Sao Paulo		

(continúa)

Cuadro V.9 (conclusión)

Tipo	Medida	Principal Factor Diferenciador entre las Ciudades	Muy Recomendable	Recomendable	Poco Recomendable
Control de emisiones contaminantes	Subvención Cicloviás			Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago, Sao Paulo	Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago
	Subvención Biocombustibles en Transporte Terrestre	Precio Biocombustible		Sao Paulo	
	Subvención Buses Híbridos	Sao Paulo, Buenos Aires, Bogotá, Ciudad de México, Lima, Santiago			Bogotá, Ciudad de México, Lima, Buenos Aires, Sao Paulo, Santiago
Impuestos	Subvención Chatarrización Camiones				
	Impuesto a Combustibles Camiones			Bogotá, Ciudad de México, Lima, Santiago, Sao Paulo, Buenos Aires	
Otros	Impuesto a Combustibles Vehículos Livianos			Bogotá, Ciudad de México, Lima, Santiago, Sao Paulo, Buenos Aires	
	Sistema de Permisos Transables a nivel Metropolitano	Gobernabilidad del País	Santiago		Sao Paulo, Bogotá, Ciudad de México, Lima, Buenos Aires

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

^a Para el caso de Sao Paulo también influye el Cooling Degree Days (días de acondicionamiento térmico) ya que, al ser una ciudad con temperaturas más altas y altos ingresos, se utilizan técnicas de acondicionamiento más intensivas en emisiones de GEI y caras (bombas de calor, aires acondicionados, etc.) que el uso de ventiladores. Este no es el caso de Lima, ya que tiene menores ingresos y su ubicación cerca del mar le ayuda al acondicionamiento.

^b La recomendación de esta medida está basada en la intensidad de carbono de la matriz energética de los países. Es por esto, que todas las ciudades de un mismo país tendrán la misma recomendación.

^c La ciudad de Bogotá no aplica para esta medida al no tener un sistema de Metro existente.

A pesar de que aún no se han aplicado grandes medidas para la mitigación del cambio climático en las ciudades latinoamericanas, si se han encontrado grandes potenciales para la implementación de nuevas medidas. De hecho, las ciudades en estudio sí cuentan con Planes de Acción para la mitigación del cambio climático a nivel nacional y en algunos casos incluso a nivel metropolitano. Estos programas tienen grados de implementación bastante básicos en la actualidad, pero se espera que estos sean más ambiciosos y efectivos en su implementación en un futuro cercano. No obstante, la cabal implementación de estos planes se encuentra condicionada a la recepción de apoyo de carácter internacional, como podrían ser las NAMAS⁹⁸ (por parte de las Naciones Unidas) u otra forma de financiamiento.

Un diseño adecuado para un plan de mitigación y adaptación al cambio climático debiera considerar el hecho de que hay medidas que son recomendables de emular de un país a otro, mientras que hay que tener una mayor precaución con otras, dado que las realidades pueden ser diversas o incluso opuestas. Lo anterior debido a criterios que no sólo se ven reflejados en los costos sociales de las medidas, sino que también debido a otros elementos que no pueden dejarse fuera del análisis, como son los distintos tipos de co-beneficios y el nivel de factibilidad de implementación de las distintas medidas a nivel administrativo, social y político, entre otros.

⁹⁸ NAMAs: Nationally Appropriate Mitigation Actions.

VI. Transporte urbano bajo en emisiones de GEI: un juego de planificación basado en un modelo de simulación⁹⁹

Tal como se ha sido mencionado, el transporte urbano de la metrópolis en América latina es responsable de una gran cantidad de emisiones de gases con efecto invernadero y, por lo tanto, es imprescindible considerar el sistema de transporte urbano cuando se trata de “enverdecer” estas ciudades. Las preferencias de los habitantes –motorizado versus no motorizado y transporte público versus automóvil privado– son reflejo de valores en la sociedad y de la búsqueda por minimizar los costos de dinero y de tiempo. En particular, el alto valor asociado al automóvil propio, en conjunto con el crecimiento económico sostenido, han genera perspectivas de tasas de motorización a las que estas ciudades no están preparadas, y que claramente significarán la multiplicación de las emisiones.

Influir en las decisiones de favorecer el transporte público por sobre el automóvil propio y el transporte no motorizado por sobre el motorizado, es una tarea de largo plazo para los tomadores de decisión, los que deberán tener múltiples consideraciones interdependientes. Una de las estrategias para facilitar la consideración de estas interdependencias es un modelo de simulación, que no sólo permite simplificar la realidad, abstrayendo lo que no es esencial, sino que también permite colocar interfaces de juego en el modelo de simulación, para que los tomadores de decisiones puedan realizar juegos de planificación en condiciones de laboratorio: a un bajo costo de tiempo y dinero.

Este trabajo introduce un juego de planificación del sistema de transporte urbano a largo plazo –40 años, en el que se discuten los factores y sus interdependencias, enfatizándose el balance del territorio urbano (lo que implica que ampliar la dotación de un tipo de uso de suelo fuerza necesariamente a reducir otra), las externalidades que causan cambios en los modos motorizados que compiten por superficie, el rol del número de viajes diarios y el de las distancias, y finalmente la alta valoración por el automóvil. También se presenta la interfaz del juego, el proceso del juego y los sectores relevantes del modelo de simulación.

⁹⁹ Capítulo basado en Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

A. Introducción

Las grandes ciudades en América Latina crecen en diferentes dimensiones: no sólo se incrementa su población, sino que también los ingresos disponibles de sus habitantes. Lo anterior, junto con la valoración del automóvil propio como medio de transporte y cómo símbolo de ascenso económico y social, conduce a preocupantes perspectivas de largo plazo en términos del transporte urbano. Teniendo presente que los procesos urbanos operan en una escala de tiempo extendida y que el desarrollo de la temática del cambio climático y sus efectos requiere de la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, se genera la necesidad de estudiar el “sistema de transporte urbano” no sólo desde el punto de vista del corto plazo y de los fenómenos de impacto inmediato a los habitantes (como son la congestión vehicular), sino que también en una perspectiva de largo plazo.

Para ello, hemos definido el “sistema de transporte urbano” (STU) como el componente de una ciudad que da más o menos accesibilidad y que interactúa con otros subsistemas. El STU consiste en dispositivos de infraestructura (vías de diversos tipos), en distintos tipos de vehículos, en un conjunto de regulaciones y políticas públicas y de costumbres, valores y preferencias de los habitantes. El STU también regula el costo (en tiempo y en dinero) de acceder a las diversas actividades (trabajo, educación, comercio, esparcimiento, etc.) con un presupuesto individual determinado, y el nivel de accesibilidad de cada habitante. Es así como el STU incide en la calidad de vida de los habitantes de las zonas urbanas.

Dado que diversas tecnologías de tracción tienen huellas de emisión de gases con efecto invernadero (GEI) diferentes, las diferentes configuraciones del STU también tienen asociadas distintas cargas de emisión de gases, lo que incide en el medio ambiente y en la calidad de vida de los residentes. Los diversos modos de transporte tienen distintas tasas de accidentabilidad, lo que tiene otra incidencia en la calidad de vida y en la economía. Pero el STU también interactúa con otros subsistemas urbanos, especialmente con el uso del suelo: cada tipo de infraestructura de transporte tiene una huella de uso de suelo, lo que genera “*trade-offs*” con otros usos (comercial, residencial).

La primera etapa del proyecto¹⁰⁰ incluyó el desarrollo de un modelo conceptual y cualitativo del STU y su interacción con el uso del suelo. Esta etapa ha permitido conjeturar un conjunto de características que condicionan las posibilidades de definición de políticas públicas de largo plazo, y de las cuales las siguientes tres son muestras relevantes para un juego de planificación:

1. Si bien el transporte público tiene las ventajas de emitir menores emisiones de GEI, el valor intrínseco del auto propio genera una preferencia por el transporte privado. Tomando en cuenta que actualmente una gran parte de la población metropolitana aún no tiene un nivel de ingreso que permite la posesión de un automóvil propio, la tendencia del rápido crecimiento de los ingresos hace inevitable la expectativa de una aceleración de la tasa de motorización.
2. Las políticas de corto plazo dirigidas al aumento del atractivo relativo del transporte público, probablemente provocan un aumento del uso del transporte público en el mismo plazo. Sin embargo, debido al mayor congestionamiento se puede llegar a efectos secundarios adversos, los que terminan reforzando el atractivo relativo del transporte privado.
3. Las preferencias modales (en pro del transporte motorizado y en particular del privado) y las distancias típicas de los viajes diarios (consecuencia también de la organización de la ciudad) son presumiblemente los “*conductores*” de la dinámica presentada. Es por

¹⁰⁰ Schaffernicht, M. (2012). Aplicación del análisis de sistemas a las ciudades y al transporte público urbano, Documento de proyecto “Innovación ambiental de servicios urbanos y de infraestructura: hacia una economía baja en carbono”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), United Nations, Santiago de Chile, Enero 2012.

ello que se debiera buscar el influir sobre las preferencias modales y sobre las distancias de viaje. Lo anterior constituye un proceso de cambio lento, lo que claramente genera una tensión con las necesidades de corto plazo de los ciudadanos (usuarios de la ciudad) y para los tomadores de decisiones.

De esta etapa, surgió la recomendación de desarrollar instrumentos de planificación urbana de largo plazo en una perspectiva dinámica y basados en modelos de simulación. También se reconoció la necesidad de sensibilizar a los tomadores de decisión acerca del carácter interdependiente y contra-intuitivo del STU, y así favorecer el reconocimiento de una necesidad de coordinación en la toma de decisiones, implementación y monitoreo de este sistema. Esta sensibilización precede la posibilidad de abordar otros tópicos mencionados en las recomendaciones.

En este sentido, convertir el modelo conceptual en un modelo de simulación que constituya la base para un “juego de planificación” conduce a la posibilidad de reunir a un grupo de tomadores de decisión alrededor de una tarea integral de planificación de largo plazo, dentro de un contexto motivador en el que los participantes se beneficien de una retroalimentación inmediata acerca de los efectos de sus decisiones. Ambos procesos –motivación y retroalimentación inmediata– favorecen la reflexión y el reconocimiento de aspectos que han sido considerados en el pasado.

En este capítulo, se presentan aspectos relevantes del modelo de simulación y del “juego de planificación”. En un primer paso, se introduce a la ciudad virtual y los hechos estilizados que la conforman. Luego se discuten las decisiones y su contexto de estructuras causales, terminando con una breve presentación del juego. Finalmente, se presentan conclusiones por etapa, y se identifican nuevas líneas de trabajo para futuras investigaciones.

B. La ciudad estilizada

El juego de planificación a ser presentado, contempla un periodo de 40 años y propone una búsqueda de estrategias de reducción (absoluta o relativa) de emisiones de GEI. Se ha intentado incorporar los procesos y factores relevantes sobre este horizonte de tiempo, adoptando simplificaciones justificables en la medida de lo posible.

Esta sección introduce los hechos estilizados esenciales, presentando y explicando lo que se necesita para abordar el juego de planificación. La primera sub-sección describe las condiciones iniciales, y la segunda el desarrollo que se observaría si todo continuara según el escenario base por tres décadas.

1. Las condiciones iniciales

La ciudad tiene una población inicial de 6 millones de personas¹⁰¹, con una densidad poblacional de 84 personas/ha.¹⁰² en un área de 71.429ha. El área está repartida en los diferentes usos de la siguiente manera:

¹⁰¹ Es un supuesto por conveniencia; en la presente versión del juego, se asume que la población es constante, es decir: no habrá inmigración o crecimiento neto de la población. Si bien es una simplificación, no incide en los comportamientos generales del modelo, ya que éste se basa en agregados. Según el INE (http://www.ine.cl/canales/menu/indice_tematico.php), la tasa de crecimiento esperable para Santiago para los próximos años será del orden de 0,5% o menos; por lo tanto es un supuesto sin consecuencias relevantes para Santiago. No obstante, el modelo provee un “switch” para activar un crecimiento poblacional de acuerdo a las estimaciones del INE.

¹⁰² La densidad actual está alineada a la de Santiago de Chile (<http://www.citymayors.com/statistics/largest-cities-density-125.html>).

CUADRO VI.1 USOS DEL SUELO

Uso del suelo	En porcentajes	Área (ha)	Anchos (m)	Largo (km)
Edificios de diversos tipos	59,5	42 500		
Espacios verdes	5	3 571		
Calles	16	11 428	3	38 095
Estacionamientos	16	11 428		
Vías segregadas	0,4	286	3	952
Autopistas urbanas	0,3	214	16	134
Ciclo-vías	0,3	215	3	134
Peatonal	2,5	1 785	2	8 928
Total	100	71 427		

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Los porcentajes se han definido en base a datos de SECTRA (correspondiente al año 2010)¹⁰³ para el Gran Santiago. Los anchos de calle de una ciudad real son variables. Para el caso de la ciudad estilizada, los expertos participantes del proyecto estimaron que el ancho de calle es, en promedio, de 3 metros por vereda. Ya que la mayoría de las calles tiene dos veredas, el total de 38.000km. de veredas equivale a 19.000km. de calles, cifra similar a lo encontrado en Santiago.

Los habitantes de la ciudad hacen sus viajes diarios caminando, en bicicleta, en bus o en auto propio. La población se subdivide en tres estratos, que se caracterizan por sus diferentes patrones de uso de los diferentes medios de transporte; el modelo no representa los diversos factores que determinan estos patrones, solamente los conecta con el crecimiento económico. Ello refleja el hecho de que en la actualidad, el valor del automóvil como símbolo de estatus es dominante; por ello se asume que las personas preferirían tener un auto, y tan pronto como su situación de ingresos lo permita, lo adquieren. La distribución de personas según estrato, la definición de la tasa de motorización y las preferencias modales por estrato fueron definidas de acuerdo al juicio de valor de expertos del equipo del proyecto y es similar a la que presenta la encuesta CASEN¹⁰⁴.

CUADRO VI.2 POBLACIÓN POR ESTRATO ECONÓMICO Y TASA DE MOTORIZACIÓN

Estrato	Personas	Tasa de motorización	Autos
1	3 000 000	10%	300 000
2	2 000 000	30%	600 000
3	1 000 000	80%	800 000
Global	6 000 000	28%	1 700 000

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

¹⁰³ <http://www.mtt.gob.cl/transporteurbano/>, “planilla Información Estadística de Transportes 2010”

¹⁰⁴ http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/pdf/upload/DOCUMENTO_POBREZA_DISTR_ING_RMS_CASEN_2011.pdf, p. 17. (SEREMI RN de Santiago, 2012).

Inicialmente existe 1,7 millones de autos circulando por las calles y autopistas urbanas. La población de cada estrato tiene preferencias marcadamente diferentes por los diferentes modos de viaje:

CUADRO VI.3
PREFERENCIAS MODALES INICIALES
(En porcentajes)

Estrato	Caminata	Bicicleta	Bus	Auto
1	40	30	20	10
2	0	0	70	30
3	0	0	20	80
Global	20	15	37	28

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

El estrato 1 (bajo) está marcado por los modos no motorizados, debido a su falta de poder adquisitivo para poder pagar los respectivos precios. El estrato 2 (medio) cuenta con los medios para usar el transporte público (bus) y en parte para tener un automóvil propio. El estrato 3 (alto) claramente prefiere el auto propio, pero también hace algún uso del bus. La relación entre vehículos y personas que asume el modelo es similar a la que SECTRA indica para Santiago. En la situación inicial, 1,7 millones de personas usan su propio automóvil; 2,2 millones se desplazan en bus, 1,2 millones caminan y 900.000 emplean la bicicleta.

Partimos de la constatación de que cada persona hace –en promedio– tres viajes diarios de una distancia promedio de 10 km. por viaje (SECTRA, 2013b); se hacen entonces 12 millones de viajes diarios por una distancia total de 60 millones de km.. Al haber fijado la población de los 3 estratos y su tasa de motorización inicial (véase el cuadro VI.2), y también las preferencias modales iniciales (véase el cuadro VI.3), se puede derivar la distribución inicial de los modos de transporte de la siguiente manera:

CUADRO VI.4
KILÓMETROS DIARIOS SEGÚN MODO DE TRANSPORTE

Modo	Caminata	Bicicleta	Bus	Auto
Porcentaje	20%	15%	37%	28%
km/día	12 000 000	9 000 000	22 000 000	17 000 000

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

El transporte público -en forma de buses- está organizado de una manera que, si bien se basa en simplificaciones y argumentos de plausibilidad, genera una situación similar a una ciudad como Santiago. Inicialmente, se ha dispuesto que habrá un paradero por kilómetro en promedio, donde pasarán 6 buses por hora (asumiendo que los viajes diarios se concentran en 6 horas). Con esta distancia entre paraderos, se logra que los pasajeros no tengan que caminar más de 500 metros, lo que puede ser caminado en 5 – 10 minutos.

Los recorridos de los buses sólo usan una parte de las calles: dada la superficie inicial de la ciudad, el kilometraje de calles y la distancia ente paraderos, se asegura una distancia máxima hasta el próximo paradero usando 15% de las calles para recorridos de bus (1.714ha., 5.714km.). Los buses recorren una red de 6.666km., de los cuales 952km. corresponden a vías segregadas (14% del total).

Habiéndose determinado las calles con recorrido equivalentes a 6.666km, con un paradero por km, ello significa que hay 6.666 paraderos. Se ha dispuesto que en promedio, cada recorrido conecte 12 paraderos¹⁰⁵, por lo cual tenemos 555 recorridos, que en promedio recorren una distancia de 12 km. cada uno.

Se asume una velocidad promedio de 25 km/h y un tiempo de recorrido de media hora. Los buses operan por un tiempo total de 6 horas diarias, y entonces cada bus puede realizar entre 12 y 13 vueltas diariamente. En función de la frecuencia (buses por hora) y las horas de servicio, el número de vueltas diarias necesarias es de 36 por recorrido. De esto se deduce que se requieren 1.600 buses para poder mantener la frecuencia en todos los paraderos de todos los recorridos.

Si el número de buses que pasan por un paradero es definido por la frecuencia, y las horas de servicio están ajustadas a la afluencia de pasajeros, entonces el tamaño de los buses debe ser tal que todos los pasajeros esperando en un paradero puedan subirse al bus. Con el número de paraderos definido por km. y la distancia promedio de viaje, se deriva que los pasajeros viajarán en promedio un trayecto correspondiente a 5 paraderos. Ello permite que un asiento (o cupo) puede permitir realizar 2,4 viajes por vuelta. Por otra parte, al conocer el número de recorridos y el número de vueltas diarias en cada recorrido, podemos calcular la cantidad diaria total de vueltas (sumando todos los recorridos) como 19.999. Se deduce que por asiento, en estas vueltas pueden realizarse 47.997 viajes de un pasajero.

Desde la discusión de los estratos y sus preferencias modales, sabemos que inicialmente tenemos 2.200.000 pasajeros de bus, y cada uno realiza un promedio de dos viajes diarios. Para poder realizar 4.400.000 viajes de bus diariamente, entonces necesitamos en promedio que los buses cuenten con espacio para 92 pasajeros.

En el juego, se asume que la cantidad de buses se ajusta “automáticamente” a las necesidades derivadas de la frecuencia y del número de paraderos, de vueltas y de otros parámetros discutidos anteriormente. También se asume una adaptación automática para el tamaño promedio de los buses. Esto es así porque el juego considera un horizonte de tiempo extendido: 40 años. Al asumir que las adaptaciones de la flota de buses se hacen automáticamente dentro de periodos breves de 2–3 años, el juego simplemente acepta que los decisores de la flota de buses se ajustan a las necesidades con periodos más breves que el del juego, y que al diseñar políticas de largo plazo, no necesitamos preocuparnos de estos procesos de corto plazo.

Con respecto al tamaño de los buses, otra simplificación es asumir un “bus promedio”; sin embargo en Santiago se distingue entre 3 tamaños de buses. Dado que este juego se refiere a un plazo más largo, existe la justificación de promediar sobre los tres tamaños.

2. El desarrollo en el tiempo

Cuando el juego se inicia, los estratos poblacionales tienen ingresos de 2½, 12 y 40 millones de pesos al año, respectivamente; lo que está alineado a la distribución de ingresos en Chile (según la curva de Lorenz con datos de CASEN (SEREMI RN de Santiago, 2012). También se asume una tasa de crecimiento económico promedio de 3% por año para los próximos 40 años. Lo anterior es menor que la tasa de crecimiento observada en Chile durante las dos décadas pasadas; sin embargo, al alcanzar niveles de PIB más elevados, es muy probable que Chile muestre tasas de crecimiento económico del

¹⁰⁵ Según información sobre el Transantiago disponible en el sitio web, esto parece una aproximación plausible.

orden de 3% anuales. Esta tendencia se discute en estudios recientes (CEPAL, 2013) y es coherente con la tendencia observada del crecimiento económico de Chile en los últimos 20 años¹⁰⁶. El World Economic Outlook de la OCDE¹⁰⁷ muestra que la tasa de crecimiento económico de Chile se aproxima a la típica de los países de la OCDE.

Una de las consecuencias de este aumento de los ingresos es que las personas cambian de estrato. La población del estrato 1 desciende de 3 millones de personas a 1 millón al final de las 4 décadas. Análogamente, el número de personas en el estrato 3 crece de 1 millón inicial hasta 3,5 millones al final del periodo. El estrato 2 tiene un comportamiento menos simple: inicialmente, la cantidad de personas ascendiendo al estrato 2 desde el estrato 1 supera a la cantidad de personas que asciende desde el estrato 2 al estrato 3, lo que implica que la población del estrato 2 aumenta durante los primeros años. Sin embargo, la población del estrato 1 disminuye rápidamente, ocurriendo lo mismo con los ascensos hacia el estrato 2. Entonces, a partir del año 12 los ascensos desde el estrato 2 hacia el estrato 3 comienzan a afectar negativamente la población del segundo estrato.

Todo esto ocurre asumiendo que la población total de la ciudad *no* cambia. De hecho, el modelo de simulación también permite un escenario de crecimiento poblacional; sin embargo, esto no es incorporado en la primera versión del juego de planificación.

La principal consecuencia de esta transformación de la población hacia el estrato 3 es que el número de autos aumenta y que la composición de los modos de transporte cambia drásticamente.

Debido a la disminución del estrato 1, los autos de este estrato disminuyen de 300.000 a 100.000. En el estrato medio se observa un aumento inicial hasta alrededor de 700.000 vehículos, seguido por una disminución a partir del año 12 hasta unos 500.000. El crecimiento del estrato 3 se traduce en un crecimiento de automóviles análogo desde poco más de 800.000 hasta poco menos de 3 millones. Sumando a través de los estratos, la cantidad de autos crece de 1,7 millones al inicio del juego hasta más de 3 millones al final del ejercicio.

Los modos de transporte sufren una evolución similar. Debido a la disminución de la población del estrato 1, la caminata desciende de 20% a 7%, y la bicicleta de 15% a 5%. El uso del Bus se incrementa de 37% a cerca de 40% pasando por un *peak* de 43% alrededor del año 23; siendo lo anterior la consecuencia del crecimiento temporal del estrato 2, en el que el bus es un modo importante, seguido por el traslado del estrato 2 al estrato 3. En este sentido no es sorprendente que el uso del automóvil propio crezca del 28% inicial hasta poco más de 50% al final del periodo.

Como consecuencia, el transporte total (km. por año) cambia progresivamente. Inicialmente, la mayor parte de los aproximados 8 mil millones de km. viajados en un año corresponden a viajes en bus. Sin embargo, el transporte privado crece constantemente, y en el año 25 alcanza al nivel del transporte público (que ya viene en descenso); al final de los 40 años, la relación de kilometraje anual entre transporte público y transporte privado motorizado se ha invertido.

Esto tiene consecuencias en el nivel de emisiones, ya que un automóvil y un bus tienen emisiones por km. diferentes, y además transportan un número muy distinto de personas. Para analizar las emisiones, tenemos que considerar que las emisiones provienen de los vehículos (no de los pasajeros).

¹⁰⁶ Datos del FMI en el Explorador de Datos Públicos de Google: http://www.google.com/publicdata/explore?ds=k3s92bru78li6_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=ppppc&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=world&idim=world:Earth&idim=country:CL&ifdim=world&ind=false&xMax=180&xMin=-180&yMax=-70.40356807016765&yMin=80.40294185492102&mapType=t&icfg&iconSize=0.5.

¹⁰⁷ Visualizado mediante el Explorador de Datos Públicos de Google en http://www.google.com/publicdata/explore?ds=ltjib1mluf3pf_&ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=evogdp_t1&scale_y=lin&ind_y=false&rdim=country_group&idim=country_group:ocd:non-ocd&idim=country:CHL&ifdim=country_group&ind=false.

Es así que un bus va a contaminar por las características de su motor y la velocidad, pero también va a contaminar cuando transporte pocos pasajeros. En este sentido, los buses de este juego emiten 0,75kg./km.. Evidentemente, con unos 90 pasajeros a bordo, la emisión por km./pasajero es mucho más baja que la de los autos, que emiten 0,188kg./km. y en este juego transportan a un solo pasajero.

Ya que los buses realizan sus vueltas según los recorridos y las frecuencias establecidas, el modelo asume que sus emisiones no dependen del número real de pasajeros que transportan. Inicialmente, las 20.000 vueltas de 12km., significan un kilometraje diario de 240.000km. por vuelta, que al año suman 87,6 millones de km. y una emisión total de 103.254 toneladas de CO₂. Ya que el escenario base no contiene políticas de cambio del transporte público (lo que será decidido por los jugadores), esta cantidad se mantiene constante durante los 40 años de la simulación base. En tanto, no ocurre lo mismo con las emisiones de los automóviles, puesto que a medida que aumenta el transporte privado, también lo hacen las emisiones totales. Este aumento de toneladas anuales de CO₂ es el desafío que plantea este juego de planificación, y las preguntas que se generan son las siguientes: ¿Es este un itinerario inevitable, o puede ser inferior desde el punto de vista de las emisiones totales de CO₂? ¿Qué políticas públicas podrían causar efectos de reducción de emisiones duraderas y cuán efectivas podrían ser? ¿Cómo se podría combinar estas políticas de modo de maximizar el efecto?

C. Decisiones y estructuras causales

Esta sección presenta las posibilidades de decisión y las principales estructuras causales sobre las que se tiene impacto. En general, las múltiples interdependencias entre las variables implica que las decisiones tomadas respecto a una variable, también tienen efectos en otras variables, las que a su vez están siendo afectadas por otros procesos. Por otro lado puede suceder, que debido a la presencia de bucles de retroalimentación, determinadas partes del “sistema” cuenten con cierta autonomía al cambio.

1. Las vías

En la ciudad estilizada, hay diferentes usos del suelo, que se presentan a continuación con sus respectivas abreviaciones:

CUADRO VI.5
TIPOS DE USO DE SUELO

Tipo de uso	Uso	Abreviación	Variable de decisión
Vías o áreas para alguna forma de transporte	Calles	C	Si
	Autopistas urbanas	APU	Si
	Vías segregadas	VS	Si
	Ciclovías	CV	Si
	Vías y áreas para peatones	P	Si
Otros	Estacionamientos	Est	Si
	Áreas verdes	V	No
	Edificios	Edi	No

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Para las vías y los estacionamientos, los jugadores pueden decidir las cantidades deseadas. Cuando la cantidad deseada de una forma de uso del suelo –por ejemplo los kilómetros de *vías segregadas*- se especifica como diferente a la cantidad actual, esto tiene varias consecuencias. Primero se calcula la diferencia entre la cantidad deseada y la actual; luego se ajusta la cantidad de otro uso de suelo por la cantidad correspondiente – por ejemplo, al ampliar las vías segregadas, también se reduce el kilometraje de *calles*. Una vez actualizadas las cantidades decididas, se inicia la modificación de las cantidades reales en la ciudad simulada; en el ejemplo de convertir parte de las calles en vías segregadas, el stock de *calles* se reduce y el stock de *vías segregadas* aumenta. El tiempo necesario para estos ajustes está directamente relacionado al tamaño del cambio.

En el modelo, el simulador pasa las áreas correspondientes a un estado “en cambio” y según las capacidades anuales de obras, avanzan a estar “en uso”. Es decir: normalmente, un km. de *calle* está “en uso”, igual a un km. de *APU*. Sin embargo, cuando se decide aumentar la dotación de *APU* (lo que equivale a disminuir las *calles* que se transformarán en *APU*), entonces estos km. de *calle* se convierten primero en *APU en construcción* y – de acuerdo a la capacidad de realizar la obra –en *APU en uso*.

Esto significa que una decisión de cambiar la dotación de un tipo de infraestructura, siempre causa a lo menos un cambio adicional, ya que el cambio de uso se hace sin aumentar el área total de la ciudad.

CUADRO VI.6
IMPACTOS DE CAMBIOS DE USO DE SUELO

Aumentar	Reduce
Estacionamientos	Calles, Edificios
Vías Segregadas	Calles
Autopista Urbana	Calles, Edificios
Ciclovía	Calles
Peatonal	Calles
Calles	Verde
Verde	Calles

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Para esto, es importante considerar que una disminución de *Vías segregadas* también tendrá como consecuencia un aumento de *calles*: el vínculo causal entre cada par de variables opera para aumentos como para disminuciones.

Así también, los *automóviles* (transporte motorizado privado) tienen el uso exclusivo de las *autopistas urbanas*, los *buses* (transporte público) tienen la exclusividad de las *vías segregadas*. Por otro lado, los *buses* y los *autos* usan las *calles* conjuntamente, y tienen velocidades promedio según el tipo de vía¹⁰⁸.

¹⁰⁸ Similar a las reportadas por SECTRA en http://www.sectra.gob.cl/Planes_Maestros_de_Transporte_Urbano/ciudad/Gran_Santiago/indicadores_movilidad.html.

CUADRO VI.7 VELOCIDADES PROMEDIO NORMALES

Tipo de vehículo	Tipo de vía	
Bus	Calle: 20 km/h	Vía segregada: 35 km/h
Auto	Calle: 50 km/h	Autopista urbana: 80 km/h

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Cuando no hay un exceso de vehículos, en promedio se pueden alcanzar estas *velocidades*. Los *buses* tienen una *velocidad* inferior a la de los *autos*, ya que deben detenerse en cada *paradero* por un tiempo suficientemente largo para permitir el intercambio de pasajeros.

Cuando la cantidad de vehículos hace que la distancia entre vehículos disminuya demasiado, entonces la *velocidad* promedio de los vehículos disminuye por debajo de lo normal. El efecto de lo anterior, siempre implicará un aumento de los *tiempos de viaje* y un incremento de las emisiones de CO₂ por km..

2. El transporte público

El transporte público – los *buses* – usa una parte de las calles y las *vías segregadas* para circular entre un conjunto de *paraderos*, organizados en *recorridos*. Como se explicó anteriormente, asumimos que la flota de *buses* se adapta a las necesidades según las condiciones definidas por los jugadores.

- a) Los jugadores pueden definir:
- b) la cantidad de *paraderos* por kilómetro;
- c) la cantidad de *paraderos* por recorrido;
- d) la *frecuencia* reglamentaria de buses (número de *buses* por hora);
- e) el valor de la *tarifa* por viaje (\$ por viaje).

Los valores iniciales de estas variables pueden ser definidos por los jugadores para cada ronda del juego (que son de 5 años), y tienen diferentes efectos, que se revisan a continuación.

La cantidad de *paraderos* por kilómetro incide en la distancia promedio de la caminata y por lo tanto en el *tiempo* necesario para llegar hasta el próximo paradero, que es parte del tiempo total de los viajes realizados en transporte público. Además, la cantidad de paraderos impacta en el porcentaje de calles que requerirá un recorrido, y por lo tanto en el kilometraje total de la red del transporte público. Entonces, el cambiar el *tiempo* necesario para una vuelta, afecta la cantidad necesaria de *buses*. Por último, el tamaño promedio de los buses también se deberá ajustar a eventuales cambios de este aspecto.

La *frecuencia* de los buses es un factor que influye en la cantidad de pasajeros que habrá que subir a bordo de los buses en cada ocasión; es decir una menor frecuencia requiere de *buses* más grandes. En este sentido, disminuir la *frecuencia* podría ayudar a reducir las emisiones de los buses. Pero al mismo tiempo, aumentaría el *tiempo de espera* de los pasajeros, que es parte del *tiempo total del viaje*; y cuando este tiempo aumenta, usar este medio de transporte se hace menos atractivo.

El valor de la *tarifa* para los viajes es otro factor que incide negativamente en la *atractividad* del transporte público. Ahora bien, no será viable reducir esta tarifa por debajo del monto que se requiere para financiar los costos relacionados con los *buses*.

CUADRO VI.8 COSTOS DE LOS BUSES

Aspecto	Costo	Unidad
Compra	35	Millones de \$
Mantenición	1	Millones de \$/Año
Sueldos	2	Millones de \$/Año

Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Si los 4,4 millones de *viajes* anuales iniciales aportan suficiente ingreso por cada uno y el sistema se encuentra en equilibrio, entonces se debe reconocer que si los pasajeros pagan menos, se requeriría de un subsidio para financiar la diferencia, ya que una operación deficitaria no es sostenible en el largo plazo.

3. Los modos

Más arriba se han dado a conocer los valores iniciales de los diferentes *modos*: caminata, bicicleta, bus y auto. A continuación, se presenta cómo cambian estos *modos* y de qué manera se puede afectar unos a otros.

La contaminación del aire es un efecto directo del transporte motorizado. A medida que pasa el tiempo, en la ciudad estilizada la población se traslada desde el estrato 1 hacia los estratos 2 y finalmente 3, por lo cual existe una tendencia al incremento del porcentaje del uso del transporte motorizado en general, y del uso del automóvil propio en particular. En este sentido, es tentador hacer más atractivo el transporte público (en bus), para disminuir el aumento de las emisiones. Si un motor de bus emite cuatro veces más gases que un auto, pero transporta 90 personas, entonces las emisiones proporcionales del transporte en bus serán una fracción pequeña de las emisiones de la misma cantidad de personas en auto.

De esta idea surge la comparación: ¿qué factores inciden en la *atractividad del transporte público*, qué factores inciden en la *atractividad del transporte privado* y cómo se puede comparar entre transporte público y transporte privado?

De manera general, las personas quieren realizar sus *viajes* diarios en el menor *tiempo* y al menor *costo* monetario posible. Para el transporte público (en bus), el *costo* en dinero es simplemente la *tarifa* del pasaje, y el *tiempo del viaje* es la suma del *tiempo para llegar desde el origen al paradero*, *esperar* el próximo bus, el *tiempo del desplazamiento* del bus y el *tiempo para llegar del paradero al destino final*. Entonces, el número de *paraderos* por km. regula el *tiempo para la caminata* al y desde el paradero, la *frecuencia* de buses regula el *tiempo de espera* y la *velocidad* (promedio) del bus junto con la *distancia* (promedio) del viaje regulan el *tiempo del desplazamiento*. A su vez, la *velocidad* promedio depende del tipo de vía (*vía segregada* o *calle*) y de la densidad del tránsito. Para esto, es importante considerar que en las *calles*, la densidad del tránsito depende a la vez de la cantidad de *buses* y de la cantidad de *autos*. Por lo tanto, cuándo más *vías segregadas* hay en relación con las *calles* (para los recorridos de *buses*), más alta debería ser la *velocidad* promedio de movimiento.

Para el transporte privado (auto), los *costos* monetarios dependen del *costo de comprar* y *mantener un auto*, del *costo del combustible* y de la eventual *tarifa* para usar las calles¹⁰⁹. El *tiempo total* para hacer los viajes en auto depende del *tiempo para estacionar* (búsqueda más caminata entre

¹⁰⁹ En este ejercicio no se considera el *costo de estacionamiento*; variable que será incorporada en futuros ejercicios.

estacionamiento y origen o destino) y el *tiempo del desplazamiento* propiamente tal. Este último, nuevamente depende de la *velocidad promedio*, que es más alta en *autopistas urbanas*. Análogamente al caso de los *buses*, cuanto más *autopistas urbanas* hay en relación con *calles*, la *velocidad general* de los *autos* aumenta.

Adicionalmente, y en términos de emisión de gases tanto para *buses* como para *autos* por igual, se aplica la regla de que a menor *velocidad*, aumenta la cantidad de emisiones por km..

Es así como se determina la *atractividad del transporte público* y la del *transporte privado*. La *atractividad relativa del transporte público* se define entonces como la relación:

Atractividad del transporte público / *Atractividad del transporte privado*

Esta *atractividad* relativa incide en la elección del modo de transporte: cuanto la *atractividad relativa del transporte público* (ARTP) excede 1 (100%), una determinada proporción de automovilistas se deja tentar y usan el *bus*.

Cuando la *atractividad del transporte público* y la del *transporte privado* son iguales, la *atractividad relativa* es igual a 100% o bien 1. En este caso, las personas eligen el *modo* de viaje de acuerdo a sus preferencias subyacentes, según su *estrato* (presentadas arriba). Cuando la ARTP excede el 1, paulatinamente el efecto sobre el *modo* de *transporte público* crece. Este crecimiento empieza lento, luego se acelera y finalmente se estanca en 1,5 o 150% de los pasajeros habituales. Cuando la ARTP disminuye, también se contrae el efecto, y sus valores disminuyen primero lentamente, luego aceleradamente y finalmente se estanca en 0,5; nunca menos del 50% de los pasajeros usuales estarán en los *buses* (ya que para muchas personas no habrá otra alternativa que tomar el *bus*). La pendiente de la reacción a disminuciones de la ARTP es más fuerte que para aumentos; esto se traduce en que las personas son más sensibles al empeoramiento que al mejoramiento de su situación. Lo anterior también significa que la reputación del transporte público puede bajar disminuir más ápidamente que subir.

El transporte privado en *auto* se reduce cuando hay más personas que eligen usar el *bus* en lugar de su propio *auto*. Cuando esto ocurre, baja la *densidad* vehicular en las *calles* y ello hace más *atractivo* el uso del *auto* propio. Visto bajo esta perspectiva, las medidas para aumentar el uso del *transporte público* podrían ser de corta duración, ya que –en principio– siempre asumimos que las personas buscarán la alternativa más satisfactoria. Entonces, cuando una intervención hace más *atractivo* el *bus*, el traslado de pasajeros de *auto* a *bus* hará que la ventaja del *bus* se diluya.

De manera similar, cuando aumenta el uso del *auto* propio, la congestión resultante también tiende a reducir la *velocidad promedio de los buses* en la *calle* y transmite así una externalidad negativa sobre el transporte público.

Las interdependencias entre los *modos* motorizados de transporte son fuertes y ninguna intervención aislada en uno de estos modos tendrá un éxito duradero debido a las reacciones compensatorias del “sistema”.

En el pasado cercado, se ha observado un incipiente aumento del uso de la *bicicleta* “por elección” (no “por falta de otras opciones”) en Santiago. Esto dista mucho de lo que ocurre en ciudades como Amsterdam o Copenhague, donde un elevado porcentaje de las personas usa la bicicleta de manera regular. Sin embargo, si la *bicicleta* (y la caminata) pudieran devenir en un modo de transporte socialmente valorado, entonces la tasa de uso de los *modos motorizados* disminuiría, y por consiguiente la pregunta de “*bus o auto*” ya no sería la única.

Sin embargo, la difusión de la *bicicleta* y de la *caminata* dependerá de varios factores, la existencia de una infraestructura vial (*ciclovías* y *peatonal*), el deseo personal de usar tal modo de transporte (lo que a su vez dependerá de la influencia de la sociedad, de la familia y de la educación, entre otros), y de las distancias de los viajes. El juego asume que por la historia de nuestro país, la posibilidad de aprender a apreciar el uso del *transporte no motorizado*, se limita al “estrato 3”, donde por la situación económica, usar la *bicicleta* o *caminar* es claramente una elección, no una necesidad.

Luego, la difusión de tales innovaciones sociales pasa por un proceso de boca-a-boca, que tiene una forma típica llamada “S”: inicialmente hay pocas personas que realizan la actividad, cada persona “activa” (*bicicleta* o *caminata*) es promotor de esta actividad y se encuentra con otras personas. Con cierta frecuencia, estas otras personas aún no son “activas”, pero se dejan tentar. Entonces, el simulador calcula esta cantidad de personas que se convierten y permite a los jugadores experimentar con esta posibilidad.

Otra posibilidad de reducción de la congestión de *autos* puede ser el número de *pasajeros por auto*. El modelo asume que cada persona prefiere ir sola en su *auto*, pero si pudieran ser 2 pasajeros por auto, la cantidad de automóviles se reduciría en un 50%. Entonces en el juego de planificación, se puede decidir aumentar la cantidad de *pasajeros por auto* de manera paulatina.

4. Las distancias

Al inicio del juego, la *distancia* promedio de los viajes (de todos los estratos) es de 10 km¹¹⁰. Esta *distancia* es consecuencia de un modelo de ciudad, donde por considerar la posibilidad del transporte motorizado se ha llegado a separaciones importante entre los lugares de residencia, de trabajo y de educación (que son la causa de la mayor parte de los *viajes* diarios). Naturalmente, una *distancia* de 10 kilómetros por viaje es un impedimento para el uso voluntario de un modo no motorizado (*bicicleta* y, con mayor razón, la *caminata*). En este escenario, es entendible que aquellos habitantes que cuenten con los medios económicos para usar el transporte motorizado, lo prefieran. Por lo tanto, se puede esperar que si estas *distancias* pueden ser reducidas, será más fácil para las personas convertirse hacia el uso (al menos parcial) de la *bicicleta* y/o de la *caminata*. Es más, si esto conduce a aumentar la parte de la población urbana con inclinación al *transporte no motorizado*, esto va a incidir en la elección de lugares de residencia, de trabajo y de educación (y así lograr obtener un círculo virtuoso).

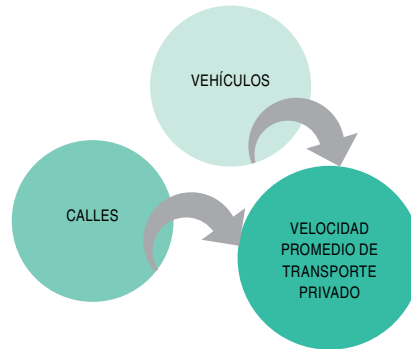
Es entonces relevante preguntarse sobre las posibilidades de reducir la *distancia* promedio de los viajes. El desafío consiste en que esto constituye un proceso muy lento, ya que depende del ritmo de la construcción/destrucción de los edificios: ¿cuánto efecto se logra a lo largo de las décadas? ¿cuánta paciencia se debe tener para aguantar el periodo inicial, durante el cual no se observará un efecto impresionante?

5. Relaciones importantes

Hay un gran número de relaciones causales en el STU. Algunas son especialmente importantes para tomar decisiones en este juego. A continuación se presentan diagramas causales, usando sólo variables y vínculos causales. Cada vínculo causal conecta una variable independiente con una variable dependiente, la punta de la flecha indica la dirección de la influencia; además tiene un “+” o “-”, según su “polaridad”. Un “+” significa que la reacción de la variable dependiente a un cambio en la variable independiente irá en el mismo sentido que el cambio en la variable independiente. Un “-” indica que la reacción de la variable dependiente será inversa. La ilustración siguiente aclara esta definición con un ejemplo:

¹¹⁰ Estimación realizada por el equipo del proyecto.

DIAGRAMA VI.1 EJEMPLO DE DIAGRAMA CAUSAL



Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

El diagrama representa dos proposiciones de causalidad. Por un lado, cambios en el kilometraje de *calles* impactan la *velocidad promedio del transporte privado* en el mismo sentido; cuando aumenta el kilometraje de calles, la *velocidad promedio* también aumentará, y cuando se reduce el kilometraje de calles, la *velocidad promedio* también disminuirá. Por otra parte, cuando aumenta el número de *vehículos*, la *velocidad promedio* disminuye, y una reducción de la cantidad de *vehículos* resultará en un aumento de la *velocidad promedio*. Esta relación inversa del cambio es expresada por el signo “-”.

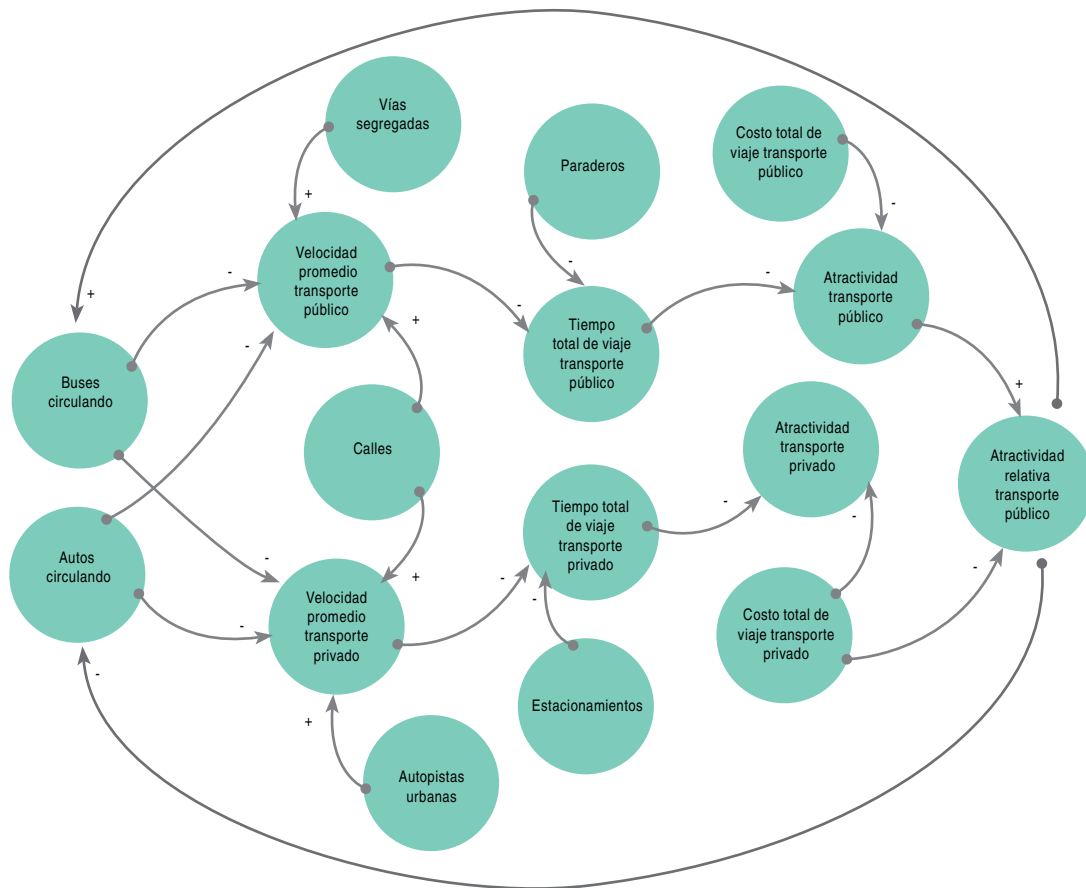
Una parte importante del STU vincula el uso del modo motorizado privado con el modo motorizado público, porque los ciudadanos tienden a elegir el medio de transporte en función de su *atractividad relativa* (comparada con los medios alternativos). El siguiente diagrama representa los componentes más relevantes de este aspecto de la ciudad estilizada:

En el siguiente diagrama de causalidad, se han incluido las variables de decisión que tienen un gran impacto en la *atractividad relativa del transporte público (ARTP)*¹¹¹: kilometraje de *calles*, de *vías segregadas*, número de *paraderos*, *costo total del viaje en transporte público*, son ejemplos de variables que inciden en la *atractividad del transporte público*. En tanto, el kilometraje de *calles* y de *autopistas urbanas*, la cantidad de *estacionamientos* y el *costo total de viaje en transporte privado* determinan la *atractividad del transporte privado*. Los diferentes tipos de *vías* inciden en la *velocidad promedio* y por lo tanto en el *tiempo de viaje*, que es un componente de la *atractividad*; a mayor *velocidad* menos *tiempo de viaje* y, por lo tanto, mayor *atractividad*. Eventuales aumentos en la *atractividad del transporte público* aumentan la *ARTP*, mientras incrementos en la *atractividad del transporte privado* disminuyen la *ARTP*.

Entonces, si por ejemplo se aumenta el número de *paraderos*, reduciendo la caminata hasta los paraderos, la disminución del *tiempo total de viaje* conduce a un aumento de la *ARTP*. Sin embargo, el cambio en la *ARTP* conducirá a dos efectos posteriores, habrá más transporte en *bus* y menos en *auto*. Estos cambios y su significado se hacen más visible en el siguiente diagrama:

¹¹¹ Algunos vínculos (como el de *vías segregadas* a *calles* y de *autopistas urbanas* a *calles*) no han sido incluidos para conservar un nivel de complejidad visual aceptable.

DIAGRAMA VI.2
INCIDENCIA EN LA ATRACTIVIDAD RELATIVA
DEL TRANSPORTE PÚBLICO



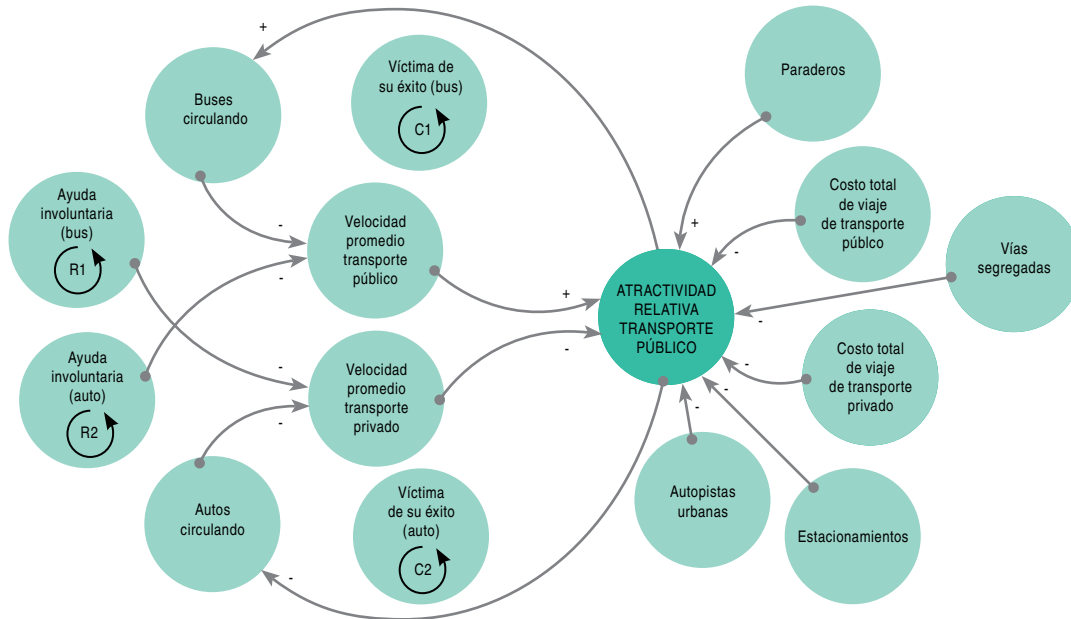
Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

En el diagrama de la página siguiente se han omitido las variables intermedias, y las variables de decisión aparecen del lado derecho. En la parte izquierda, se distinguen 4 *bucles de retroalimentación*, que re-conectan la ARTP con el mismo signo. Un aumento inicial de la ARTP aumenta el uso de los *buses* y disminuye el de los *autos*. Un aumento del uso de los *buses* tiende a reducir la *velocidad promedio* del *transporte público* (más pasajeros subiendo y bajando aumenta el tiempo de detención en los paraderos y disminuye la *velocidad promedio*), terminando por reducir la ARTP. Este bucle, denominado “víctima de su éxito (*bus*)” es de tipo “compensador” (razón por lo cual el símbolo circular tiene una C), porque un cambio en un sentido es convertido en un cambio en el sentido opuesto, compensándose así el cambio inicial. De manera simultánea, los *buses* que circulan por las calles disminuirán la *velocidad promedio* del *transporte privado* (cuando se detienen en los paraderos), reforzando el aumento en la ARTP (bucle “Ayuda involuntaria (*bus*)” con sigla R). Al mismo tiempo la disminución de los *autos* descongestiona las calles, aumentando de esta forma la *velocidad promedio* tanto del *transporte privado* como la del *transporte público*. El primer efecto mejorará la atraktividad del *auto* y por lo tanto de su uso, reduciendo entonces la ARTP. El segundo de estos bucles reforzará la ventaja de los *buses* y así la ARTP.

Resumiendo, se debe constatar que cualquier cambio en una variable de decisión que resulte en un cambio de la ARTP, desencadenará cuatro procesos cíclicos, dos de los cuales tienden a anular el efecto en la ARTP, mientras que los otros dos tienen a reforzarlo. En las simulaciones, los dos bucles

compensadores tienen más fuerza, por lo cual se debe concluir que las ventajas que se obtienen mediante políticas diseñadas a aumentar la *atractividad del transporte público* o a disminuir la *atractividad del transporte privado*, si bien consiguen efectos iniciales alentadores, son de corta duración, porque estos gatillan procesos de compensación. Estos procesos son la consecuencia del supuesto que los ciudadanos deciden entre diferentes *modos* de transporte de modo de minimizar los tiempos y costos de transporte totales. Mientras este supuesto sea realista, las decisiones de los ciudadanos asegurarán una tendencia hacia el equilibrio de las *atractividades* de los diferentes *modos*.

DIAGRAMA VI.3
LA CORTA DURACIÓN DE LOS EFECTOS DE UNA POLÍTICA



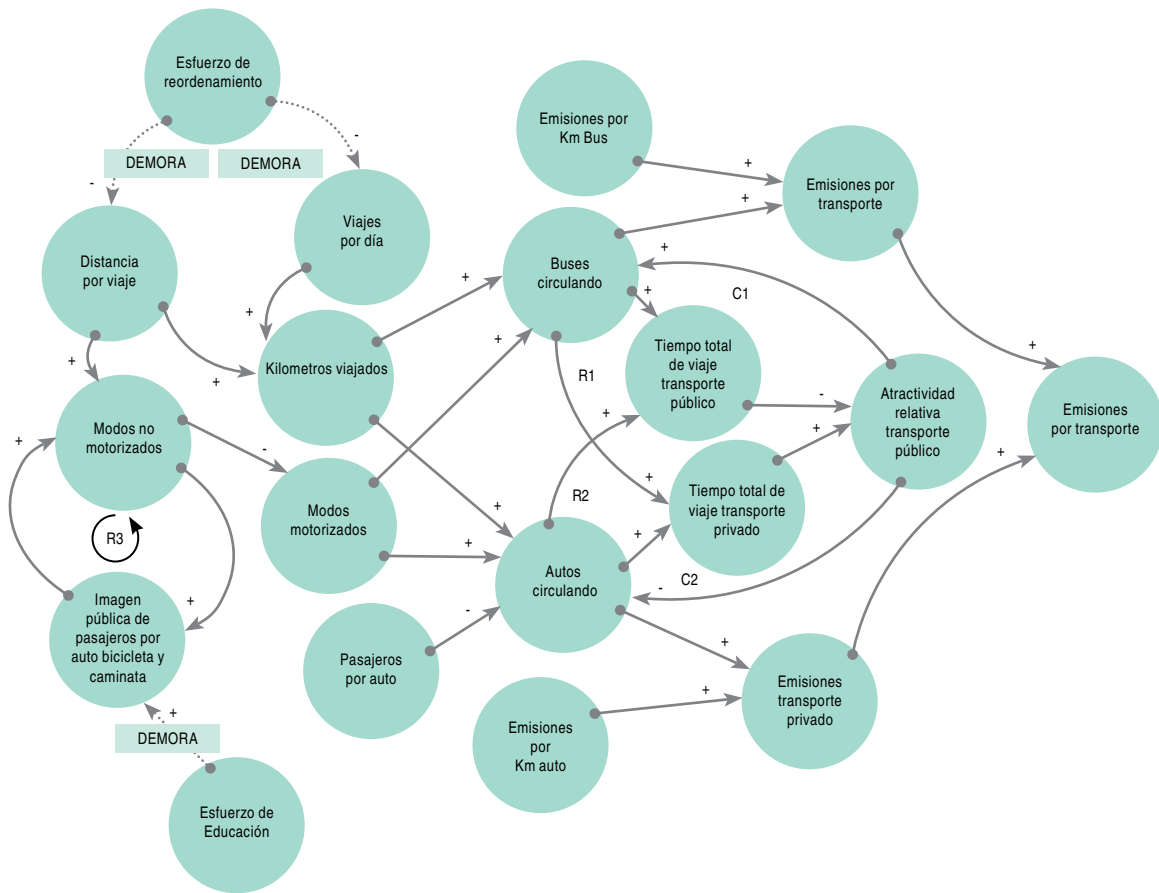
Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

A pesar de este mensaje de precaución, otras políticas tienen efectos más duraderos. La estructura causal relevante se presenta en la siguiente figura.

En la parte central del siguiente diagrama reencontramos la estructura previamente analizada. Sin embargo, ahora se aprecian elementos adicionales. Primero, la cantidad de *emisiones por transporte* resulta de la cantidad de *kilómetros viajados* y de los *modos motorizados* que determinan cómo estos kilómetros se distribuyen entre los *autos* y los *buses* y sus respectivos *emisiones por km.* Naturalmente, reducir las *emisiones por km.* es una ayuda, pero no cambia la tendencia hacia el *modo motorizado privado* que es la consecuencia de la transformación de los ciudadanos a través de *estratos*. Por lo tanto, cada vez más personas harán sus *viajes* diarios en *auto*. Dado que con cualquier tecnología de tracción transportar una determinada cantidad de pasajeros en *bus* siempre resultará en menos *emisiones* que cuando esta misma cantidad de pasajeros es transportada en *auto* privado, queda claro que mejorar la eficiencia de la tecnología de tracción no aborda la causa fundamental del problema de las *emisiones*.

Otras políticas se aproximan mejor a esta causa. Por ejemplo, aumentar el *número de pasajeros por auto* no reduce la cantidad de personas que eligen el *modo motorizado privado*, pero reduce la cantidad de *autos* circulando, reduciendo así el nivel de *emisiones*, aumentando las *velocidades promedio* y la *atractividad del transporte privado* (y en menor medida también la del *transporte público*); la resultante disminución de la *ARTP* compensa en parte el efecto de esta política.

DIAGRAMA VI.4
INCIDENCIAS EN LAS EMISIONES



Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Las tres variables claves son los *modos no motorizados*, la *distancia* típica del viaje y el *número de viajes* diario. A menor *número de viajes* y/o *distancia* se reduce el *kilometraje* (tanto de transporte público como de transporte privado), y por lo tanto las *emisiones*. Si los ciudadanos eligen un *modo no motorizado* de transporte, ello naturalmente reducirá el *kilometraje* realizado por vehículos motorizados, así como el nivel de emisiones. Es así que *esfuerzos de reordenamiento* de la ciudad, si bien demoran en tener un efecto perceptible, pueden terminar reduciendo las *distancias* y tendencialmente también el número promedio de *viajes*, y así paulatinamente pueden facilitar la difusión de los *modos no motorizados*. En el diagrama VI.4, el vínculo de causalidad de *esfuerzos de reordenamiento* aparece con línea punteada para expresar el hecho de que el modelo (y el juego) no considera una variable “*esfuerzos de reordenamiento*”. En particular, no hay estimaciones para cuantificar el efecto de un determinado gasto en acortamiento de distancias o de reducción de viajes. Frente a esta situación, los jugadores pueden optar por un porcentaje máximo anual de reducción de distancia y de reducción de viajes, sin la necesidad de determinar estos dos efectos de manera indirecta a través de una variable que represente un determinado gasto anual.

Finalmente, la *imagen pública de los modos no motorizados* puede cambiar producto de *esfuerzos de educación* (educación escolar para los ciudadanos jóvenes y a través de campañas comunicacionales y de difusión para los adultos). Esto tomará un largo periodo tiempo en tener efecto,

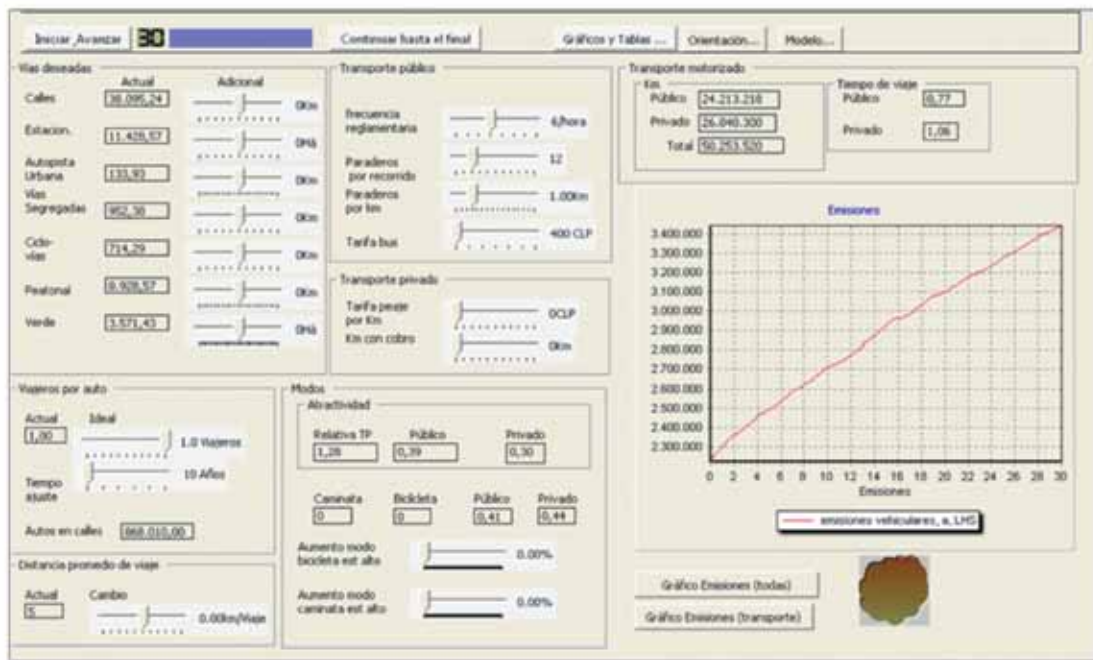
pero cuando la *imagen* mejore, crecerá también el número de personas que eligen *modos no motorizados* (a lo menos para una parte de sus viajes). Lo anterior aumentará el efecto del boca-a-boca, ayudando a mejorar aún más la *imagen*. Igual como en el caso del *reordenamiento*, no se cuenta con estimaciones para simular la relación causal entre el gasto en tales campañas y el efecto de *imagen*. Por lo tanto, los jugadores pueden decidir una tasa anual máxima de mejora en la *imagen*.

D. El juego

El modelo de simulación se ha desarrollado usando el paquete de modelado *Vensim DSS*¹¹², y puede ser usado para simulaciones mediante el software gratuito “*Vensim model reader*”. El juego de planificación consiste de un set de materiales como planillas y láminas, junto con un juego de simulación que fue desarrollado mediante *Sable*, que la misma compañía distribuye para facilitar el desarrollo de capas de interfaz para modelos de *Vensim*.

La siguiente ilustración muestra la pantalla principal del juego, donde se pueden observar las diferentes zonas con información actual y control para tomar decisiones.

IMAGEN VI.1
LA PANTALLA PRINCIPAL DEL SIMULADOR



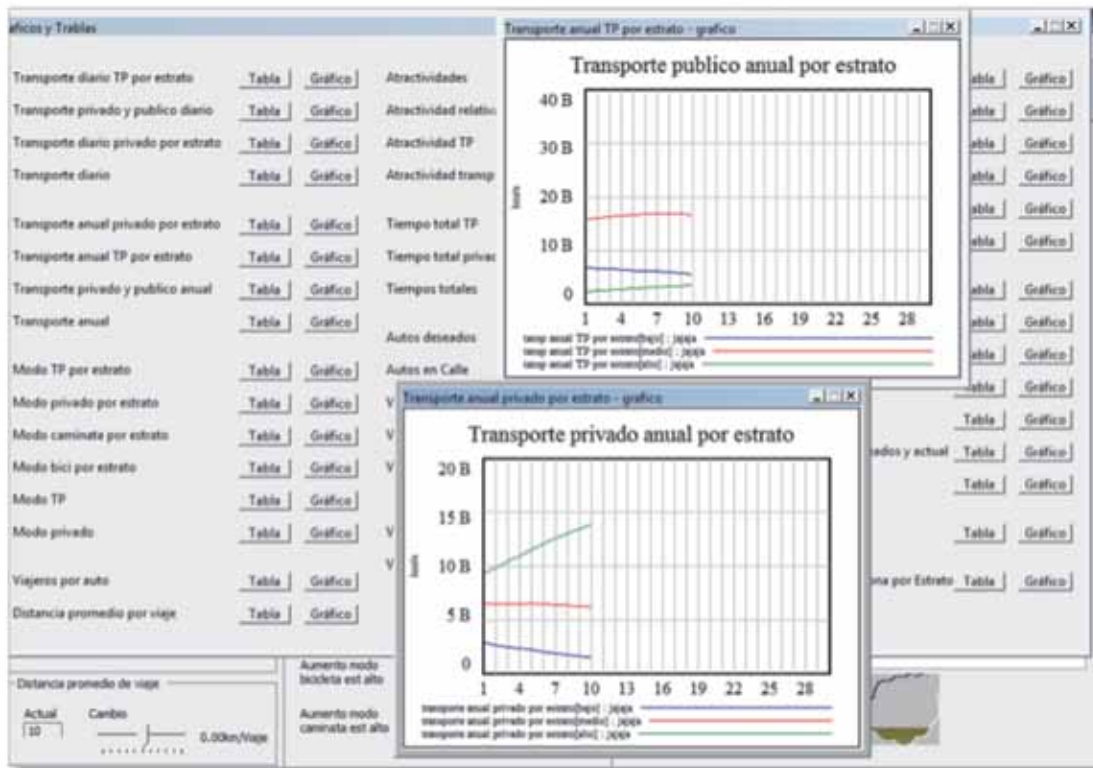
Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

Esta pantalla está subdividida en diferentes áreas que cumplen funciones específicas. Principalmente se trata de control de juego, situación actual, decisiones e itinerario de emisiones. Al nivel de las decisiones, la variable de *vías deseadas* permite registrar la cantidad deseada de cada tipo de vías. Las variables *transporte público* y *transporte privado* permiten ajustar las especificidades

¹¹² <http://www.ventana.com>

de estos modos motorizados. Además, la variable *viajeros por auto* puede ser influido dentro de los límites explicados anteriormente. La *distancia* típica de viaje puede ser acertada por una cantidad anual prudente, y los dos modos no motorizados pueden aumentar lentamente a lo largo del tiempo. En la parte derecha de la pantalla, se observan los valores actuales de los modos y la evolución de las emisiones. También se tiene acceso a otras pantallas con gráficas y tablas acerca del desarrollo de los valores de las diferentes variables sobre los años simulados. Esto permite inspeccionar el comportamiento de las variables, eventualmente detectar los efectos de decisiones tomadas, sin sobrecargar la complejidad de la pantalla base. A continuación se presenta un ejemplo de uso, donde se aprecia el desarrollo de los modos motorizados por estrato durante los primeros 10 años del juego:

IMAGEN VI.2
GRÁFICOS Y TABLAS PARA INSPECCIONAR EL
COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES



Fuente: Schaffernicht, M. (2013). “Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

El juego se hace en grupos y se basa en un trabajo vivencial. Los participantes tienen láminas explicativas a su disposición, lo que permite inspeccionar la estructura causal de la ciudad estilizada en todo momento. Para cada periodo de decisión los participantes pueden deliberar, disponiendo de un computador, un proyector y un facilitador del modelo, que puede responder consultas y explicar cómo esta estructura de causalidad genera los comportamientos observados hasta el momento. Una vez que las decisiones han sido tomadas, se comunican con otro facilitador, con otro computador y proyector, que ingresa las decisiones al juego y pasa al próximo periodo de tiempo. Así se pueden observar los comportamientos de las variables y la estructura causal de manera simultánea.

E. Conclusiones

Las simulaciones realizadas para desarrollar el juego de planificación han permitido llegar a conclusiones genéricas acerca de políticas de decisión en el ámbito del sistema de transporte urbano (STU), las que son sintetizadas a continuación.

Una mayor cantidad de *vías segregadas*, inicialmente aumenta la *atractividad relativa del transporte público*, pero también tiende a aumentar la congestión en las calles reduciendo así la *velocidad promedio* de los *buses* en las *calles*. Por lo tanto hay un punto de inflexión, más allá del cual el efecto de aumentar las *vías segregadas* reduce la *ARTP*.

Por otro lado, el aumentar el uso voluntario de los *modos no motorizados* reduce la cantidad de *viajes en automóvil*. Como consecuencia de esta medida se descongestionan las calles, lo que aumenta la *atractividad relativa del transporte privado*. Ello conduce a trasladar *viajes* desde el *transporte público* al *transporte motorizado privado*, limitando así el efecto de la medida inicial.

Estas “sorpresas” reafirman una vez más que la *atractividad relativa* –nuestra conceptualización de la variable que observan los ciudadanos–, y el proceso dinámico de minimización del *tiempo* y *costo* monetario del transporte al momento de intervenir directamente en las condiciones de cómo se realiza el transporte motorizado, limitan severamente las posibilidades de influir de manera prolongada en los usos del transporte y, por lo tanto, en el nivel de *emisiones* de GEI. Esto permite dirigir la atención hacia los factores que enmarcan estas condiciones, esto es hacia el conjunto de *valores* de la sociedad respecto de los *modos no motorizados*, las *distancias* de viaje y el número de *viajes* y, en menor medida, hacia el *número de pasajeros por auto* circulando.

Naturalmente, todo progreso perceptible en estos factores es lento y, por lo tanto, las medidas mencionadas serían medidas de largo plazo. Para un sistema de diseño de políticas de STU, enmarcado en procesos políticos dependientes de ciclos electorales de corta duración, y de una falta de conciencia (muchas veces producto de la carencia de información) por parte de los ciudadanos, que son a la vez viajeros y electores, este tema presenta un dilema considerable.

En este marco, el juego de planificación es entonces un modo de interacción con la estructura de causalidad de la ciudad estilizada, que permite confrontar los modelos mentales de los participantes con las consecuencias lógicas (simuladas) de la estructura de causalidad. En efecto, los efectos sorpresa, como constatar que la *ARTP* baja después de haber iniciado un aumento, causan disonancia cognitiva, indagación y debate. También permiten reflexionar sobre los diferentes horizontes de tiempo sobre los cuales se elige buscar mejoras y el “*trade-off*” entre los avances de corto plazo y avances que involucren progresos duraderos. Por otro lado, si bien este juego de simulación no permite tomar decisiones particulares en una ciudad concreta, es una herramienta para reconsiderar las *políticas de decisión* tradicionales respecto del STU. Esta estrategia guía a los jugadores hacia el reconocimiento de que los esfuerzos de corto plazo no son necesariamente duraderos y que se requieren de esfuerzos adicionales luego de haber pasado algunos periodos. Esta estrategia invita a reconocer este dilema y a reflexionar sobre maneras de reconciliar el corto con el largo plazo.

Naturalmente esta es una etapa temprana de esta línea de trabajo. En el futuro, podrían elaborarse interfaces de traspaso de datos entre diferentes modelos, permitiendo configurar el juego más específicamente a las condiciones de una ciudad en particular. También se deben buscar otras mejoras en relación con la interfaz, la que actualmente es bastante abstracta en su modo de presentar la información. Por ejemplo, disponer de una interfaz con una capa de visualización territorial, permitiría una percepción más fácil por parte de los participantes del juego.

VII. Conclusiones

A. Conclusiones generales

Una característica propia de los procesos regulatorios es la existencia de conflictos (o trade-offs) entre los distintos objetivos a perseguir (eficiencia productiva, eficiencia asignativa, sustentabilidad, equidad, etc.). Para poder seleccionar instrumentos o políticas “óptimas” es necesario priorizar o poner pesos relativos a dichos objetivos. Estos pesos relativos pueden variar entre países, ciudades, sectores y también a través del tiempo. La incorporación del fenómeno del cambio climático en la regulación puede interpretarse como un cambio en los pesos relativos asignados a los diferentes objetivos, o incluso como una nueva situación de compromiso entre condiciones ambientales locales y globales y de equidad intertemporal. Es por ello que el cambio climático se presenta como un desafío adicional al proceso regulatorio, teniendo particular influencia en los sectores analizados en el presente estudio.

El presente trabajo permite apreciar que prácticamente no existen iniciativas de política fiscal o instrumentos económicos dirigidos específicamente a la mitigación y adaptación al cambio climático en América Latina. De hecho, la mayor parte de las medidas que se aplican al momento de este estudio en las ciudades de Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Lima, Santiago y Sao Paulo, y que generan un co-beneficio en términos de mitigación de las emisiones de GEI, están dirigidas al control de la contaminación atmosférica local, a la eficiencia energética, al mejoramiento de los sistemas de transporte urbano o simplemente son medidas recaudatorias (como el impuesto a los combustibles).

A pesar de que no se han aplicado grandes medidas para la mitigación o adaptación del cambio climático en estas ciudades, estas sí cuentan con Planes de Acción para la mitigación y adaptación del cambio climático a nivel nacional y en algunos casos también a nivel metropolitano, los cuales tienen grados de implementación diversos, pero se espera que a futuro sean más ambiciosos y efectivos en su implementación.

Las medidas de mitigación analizadas fueron evaluadas de acuerdo a sus niveles de efectividad, co-beneficios, y su factibilidad de implementación. Dado que las realidades de las 6 ciudades bajo estudio difieren en términos de sus factores climáticos y ambientales, matriz eléctrica, parque vehicular, configuración urbana y factores transversales, las recomendaciones de medidas fueron sensibilizadas a estas realidades. Este análisis da cuenta de que si bien existen recomendaciones que no varían mucho

entre las distintas ciudades (impuestos, subsidio a buses y taxis híbridos y la iluminación eficiente), ocurre que hay otras medidas en las cuales la recomendación varía dramáticamente entre urbes (sistema de permisos transables, aislación de viviendas, calefactores eficientes, vehículos híbridos plug-in, energías renovables en el punto de consumo, co-generación eléctrica), producto por ejemplo de las condiciones climáticas de las ciudades, de la intensidad de carbono de sus matrices eléctricas, y del nivel de desarrollo institucional, entre otras razones. Es por ello que un diseño adecuado de un plan de mitigación y adaptación al cambio climático, debe considerar que si bien hay recomendaciones de medidas que pueden ser emuladas de un país a otro, con otras se debe tener una mayor atención, puesto que las realidades pueden ser diversas e incluso llegar a ser opuestas.

Las políticas deberían resaltar, apoyar y recompensar las “sinergias” y “co-beneficios” (lo que las políticas puedan hacer para lograr tanto objetivos respecto al cambio climático como respecto al nivel de desarrollo, de empleo, y finanzas públicas, entre otros). Asimismo, las políticas del cambio climático deberían tratar problemas y necesidades tanto a corto como a largo plazo.

Otra condición esencial para el diseño e implementación de una estrategia de adaptación al cambio climático es que exista información disponible para las empresas del sector, que sirva como marco de referencia dentro del cual las empresas enmarquen sus planes de inversión y de negocios, incorporando decisiones relativas a la adaptación al cambio climático. El rol del gobierno es fundamental en la provisión de dicha información, puesto que el análisis del impacto potencial del cambio climático en un país está fuera de las posibilidades y de las responsabilidades de cualquier proveedor de servicios de infraestructura.

También se concluye que para obtener efectos más sustantivos en materia de cambio climático en los distintos sectores, es necesario un cambio de paradigma, considerando el tratamiento de cada uno de los sectores de manera integral en todos los segmentos y con la inclusión de todos los grupos de interés, como un proceso flexible y capaz de responder a los cambiantes desafíos globales. En este mismo sentido, la construcción de curvas de costo de abatimiento ha mostrado ser una herramienta sumamente útil para identificar y priorizar las líneas de acción disponibles de reducción de emisiones para las empresas prestadoras de servicios. Sin embargo, en América Latina existe una gran debilidad de información, particularmente relativa a estimaciones cuantitativas del impacto esperado en la reducción de GEI y sobre los efectos reales de las medidas en la reducción de GEI, dificultando recomendaciones basadas en información válida y homologable. En esta misma línea, otra condición esencial es que exista información disponible respecto al cambio climático, sus efectos y sus desafíos para las empresas del sector, que sirva como marco de referencia dentro del cual las empresas enmarquen sus planes de inversión y de negocios incorporando decisiones relativas a la adaptación al cambio climático. El rol del gobierno es fundamental en esta materia, puesto que el análisis del impacto potencial del cambio climático en un país está fuera de las posibilidades y de las responsabilidades de cualquier proveedor de servicios de infraestructura urbana.

Además, se plantea la necesidad de que sea el sector público el que asuma el liderazgo en lo referente al desarrollo de sistemas nacionales de certificación, puesto que la credibilidad de la información que contienen los certificados es crucial para garantizar su efectividad.

Por otro lado, se concluye que en América Latina existe una clara necesidad de diversificar las fuentes de financiamiento. En el ámbito de las medidas de financiamiento, además de los aportes fiscales, se han identificado dos áreas de desarrollo complementarias entre sí. Por un lado, la utilización de fondos fiscales, NAMAS o MDL, y por otro, medidas tendientes a desarrollar mercados, como es el caso del fomento a las empresas ESCOs.

También se menciona que para obtener efectos más sustantivos respecto al cambio climático en los distintos sectores analizados, es necesario un cambio de paradigma, que considere el tratamiento de cada uno de los sectores de manera integral en todos los segmentos, que incluya un análisis de ciclo

de vida de los productos en los distintos sectores, que considere tanto la oferta como la demanda de los productos analizados, y que incluya a todos los grupos de interés; todo lo anterior, en un proceso flexible y capaz de responder a los cambiantes desafíos globales.

Finalmente, se rescata que la inclusión de los consumidores finales, los hogares, es de vital importancia para alcanzar metas de reducción de GEI en los sectores mencionados. Por lo tanto, esquemas regulatorios que promuevan cambios culturales en los hábitos de las personas, y programas de sensibilización y educación de las comunidades respecto a los impactos del cambio climático, y respecto de las acciones que ellos pueden tomar para mitigar y abatir sus efectos, también altamente recomendadas para la región.

A continuación se presentan las conclusiones sectoriales, muchas de las cuales también son válidas y transversales a los distintos sectores bajo estudio.

B. Conclusiones sectoriales

1. Sector agua y saneamiento

Debido a las características del sector de agua y saneamiento, el abordaje de la problemática del cambio climático debe darse desde dos frentes: desde el manejo de la demanda y desde el manejo de la oferta. Las medidas de manejo de demanda giran en torno a la disminución del consumo a niveles eficientes, mientras que las medidas de gestión de oferta se centran principalmente en el logro de una mayor eficiencia energética por parte de las empresas prestadoras del servicio y en el control de las emisiones fugitivas de las plantas de tratamiento.

Para lograr establecer un programa de abatimiento y adaptación eficiente en el sector, es necesario tener una comprensión integral del proceso de provisión de servicios de agua y saneamiento. Por un lado se debe identificar el consumo energético involucrado en todas las áreas del proceso, para lograr así una línea base de consumo que actúe como parámetro de comparación, permitiendo la evaluación de las medidas implementadas. Esto también permitiría identificar las medidas de reducción del consumo de energía disponibles, para su posterior priorización. En este mismo sentido, la construcción de curvas de costo de abatimiento y los *technology road maps* han mostrado ser herramientas sumamente útil a efectos de identificar y priorizar las líneas de acción disponibles de reducción de emisiones para las empresas prestadoras.

El estudio concluye que para obtener efectos más sustantivos en el sector, es necesario un cambio de paradigma, considerando el tratamiento de aguas y residuos de manera integral en todos los sectores de la comunidad, como un proceso de recuperación de recursos flexible y que sea capaz de responder a los cambiantes desafíos globales.

2. Sector transporte y movilidad

Las medidas revisadas para la mitigación y adaptación del cambio climático en materia de transporte y movilidad tienen distintos niveles de impacto ambiental, en cuanto a emisiones de GEI y EE, dependiendo del tipo de medida y de su alcance. Por ejemplo, aquellas medidas que mejoran la tecnología de la combustión, ya sea con motores más eficientes o mejores combustibles, en general tienden a tener un impacto mayor en los niveles de reducción de GEI.

Sin embargo, existe una gran debilidad de información en el sector en América Latina en general y, en particular, respecto a estimaciones cuantitativas del impacto esperado en la reducción de GEI y sobre los efectos reales de las medidas en la reducción de GEI, dificultando las recomendaciones basadas en información válida y homologable.

Es importante destacar, que la mayoría de las medidas estudiadas no fueron planteadas inicialmente con el objetivo de reducir las emisiones de GEI, sino más bien para reducir las emisiones de contaminantes locales, reducir la congestión o bien aumentar la calidad y/o eficiencia económica de los sistemas de transporte. Sin embargo, aún cuando no fuera la intención inicial de las medidas, este tipo de medidas ha demostrado tener efectos positivos en la reducción de los GEI, y por lo tanto han sido incorporadas en las estrategias de reducción de GEI, elaboradas con posterioridad por diversos países y ciudades.

En los casos analizados resalta el alto grado de diseminación de las medidas, así como en otras ciudades latinoamericanas. Medidas tales como la implementación de sistemas de transporte BRT, el fomento del uso de la bicicleta, programas de autorregulación de emisiones de vehículos diesel y restricciones a la circulación según los dígitos de la placa patente, son comunes en todas estas ciudades, por lo que las recomendaciones en estos casos adquieren más sentido en términos de recoger las mejores prácticas que en la medida genérica en sí misma.

También llama la atención que medidas implementadas en países de Europa, tales como el peaje urbano en zonas de alta congestión, todavía no tengan el consenso necesario en las ciudades latinoamericanas.

Finalmente, una serie de medidas de carácter tecnológico, tales como el uso de combustibles alternativos en el transporte, están siendo implementadas principalmente a nivel piloto en varias ciudades de la región, por lo que sus alcances en términos de la potencial reducción de emisiones de GEI aún no han sido cuantificados para las ciudades latinoamericanas estudiadas.

3. Sector edificación

La principal herramienta del sector edificación para la adaptación y mitigación al cambio climático, es a través de mejoras en la eficiencia energética del sector. Por lo tanto, lo primero que se debiera hacer para proponer medidas, es establecer una línea base de consumo energético del sector (y sus subsectores), y posteriormente determinar el potencial de ahorro energético con sus respectivos objetivos y requerimientos.

Es fundamental establecer normas de construcción específicas, y basadas en el enfoque de “edificio completo”, que establezcan con anterioridad todos los requerimientos energéticos que deben ser aplicados en la fase de diseño, en el caso de edificaciones nuevas, o en la fase de adaptación, para el caso de edificios existentes. Es necesario recalcar la necesidad de un nivel adecuado de cumplimiento y ejecución de la aplicación de estos códigos de construcción, de modo de garantizar el cumplimiento de la meta. En esta misma línea, es importante identificar modelos de edificios de referencia, generar modelos de evaluación sistemática de los planes y programas, y potenciar el poder contar con el rol ejemplificador del sector público en estas materias.

Por otro lado, en América Latina existe una clara necesidad de diversificar las fuentes de financiamiento. En el ámbito de las medidas de financiamiento en los casos analizados, se han identificado dos áreas de desarrollo complementarias entre sí. Por un lado, las medidas tendientes a apalancar recursos hacia el mejoramiento de la EE de los sectores residenciales de menos recursos, por medio de la utilización de fondos fiscales, NAMAS o MDL, como es el caso de la Hipoteca Verde en México. Y por otro, las medidas tendientes a desarrollar los mercados de EE apuntalando el desarrollo de la empresa privada, como es el caso del fomento a las empresas ESCOs en Chile, a través de la creación del Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FONAE).

Si bien el programa de Hipoteca Verde ha sido un gran logro en el desarrollo de mecanismos que atiendan a los sectores de menos recursos, que ha llevado incluso a que su modelo se intente replicar en otros países, la necesidad de contar con recursos provenientes del sector privado que dinamicen el mercado de la EE ha sido un reto a nivel global.

Por otra parte, el mercado de las ESCO es de tamaño reducido, básicamente porque no existen instrumentos financieros que les permitan aumentar su rango de acción. La mayor parte de sus proyectos son de menor cuantía y el escaso desarrollo de los fondos de capital de riesgo para estas áreas los lleva a operar básicamente con fondos propios. Por lo tanto, la generación de un fondo de fomento debiera apuntar a superar la barrera de tamaño.

Asimismo, se observa que la falta de regulación propia en el mercado de productos y servicios relacionados con la EE, propia de su bajo nivel de desarrollo, impide vencer las desconfianzas de los clientes finales. También existe una falta de financiamiento real y una carencia de conocimientos y capacidades de las entidades proveedoras. El mercado de la EE exige conocimientos y evaluaciones muy particulares a la banca, la que actualmente no los posee, transformándose ello en la principal limitante para el desarrollo de la EE en sectores sin capacidad de financiar proyectos con recursos propios.

Por otro lado, en América Latina hay una gran oportunidad de utilizar fondos internacionales (organismos internacionales de fomento), para sentar las bases de las políticas de eficiencia energética. En el sector edificaciones, las iniciativas apuntan a desarrollar programas voluntarios de etiquetado (Brounen & Kok, 2012) y normas para electrodomésticos, alumbrado, y equipamiento, así como para programas de educación y capacitación, además de la creación de fondos para facilitar el financiamiento de proyectos de EE específicos. Sin embargo, hay que considerar las posibles trabas institucionales y la ausencia de políticas de largo plazo que pudieran afectar la continuidad de las políticas, y la institucionalización de ellos en las estructuras de la administración pública en la fase operacional, al momento de extinguirse el financiamiento internacional.

Tanto para América Latina como para otros países, se plantea la necesidad que sea el sector público el que asuma el liderazgo en lo referente al desarrollo de sistemas nacionales de certificación energética. La entrega de una certificación robusta, exhaustiva y costo-eficiente depende de una serie de mecanismos de apoyo, incluyendo procedimientos validados de evaluación, capacitación de los evaluadores; aseguramiento de la calidad de los procedimientos, y sistemas y tecnologías de administración para coordinar tales funciones. Un punto crítico de la certificación energética de los edificios es la credibilidad de la información contenida en los certificados. Es en este sentido que se hace necesario que sea el estado el que convoque a los actores relevantes al desarrollo de normas e indicadores de certificación, y que de manera agregada proporcionen un conjunto de estándares ampliamente compartidos. Al mismo tiempo, la experiencia muestra que dichos estándares y exigencias deben ser continuamente actualizados, lo que requiere de un compromiso constante y de largo plazo por parte de los gobiernos y de los actores relevantes.

Asimismo, se debe fomentar la generación de metodologías de cálculo validadas internacionalmente, la existencia de evaluadores altamente calificados y procedimientos de calidad, que aseguran un círculo virtuoso que contribuya a afirmar la confianza en el sistema por parte de los actores de mercado, especialmente en lo que atañe a la disponibilidad de instrumentos de financiamiento para la eficiencia energética en las edificaciones.

4. Sector residuos sólidos urbanos

Las políticas, instrumentos, instituciones y tecnologías utilizadas en gran parte de América Latina para la gestión de residuos sólidos urbanos han resultado ser insuficientes para resolver el crisis emergente producida por el gran aumento en la generación de residuos por parte de las crecientes poblaciones urbanas. Es así como las ciudades deben buscar las formas de integrar su gestión de residuos para

disminuir las emisiones de GEI en todas las fases e instancias del manejo, desde la producción, consumo y generación de residuos domésticos, hasta la recolección, reciclaje, transferencia, tratamiento y disposición final de ellos. Esta integración también es fundamental para generar resiliencia y así poder responder a los impactos de los efectos del cambio climático sobre los sistemas urbanos. Esta integración también debiera incorporar al sector informal en las políticas y programas de reciclaje de los municipios, de modo de buscar su integración sistemática en los sistemas de manejo.

Se recomienda que Latino América debiera implementar planes de gestión de residuos integrados, a través de una combinación de medidas económicas, tecnológicas y regulatorias, acompañadas con recursos financieros y una capacidad institucional adecuada. Además, debiera fomentar la participación del sector privado y de la sociedad civil, de modo de facilitar la fiscalización del proceso regulatorio.

Además, se resalta la necesidad del establecimiento de zonas de contrato para las empresas proveedoras del servicio, las que determinan el área particular en la que cada empresa es responsable de la prestación de servicios de recolección, transporte y limpieza. Esto constituye una herramienta positiva, que permite un sistema de gestión ordenado, y considera un proceso de licitación para contratos de largo plazo.

Las regulaciones generalmente requieren de un proceso de transición, en el cual tanto los actores como las instituciones deben adecuar tanto su comportamiento como sus operaciones. Es así como las ciudades que sean capaces de generar un sistema de gestión integrada de residuos sólidos a través de la coordinación inter-sectorial, que cuenten con una estructura regulatoria y legal sólidas, y con incentivos y represalias económicas apropiadas, y que sean capaces de hacer las mejores elecciones respecto al uso de soluciones tecnológicas dadas las condiciones locales, estarán mejor preparadas para enfrentar los desafíos y para aprovechar las oportunidades del cambio climático.

Es así como es imperativo que las ciudades latinoamericanas comiencen sus procesos de reforma con mucha anticipación al cierre establecido de vertederos de envergadura, de modo de contar con un sistema de gestión de residuos integrado y desarrollado para reducir la gran presión sobre los sitios de disposición final de los residuos.

Los programas de gestión de residuos sólidos deben ser obligatorios para cada una de las jurisdicciones responsables por la gestión de residuos, que a nivel de las ciudades de América Latina corresponde a las municipalidades. Cada gobierno municipal debiera estar obligado a preparar un programa para el almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición de todos los RSU generados dentro de su jurisdicción, sin perjuicio de la actualización periódica, y debiera constituir el marco para los contratos de prestación de servicios de residuos con empresas privadas.

De hecho, las políticas nacionales y a nivel de ciudad promulgadas en cada una de las ciudades bajo estudio, requirieron que los municipios desarrollaran planes integrados de gestión de residuos, de acuerdo con los requisitos de la legislación nacional y regional. Lo anterior claramente involucra la necesidad de recursos financieros, que debieran estar disponibles para tales efectos.

Bibliografía

- Afsah, S., & Laplante, B. a. (1996). “Controlling Industrial Pollution: a New Paradigm”, *Policy Research Department, World Bank, Working Paper N°1672*.
- Aguas Andinas. (2010). “Reporte de Sustentabilidad 2010”.
- Aid, T., & Dutta, J. (2001). “Transitional Politics: Emerging Incentive-Based Instruments in Environmental Regulation”, working paper, Faculty of Economics and Politics, University of Cambridge, UK. Obtenido de
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2012). *Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá*.
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (Septiembre de 2012). *Programa de Autorregulación Ambiental*. Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá:
- Aluna Consultores. (2011). “Legislación relacionada con el manejo de los Residuos Sólidos en Colombia”. Estudio Nacional del Reciclaje y los Recicladores. Versión Final, Abril 2011.
- América Economía Intelligence. (2009). *Mejores Ciudades para Hacer Negocios*.
- Anton, W., Deltas, G., & Khanna, M. (2004). “Incentives for environmental self-regulation and implications for environmental performance”. *Journal of Environmental Economics and Management*, 48 (1), 632-654.
- Arimura, T., Hibiki, A., & Katayama, H. (2008). “Is a voluntary approach an effective environmental policy instrument?: A case for environmental management systems”, *Journal of Environmental Economics and Management*. 55 (3), 281-295.
- Arora, S., & Cason, N. (1996). “Why do Firms Volunteer to Exceed Environmental Regulations? Understanding Participation in EPA’s 33/50 Program”. *Land Economics*, 72 (4), 413-432.
- Banco Mundial. (2011). *Doing Business 2012: Haciendo negocios en un mundo más transparente*. Banco Mundial y la Corporación Financiera Internacional, Washington D.C.
- Barton, J., & Harris, J. (2010). “Adaptación urbana al cambio climático: una introducción”. *Documento de Discusión #1. Proyecto CAS. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Pontificia Universidad Católica de Chile*.
- Barton, J., Issaias, I., & Stentiford, E. (2008). “Carbon – Making the right choice for waste management in developing countries”. *Waste Management*, 28, 690–698.
- Barton, J., Issaias, I., & Stentiford, E. (2008). Carbon–Making the right choice for waste management in developing countries. *Waste Management*, 28, 690-698.
- Barton, J. y Harris, J. (2013). “Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: gestión de residuos sólidos urbanos”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

- Biala, J. (2011). The Benefits of Using Compost for mitigating Climate Change. En *Short Report. Environment, Climate Change and Water NSW*.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). (2008). “Saneamiento para el Desarrollo”, ¿Cómo estamos en 22 países de América Latina y el Caribe?, Segunda Edición. Programa de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe.
- BID. (2011). “Sostenibilidad Urbana en América Latina y el Caribe”.
- BID-OPS-AIDIS. (2011). *Regional Evaluation on Urban Solid Waste Management in Latin American and the Caribbean-2010 Report*.
- Black, & Veatch. (2012). “Strategic Directions in the U.S. Water Utility Industry”.
- Blackman, A., Lahiri, B., Pizerc, W., Rivera Planterd, M., & Muñoz Piña, C. (2010). “Voluntary environmental regulation in developing countries: Mexico’s Clean Industry Program”. *Journal of Environmental Economics and Management* 60 (3), 182-192.
- Bogner, J. (2009). “Waste Management: Overview, technologies and climate change implications”. *Presentation at WTO Workshop*. Geneva.
- Bogner, J., Abdelrafie Ahmed, M., Diaz, C., Faaij, A., Gao, Q., Hashimoto, S., y otros. (2007). “Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. (B. Metz, O. Davidson, P. Bosch, R. Dave, & L. Meyer, Edits.) NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Boulet, E., Brackmann, M., Breisinger, H., Terraza, & Willumsen, H. (2010). “Directrices sobre Vertederos: Un Enfoque Favorable a la Inversión en Vertederos sin Impacto sobre el Cambio Climático”. Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID).
- Brandt, A. (2012). *Permisos de Emisión Transable como Instrumentos Económicos para Combatir la Contaminación*.
- Brounen, D., & Kok, N. (2012). “On the economics of energy labels in the housing market”. *Journal of Environmental Economics and Management* 62 (2), 166-179.
- CAF. (2011). *Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina*. Corporación Andina de Fomento.
- CAF. (2012). *Observatorio de Movilidad Urbana*. Obtenido de <http://omu.caf.com/>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2009). *Movilidad en Bicicleta en Bogotá*.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2010). *Observatorio de Movilidad de Bogotá N°5 a Diciembre de 2009*.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2011). *Observatorio de Movilidad de Bogotá N°6, a Diciembre de 2010*.
- Carrero, A. (2003). *Estudio del impacto del nuevo sistema de transporte masivo Transmilenio sobre le tejido de urbano de Bogotá*. Tesis del Magister de Medio Ambiente Urbano y Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña.
- CCG-UC/POCH Ambiental. (2010). *Análisis de Opciones Futuras de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para Chile en el Sector Energía. Estudio realizado para CONAMA*.
- CEPAL. (2013). *Estudio económico de América Latina y el Caribe 2013*.
- CIA. (2009). *The World Factbook 2009*. Central Intelligence Agency, Washington, DC.
- Cifuentes, L. (2013). “Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación”, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).
- CMM. (2010). *Evaluación de beneficios ambientales y de movilidad por la aplicación del Programa de Transporte Escolar en la Ciudad de México (PROTE)*. CENTRO MARIO MOLINA para Estudios Estratégicos Sobre Energía y Medio Ambiente A.C.
- Coffey, M., & Coad, A. (2010). “Collection of municipal solid waste in developing countries”. *United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT)*. Nairobi, Kenya.
- Congreso Nacional Brasil. (2009). “Política nacional sobre el cambio climático”. Ley N° 12.187.
- Consejo de Bogotá. (2012). “Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas para Bogotá D.C 2012-2016”. Bogotá Humana.

- Contraloría Bogotá. (2011). *“Informa final de la auditoría transversal con el sector hábitat al proyecto de tratamiento y aprovechamiento del biogás proveniente del relleno sanitario Doña Juana”*. Período 2009-2011.
- Corredor, M. (2010). “El Sector Reciclaje en Bogotá y su Región: Oportunidades para los Negocios Inclusivos”. *Serie Guías Sectoriales N° 2*.
- CRA (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico). (2006). *“Metodología de costos y tarifas para el servicio público de aseo”*. Soportes técnicos del nuevo marco regulatorio para el servicio público domiciliario, de aseo, resoluciones 351 y 352 de 2005.
- Cutter, W., & Neidel, M. (2009). “Voluntary information programs and environmental regulation: Evidence from ‘Spare the Air’ ”. *Journal of Environmental Economics and Management* 58 (3) , 253-265.
- Dalkmann, H., & Brannigan, C. (2007). *Transport and Climate Change, Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Countries*. GTZ.
- Dasgupta, S., & Wheeler, D. (1996). “Citizen Complaints as Environmental Indicators: Evidence from China”, Washington DC, World Bank.
- Dasgupta, S., Hettige, H., & Wheeler, D. (2000). “What Improves Environmental Performance? Evidence from Mexican Industry”. *Journal of Environmental Economics and Management* , 39 (1), 39-66.
- Dasgupta, S., Laplante, B., & Mamingi, N. (1998). *“Capital Market Responses to Environmental Performance in Developing Countries”*, Development Research Group, Environment and Infrastructure, The World Bank, Washington D.C.
- DieselNet. (2007). *Emission Standards Mexico: On-Road Vehicles*.
- ECLAC UN. (2010). *Regional Panorama Latin America Megacities and Sustainability*.
- EEA (Agencia Europea de Medio Ambiente). (2005). *The European Environment: State and Outlook 2005*. European Environmental Agency, Copenhagen 2005.
- EEA (Agencia Europea de Medio Ambiente). (2011). *Waste Opportunities Past and Future Climate Benefits from Better Municipal Waste Management in Europe*. European Environmental Agency, Copenhagen, 2011.
- EIA. (2012). *Annual Energy Outlook 2012 with Projections to 2035*. U.S. Energy Information Administration.
- Eneh, A., & Oluigbo, S. (2012). Mitigating the Impact of Climate Change Through Waste Recycling. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 4(8) , 776-781.
- Enerdata. (2012). *Energy Efficiency Indicators*. World Energy Council. Obtenido de <http://wec-indicators.enerdata.eu/world-final-energy-intensity.html>.
- Energetics. (2011). *“Carbon Price 2011 - Evaluating Carbon Abatement Options”*.
- Environment Agency. (2008). *“Limiting Climate Change - Water INdustry Carbon Reduction”*.
- Environmental Knowledge Transfer Network. (2008). *Energy Efficient Water and Wastewater Treatment*.
- EuropeAid. (2009). *“Cambio climático en América Latina”*. Cooperación al Desarrollo de América Latina. Comisión Europea.
- European Commission. (2012). *EU Energy in Figures. Statistical Pocketbook 2012*. Bruselas.
- European Commission. (2011a). *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Brussels.
- European Commission. (2012). *European Commission Climate Action*. Recuperado el
- European Commission. (2011b). *White Paper on Transport, Road Map to a Single European Transport Area*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Environment Agency. (2008). *Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas mission and producing ancillary benefits*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Farías, L. (2013). *“Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: edificación”*, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).

- Favoino, E., & Hogg, D. (2008). The Potential Role in Compost in Reducing Greenhouse gases. *Waste Management and Research* 26 , 61-69.
- Filtros Diesel. (2012). *Normativa Ambiental*.
- Foulon, J., Lanoi, P., & Laplante, B. (2002). "Incentives for Pollution Control: Regulation or Information", *Journal of Environmental Economics and Management* , 44, 169-187.
- Frimaio, G. (2011). "Aterro sanitário São João: estudo dos indicadores ambientais em emergia". Tesis de Magister. Universidad Paulista.
- Fundación Ciudad Humana. (2004). *Informe Final encuesta en ciclovías sobre CAP "Conocimientos, actitudes y prácticas sobre las intervenciones en el espacio público en Bogotá"*. Bogotá.
- Fundación para el Desarrollo de Guatemala. (2011). *Indicadores de Gobernabilidad*.
- García, M. (2012). *Hipoteca Verde*. Presentación del Energy Efficiency Working Group, Santiago, Chile.
- GDF. (2010). "Acuerdo por el que se aprueba y expide el programa general de gestión integrada de residuos sólidos para el Distrito Federal". Gobierno del Distrito Federal, Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- (2004). "Acuerdo por el que se aprueba y expide el programa general de gestión integrada de residuos sólidos". Gobierno del Distrito Federal, Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- (2012). "Bases para licitación pública etapa IV del relleno sanitario Bordo Poniente". Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Obras y Servicios.
- (2006). "Procedimiento para la separación y recolección selectiva de residuos sólidos en mercados públicos y concentraciones del Distrito Federal". Gobierno del Distrito Federal, Ciudad de México D.F.
- Gobierno del Distrito Federal de México. (2012). *Informe Final 2012 Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*. Secretaría de Medio Ambiente.
- Gobierno del Estado de México. (2011). *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*.
- Governo do Estado São Paulo. (2010). *Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo (PCPV) 2011-2013*.
- Governo do Estado Sao Paulo. (2012). *Transportes Metropolitanos no Estado de São Paulo*.
- Greene, D., & Schafer, A. (2003). *Reducing Greenhouse Gas Emissions from U.S. Transportation*. Pew Center on Global Climate Change.
- Griffiths-Sattenspiel, B., & Wilson, W. (2009). *The Carbon Footprint of Water*. River Network.
- Gunningham, N., Grabosky, P., & Sinclair, D. (1998). *Smart Regulation: Designing Environmental Policy*, Oxford: Clarendon.
- Gwilliam, K., Kojima, M., & Johnson, T. (2004). *Reducing Air Pollution from Urban Transport*. World Bank.
- Hahn, R. (1989). "Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor's Orders". *Journal of Economic Perspectives* , 3, 95-114.
- Hahn, R., & Hester, G. (1989). "Where Did All the Markets Go? An Analysis of EPA's Emission Trading Program". *Yale Journal of Regulation* , 6 (1), 109-153.
- Hall, J. (2000). *Ecological and Economical Balance for Sludge Management Options*. Marlow, United Kingdom: WRc pie, Medmenham.
- Hamilton, J. (1995). "Pollution as News: Media and Stock Market Reactions to the Toxics Release Data", *Journal of Environmental Economics and Management* , 28 (1), 98-113.
- Heyes, A., & Kapur, S. (2009). "Enforcement missions: Targets vs Budgets". *Journal of Environmental Economics and Management* , 58 (2), 129-140.
- Holuigue, C. (2013). "Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: transporte y movilidad", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). What a Waste: a global review of solid waste management. En *Urban Development Series Knowledge Papers (15)*. Urban Development & Local Government Unit of the World Bank.

- IBAM (Instituto Brasileño de Administración Mubicipal). (2008). *Integrated Municipal Solid Waste Management Manual in Latin American and Caribbean Cities. First Edition*.
- ICLEI (Gobiernos Locales para la Sustentabilidad). (2009). “Manual para aproveitamento do biogás”. Escritório de projetos no Brasil, São Paulo, v. 1 - aterros sanitários.
- IDEAM. (2009). *Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero - Años 2000 y 2004*.
- (2010). *Memoria de la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC*. Bogotá, Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - República de Colombia.
- IDEAM-UNICEF-CINARA. (2005). “*Marco político y normativo para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*”. Proyecto selección de tecnologías para la recolección, recuperación, tratamiento y disposición final en torno al manejo integral de residuos sólidos en municipios menores a 50.000 habitantes.
- IEA / OECD. (2009). *Transport, Energy and CO2, Moving Toward Sustainability*.
- IEA (2005). “*CO2 emissions from fuel combustion 1971/2003*”. Paris, France.
- IEA World Energy Outlook. (2010).
- Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. (2012). *Sitio web del IBGE*. Obtenido de
- Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá. (2012). *Instituto de Desarrollo Urbano de Jacobi, P., & Besen, R. (2011). “Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade”. Estud., vol.25, n.71 , 135-158.*
- Kash, G. (2012). *Criteria*. Obtenido de La historia de los dos sistemas de transporte de
- Kats, G. (2003). *The Cost and Financial Benefits of Green Buildings. A Report of California's Sustainable Building Task Force*.
- Khanna, M. (2001). “Non-Mandatory Approaches to Environmental Protection”. *Journal of Economic Surveys* , 15 (3), 291-324.
- Khanna, M., & Anton, W. (2002). “Corporate Environmental Management: Regulatory and Market-Based Incentives”. *Land Economics* , 78 (4), 539-558.
- Khanna, M., & Damon, L. (1999). “EPA’s Voluntary 33/50 Program: Impact on Toxic Releases and Economic Performance of Firms”. *Journal of Environmental Economics and Management* , 37 (1) , 1-25.
- Kim, E., & Lyon, T. (2011). “Strategic environmental disclosure: Evidence from the DOE’s voluntary greenhouse gas registry”. *Journal of Environmental Economics and Management* , 61 (3), 311-326.
- Konar, S., & Cohen, M. (1997). “Information as Regulation: The Effect of Community Right to Know Laws on Toxic Emissions”. *Journal of Environmental Economics and Management* , 32 (1), 10+124.
- (1997). “Information as Regulation: The Effect of Community Right to Know Laws on Toxic Emissions”. *Journal of Environmental Economics and Management* , 32 (1), 109-124.
- Langpapa, C., & Shimshack, J. (2010). “Private citizen suits and public enforcement: Substitutes or complements?”. *Journal of Environmental Economics and Management*. 59 (3), 235-249.
- Lanoi, P., & Laplante, B. (1994). “The Market Response to Environmental Incidents in Canada: a Theoretical and Empirical Analysis”. *Southern Economic Journal* , 60, 657-672.
- Lara & Préndez. (2003). *Agua Servidas de la Región Metropolitana como Fuente de Gases de Efecto Invernadero*.
- Lori, S., Bennis, L., & Olmstead, S. (2008). “The impacts of the “right to know”: Information disclosure and the violation of drinking water standards”. *Journal of Environmental Economics and Management* , 56 (2), 117-130.
- MAVDT-IDEAM. (2010). “*Segunda comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones unidas sobre cambio climático*”. Bogotá D.C .
- McGraw Gill Construction. (2007). *Greening of Corporate America Smart Market Report*.
- McKinsey & Co. (2011). *Urban World: Mapping the Economic Power of Cities*. McKinsey Global Institute.
- Meixueiro, G., & Arellano, N. (2012). “*Preocupación y cambio de hábitos para el manejo de los residuos*”. Reporte CESOP, No. 51, Febrero, 2012.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, República de Colombia. (2012). *Sitio Corporativo*. Obtenido de Portafolio MDL en Colombia: <http://www.minambiente.gov.co//contenido/contenido.aspx?catID=1267&conID=7717>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Política de gestión ambiental urbana*. Bogotá D. C., Colombia.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2011). *Diagnóstico del Transporte 2011*. Oficina Asesora de Planeación.
- Ministerio de Transporte de Colombia. (2010). *Transporte en Cifras, Versión 2010. Documento Estadístico del Sector Transporte*. Oficina Asesora de Planeación.
- Ministerio del Medio Ambiente de Brasil. (2012). *Plan Nacional de Residuos Sólidos*. Versão pós Audiências e Consulta Pública para Conselhos Nacionais. Gobierno Federal.
- Morath, F. (2010). “Strategic information acquisition and the mitigation of global warming”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 59 (2), 206-217.
- Morillón, D. (2011). *Edificación Sustentable en México: Retos y Oportunidades*.
- Naciones Unidas. (2012). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Obtenido de Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático:
- Naysnerski, W., & Tietenberg, T. H. (1992). “Private Enforcement of Federal Environmental Law”, pp. 28-48. *Land Economics*, 68 (1), 28-48.
- North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge, Cambridge University Press.
- NYC Global Partners. (2012). *Best practice: landfill emission control*. Policy areas.
- OCDE. (2008b). *OECD Environmental Data-Waste*.
- Odyssee, Energy Efficiency Indicators in Europe. (2013). *Energy Efficiency Trends for the Households in the EU-27*.
- OECD (Organization for Economics Cooperation and Development). (1994). *Applying Economic Instruments to Environmental Policies in OECD and Dynamic Non-Member Countries*.
- _____(1995). *Environmental Taxes in OECD Countries*.
- _____(1999). “Voluntary Approaches for Environmental Policy: an Assessment”.
- _____(2008a). *Competitive Cities and Climate Change*, *OECD Conference Proceedings, Milan, Italy, October*.
- _____(2009). *Cities and Climate Change: Key Messages from the OECD*.
- OFWAT. (2010). *Climate Change – Good Practice from the 2009 Price Review*.
- Onk. (2010). *Literature review: methane from landfills: methods to quantify generation, oxidation and emission*. *Written for the Sustainable Landfill Foundation, The Netherlands*.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). (2005). *Report on the regional evaluation of the municipal solid waste management services in Latin American and the Caribbean*. Pan American Health Organization.
- Pardina, Benítez, & Rodríguez. (2010). *How Infrastructure Regulation Is Adapting to Climate Change: A Review of Recent Changes in Electricity and Water Regulation*.
- Pargal, S., & Wheeler, D. (1996). “Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from Indonesia”. *Journal of Political Economy*, 104, 1314-1337.
- Pargal, S., Hettige, M., Singh, M., & Wheeler, D. (1996). *Formal and Informal Regulation of Industrial Pollution: Comparative Evidence from Indonesia and the U.S.*, *World Bank Policy Research Working Paper N°1797*.
- Petro, G. (2012). *Petro Alcalde 2012-2015. Programa de Gobierno*. Bogotá D.C.
- PNUMA-CEPAL. (2010). *Gráficos Vitales del Cambio Climático para América Latina y el Caribe. Programa de Naciones Unidas para el Medioambiente- CEPAL*.
- Porter, M. (1991). “America’s Green Strategy”. *Scientific American*, 264 (4), 96.
- Porter, M., & van der Lin, C. (1995). “Towards a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”. *Journal of Economic Perspectives*, 9 (4), 97-118.

- Prefeitura Municipio de Sao Paulo. (2012). “Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos del Municipio de Sao Paulo”. Sao Paulo, Brasil.
- _____(2009). La Política del Cambio Climático en el Municipio de Sao Paulo”. Ley N° 14.933.
- Prefeitura de Sao Paulo. (2012). *Sao Paulo em Movimento*. Obtenido de Prefeitura do Município do Sao Paulo. (2005). *Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Município de Sao Paulo*. Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Sao Paulo.
- Puppim de Oliveira, J. (2009). “The implementation of climate change related policies at the subnational level: an analysis of three countries”, *Habitat International*, Vol. 33 , 253-259.
- República de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia*.
- Rodríguez, M. y Schiro, J. (2013). *Análisis de medidas económicas, tecnológicas y de regulación para la mitigación y adaptación al cambio climático: agua y saneamiento*, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).
- Rojas Parra, F., & Mello Garcias, C. (2005). El transporte público colectivo en Curitiba y Bogotá. *Revista de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes* (21).
- Rojas, F. (2011). *Metodología AM0031 Proyecto MDL BRT Bogotá (Colombia) TransMilenio Phase II to IV*. Transmilenio S.A. Rosario, Argentina: Conferencia de Transporte Sustentable, Calidad del Aire y Cambio Climático.
- Ruiz-Tagle, M. (2013). *Análisis de estrategias sostenibilidad urbana en América Latina*, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).
- Russell. (1990). “Monitoring and Enforcement”, in Portney, P.R. (ed.), *Public Policies for Environmental Protection, Washington, Resources for the Future*.
- Schaffernicht, M. (2012). *Aplicación del análisis de sistemas a las ciudades y al transporte público urbano*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, Chile.
- _____(2013). *Modelación de sistema de transporte urbano asistido por simulador*, Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito).
- SCS. (2007). *Landfill gas assessment report: Bordo Poniente landfill, Distrito Federal, Mexico*. Preparado para: Secretaría de Obras y Servicios, con el apoyo de United States Environmental Protection Agency Landfill Methane Outreach Program.
- Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte. (2009). *Informe Comparativo Percepción de la Ciudadanía Respecto de los Efectos del Día Sin Carro en la Ciudad de Bogotá en los años 2008 y 2009*. Observatorio de Culturas, Bogotá.
- Secretaría de Ecología-GTZ. (2003). *Estudio básico sobre la implementación de Tarifas para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos*. Elaborado por el Dr. Detlef Bockelmann con la contribución del Maestro en Ciencias Héctor Vladimir Libreros Muñoz.
- Secretaría de Medio Ambiente del D.F. (2008 b). *Programa de Acción Climática 2008-2012*. Gobierno del Distrito Federal de México.
- Secretaría de Movilidad de Bogotá. (2012 b). *Evaluación de Alternativas de Modificación a la Medida de Restricción del Tránsito de Vehículos Particulares “Pico y Placa”*. Dirección de Estudios Sectoriales y de Servicios, Bogotá.
- _____(2012 a). *Secretaría de Movilidad de Bogotá*. Obtenido de Movilidad Humana: www.movilidadbogota.gov.co
- Secretaría del Medio Ambiente del D.F. (2004). *Actualización del Programa Hoy No Circula*. Gobierno del Distrito General de México.
- _____(2007). *Agenda Ambiental de la Ciudad de México, 2007-2012*. Gobierno del Distrito Federal de México.
- _____(2012). *Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 2010 - Gases de Efecto Invernadero y Carbono Negro*. Gobierno del Distrito Federal de México.
- _____(2008). *Inventario de Emisiones Gases de Efecto Invernadero, Zona Metropolitana del Valle de México 2006*. Gobierno del Distrito Federal de México.
- _____(2012 b). *Sitio web de la Secretaría del Medio Ambiente del D.F.*

- Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (Septiembre de 2012). *Programa de Autorregulación Ambiental*. Obtenido de Secretaría Distrital de Ambiente.
- SECTRA Secretaría de Planificación y Transporte. (2013b). *Indicadores de Movilidad*. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- SECTRA Secretaría de Planificación y Transporte. (2013a). *Tasa de Motorización*. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- SEDAPAL. (2010). “*Estados Financieros Auditados SEDAPAL*” .
- SEMARNAT. (2006). “*Bases para legislar la prevención y gestión integral de residuos*”. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales”. Ciudad de México DF, diciembre 2006.
- (2009). “*Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos*”. Gobierno Federal de Mexico.
- SEMARNAT y PNUMA. (2006). *El Cambio Climático en América Latina y el Caribe*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- SEREMI RN de Santiago. (2012). *Pobreza y distribución del ingreso en la Región Metropolitana de Santiago: Resultados encuesta CASEN 2011*. Ministerio de Planificación Social.
- Seroa da Motta, R. (2011). “La política nacional sobre cambio climático: aspectos regulación y gobernanza”. En R. J. Seroa da Motta, *Cambio Climático en Brasil: aspectos económicos, sociales y regulatorios*. IPEA, Gobierno Federal.
- SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios) (2010) “*Informe de Gestión del Sector Sanitario 2010*”.
- SISS (Superintendencia de Servicios Sanitarios). (2011). “*Informe de Gestión del Sector Sanitario 2011*”.
- SMA (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal) . (2004). “*Estrategia local de acción climática del gobierno del distrito federal*”. Gobierno del Distrito Federal.
- (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal). (2008). “*Programa de acción climática de la ciudad de México 2008-2012*”. Gobierno del Distrito Federal.
- (2012). “*Registro de Emisiones de gases de efecto invernadero 2010: Distrito Federal, comunidad y gobierno*”. Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Medio Ambiente.
- SSPD. (2010). “*Estudio sectorial del servicio público de aseo*”. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, República de Colombia.
- Subsecretaría de Transporte. (2013). *Planilla de Información Estadística de Transportes 2010*. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- SUNASS. (2012). “*Las EPS y su desarrollo 2012*”.
- (2011). *Las EPS y su desarrollo. 2011*.
- Terraza, H. (2009). *Manejo de residuos sólidos: lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo (2009-2013)*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente, Nota Técnica No. IDB-TN-101.
- Tietenberg, T. (1998). “Disclosure Strategies for Pollution Control”. *Environmental and Resource Economics* , 11, 587-602.
- (1990). “Economic Instruments for Environmental Regulation”. *Oxford Review of Economic Policy* , 6, 17-33.
- (1996). “*Private Enforcement of Environmental Regulations in Latin America and the Caribbean: an Effective Instrument for Environmental Management?*” Washington: Inter-American Development Bank.
- (1985). *Emissions Trading: An Exercise in Reforming Pollution Policy*, Washington, DC: Resources for the Future.
- Tietenberg, T., & Wheeler, D. (1998). “*Empowering the Community: Information Strategies for Pollution Control*”, *Frontiers of Environmental Economics Conference*, Airlie House, Virginia.
- UAESP. (2012). “*Plan de inclusión de la población recicladora*” . Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Bogotá, Colombia.

- _____. (2006). *“Programa Distrital de Reciclaje (PDR). Proyecto 584 “Gestión integral de residuos sólidos para el distrito capital y la región”, del Plan de Desarrollo Distrital “Bogotá Positiva”*. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, Bogotá, Colombia.
- _____. (2010). *“Programa para la gestión de residuos sólidos orgánicos para la ciudad de Bogotá D.C.”*. Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.
- UNEP SBCI. (2009). *Building and Climate Change. Summary for Decision-Makers. Sustainable Buildings & Climate Initiative. United Nations Environment Programme*.
- UNFCCC. (2005). *“Key GHG data greenhouse gas emissions data for 1990-2003 submitted to the United Nations framework convention on climate change”*. Bonn, Germany.
- UN-HABITAT. (2011). *“Cities and Climate Change: Global Report of Human Settlements 2011”*. UN-HABITAT. London, Earthscan.
- _____. (2010). *“WTE Industry in Latin America”*. Regional office for Latin America and the Caribbean (ROLAC), UN-HABITAT, Rio de Janeiro, Brazil.
- _____. (2008). *State of the World’s Cities - Harmonious Cities*. Sterling, VA: Earthscan. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Nueva York: Naciones Unidas-Hábitat.
- USAID. (2003). *“Environmental Guidelines for development activities in Latin American and the Caribbean”*. Chapter 5: Solid Waste Management.
- Wheeler, D. (1997). *“Information in Pollution Management: The New Model”*, this chapter is part of a comprehensive World Bank report on Brazil entitled *“Brazil: Managing Pollution Problems, The Brown Environmental Agenda”*, Report N°16513-BR.
- Wilbanks, T., Romero Lankao, P., Bao, M., Berkhout, F., Cairncross, S., Ceron, .., y otros. *“Industry, settlement and society. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. En O. C. M.L. Parry (Ed.). (págs. 357-390). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- World Bank. (2012). *World Development Indicators & Global Development Finance*.
- World Economic Forum. (2011). *The Global Competitiveness Report 2011-2012*.

Anexo

Detalle de aspectos influyentes en la efectividad de las medidas analizadas

A continuación se detallan los distintos aspectos que influyen positiva o negativamente en cada medida analizada. Los aspectos utilizados en la evaluación, y sus respectivas siglas, son los siguientes:

- HDD: Días de calentamiento
- TE: Temperaturas Extremas
- AV: Alta ventosidad
- DN: Días nublados
- AR: Alta Radiación base
- CL: Alta contaminación local (Material particulado, ozono y NOx)
- IC: Intensidad de carbón de la matriz eléctrica
- AP: Antigüedad del parque automotriz
- CU: Configuración urbana
- CAE: Cantidad de agentes emisores que representan la mayor parte de las emisiones
- DAE: Heterogeneidad de agentes emisores que representan la mayor parte de las emisiones
- TM: Tasa de motorización

Todos estos aspectos afectan en mayor o menor forma a cada medida particular, por lo cual se graduó su impacto o relevancia para cada medida de la siguiente manera:

- + + + Impacto fuertemente positivo
- + + Impacto medianamente positivo
- + Impacto levemente positivo

- - Impacto levemente negativo
- - - Impacto medianamente negativo
- - - - Impacto fuertemente negativo

? El aspecto en particular puede influir de forma positiva o negativa dependiendo de las otras condiciones climáticas de la ciudad.

* El aspecto depende de las características específicas de la ciudad y debe ser estudiado con mayor detención, recomendando realizar estudios profundos para determinar la efectividad de las medidas que contengan este tipo de aspectos.

CUADRO A.1
ASPECTOS QUE AFECTAN LA EFECTIVIDAD DE LAS MEDIDAS ANALIZADAS

Tipo	Medida	Efectividad		Co beneficios	
		Mitigación de Emisiones GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación Local	Consumo Energético
Política Energética	Subvención Aislación Viviendas Nuevas	HDD +++ TE ++ AV?	TE ++ HDD? AV?	CL +++ HDD + TE + AR +	HDD +++ TE ++
	Subvención mejoras aislación en viviendas existentes	HDD +++ TE ++ AV?	TE ++ HDD? AV?	CL +++ HDD + TE + AR +	HDD +++ TE ++
	Subvención Calentadores Eficientes	HDD +++ TE ++	TE +	CL ++	HDD +++ TE ++
	Subvención Cogeneración de electricidad	IC +++		IC +++ CL ++	IC++
	Subvención Colectores Solares Residenciales	AR +++ HDD - - DN - -		AR +++ CL +++ HDD - - DN - -	AR +++ HDD - - DN - -
	Subvención Iluminación Eficiente	DN + AR - -		CL +	DN + AR - -
	Subvención de Taxis Híbridos	AP ++		CL +++ AP +++	AP ++
	Subvención a las Energías Renovables en el punto de consumo	AV +++ AR +++ IC ++ DN - -		AV +++ AR +++ IC ++ CL + DN - -	AV +++ AR +++ DN - - IC +
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos	AP ++		AP +++ CL ++	AP ++
	Subvención Vehículos Livianos Híbridos Plug-in*	AP +++ IC - -		CL +++ AP +++ IC -	AP +++ IC - -

(continúa)

Cuadro A.1 (continuación)

Tipo	Medida	Efectividad		Co beneficios	
		Mitigación de Emisiones GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación Local	Consumo Energético
Control de emisiones contaminantes	Subvención Biocombustibles en Transporte Terrestre			CL +	
	Subvención Buses Híbridos	AP + + +		CL + + + AP + + +	AP +
	Subvención Chatarrización Camiones	AP +		AP + + + CL + + +	AP +
Impuestos	Impuesto a Combustibles Camiones	AP +		CL + AP +	AP +
	Impuesto a Combustibles Vehículos Livianos	AP + TM +		CL + AP + TM +	AP + TM +

Cuadro A.1 (conclusión)

Tipo	Medida	Efectividad		Co beneficios	
		Mitigación de Emisiones GEI	Adaptación al Cambio Climático	Mitigación de la Contaminación Local	Consumo Energético
Mejoras al Transporte	Expansión Líneas de Metro	TM + + AP + IC - CU*		CL + + + AP + + + TM + + IC - CU*	TM + + AP + IC - - CU*
	Corredores Transporte Público	TM + CU*		CL + + TM + CU*	TM + CU*
	Subvención Transporte Público	TM + CU*		CL + + TM + CU*	TM + CU*
	Subvención Ciclovías	TM + CU*		CL + + TM + CU*	TM + CU*
Otros	Sistema de Permisos Transables de Emisiones de GEI a nivel Metropolitano	DAE + + + CAE - - -		CAE * DAE*	DAE + + + CAE - - -

Fuente: Cifuentes, L. (2013). "Estrategias y medidas de política fiscal e instrumentos económicos para apoyar procesos de mitigación y adaptación: costos y beneficios de su aplicación", Santiago, Chile. Programa de Cooperación CEPAL-AECID. (Inédito)



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