

Jaime F. Erazo Espinosa, coordinador

# Inter/secciones urbanas: origen y contexto en América Latina



# Índice

© De la presente edición:

**FLACSO, Sede Ecuador**  
La Pradera E7-174 y Diego de Almagro  
Quito – Ecuador  
Telf.: (593-2) 3238 888  
Fax: (593-2) 3237 960  
www.flacso.org.ec

**Ministerio de Cultura del Ecuador**  
Avenida Colón y Juan León Mera  
Quito-Ecuador  
Telf.: (593-2) 2903 763  
www.ministeriodecultura.gov.ec

ISBN: 978-9978-67-202-0  
Cuidado de la edición: María M. Pessina  
Diseño de portada e interiores: Antonio Mena  
Imprenta: Crearimagen  
Quito, Ecuador, 2009  
1ª. edición: abril de 2009

<b>Presentación</b> . . . . .	9
<b>Introducción</b>	
<b>Inter/secciones urbanas: origen y contexto en América Latina</b> . . . . .	11
<i>Jaime F. Erazo Espinosa</i>	
 I. VIDA Y GESTIÓN EN LOS CENTROS HISTÓRICOS	
<b>El centro histórico, del concepto a la acción integral</b> . . . . .	31
<i>Patricia Rodríguez Alomá</i>	
 <b>Mediación y concertación para salvar el centro urbano y el medio ambiente de Xochimilco: un patrimonio mundial en peligro en la periferia de México</b> . . . . .	51
<i>Anne Collin Delavaud</i>	
 <b>Plan de manejo del casco histórico de la ciudad de Buenos Aires</b> . . . . .	73
<i>Silvia M. Fajre</i>	

II. HÁBITAT POPULAR E INCLUSIÓN SOCIAL:  
POLÍTICAS Y DERECHOS

**Política de vivienda e inclusión social en Brasil: revisión  
histórica y nuevas perspectivas en el gobierno de Lula** ..... 95  
*Nabil Bonduki*

**Reflexiones sobre el derecho a la vivienda  
en el Ecuador. Una revisión desde la realidad  
urbana y el derecho a la ciudad** ..... 137  
*Pablo Gago Lorenzo*

**Direito à moradia e questão habitacional no Brasil:  
o caso da cidade Estrutural** ..... 155  
*Brasilmar Ferreira Nunes e Inaë Magno da Silva*

**Construcción de la vida asociativa: estudio de caso de las  
políticas de vivienda social en la comuna de La Pintana** ..... 175  
*María José Pérez Bravo*

III. HÁBITAT POPULAR E INCLUSIÓN SOCIAL:  
OTRAS LECTURAS

**Medios de vida urbanos y vivienda en Ecuador** ..... 195  
*Diego E. Aulestia Valencia*

**El hábitat residencial sustentable como punto de  
partida para la construcción de la ciudad** ..... 217  
*Norma Carnevalli Lobo*

**Trayectorias residenciales y estrategias habitacionales  
entre familias de sectores populares y medios residentes  
en el área metropolitana de Buenos Aires, Argentina** ..... 233  
*Ma. Mercedes Di Virgilio*

**Integración social en programas habitacionales y  
urbanos chilenos como aporte a la integración  
social nacional (1996-2006)** ..... 259  
*Paola Siclari Bravo*

IV. TRANSPORTE MASIVO Y MOVILIDAD URBANA

**El derecho a la vida en la movilidad urbana y  
el espacio público en América Latina** ..... 293  
*Ricardo Montezuma*

**Metodología para estimar y monitorear reducciones  
de gases efecto invernadero en sistemas de transporte  
masivo urbano en el marco del Mecanismo de Desarrollo  
Limpio del Protocolo de Kyoto** ..... 301  
*Camilo Rojas García*

**Diseño urbano para reducir el uso del automóvil** ..... 317  
*Diego Hurtado Vásquez*

V. GESTIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES

**Los riesgos tecnológicos en el DMQ:  
la paradoja del desarrollo urbano y el síndrome  
de nuevos escenarios de riesgos y desastres** ..... 345  
*Jairo Estacio*

**Discrepancias institucionales y vulnerabilidad  
asociada en el valle de Los Chillos frente al  
peligro de lahares del volcán Cotopaxi** ..... 365  
*Tania Serrano y Florent Demoraes*

<b>Degradación, vulnerabilidad y riesgo hidrogeomorfoclimático en áreas urbanas de laderas . . . . .</b>	<b>381</b>
<i>Othón Zevallos Moreno</i>	
<b>Construcción política de un desastre natural. La inundación de la ciudad de Santa Fe en 2003 . . . . .</b>	<b>407</b>
<i>Silvia Esther Fontana</i>	

# Metodología para estimar y monitorear reducciones de gases efecto invernadero en sistemas de transporte masivo urbano en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto

Camilo Rojas García\*

## Resumen

El transporte emite el 25 % de los gases efecto invernadero –GEI a nivel global, y crecen a una tasa anual del 3.2% en países en desarrollo.

La Corporación Andina de Fomento (CAF), consciente de ello y enmarcado dentro de su misión de desarrollo sostenible e integración regional, desarrolló una metodología para calcular y monitorear las reducciones de GEI de sistemas de Transito Rápido de Buses (BRT) en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto –MDL.

Este desarrollo se hizo con la cooperación de Transmilenio S.A. y el apoyo técnico de Grütter Jürg, Beratung/Consulting, desarrollador del método, bajo un contrato de consultoría con CAF.

La metodología premia aspectos como la reorganización general del transporte, el aumento del factor de ocupación de buses y reconoce emisiones ligadas al ciclo de vida de materiales usados en la construcción de la infraestructura, y de ahorros de combustibles fósiles.

Como aplicación de esto, los proyectos Transmilenio Fases II a IV, Mio de Cali y Megabus de Pereira, en Colombia, optaron al MDL. Transmilenio ya generó las primeras Reducciones de Emisiones Certificadas (CERs) y se espera que al menos cinco proyectos en Latinoamérica hagan uso de esta herramienta.

Palabras clave: Kyoto, MDL, BRT, GEI, carbono, cambio climático, transporte, emisiones, CER.

---

\* Coordinador Técnico de PLAC+e de la CAF.

## Introducción

La creciente demanda de movilidad en las grandes ciudades del mundo, es el gran desafío de gobiernos, planificadores urbanos, desarrolladores de tecnología y agentes privados. El aumento de la concentración de población en las grandes ciudades de países en desarrollo, con el uso de medios de transporte tradicionales, implicarán un crecimiento de más del 3.2% anual de emisiones de CO<sub>2</sub> en los próximos años con una proyección de que se duplique para el 2025.

La disminución de emisiones de gases efecto invernadero –GEI, causantes del calentamiento global, busca mitigar este fenómeno, sin impedir el crecimiento económico. Ese es el gran reto de sectores como el del transporte que emite cerca del 25 % o más de los GEI a nivel global, lo cual a su vez lo posiciona como un sector con gran potencial en el mercado del carbono.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), fue un paso concreto ante las conclusiones de la Cumbre de la Tierra, realizada en Río de Janeiro. Por su parte, en diciembre de 1997, 159 países signatarios de la Convención adoptaron el Protocolo de Kyoto, el cual es un acuerdo autónomo vinculado a la Convención. Éste establece límites a las emisiones de GEI a 36 países industrializados y naciones con economías en transición, de los 175 que lo han firmado. El 16 de febrero de 2005 con la ratificación de Rusia, el Protocolo de Kyoto entró en vigor, con lo cual los países Anexo I<sup>1</sup> asumen sus obligaciones de reducciones de GEI, con leyes nacionales vinculantes.

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, son gases de efecto invernadero: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O); hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). De estas emisiones, el CO<sub>2</sub> es el gas más abundante debido al alto consumo de combustibles fósiles.

1 Los países con compromisos de reducción de emisiones son denominados Partes Anexo I, según la nomenclatura de la Convención de Cambio Climático.

Para lograr el cumplimiento de los compromisos<sup>2</sup>, el Protocolo de Kyoto definió tres mecanismos de flexibilidad: dos por proyectos que son el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL por sus siglas en español o CDM por sus siglas en inglés) e Implementación Conjunta (IC por sus siglas en español o JI por sus siglas en inglés) y el tercero de mercado de emisiones o cuotas permisibles de emisión entre los países Anexo I.

Estos mecanismos son complementarios para el logro de las reducciones fijadas. El primero, MDL, permite a los países en vías de desarrollo<sup>3</sup>, en particular los de Latinoamérica, llevar a cabo proyectos que reduzcan GEI y generar ingresos adicionales por la venta del producto derivado de ello, denominado CERs (Certified Emissions Reductions, o REC por sus siglas en español).

Los otros dos mecanismos de flexibilidad permiten: el IC, desarrollar proyectos que reduzcan GEI entre los países Anexo I y los países con economía en transición y el otro, el intercambio de permisos de emisión entre los países del Anexo I.

Las reducciones de emisiones deben ser verificadas y certificadas por Naciones Unidas y cumplir un ciclo de proyecto establecido en la regulación internacional (Clean Development Mechanism, 2007d), para lograr los CERs y poder ser vendidos a los países que tienen obligaciones de reducción. El CER como tal es un bien que se vende a futuro vía contratos y sus ingresos se pueden recibir en la etapa preoperativa y/u operativa del proyecto. Las transacciones son individuales y aún no se ha consolidado un mercado de contado<sup>4</sup>.

El ciclo de proyecto MDL son etapas progresivas establecidas por Naciones Unidas, donde el objeto principal de evaluación es el Documento de Diseño de Proyecto (Clean Development Mechanism, 2007b). Para ello es indispensable formular el proyecto con una metodología aprobada por Naciones Unidas, o proponiendo una, de manera previa. Los riesgos del pro-

2 Los países industrializados se han comprometido a reducir sus emisiones en el período 2008-2012 en un promedio de 5,2% por debajo de sus niveles de emisión en 1990.

3 Las economías en desarrollo son considerados países sin compromisos de reducción de emisiones y denominados Partes No Anexo I, en la nomenclatura de la Convención de Cambio Climático.

4 Esto debido fundamentalmente a que aun se encuentra en desarrollo el Sistema Internacional de Transacciones (International Transaction Log).

yecto van disminuyendo en la medida que avanza el proyecto, y una vez llega a registro, si el proyecto está operando, está en capacidad de generar CERs.

En el caso del sector Transporte solo hasta el 2006 hubo una metodología aprobada para proyectos de escala completa, a pesar de haber tenido por lo menos diez propuestas previas desde años anteriores.

### Metodologías del MDL

Una de las condiciones más importantes para que un proyecto pueda generar CERs es la disponibilidad de una Metodología de línea base y monitoreo aprobadas por la Junta Ejecutiva del MDL – EB. Sin ella, no es posible calcular las reducciones de emisiones, ni monitorearlas.

Las metodologías para este tipo de usos tienen tres partes: i) la relacionada con el escenario de línea base y de proyecto, que sirve para calcular las reducciones de emisiones, ii) la requerida para probar que el proyecto es adicional, o sea que de no hacerse, el escenario de línea base generaría más GEI y iii) la del plan de monitoreo y verificación, que se empleará para monitorear y verificar las reducciones de GEI.

### Metodología AM0031 y descripción general

La metodología, AM0031 “Baseline Methodology for Bus Rapid Transit Projects” (Clean Development Mechanism, 2007c), fue aprobada para sistemas de tránsito rápido de buses-BRT (por sus siglas en inglés). Este es un sistema de transporte masivo urbano, consta de buses de gran y mediana capacidad, rutas troncales (vías dedicadas), pretroncales, y alimentadoras, estaciones fijas, un despacho central para controlar y optimizar el servicio, y un sistema de recaudo organizado. De esta manera se logra la prestación de un servicio confiable, confortable, y costo efectivo. Los BRTs, emulan las características de un sistema de tránsito basado en rieles, pero con una inversión varias veces menor. Un sistema BRT, reduce emisiones de GEI: i) Mejorando la eficiencia a través de nuevos y más grandes buses, ii) Movilizando pasajeros que pasan de usar otros modos

de transporte menos eficientes, hacia uno más eficiente, iii) Mejorando el factor de carga o grado de ocupación, a través del manejo organizado del despacho centralizado de buses y iv) Potencialmente con sustitución de combustibles con emisiones más bajas de GEI.

Los nuevos buses del sistema BRT, transportan mayoritariamente pasajeros que en ausencia del proyecto BRT, habrían utilizado sistemas de transporte público convencional, u otros modos de transporte, tales como carros particulares o taxis, menos eficientes.

Se requiere que haya una reducción de la oferta o retiro parcial de parque convencional de buses, ya sea a través de la chatarrización o de instrumentos de regulación o de mercado. La reducción de oferta de buses es un aspecto central de la metodología, pero por supuesto, no es el instrumento para lograr ese objetivo.

Determinación del escenario de la línea base: Se logra en dos pasos. El primero es analizar todas las opciones disponibles del participante del proyecto para prestar el servicio público de transporte. Esto incluye, considerar las políticas, los cambios tecnológicos y las prácticas usuales del sector, así como cualquier otro escenario de transporte masivo urbano que pueda ser aplicado. El segundo paso es identificar el escenario de línea base, basado en la herramienta de adicionalidad aprobada por el EB. Esta herramienta identifica las potenciales alternativas y las valora. El escenario de línea base seleccionado, es uno en el cual, el BAU (Business As Usual) es el escenario más probable. El escenario de línea base para el proyecto, el cual es elegible para usar esta metodología, es la continuación del sistema de transporte público vigente, en ausencia del BRT, considerando políticas sectoriales, cambios tecnológicos, y prácticas usuales, por lo menos hasta el final del periodo de acreditación.

Demostración de adicionalidad: Para demostrar la adicionalidad de un proyecto que use esta Metodología, debe utilizarse el “tool for the demonstration an assesment of adicionality”<sup>5</sup>.

Calculo de emisiones de la línea base: A través de la prueba de adicionalidad se debe concluir que la línea base es la existencia y permanencia del sistema de transporte masivo vigente, considerando cambios tecnoló-

<sup>5</sup> Methodologies for CSN projects (2007c).

gicos, y otros debidos al impacto de las políticas del sector, durante el periodo de acreditación. El indicador emisiones por pasajero-viaje por modo de transporte, es empleado para medir la eficiencia del sistema de transporte vigente (buses, carros particulares, taxis, motocicletas, y transporte no-motorizado). Las emisiones de la línea base, son calculadas, determinando un factor de emisión de línea base por pasajero transportado en cada modo de transporte identificado (buses, carros particulares, taxis, y motocicletas) multiplicados por la cantidad de pasajeros transportados por el proyecto, que en ausencia del mismo hubieran utilizado el mismo modo de transporte. El cálculo del factor de emisión, puede ser hecho a través del consumo total de combustible, por vehículo y por categoría, basado en estudios sectoriales, o determinando la eficiencia del combustible por kilómetro, y los pasajeros-kilómetro, por cada categoría de vehículo identificado. Las emisiones de línea base, consideran las políticas, las regulaciones, y los desarrollos tecnológicos que afectarán luego las emisiones durante la vida útil del proyecto. La metodología considera los viajes que hubieran sido hechos, en ausencia del proyecto, por transporte público, vehículos particulares, taxis, motocicletas, transporte no-motorizado, o que no se hubieran realizado (tráfico inducido o demanda suprimida); y todo a través de encuestas a los pasajeros de los BRT.

**Emisiones del proyecto:** Son determinadas, por la totalidad del combustible utilizado por el proyecto. Las emisiones generadas por los pasajeros que hubieran utilizado transporte no motorizado, o las emisiones del tráfico inducido (viajes adicionales) también son incluidas.

**Fugas:** Se refieren a las emisiones generadas de manera indirecta por el proyecto fuera de la frontera. Estas emisiones incluyen: cambios en las tasas de ocupación del transporte público remanente, emisiones aguas arriba (upstream) del material de construcción de las vías, de la chatarrización (si se realiza) y del pozo al tanque (well-to-tank) de los combustibles, y emisiones generadas por la reducción de la congestión de las vías remanentes, incluyendo el efecto de rebote, como también las emisiones por el cambio de la velocidad promedio de los carros.

Finalmente la reducción total de emisiones, se calcula como la diferencia entre las emisiones de línea base y del proyecto, menos las emisiones de fuga que pueden ser positivas o negativas

### Aproximación a la metodología AM0031

Basados en la descripción anterior se busca en las siguientes secciones profundizar en la metodología, sin pretender ser exhaustivos, dado a que la referencia completa se encuentra en el pie de página número 5.

**Aplicabilidad:** La metodología es aplicable a actividades de proyecto, que reduzcan emisiones a través de la operación de BRTs, incluso a extensiones, ya sea en la adición de nuevas rutas o líneas. Para aplicar AM0031 se requiere que se cumplan todas y cada una de las siguientes condiciones: i) Que el proyecto, tenga un plan claro de cómo reducir la oferta de transporte público, ya sea a través de chatarrización, restricciones, instrumentos económicos u otros medios equivalentes; oferta que será reemplazada por el sistema BRT, ii) Que las regulaciones locales no restrinjan el establecimiento o la expansión de un sistema BRT, iii) Que el combustible usado tanto en la línea base como en el proyecto sea gasolina, diesel, gas natural comprimido, ó gas licuado de petróleo. Se permite hasta un 3% de aditivos. Si en la línea base o el proyecto se usan biocombustibles, no es aplicable a la metodología.<sup>6</sup> iv) Que el sistema BRT y otras opciones de transporte público de la línea base sean transporte de carretera (road-based). Se excluyen expresamente sistemas de transporte por rieles, agua o aéreo, v) Que el sistema BRT reemplace total o parcialmente el sistema de transporte público tradicional en una ciudad. La metodología no puede ser usada para sistemas BRT en áreas donde el transporte público no esté disponible y vi) La metodología es aplicable, si el análisis de alternativas posibles da como resultado la continuación del sistema de transporte público vigente, como el escenario que representa, razonablemente, las emisiones antropogénicas de las fuentes de GEI, que hubieran ocurrido, en ausencia de la actividad de proyecto propuesto.

**Frontera o límites del entorno:** Es necesario determinar la frontera del proyecto, con base en la cual se van a identificar y estimar las emisiones de las fugas del proyecto. Para este caso la frontera está definida, por los pasajeros-viajes hechos en el BRT, que es parte del sector de transporte

<sup>6</sup> Se pueden proponer cambios a la metodología. A la fecha de escribir este paper no hay metodologías aprobadas por el EB para biocombustibles, excepto aquel que proviene de aceites vegetales usados.



público o privado de carretera, en la ciudad donde el proyecto se realiza. El transporte aéreo, de barco, y de rieles, así como el de mercancía no está incluido. El límite físico está determinado por el BRT o el sistema de transporte público de pasajeros.

Escenario de Línea base: Para determinar el escenario de línea base, se deben analizar todas las opciones disponibles por el participante del proyecto. Estas incluyen el BAU, considerando las políticas sectoriales, los cambios tecnológicos, y las prácticas usuales, el escenario de proyecto, y cualquier otro escenario, incluido un sistema de transporte masivo urbano sobre rieles que pueda ser aplicable en esta etapa del análisis. En general las alternativas incluidas pueden ser: i) Continuación del sistema de transporte de carretera actual, ii) El proyecto propuesto (BRT) no implementado como una actividad de proyecto MDL, iii) Sistemas de transporte sobre rieles, y iv) Reorganización del sistema de transporte.

Para la determinación del escenario de línea base, se debe usar el *tool for the demonstration an assesment of adicionality* más reciente aprobado por el EB. El único escenario de línea base elegible para utilizar esta metodología, es aquel en donde el sistema de transporte público vigente continúa, considerando las políticas sectoriales, los cambios tecnológicos, y las prácticas usuales hasta el final del período de acreditación.

En ausencia del proyecto la continuación del sistema de transporte vigente, implica, que las emisiones por pasajero-viaje, solo podrían cambiar debido a políticas o cambios tecnológicos. Ambos aspectos, son incorporados en el cálculo de las emisiones de la línea base. Los siguientes son los pasos para determinar los aspectos analíticos importantes del escenario de línea base: i) Determinar la frontera de proyecto, para la identificación y la valoración de las fugas, ii) Identificar las emisiones por pasajero-viaje transportado en el sistema de transporte vigente, iii) Identificar las políticas y regulaciones de orden nacional, regional y local, que puedan afectar en un futuro las emisiones de transporte e incorporarlas en la línea base y iv) Identificar los factores tecnológicos que afectarán las emisiones de transporte en el futuro e incorporarlas en la línea base.

Adicionalidad: Como se menciono antes, se debe utilizar la prueba de adicionalidad vigente aprobada por el EB. En la identificación de alternativas, se debe considerar como mínimo la continuación del sistema de

transporte vigente y el sistema BRT propuesto. Se debe utilizar el análisis de inversión cuando el BRT sea financiado completamente por el sector privado o cuando el componente de financiación pública, sea totalmente repagado en términos comerciales a través de las tarifas.

Cuando se utilice el análisis de barreras se puede invocar las siguientes, según sea el caso: i) Barreras a la inversión o al financiamiento debido a la restricción de recursos públicos priorizados hacia la inversión en temas de salud, educación o bienestar social, ii) Barreras de prácticas prevalecientes si el proyecto es el primero de su clase en la región o en el país, iii) Resistencia al cambio por parte de los actuales operadores de transporte, y resistencia para cambiar de un sistema informal de transporte a otro formal, iv) Resistencia o riesgo político para implementar de manera continua los proyectos de transporte, los cuales normalmente se realizan en fases y están expuestos a cambios de gobierno, de políticas, y de administraciones y v) Barreras tecnológicas o de organización, por ejemplo si se introducen buses con nuevas tecnologías o nuevos combustibles, o incluso nuevos sistemas de transporte que requieran un sofisticado manejo que no está disponible en el sistema de transporte vigente.

Emisiones de línea Base: El cálculo de emisiones está basado en un factor de emisión o emisiones de GEI por pasajero transportado por el numero de pasajeros transportados.

Las emisiones por pasajero transportado y por categoría de vehículo, luego son afectadas por un factor de mejora tecnológica, cambios en los parámetros de la línea base durante la operación del proyecto, y políticas y /o regulaciones sectoriales.

Dado que las emisiones por pasajero y la cantidad de pasajeros varían según el tipo de vehículo y de combustible usado por el vehículo, conviene identificar las categorías de vehículos previamente.

Las categorías se pueden basar en criterios, tales como aquellas que tengan las más altas emisiones por pasajero transportado, aquellas donde haya información confiable de factores de carga y de consumo de combustible, aquellas que sean relevantes para el proyecto BRT. Las categorías deben distinguirse por tipo de combustible y se incluyen si por lo menos el 10% de los vehículos pertenecen a determinada categoría por uso de combustible. Si se usan vehículos eléctricos, las emisiones deben calcu-

larse utilizando los factores de emisión de la red, conforme a la metodología aprobada por el EB. Cuando se trate de la extensión de sistemas que estén operando, éstas no deben ser incluidas como una categoría de vehículo, dado que es una parte adicional, y no reemplaza ni compite con lo ya implementado. Basado en lo anterior, las siguientes podrían ser las categorías de vehículos más importantes, por tipo de combustible: i) Buses diferenciados por tamaño (grande, mediano y pequeño), ii) Vehículos particulares, iii) Taxis y iv) Motos.

Una vez determinadas las categorías, las emisiones por pasajero pueden ser determinadas por dos vías. La primera es usando datos de consumo específico de combustible (p.e galones por kilómetro) para lo cual se pueden tomar valores de la literatura internacional o mediciones de muestras representativas de cada categoría; multiplicado por el factor de emisión del combustible, la longitud promedio del viaje y dividido por el factor de ocupación.

La otra vía para calcular las emisiones por pasajero es usando estudios sectoriales donde se estiman el consumo de combustible por vehículo y el número de pasajeros transportados en esa categoría de vehículo.

Puede haber una combinación de las dos alternativas de cálculo, utilizando indistintamente, una u otra para diferente categoría de vehículos. El objetivo es tener la información más confiable y de mejor calidad.

Los parámetros claves de la línea base usados para calcular el factor de emisión, son revisados a través de encuestas anuales y son ajustados, solo si el factor de emisión fuera menor que el original, con lo cual se mantiene un cálculo conservador.

Una vez determinadas las emisiones por pasajero, el número de pasajeros de cada categoría es capturado por la encuesta y expandido al total de pasajeros del sistema BRT, el cual es un dato suministrado por el operador del sistema.

Cualquiera de las dos alternativas que se utilicen van a ser afectadas por el factor de mejora tecnológica, cambios en parámetros de la línea base y por los efectos de las políticas del sector.

En las condiciones del escenario BAU, los factores de emisión en cada categoría de vehículo y por tipo de combustible, puede cambiar debido a que los vehículos pueden ser reemplazados por unos más eficientes y/o

el aumento de emisiones por el desgaste mismo del parque. Para efectos de simplicidad, se asume una tasa de incremento media anual constante, por cada categoría de vehículo. Las emisiones por categoría de vehículo son multiplicadas por el correspondiente factor de mejora tecnológica.

Los posibles cambios que se pueden encontrar en los parámetros de línea base durante la operación del proyecto son: i) Cambios en el factor de carga o en el número de pasajeros por vehículo, ii) Cambios en la distancia de los viajes de los pasajeros que usan el BRT, iii) Tipo de combustible utilizado por pasajeros de vehículos particulares. Este factor solamente es importante para pasajeros que se hayan cambiado de carros a transporte público.

Estos dos últimos factores son medidos, a través de encuestas a los pasajeros que usan el sistema BRT. Para aplicar de manera conservadora los cálculos, si el factor de emisión por pasajero transportado se reduce, se toma en consideración, de lo contrario no.

En cuanto a los efectos de la política solo se deben considerar políticas que impacten las emisiones de GEI, tales como políticas de combustible (uso de mezclas o biocombustibles), políticas fiscales (impuestos diferenciales de acuerdo al contenido de carbono), y políticas de transporte tal como la promoción de transporte no-motorizado o restricción de uso de carros particulares

Finalmente, como se había mencionado anteriormente, las emisiones de línea base son determinadas por el nivel de actividad en cada modo de transporte que la persona hubiera utilizado en la ausencia del proyecto. Básicamente, se mide la diferencia de eficiencia en el transporte de pasajeros en el proyecto comparado con la eficiencia de los pasajeros transportados, en los diferentes modos de la línea base. La distribución de pasajeros transportados en cada modo es determinada a través de las encuestas que se hacen a los pasajeros del BRT.

Análisis de sensibilidad: Se hace sobre la estimación de las emisiones de la línea base y del proyecto, para identificar los parámetros físicos que afectan el resultado final. El análisis, se hace calculando el cambio que sufriría el parámetro, para reducir las emisiones en un 5%. Este valor da una indicación de la magnitud del cambio del parámetro requerido para tener uno significativo para minimizar las emisiones.

**Emissiones de proyecto:** Proviene de aquellas que se producen por el uso del combustible tanto en las rutas troncales como en las alimentadoras. Para ello hay dos posibilidades de cálculo, que depende de la disponibilidad de información. Una es basada en mediciones electrónicas de consumo de combustible o la otra, es aquella monitoreada por la compañía que opera los buses.

En ambas alternativas hay un control de calidad, basado en consumos específicos y distancias recorridas e incluso comparaciones con otras empresas operadoras de BRTs que empleen el mismo tipo de buses.

**Fugas:** Son aquellas emisiones que se generan de manera indirecta por la actividad de proyecto, fuera de la frontera del mismo. Para este tipo de proyectos se consideran tres categorías: i) Emisiones aguas arriba (upstream) debido a la construcción de las vías dedicadas al BRT, la reducción de la vida útil de los buses que se reemplazan, incluyendo las emisiones del proceso de la chatarrización, y el efecto en el ciclo de vida por la reducción de uso de combustible. Estas emisiones deben ser calculadas, antes de la implementación del proyecto, y monitoreadas anualmente. ii) Cambios en el factor de carga del sistema de transporte de la línea base, debido a la implementación del proyecto. Esto debe ser monitoreado durante la operación del proyecto, iii) Aumento en la velocidad promedio de los vehículos producidos por una menor congestión en las vías. Este factor es calculado antes del inicio de la actividad del proyecto y no se monitorea.

Para efectos de tener cálculos conservadores, las emisiones de las fugas, son consideradas, si y solo si disminuyen la reducción de emisiones.

**Monitoreo:** La metodología describe un plan de monitoreo de las variables que permitan hacer los cálculos de las emisiones de línea base, de proyecto y de las fugas durante la operación del proyecto. Para ello se determinan las variables a monitorear, la manera como deben ser monitoreadas, y su frecuencia.

**Línea base:** Si se utiliza el consumo de combustible, y la distancia recorrida por categoría de vehículo y tipo de combustible, se debe monitorear, el consumo de combustible, basado en mediciones de una muestra representativa, indicadores de la literatura internacional, valores del IPCC, y las distancias recorridas basadas en estadísticas oficiales. Si se uti-

liza la alternativa del consumo de combustible sectorial, esta debe ser basada en encuestas representativas. El factor de mejora tecnológica, es un valor por defecto (default value), o de la literatura internacional. La cantidad de pasajeros transportados por modo, que usan el nuevo sistema de transporte, se monitorea anualmente basado en las encuestas practicadas a los pasajeros del sistema BRT, expandidas estadísticamente al total de los pasajeros transportados por el sistema.

**Emissiones del proyecto:** Se monitorea el consumo de combustible del proyecto anualmente, por medio de los registros del operador y mediciones. Si se utiliza el método de eficiencia de combustible y distancia recorrida por el proyecto, la primera variable se determina por medio de mediciones en campo y la segunda, por medio de sistemas idóneos para ello como el GPS (Global Positioning System).

**Fugas:** Finalmente, el monitoreo de los tres tipos de fuga, se hace de la siguiente manera. i) Para las emisiones aguas arriba (upstream), que son construcción, chatarrización y pozo al tanque de las emisiones del combustible, se usa información histórica, y valores por defecto de la literatura internacional. Estos valores son calculados, previo a la implementación de proyecto, y luego monitoreados, ii) Cambio en el factor de carga. Es medido regularmente por medio de muestras representativas iii) El monitoreo del impacto en la congestión (efecto de rebote o viajes inducidos, y al cambio en la velocidad de los vehículos) se basa en estadísticas locales, y valores por defecto, de la literatura internacional, y es calculado antes del proyecto.

Para tener un adecuado aseguramiento de la calidad en el monitoreo de las variables arriba mencionadas, Grütter Jürg, Beratung/Consulting bajo contrato con la CAF, ha desarrollado un software, con su respectivo manual de propiedad compartida.

Estas herramientas le permiten a los dueños del proyecto, responsables del monitoreo, efectuar de manera amigable y confiable el registro de las variables necesarias para determinar la reducción de emisiones, derivada de la operación del proyecto durante un periodo determinado, siendo normalmente un año.

## Aplicación de la metodología AM0031

La metodología ha sido aplicada en por lo menos tres proyectos de sistema BRT en Colombia y se espera sea aplicada en el corto plazo en por lo menos cinco más en Latinoamérica.

El primer proyecto que sirvió de base para proponer la metodología AM0031, fue Transmilenio en Bogotá-Colombia. El proyecto fue propuesto como MDL en sus fases II a IV. La fase II se encuentra en operación y para el 2012 se espera que llegue a 130 kilómetros de vías dedicadas con paraderos fijos, cerca de 1.200 buses articulados de 160 pasajeros a diesel operando en vías troncales, 500 buses a diesel en vías alimentadoras y 1.8 millones de pasajeros por día transportados. El proyecto opera desde antes del 2006, generando para ese año 59.020 CERs y se espera producir 246.563 CERs promedio anual en los próximos 7 años.

El segundo proyecto está ubicado en Cali-Colombia y es el Mío de Metrocali S.A. Tendrá 44 kilómetros de vías dedicadas con paraderos fijos, 200 buses articulados de 160 pasajeros operando en vías troncales, 750 buses en vías alimentadoras, con una cobertura cercana al 90%. El proyecto se encuentra en proceso de validación, se espera comience a operar en el 2008 y que genere los primeros CERs en el 2009. Se estima que una vez inicie la operación, producirá 256.281 CERs promedio anual en los siguientes 7 años.

El tercer proyecto es el Megabus, ubicado en Pereira-Colombia. Tiene 25 kilómetros de vías dedicadas con paraderos fijos, 60 buses articulados de 160 pasajeros operando en vías troncales, 100 buses en vías alimentadoras, tiene una cobertura cercana al 50%, con 110.000 pasajeros por día en 2007 y se espera tenga cerca 190.000 para el 2015. El proyecto, se encuentra próximo a validación y comenzó a operar el 21 de agosto de 2006. Después de su registro, que se espera sea al final del 2007, se estima genere 30.000 CERs promedio anuales en los siguientes 7 años.

Además de estos proyectos, se espera que sistemas BRT de ciudades como Tegucigalpa, Panamá, Quito, Guayaquil, y Lima, entre otros, puedan hacer uso de esta metodología.

## Conclusiones

La metodología tiene un amplio espectro de aplicación no solo en Latinoamérica sino en Asia donde ya hay iniciativas para aplicarla. Desde el punto de vista técnico ofrece alternativas de cálculo, valores por defecto y métodos para revisar la consistencia de la información, así como un análisis de sensibilidad que otorga confianza sobre la validez del valor de los parámetros empleados y cálculos conservadores tal como lo exige el MDL. La metodología apunta a premiar sistemas de transporte que tengan reducidos factores de emisión. Su estructura permite que pueda ser modificada ó ser el punto de partida desarrollar metodologías para sistemas sobre rieles y/o sistemas integrados de transporte de rieles y de carretera. Es así como actualmente se está proponiendo ante Naciones Unidas, una metodología para sistemas de rieles basadas en la AM0031 (Clean Development Mechanism, 2007d).

## Páginas Web Consultadas

Clean Development Mechanism (2007).

Página institucional. Disponible [09.09.07] en <http://cdm.unfccc.int/>

\_\_\_\_\_ (2007b). Project Activity Cycle.

Disponible [09.09.07] en <http://cdm.unfccc.int/Projects/pac/index.html>

\_\_\_\_\_ (2007c). Methodologies for CSM projects.

Disponible [09.09.07] en <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/approved.html>

\_\_\_\_\_ (2007d). Metrobus Insurgentes, Mexico City.

Disponible [09.09.07] en <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/publicview.html?OpenRound=19&OpenNM=NM0229&cases=B#NM0229>