



HACIA UN NUEVO PARADIGMA DE LOS SISTEMAS MASIVOS DE TRANSPORTE URBANO: EL CASO TRANSMILENIO

Los procesos de urbanización a los que asistimos en América Latina presentan nuevos desafíos a los sistemas de transporte urbano, en la medida en que es prioritario proporcionar una adecuada movilidad para la creciente y compleja interacción de las comunidades.

En esta edición del Boletín, preparada por Irma Chaparro, se presenta un resumen del reciente estudio intitulado ***Evaluación del impacto socioeconómico del transporte urbano en la ciudad de Bogotá. El caso del sistema de transporte masivo, Transmilenio***, LC/L1786-P, octubre 2002, en el cual se analiza el impacto socioeconómico del sistema Transmilenio en Bogotá. Este sistema forma parte de una estrategia integral de transporte impulsada por la Administración Distrital durante el período 1998-2001, y se constituyó en una solución de vanguardia al difícil problema de movilidad que afrontó la ciudad.

Para mayores antecedentes sírvase contactarse con Irma Chaparro, ichaparro@dnf.gov.co, o trans@eclac.cl

Antecedentes

El Plan Nacional de Desarrollo de Colombia 1994-1998 contempló una estrategia sectorial de largo plazo enfocada hacia los temas institucionales y de infraestructura, lo cual determinó una acción mancomunada entre la Nación y el Distrito Capital de Bogotá. *El Sistema Integrado de Transporte Masivo*, consistiría en una combinación de redes integradas de transporte conformadas por el metro (componente *rígido*) y por buses en troncales (componente *flexible*). Tras varias evaluaciones quedó claro que: fue costosa la inversión en infraestructura; la proporción de esta inversión se cargaría al presupuesto distrital; hubo una escasa capacidad de gestión institucional; se presentaron dificultades para la integración del metro con los buses, y hubo poco cubrimiento de la demanda (que se ubicaría en un escaso 11%, en el caso del componente rígido). Todo lo anterior hacía su ejecución imposible.

Sin embargo, esta estrategia sentó las bases para la puesta en marcha del proyecto Transmilenio, el cual se basó exclusivamente en el componente flexible de buses.

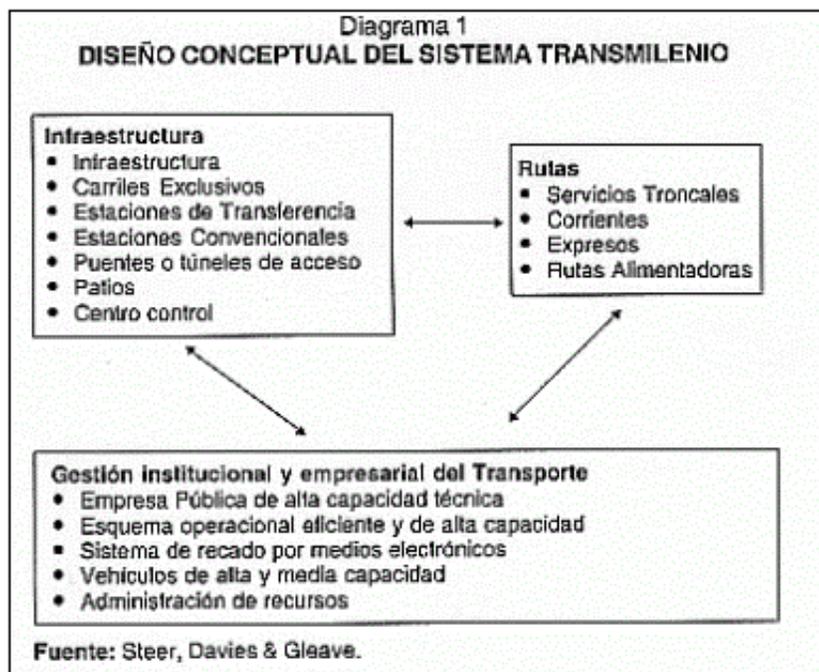
El transporte masivo mediante buses de alta capacidad ha sido desarrollado en diversas ciudades de América Latina, como Curitiba, en donde ha sido una parte integral de un modelo de

desarrollo urbano con una larga evolución. En Quito se ha desarrollado un esquema que atendió a una demanda neta existente. Bogotá desarrolla el Sistema desde 1998 en el marco de un proceso de desarrollo urbano sostenible que contempla: (i) la adecuación de la infraestructura vial; (ii) el fortalecimiento del manejo del tráfico; y, (iii) la construcción de ciclorrutas insertadas en la malla vial vehicular y conectadas con parques y avenidas.

Concepto del Sistema Transmilenio

Transmilenio es un sistema de transporte masivo urbano que comprende buses articulados de alta capacidad operados por concesionarios y monitoreados satelitalmente. Los buses circulan por carriles segregados exclusivos en corredores troncales, y están integrados a un sistema de rutas alimentadoras operadas por buses de capacidad media. El sistema posee estaciones que cuentan con andenes elevados y puertas automáticas coordinadas con las de los buses, y la tarifa única permite al usuario acceder al servicio troncal y al alimentador.

Los componentes del sistema son la infraestructura, las rutas y la gestión institucional y empresarial del transporte, como se puede apreciar en el diagrama (1).



La infraestructura vial es proveída y mantenida por el Distrito. Los buses articulados de alta capacidad y nueva tecnología circulan separadamente de los carriles de uso mixto por donde transitan los demás vehículos. Hay tres tipos de estaciones: las convencionales, que permiten la accesibilidad de los usuarios al sistema y están constituidas por espacios cubiertos; las intermedias, que permiten la realización de transbordos entre buses alimentadores urbanos y buses troncales; y los Portales o cabeceras que están ubicados en los extremos de los corredores troncales, en

donde, además, el usuario puede realizar transbordos con los servicios intermunicipales. Todas las estaciones cuentan con un adecuado acceso al sistema mediante puentes, vías peatonales y taquillas para la compra de tarjetas. El Centro de Control Centralizado realiza un monitoreo permanente sobre la operación de los servicios y sobre el número de pasajeros que ingresan al sistema. Los buses cuentan con Sistemas de Posicionamiento Global, un computador que programa el itinerario y una unidad de reporte que permite al vehículo transmitir información. Así se aseguran las comunicaciones con los vehículos, con las estaciones, y se transmiten las órdenes de servicios y los ajustes operativos.

Las rutas constan de servicios corrientes y expresos que circulan por los corredores exclusivos iniciando y terminando el recorrido en los portales. Los servicios corrientes se detienen en todas las estaciones a lo largo del recorrido ofreciendo flexibilidad a los pasajeros. Los buses expresos se detienen exclusivamente en estaciones situadas en áreas de alta concentración de demanda. Constan además de rutas alimentadoras que cubren áreas de influencia del sistema

mediante buses de capacidad media, que circulan por la red vial convencional.

La gestión institucional comporta las acciones en torno al funcionamiento, desarrollo y ejecución de Transmilenio y está distribuida entre el Instituto de Desarrollo Urbano, la Secretaría de Obras Públicas del Distrito, la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá y la empresa Transmilenio S.A. una entidad pequeña y de alta capacidad técnica.

La participación de empresas privadas es primordial. A través de procesos licitatorios abiertos, diversas empresas fueron incorporadas mediante contratos de concesión. Es el caso de los operadores de buses troncales y alimentadores, la empresa recaudadora y la entidad fiduciaria encargada de administrar los recursos. Los primeros son responsables de adquirir el material rodante, contratar la mano de obra necesaria para las labores de conducción y mantenimiento, y adecuación de los patios de estacionamiento. La empresa recaudadora provee la infraestructura y la gestión de los ingresos.

Evaluación total del sistema

Una evaluación previa muy rigurosa se centró en dos puntos fundamentales: el impacto del proyecto y la participación del Estado. En lo primero se contempló el aspecto físico-espacial, el técnico-económico, el socio-ambiental y el fiscal-financiero. En lo segundo, el aspecto de los recursos es fundamental: se prevé desarrollar el proyecto en forma gradual, para lo cual los recursos de la infraestructura los aportan la Nación en un 65,7%, mientras que el Distrito aporta el 34,3% por vía de la sobretasa a la gasolina. Para su desembolso se estableció un perfil de pagos acorde a los criterios técnicos de ejecución y desarrollo, capacidad de pago y disposiciones legales.

Sistema Transmilenio v/s Primera Línea de Metro (PLM). La implementación de Transmilenio demuestra que son factibles los sistemas de transporte masivo de costo accesible. Se aprovecha el espacio vial existente transportando volúmenes de pasajeros comparables con el Metro, a una fracción del costo, sin sacrificios importantes en velocidad. Por menos inversión se puede atender a una proporción muy superior del mercado de transporte urbano.

Comparando Transmilenio y la PLM se observa que el Valor Presente Neto es significativamente mayor con la introducción de Transmilenio. La relación costo-beneficio es aproximadamente dos veces (dependiendo de la tasa de descuento ocupada) en términos relativos. La Tasa Interna de Retorno es muy superior y se ubica en 60,9%. (Véase el cuadro 1).

Indicadores	Sistema Metro – PLM	Sistema Transmilenio
Tasa de descuento 7%		
VPN US\$	494	1.637
B/C %	1.21	2.30
Tasa de descuento 10%		
VPN US\$	120	1.220
B/C %	1.06	2.16
Tasa de descuento 12%		
VPN US\$	-53	1.010
B/C %	0.97	2.07

Fuente: Documento Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), 3093.

El costo de infraestructura del sistema total de Transmilenio se estableció en US\$ 1.970 millones. Se prevé realizar el proyecto total en un período de 15 años, en 4 fases, construyendo 24 troncales, e incorporando gradualmente al sistema 4.474 buses con un costo estimado de US\$ 895 millones y equipos de recaudo por US\$ 73,5 millones. La inversión total será de US\$ 2.936 millones del 2000 (costos estimados usando precios sociales), y se

atenderá el 80% del mercado. La inversión requerida por la PLM para cubrir el 11% del mercado habría sido de US\$ 3.040 millones de 1998.

El estudio preoperativo, a cargo de una consultora especializada con amplia experiencia, caracterizó el sistema de transporte público existente y determinó la demanda y la oferta. La modelación de la demanda se desarrolló mediante un conjunto de programas de simulación tomando para el dimensionamiento de los servicios el promedio del periodo de carga máxima de las horas pico de la mañana entre 6:30 y 8:30 horas. Los resultados de la modelación se verificaron a partir de encuestas origen-destino de interceptación a bordo de vehículos de transporte público que, complementadas con la información de frecuencia de autobuses, nivel de ocupación y ascensos y descensos de pasajeros, permitieron estimar la demanda para Transmilenio.

Implementación y caracterización de la Primera Fase

Se procedió a la puesta en marcha de la primera fase conformada por tres corredores troncales donde se ubican cuatro estaciones intermedias y 51 convencionales en 38 kilómetros. En cada uno de los portales se integran las rutas alimentadoras cuyos trayectos van desde dos hasta 10 kilómetros con estaciones ubicadas entre 200 y 500 metros. Por las tres troncales que forman parte de la primera fase del proyecto, operan tres servicios corrientes y ocho expresos y un total de 27 rutas alimentadoras. Se anexaron al sistema rutas intermunicipales que prestan servicios hasta las estaciones de cabecera, aliviando la congestión hacia el centro de la ciudad.

Se estableció un procedimiento denominado “*reposición de flota*” mediante el cual son retirados del servicio 2.7 buses del transporte público tradicional por la incorporación de cada bus articulado al Sistema. El criterio tenido en cuenta para retirar los vehículos fue su antigüedad y condiciones técnicas de operación. Mediante este mecanismo se espera eliminar la sobreoferta de transporte y reducir los niveles de contaminación. Se prevé en futuras etapas aumentar la tasa de reposición.

La tarifa actual está establecida en US\$ 0,35 y la carga máxima de pasajeros por hora y sentido establecida en tramos críticos se ubica en 21.000.

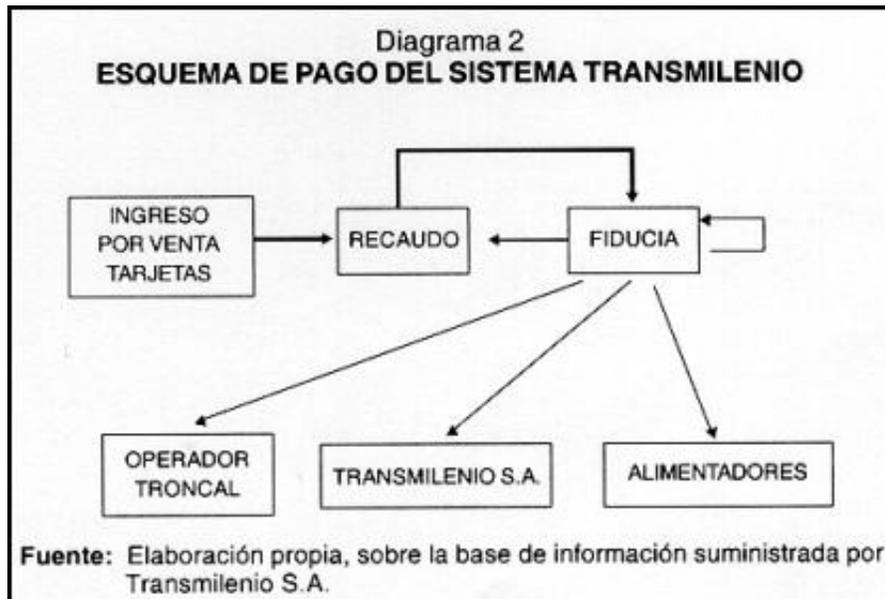
Vinculación de las empresas en los beneficios por la operación

Los pagos percibidos por las empresas operadoras en troncal están dados en función de los buses kilómetros, de acuerdo con las órdenes de servicio de operación impartidas por Transmilenio S.A. Las empresas que operan los alimentadores perciben el pago en función de los pasajeros transportados. La empresa recaudadora percibe aproximadamente un 10% por pasaje vendido. Transmilenio S.A. percibe un 3% y la empresa Fiduciaria capta un 0,0387% del total de pagos.

Una vez los ingresos por venta de tarjetas hayan sido captados por la empresa de recaudo son entregados a la empresa Fiduciaria encargada de administrarlos y efectuar los pagos correspondientes a los agentes intervinientes. Transmilenio S.A. efectúa la liquidación correspondiente de acuerdo a los mecanismos establecidos lo que asegura la transparencia. Los pagos a las empresas de la troncal se producen por el número de buses kilómetros recorridos y no como en el sistema tradicional en el cual los incentivos se dan por pasajero pago dando lugar a la “guerra del centavo”.

Evaluación ex--post de la primera fase

Plazos y costos. El cronograma establecido para la ejecución de las obras se consideró dentro de un escenario optimista por lo cual los tiempos de ejecución de diseños definitivos, de adjudicación de licitación y de construcción de las obras, no pudieron ser cumplidos como fue previsto. Los atrasos se



debieron a los trámites burocráticos con diferentes entidades del Distrito. Además, se incorporaron inversiones en infraestructura que no fueron previstas inicialmente. El costo de la inversión incluyendo los carriles mixtos (es decir, las vías por donde circulan vehículos particulares, camiones y taxis), ascendió a US\$ 6.858.199 mientras que el costo por kilómetro sin incluir los carriles mixtos asciende a US\$ 5.041.271/km.

Pasajeros estimados v/s observados. De acuerdo a información de campo suministrada por Transmilenio S.A. de noviembre

de 2001 se establecieron los pasajeros diarios observados y se compararon con los estimados por el estudio preoperativo para 420 vehículos (Cuadro 2). El resultado supera en 63.947 viajes diarios a los estimados, lo cual significa un 15,98% más de demanda captada por la implementación del sistema. La demanda de pasajeros observada de 464.133 corresponde a datos agregados por troncal y alimentadores, los cuales se ubican en 327.249 y 133.884 pasajeros diarios respectivamente.

Cuadro 2
PASAJEROS DIARIOS ESTIMADOS V/S OBSERVADOS
(Operación parcial de la primera fase)

	Pasajeros diarios estimados	Pasajeros diarios observados	Excedente	Por- cen- taje
	420 vehículos			
Pasajeros entradas troncal y alimentador	400.186	464.133	63.947	15,98

Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por la Consultora Steer, Davies & Gleave y Transmilenio S.A.

Demanda actual en corredores troncales, con la primera fase en plena operación. Se recontabilizó la demanda diaria de pasajeros, encontrando que se están transportando diariamente 760.000 personas, con 490 buses articulados, superando las 660.000 estimadas para esta Primera Fase, para cuyo transporte se consideraba necesaria una flota de 475 unidades. La demanda mayor que se había anticipado ya exigió la puesta en marcha de 15 articulados adicionales, contemplándose, además, la

incorporación de 11 más antes del fin del año 2002.

Beneficios. Se cuantifican los ahorros en tiempo de viaje para los pasajeros, el ahorro en costos de funcionamiento del servicio y la disminución de la accidentalidad en el Cuadro 3. El ahorro en tiempo de viaje para los usuarios es la variable que más beneficios reporta, ubicándose en 82,48%, arrojando un valor total de US\$ 1.203 millones. Esta variable contempla el tiempo de recorrido de las personas durante el viaje, el tiempo de espera, el tiempo de caminata y el tiempo de transbordo. El ahorro por costo de funcionamiento del servicio (por los 2,7 vehículos obsoletos que dejaron de operar por la introducción de un bus articulado), se ubica en US\$ 252 millones. Por último, se estimaron los beneficios por reducción de accidentalidad, en US\$ 3 millones.

**Cuadro 3
BENEFICIOS TOTALES**

Concepto	En millones de US\$ de 2001	Porcen- taje
Beneficios	1.458	100,00
Ahorro de tiempo de viaje	1.203	82,48
Ahorro en costos de funcionamiento	252	17,30
Accidentalidad	3	0,22

Fuente: Elaboración propia en de acuerdo a información suministrada por Transmilenio S.A.

Evaluación económica. Restando de los beneficios los costos de esta primera fase, se obtiene un (VPN) en millones de US\$ de 944,73, aplicando una tasa de descuento del 12% a un escenario de 10 años. La relación (B/C) es de 2,84 % y la (TIR) de 60,34%, lo cual indica una situación muy favorable de la primera fase ya en funcionamiento. Observando las cifras de Valor Presente Neto a una tasa de descuento del 12% señalados en el Cuadro 1 y 3, con tan solo la primera fase en operación ya están cubiertos el 94% de los beneficios totales del sistema.

Evaluación del sistema de recaudo

Mediante un sistema electrónico de tarjetas inteligentes se garantiza la eficiencia en la operación, la seguridad del dinero recaudado, y la minimización del fraude. Existen tarjetas para uno, dos y diez viajes. El servicio presenta falencias asociadas a la venta puesto que las filas superan la capacidad instalada y generan demoras considerables. Las tarjetas no siempre pueden ser leídas correctamente y la doble validación genera congestión, especialmente en la salida. Un 80% del total de tarjetas vendidas corresponden a uno y dos viajes y el 20% a tarjetas de 10 viajes.

Conclusiones

Transmilenio es un aporte fundamental para la optimización del transporte público y de la calidad de vida.

En comparación con el Metro comprueba la factibilidad de un sistema masivo a un costo más accesible sin hacer sacrificios en términos de velocidad. Con menor inversión se puede atender a una proporción mucho mayor de usuarios.

Los resultados demuestran la alta valoración que tiene el ahorro en tiempo de viaje para las personas, aún cuando sus tiempos de espera sean mayores comparados con el sistema tradicional.

Deben introducirse mejoras en el sistema prepago con tarjetas inteligentes como la venta de tarjetas en distintos puntos y el estímulo económico para la adquisición de boletas de múltiples viajes.