



Opciones de transporte público masivo

Módulo 3a

Transporte Sostenible:

Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo

VISIÓN GENERAL DEL TEXTO DE REFERENCIA

Transporte Sostenible: Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas en ciudades de desarrollo

¿Qué es el Texto de Referencia?

Este *Texto de Referencia* sobre Transporte Urbano Sostenible aborda las áreas claves de un marco general para una política de transporte sostenible en una ciudad en desarrollo. El *Texto de Referencia* consta de más de 20 módulos.

¿Para quién es?

El *Texto de Referencia* se ha diseñado para formuladores de políticas en ciudades en desarrollo y sus asesores. Este grupo objetivo se refleja en el contenido, que proporciona herramientas apropiadas de políticas para su aplicación en una serie de ciudades en desarrollo.

¿Cómo se debe utilizar?

Estos módulos deben ser proporcionados a los oficiales involucrados en transporte urbano según se necesiten. El *Texto de Referencia* puede ser fácilmente adaptado para ajustarse a un evento de entrenamiento formal y corto, o puede servir como una guía para desarrollar un programa de entrenamiento en transporte urbano. GTZ está elaborando los paquetes de entrenamiento de módulos selectos, disponibles desde 2004.

¿Cuáles son algunas de sus características claves?

Las características claves del *Texto de Referencia* incluyen:

- Una orientación práctica, centrándose en mejores prácticas en planificación y regulación y, cuando es posible, experiencias exitosas en ciudades en desarrollo;
- Los colaboradores (autores) son expertos internacionales en sus campos;
- Una diagramación atractiva, en color y fácil de leer;
- Lenguaje no-técnico (hasta donde es posible), con los términos técnicos explicados;
- Actualizaciones vía Internet.

¿Cómo conseguir una copia?

Por favor visite <http://www.sutp.org> o <http://www.gtzt.de/transport> para obtener detalles. El *Texto de Referencia* no se vende con ánimo de lucro. Cualquier cobro es utilizado para cubrir los costos de impresión y distribución. También se puede ordenar a transport@gtzt.de.

Comentarios o sugerencias

Damos la bienvenida a cualquiera de sus comentarios o sugerencias, en cualquier aspecto del *Texto de Referencia*, por correo a transport@gtzt.de, o por correo postal a:

Manfred Breithaupt
GTZ, Division 44
P. O. Box 5180
65726 Eschborn / Germany

Más módulos y recursos

Se desarrollarán más módulos en las siguientes áreas: *Financiación de Transporte Urbano* y *Benchmarking*. También habrá recursos adicionales, y existe un CD-ROM de fotos de Transporte Urbano.

Módulos y colaboradores

Visión General del Texto de Referencia y Temas Transversales sobre Transporte Urbano

Orientación institucional y de políticas

- 1a. *El papel del transporte en una política de desarrollo urbano* (Enrique Peñalosa)
- 1b. *Instituciones de transporte urbano* (Richard Meakin)
- 1c. *Participación del sector privado en la provisión de infraestructura de transporte urbano* (Christopher Zegras, MIT)
- 1d. *Instrumentos económicos* (Manfred Breithaupt, GTZ)
- 1e. *Cómo generar conciencia ciudadana sobre transporte urbano sostenible* (Carlos F. Pardo, GTZ)

Planificación del uso de suelo y gestión de la demanda

- 2a. *Planificación del uso del suelo y transporte urbano* (Rudolf Petersen, Wuppertal Institute)
- 2b. *Gestión de la movilidad* (Todd Litman, VTPI)

Transporte público, caminar y bicicleta

- 3a. *Opciones de transporte público masivo* (Lloyd Wright, University College London; Karl Fjellstrom, GTZ)
- 3b. *Sistemas de bus rápido* (Lloyd Wright, University College London)
- 3c. *Regulación y planificación de buses* (Richard Meakin)
- 3d. *Preservar y expandir el papel del transporte no motorizado* (Walter Hook, ITDP)
- 3e. *Desarrollo sin automóviles* (Lloyd Wright, University College London)

Vehículos y combustibles

- 4a. *Combustibles y tecnologías vehiculares más limpios* (Michael Walsh; Reinhard Kolke, Umweltbundesamt-UBA)
- 4b. *Inspección, mantenimiento y revisiones de seguridad* (Reinhard Kolke, UBA)
- 4c. *Vehículos de dos y tres ruedas* (Jitendra Shah, World Bank; N.V. Iyer, Bajaj Auto)
- 4d. *Vehículos a gas natural* (MVV InnoTec)
- 4e. *Sistemas de transporte inteligentes* (Phil Sayeg, TRA; Phil Charles, University of Queensland)
- 4f. *Conducción racional* (VTL; Manfred Breithaupt, Oliver Eberz, GTZ)

Impactos en el medio ambiente y la salud

- 5a. *Gestión de calidad del aire* (Dietrich Schwela, World Health Organisation)
- 5b. *Seguridad vial urbana* (Jacqueline Lacroix, DVR; David Silcock, GRSP)
- 5c. *El ruido y su mitigación* (Civic Exchange Hong Kong; GTZ; UBA)

Recursos

6. *Recursos para formuladores de políticas públicas* (GTZ)

Opciones de transporte público masivo

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados en este documento están basados en la información compilada por GTZ y sus consultores, socios y contribuyentes con base en fuentes confiables. No obstante, GTZ no garantiza la precisión o integridad de la información en este libro y no puede ser responsable por errores, omisiones o pérdidas que surjan de su uso.

Sobre los colaboradores

El **Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)** fue establecido en 1985 para promover opciones de transporte que sean sostenibles medio-ambiental, económica y socialmente. El ITDP es una organización internacional no gubernamental que se concentra particularmente en la promoción del transporte público, transporte no-motorizado, gestión de demanda de viajes, y planificación mejorada de uso del suelo. ITDP trabaja exclusivamente en países en desarrollo y economías en transición, donde las consecuencias de una movilidad básica insuficiente son más elocuentes, y donde los efectos adversos, tanto sociales como ambientales, de la rápida motorización están causando problemas económicos y ambientales mayores. Para cumplir con esta misión, ITDP tiene tres actividades centrales:

- (I) Catalizar proyectos de demostración con municipalidades progresistas;
- (II) Comunicar opciones exitosas e información técnica; y
- (III) Fomentar una mejor formulación de políticas a niveles locales, nacionales, y multi-laterales.

Autor Lloyd Wright
(Institute for Transportation and Development Policy) y
Karl Fjellstrom (GTZ)

Con colaboración adicional de Armin Wagner
y valiosos comentarios de revisión sobre el
sistema Skytrain de Bangkok de Phil Sayeg,
de Policy Appraisal Services Pty Ltd.

Editor Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
P.O. Box 5180
D - 65726 Eschborn, Alemania
<http://www.gtz.de>

Division 44, Medio Ambiente e Infraestructura
Proyecto sectorial:
"Servicio de Asesoría en Política de Transporte"

Por encargo de
Bundesministerium für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)
Friedrich-Ebert-Allee 40
D - 53113 Bonn, Alemania
<http://www.bmz.de>

Gerente Manfred Breithaupt

Equipo Editorial Manfred Breithaupt, Stefan Opitz,
Karl Fjellstrom, Jan Schwaab
Deseamos agradecer la ayuda brindada por el señor Karl
Fjellstrom en la revisión y crítica de todos los artículos
escritos, en la identificación de los colaboradores y la
coordinación con ellos, y por sus aportes relacionados con
todos los aspectos de la confección del Texto de Referencia,
además de su supervisión editorial y organizacional durante
todo el proceso de desarrollo del Texto de Referencia, desde
su concepción inicial hasta el producto final.

Foto de portada Karl Fjellstrom
Victory Monument de Bangkok
Diciembre de 2001

Diagramación Klaus Neumann, SDS, GC

Traducción Esta traducción ha sido inicialmente realizada
por Newtonberg Publicaciones Digitales,
<http://www.newtenberg.com> (Santiago, Chile) y
revisada en 2006 por Carlos F. Pardo. GTZ no
se hace responsable por esta traducción o por
cualquier error, omisión o pérdida derivados de
su uso.

Eschborn, 2006

1. Introducción 1

2. Conceptos de Transporte Masivo Rápido 2

2.1 Terminología..... 2

2.2 Definiendo las características de MRT..... 3

Uso del espacio..... 3

Velocidad y capacidad de pasajeros... 4

Integración 4

Nivel de servicio 4

2.3 La importancia estratégica de los sistemas MRT..... 4

3. Aplicaciones actuales en ciudades en desarrollo 6

3.1 Sistemas de bus rápido (BRT)..... 6

Experiencia latinoamericana..... 6

Experiencia asiática 8

Experiencia norteamericana 9

Experiencia europea 11

Programas de Australia y de Nueva Zelanda 11

3.2 Transporte público de tren liviano (LRT)..... 11

Aplicaciones actuales 12

LRT y líneas de Metro en Shanghai... 12

3.3 Metros 14

El Skytrain de Bangkok (BTS)..... 14

3.4 Tren para ir al trabajo 16

Aplicaciones actuales..... 16

Experiencia positiva con la concesión de servicios de trenes para ir al trabajo 17

4. Comparación de parámetros claves..... 18

4.1 Costo 18

Costos capitales de MRT basado en trenes..... 19

Costos capitales del Transporte Masivo Rápido en Buses 20

Costos operacionales 20

Material rodante 22

Finanzas públicas 22

4.2 Planificación y tiempo de construcción..... 23

Desarrollo y planificación del proyecto 23

Construcción 24

4.3 Capacidad de pasajeros..... 26

4.4 Flexibilidad..... 27

4.5 Velocidad..... 28

4.6 Capacidad institucional para una implementación exitosa 28

El ámbito del desafío 29

Rol del sector privado..... 29

Marco de políticas de apoyo..... 30

4.7 Influencia de largo plazo sobre el desarrollo de la ciudad..... 30

MRT y la forma de la ciudad..... 30

MRT y desarrollo..... 30

4.8 Alivio de la pobreza 31

4.9 Impacto ambiental 32

5. Conclusión 34

Materiales de recursos 35

1. Introducción

Las elecciones acerca de opciones de transporte público son elecciones acerca del futuro de una ciudad. ¿Habrá congestión? ¿Habrá altos niveles de contaminación del aire y acústica? ¿Tendrá el transporte un precio módico? ¿Estarán los servicios disponibles para todos? El tipo de sistema de transporte público va a generar un gran impacto en las respuestas a estas preguntas (ver Figura 1).

Este módulo apunta a dar pautas acerca de cómo elegir sistemas de Transporte Masivo Rápido (MRT) [*su sigla en inglés: Mass Rapid Transit*] a los formuladores de políticas públicas en Ciudades en Desarrollo – y sus subalternos. El módulo comienza describiendo brevemente algunos conceptos básicos y definiendo las características del MRT en Ciudades en Desarrollo. Luego, son descritas las formas actuales de cada una de las principales opciones de MRT, considerando sus usos en aquellas ciudades. Debido a que los Metros y el transporte público de tren liviano son todavía relativamente poco comunes en Ciudades en Desarrollo de bajo ingreso, la mayor parte de esta discusión se concentra en desarrollos recientes de sistemas de Transporte Rápido en Buses a nivel mundial.

La sección principal del módulo luego compara cada una de estas opciones MRT a la luz de parámetros claves para ciudades en desarrollo. Naturalmente, una consideración mayor es el

costo (incluyendo costo de construcción, material móvil, y operación); otros, incluyen planificación y tiempo de construcción, flexibilidad en la implementación, capacidad de pasajeros, velocidad, y asuntos institucionales. También se evalúan efectos de mayor plazo sobre la pobreza, la forma de la ciudad, y el medio ambiente. En términos de mantener una forma de ciudad amigable con el transporte público y asegurar que los pobres de la ciudad tengan acceso a los empleos, contactos y servicios, un factor crucial al comparar los sistemas es el potencial del sistema del Transporte Público Masivo Rápido para asegurar avances en el largo plazo – o, al menos, estabilización – en el número de personas que viajen a través del transporte público, en vez del privado.

“Las elecciones acerca de las opciones del transporte público son elecciones acerca del futuro de una ciudad.”

El módulo finaliza con un análisis sobre qué revela la comparación de las diferentes opciones. Se observa que, aunque no hay una solución única de MRT que se ajuste a todas las ciudades, la mejor opción será, generalmente, una forma de Bus Rápido (BRT), excepto para las ciudades en desarrollo relativamente ricas y densas que estén planeando desarrollar un sistema MRT en corredores principales.



Fig. 1
¿Cuál futuro? Las elecciones acerca del Transporte Masivo Rápido tienen relación con el tipo de ciudad en la cual queremos vivir.

Lloyd Wright, 2002

2. Conceptos de Transporte Masivo Rápido

2.1 Terminología

La diferencia entre muchas concepciones de MRT es fluida, y comúnmente se usan muchos y diferentes enfoques para separar los diferentes modos y características de varios sistemas MRT. Aparte de características básicas de definición, como lo son costo, capacidad, y tecnología, otras características usadas para delinear sistemas MRT podrían incluir la distancia entre las paradas, la extensión del ancho de vía, regímenes operacionales y sistemas de guía. Para los propósitos de este módulo, hemos distinguido entre cuatro formas generales de Transporte Masivo Rápido: Transporte Rápido en Buses, Metros, Trenes para viajar hacia el trabajo, y Transporte Público de Tren Liviano.

Transporte masivo rápido

Transporte masivo rápido, también llamado transporte público, es un servicio de transporte de pasajeros, usualmente de ámbito local, que está disponible para cualquier persona que pague una tarifa prescrita. Generalmente, opera sobre carriles fijos específicos, o con uso separado y exclusivo de pistas comunes potenciales, según horarios establecidos, a lo largo de rutas designadas o líneas con paradas específicas, aunque el Bus Rápido y los tranvías, a veces, operan en tráfico mixto. Está diseñado para movilizar grandes números de personas, al mismo tiempo. Los ejemplos incluyen transporte público de tren pesado, transporte público de tren ligero y Bus Rápido (BRT).

Transporte público de tren pesado

Un sistema de *transporte público de tren pesado* es “un sistema de transporte público que usa trenes de alto rendimiento, con vagones de trenes potenciados eléctricamente, que operan en derechos de vía exclusivos, normalmente sin pasos a nivel, con estaciones de plataformas altas” (TCRP, 1998).

Metro

Metro es el término internacional más común para transporte público de tren pesado subterráneo, aunque también es comúnmente aplicado a sistemas de tren pesado elevado. En este módulo,

usamos “Metro” para referirnos a sistemas de trenes pesados de ciudad separados de nivel. Son la forma de MRT más cara por kilómetro cuadrado, pero tienen la mayor capacidad teórica.

Sistemas de trenes para ir al trabajo

El tren para ir al trabajo o el tren suburbano es la porción de las operaciones de tren de pasajeros que transportan a los pasajeros dentro de las áreas urbanas, o entre áreas urbanas y sus suburbios, pero difiere de los Metros y de LRT en que los vagones de pasajeros, generalmente, son más pesados, los largos de viaje promedio son generalmente más extensos, y las operaciones son llevadas a cabo en vías que son partes del sistema ferroviario en el área.

Transporte público de tren ligero

Un sistema de *transporte público de tren ligero* (LRT) [del inglés: Light Rail Transit] es un sistema de tren eléctrico metropolitano, caracterizado por su habilidad para operar vagones únicos o trenes cortos, a lo largo de **derechos de vía exclusivos**, a nivel del suelo, o de estructuras aéreas, o en subterráneos, u, ocasionalmente, en las calles, y para tomar y descargar pasajeros a nivel de vía, o del suelo de los automóviles (TCRP, 1998). Los sistemas LRT incluyen tranvías, aunque una diferencia principal es que los tranvías, a menudo, operan **sin un derecho exclusivo de vía**, en tráfico mixto.

Sistemas de Bus Rápido

Muchas ciudades han desarrollado variaciones sobre el tema de mejores servicios de buses, y la concepción reside en un conjunto de mejores prácticas, más que en una definición estricta. El BRT es una forma de transporte público orientado al consumidor que combina estaciones, vehículos, planificación, y elementos inteligentes de sistemas de transporte en un sistema integral con una identidad única.

El BRT, típicamente involucra corredores de vías de autobuses en carriles segregadas, ya sea a nivel o desnivel – y tecnología de autobús modernizada. Sin embargo, aparte de las vías de autobuses segregadas, los sistemas BRT comúnmente también incluyen:

- Abordaje y descenso rápido;
- Una eficiente recolección de tarifas;
- Refugios y estaciones cómodos;



- Tecnologías limpias de autobús;
- Integración modal;
- Sofisticada identidad de marketing;
- Excelencia en el servicio al consumidor.

El BRT es más que simplemente la operación sobre carriles de autobuses exclusivos o vías de autobús. Según un reciente estudio de vías de autobús a nivel (Shen *et al.*, 1998), sólo la mitad de las ciudades que tienen vías de autobús las han desarrollado como parte de un paquete sistemático y global de medidas, como parte de la red de transporte masivo de la ciudad que nosotros identificaríamos como un sistema BRT.

Mientras que los sistemas de BRT siempre incluyen alguna forma de exclusivo derecho de paso para los buses, las aplicaciones que nosotros consideramos, en su mayoría son: vías de autobús al nivel de la calle. Las vías de autobús elevadas o los túneles pueden necesitarse para atravesar algunos centros de ciudad, pero en muchas ciudades en desarrollo los fondos no van a estar disponibles para separaciones de nivel de envergadura.

Carril de autobús (o carril de autobús de prioridad)

Un carril de autobús es una vía o calle reservada primordialmente para los buses, ya sea durante todo el día o durante períodos especificados. Se

puede usar por otro tipo de tráfico, bajo ciertas circunstancias, como puede ser para efectuar algún viraje, o por taxis, bicicletas, o vehículos de alta ocupación.

Las pistas de autobuses, ampliamente usadas en Europa hasta en ciudades pequeñas, están siendo aplicadas en Ciudades en Desarrollo, como Bangkok, donde los buses que van en contra del sentido del tráfico puede moverse rápidamente en los períodos punta de la congestión.

Vía de autobús

Una vía de autobús es un camino especial diseñado para el uso exclusivo de parte de los autobuses. Puede ser construida a nivel, sobre nivel o bajo nivel, y puede estar localizada en vías separadas o dentro de corredores de carreteras. Alguna forma de sistemas de vía de autobús es una característica de muchos sistemas de BRT.

2.2 Definiendo las características de MRT

Uso del espacio

Similares consideraciones de eficiencia de espacio (ver Figura 2) se aplican a todos los modos MRT, aunque en la práctica surge como un asunto de políticas sólo respecto de los buses y algunas versiones de LRT, ya que los sistemas de trenes están ya totalmente segregados de

Fig. 2
La cantidad de espacio requerido para transportar el mismo número de pasajeros: automóvil, bicicleta y autobús.

Afiche desplegado en la Oficina de Planificación de la Ciudad de Münster,

Agosto de 2001

otro tráfico. BRT y LRT, a menudo, involucran redistribución del espacio de vías ya existentes a favor de modos más eficientes, mientras que los Metros están, por lo general, totalmente separados de nivel y no tienen impactos sobre la capacidad de vías, a menos que ellos sean elevados, en cuyo caso puede haber una pequeña reducción en la capacidad de vías.

Velocidad y capacidad de pasajeros

Todas las formas de MRT operan con velocidades y capacidades de pasajeros relativamente altas, y el requerimiento básico de MRT en la ciudad en desarrollo es que éste transporte grandes cantidades de pasajeros rápidamente. Donde se apliquen Metros en Ciudades en Desarrollo, casi siempre, ellos son, de manera absoluta, el modo más rápido de MRT con una velocidad promedio de 40–50 km/h, mientras que LRT y los sistemas de BRT operan típicamente a velocidades promedio de entre 20 y 30 km/h.

Integración

Todos los sistemas MRT requieren intercambios con otros elementos del sistema de transporte público, y también integración con otros modos de transporte, como lo son los automóviles, personas a pie y en bicicleta. Shanghai, por ejemplo, proporciona excelentes intercambios Metro/bicicleta y Metro/peatón y buenos intercambios Metro/autobús en algunas estaciones principales. El Metro de la Ciudad de México está físicamente integrado con el aeropuerto

internacional y las estaciones principales de autobús. El sistema BRT de Curitiba incluye excelente integración con calles peatonizadas y paradas de taxis. El BRT de Sao Paulo se integra bien con el sistema de Metro. La escasa integración es una característica de algunos sistemas MRT basados en trenes que están rindiendo por debajo de su nivel, como es el caso de Kuala Lumpur y Manila.

Nivel de servicio

Los sistemas MRT usualmente ofrecen un nivel de servicio superior en comparación con modos basados en caminos no segregados como es el caso de autobuses comunes, taxis, y el transporte público paralelo, o paratransporte público.

El servicio superior es evidente, por ejemplo con:

- Terminales e intercambios;
- Limpieza;
- Una sofisticada imagen de marketing;
- Información para los pasajeros;
- Controles climatizados;
- Integración modal;
- Integración con captadores principales de viaje.

Históricamente los sistemas basados en trenes han funcionado mejor en cuanto a indicadores de “nivel de servicio”, aunque los éxitos recientes en BRT están desafiando esas concepciones tradicionales.

2.3 La importancia estratégica de los sistemas MRT

Las ciudades en desarrollo están experimentando un rápido deterioro del tráfico y de las condiciones ambientales relacionadas. Como un primer paso, se necesita del compromiso político para dar prioridad a modos eficientes de transporte (transporte público, caminar, andar en bicicleta).

La experiencia en las ciudades desarrolladas muestra que los sistemas MRT tienden a tener poco impacto en los patrones de uso del suelo. Esto lleva a muchos expertos a recomendar que se usen sistemas MRT “adaptativos”, no para intentar influenciar los patrones de uso del suelo, sino para adaptarse a los patrones de uso del suelo ya existentes (Cervero, 1998). Sin embargo, en muchas ciudades en desarrollo, la influencia del MRT sobre los patrones de uso

Fig. 3
Corredores en Bogotá donde el sistema TransMilenio opera: muchas ciudades en desarrollo, aunque estén más y más saturadas de tráfico, retienen una orientación de corredor, la cual es conducente al Transporte Masivo Rápido.

Enrique Peñalosa, 2001



del suelo es probablemente más fuerte, debido a que tales ciudades normalmente están sufriendo una rápida expansión espacial. Las tendencias actuales, por ejemplo: ir hacia conjuntos cerrados y urbanizaciones de viviendas rodeadas de verde en muchas ciudades del sureste de Asia, a menudo favorecen formas urbanas dependientes del automóvil, pero un sistema MRT de calidad puede ayudar a contrarrestar estas tendencias, manteniendo el crecimiento a lo largo de corredores principales y en los centros de ciudad (ver Figura 3).

Aunque teóricamente se nos dice que las ciudades debieran seguir un enfoque “equilibrado” usando sistemas MRT “complementarios” y

apropiados a las circunstancias locales, en la práctica – especialmente en Ciudades en Desarrollo – una vez que se ha desarrollado un sistema MRT, los recursos tienden a destinarse a aquel sistema, mientras que los otros modos de transporte público son olvidados. Las ciudades en desarrollo, por lo general, carecen de la capacidad institucional para desarrollar simultáneamente sistemas múltiples. Esto es obvio en casi todas las ciudades en desarrollo que han desarrollado recientemente sistemas basados en trenes, incluyendo, por ejemplo: Kuala Lumpur, Bangkok, El Cairo, Buenos Aires y Manila. En todas estas ciudades, se ha dejado de lado el transporte público de autobuses.

Tabla 1: Rendimiento y costos de varios sistemas MRT

EJEMPLO	CARACAS (línea 4)	BANGKOK (BTS)	MÉXICO (Línea B)	KUALA LUMPUR (Putra)	TUNIS (SMLT)	RECIFE (Linha sul)	ECOVIA QUITO	BOGOTÁ (TransMilenio, Fase 1)	PORTO ALEGRE Busways
Categoría	Metro de tren	Metro de tren	Metro de tren	Tren ligero	Tren ligero	Conversión de tren sub-urbano	Vía de autobús	Vía de autobús	Vía de autobús
Tecnología	Eléctrico riel de acero	Eléctrico riel de acero	Eléctrico neumático de goma	Eléctrico sin conductor	Eléctrico riel de acero	Eléctrico riel de acero	Eléctrico CA duotrolebús	Buses diesel articulados	Buses diesel
Largo (km)	12,3	23,1	23,7	29,0	29,7	14,3	11,2 (+ext 5,0)	41,0	25,0
Segregación vertical	100% túnel	100% elevado	20% elevado 55% a nivel 25% túnel	100% elevado	a nivel	95% a nivel 5% elevado	A nivel Prioridad parcial por señal	A nivel Principalmente segregado	A nivel Sin prioridad de señal
Espacio entre paradas (km)	1,5	1,0	1,1	1,3	0,9	1,2	0,4	0,7	0,4
Costo capital, (US\$ M) de los cuales:	1.110	1.700	970	1.450	435	166	110,3	213 (sólo inf)	25
Infraestructura/TA/ equipamiento (US\$ M)	833	670	560	no disponible	268	149	20,0	322	25
Vehículos (US\$ M)	277	1.030	410	no disponible	167	18	80 (113 vehs.)	No incluido (operación privada)	No incluido (operación privada)
Costo capital/ ruta km (US\$ M)	90,25	73,59	40,92	50,0	13,3	11,6	10,3	5,2	1,0
Inicial (último) vehículos o trenes/hora/sentido	20 (30)	20 (30)	13 (26)	30	no disponible	8	40 (planificada operación de convoy)	160	no disponible
Capacidad de pasajero máximo inicial	21.600	25.000	19.500	10.000	12.000	9.600	9.000		20.000
Máxima capacidad de transporte de pasajeros	32.400	50.000	39.300	30.000	12.000	36.000	15.000	35.000	20.000
Velocidad de operación promedio (km/h)	50	45	45	50	13/20	39	20	20+ (parando) 30+ (expreso)	20
Proporción de ingresos/ costo operacional	no disponible	100	20	>100	115% en 1998	no disponible	100	100	100
Propiedad	Público	Privado (BOT)	Público	Privado (BOT)	Público	Público	Público (BOT bajo consideración)	Infraestructura pública, vehículos privados	Infraestructura pública, vehículos privados
Año de completación	2004	1999	2000	1998	1998	2002	1995 (ext 2000)	2000 (precios 1998)	En su mayoría 1990s

Fuentes: Janes Urban Transport System; BB&J Consult. 2000; J. Rebelo and G. Menckhoff

Banco Mundial, Ciudades en Movimiento, Urban Transport Strategy Review (Octubre de 2001)

TransMilenio de Bogotá: resultados iniciales

Los resultados de los primeros años de operación de TransMilenio han cumplido con las altas expectativas de los desarrolladores del sistema:

- El sistema está transportando 900.000 pasajeros al día (junio 2005);
- La mayoría de los usuarios de TransMilenio se han ahorrado más de 300 horas al año para sí mismos;
- 11% de los pasajeros de TransMilenio son personas que manejaban su propio automóvil anteriormente;
- La velocidad promedio es mayor a los 25 km/h;
- Con el 72% del número total de buses, el sistema mueve cerca de 60.000 pasajeros en las horas punta;
- La contaminación del aire y acústica se han reducido en un 30% en los lugares donde corre TransMilenio;
- 627 buses en operación;
- Tarifa de boleto de US\$ 0,40;
- 55 km en operación;
- 67 estaciones en operación y 6 en construcción;
- 421 km de rutas de alimentadores.

3. Aplicaciones actuales en ciudades en desarrollo

Analizamos las aplicaciones mundiales de los diferentes sistemas MRT, concentrándonos en Ciudades en Desarrollo.

Los Metros de países en desarrollo, basados en sistemas de trenes, transportan aproximadamente 11 billones de personas cada año; el tren de superficie, cerca de 5 billones; y el tren liviano, cerca de 2,5 billones. Mientras que la proporción de viaje de transporte público por tren sobrepasa el 50% en Seúl y Moscú, los sistemas de trenes predominan en muy pocas ciudades (Banco Mundial, 2001).

Algunos sistemas de MRT típicos en Ciudades en Desarrollo son descritos en la Tabla 1. Varios de los sistemas en la Tabla 1 son analizados en más detalle abajo y en el Módulo 3b: *Transporte Masivo Rápido en Buses*.

3.1 Sistemas de bus rápido (BRT)

Varios sistemas de BRT operan en las ciudades. En el Módulo 3b se presenta una lista extensa, pero aquí se presentan los proyectos más significativos:

- **En Asia:** Ankara, Estambul, Jakarta, Nagoya, Taipei.
- **En Europa:** Besançon, Bradford, Clermont-Ferrand, Dijon, Eindhoven, Essen, Ipswich, Limoges, Leeds, Lyon, Montpellier, Nancy, Rennes, Rouen, Runcorn, Strasbourg, West Sussex.
- **En Latinoamérica:** Belo Horizonte, Bogotá, Campinas, Curitiba, Goiania, León, Porto Alegre, Port of Spain, Quito, Recife, Sao Paulo.
- **En Norte América:** Alameda y Contra Country, Boston, Chicago, Honolulu, Las

Vegas, Los Angeles, Miami, Orlando, Ottawa, Philadelphia, Pittsburgh, Seattle, Vancouver.

■ **En Oceanía:** Adelaide, Brisbane, Sydney.

■ **En Africa:** Abidjan, Saint-Denis.

Sistemas BRT están siendo planificados o construidos en las siguientes ciudades:

■ **En Asia:** Bangalore, Beijing, Chengdu, Delhi, Dhaka, Hangzhou, Shejiazhuang.

■ **En América Latina:** Barranquilla, Bogotá (expansión), Bucaramanga, Cali, Cartagena, Cuenca, Ciudad de Guatemala, Guayaquil, Lima, Medellín, Ciudad de México, Ciudad de Panamá, Pereira, Puebla, Quito (expansión), San José, San Juan, San Salvador.

■ **En Norte América:** Albany, Charlotte, Chicago, Cleveland, Eugene, Hartford, Louisville, Montgomery County, Reno, Salt Lake City, San Francisco, Toronto.

■ **En Oceanía:** Auckland, Perth.

■ **En Africa:** Accra, Cape Town, Dakar, Dar-Es-Salaam.

Experiencia latinoamericana

Curitiba, Brasil

Fue en Curitiba, a principios de los 1970s, que el Sistema de bus rápido se desarrolló por primera vez. La ciudad ha implementado muchas otras medidas, como las zonas sin automóviles y grandes espacios verdes, para convertirse en una de las más exitosas historias urbanas en el mundo.

Curitiba es uno de los mejores ejemplos de transporte integrado y planificación urbana. Tiene una población de 1,5 millones de habitantes y cerca de 655.000 vehículos a motor. El transporte público es manejado por una compañía pública, URBS, y es operado por 10 compañías privadas bajo contratos de concesión. El sistema de transporte público opera 1.677 buses, mucho de los cuales son buses bi-articulados de 270 pasajeros, que transportan en promedio 976.000 pasajeros al día. Los 57 km de vías de autobuses a lo largo de cinco rutas principales son "alimentados" por 340 km de rutas alimentadoras que concentran la demanda de pasajeros en terminales de intercambio estratégicamente ubicadas. Estos terminales están enlazados a su vez por 185 km de rutas interdistritales circulares. Actuando en apoyo de esta red, hay 250 km de rutas de "Buses Rápidos" que sólo se detienen en estaciones especiales en forma de tubos, gene-

Fig. 4

En Curitiba, tubos de abordaje ayudan a subirse a los buses de 5 puertas que son fabricados localmente.

Las puertas se abren hacia fuera, y rampas bajan para permitir el abordaje al mismo nivel.

Manfred Breithaupt, 1999





Fig. 5

Sao Paulo tiene la red de carriles de autobús más extensa del mundo, con 28 km de vías de autobús – medianas y 137 km de carriles de autobús.

US Federal Transit Administration, 2001

ralmente dispuestas cada tres kilómetros. Por la misma tarifa plana, el pasajero puede cambiar de un bus a otro en cualquiera de los terminales, extendiendo el acceso al transporte público a un 90% de la ciudad (Meirelles, 2000).

Curitiba ha sido fuente de inspiración para mejorías en otras partes. Hasta en Los Ángeles, probablemente la ciudad que más depende de autos en el mundo, se está desarrollando BRT después de una reciente visita de una delegación de funcionarios públicos de la ciudad de Curitiba.

Bogotá, Colombia

Con más de 6 millones de habitantes, Bogotá ha demostrado que el BRT es apropiado incluso para las más grandes de las ciudades. El nuevo sistema TransMilenio de Bogotá comenzó sus operaciones en enero del 2001. Las dos líneas existentes ya antes de diciembre del 2001 efectuaban cerca de 600.000 viajes de pasajeros al día, excediendo tremendamente las proyecciones iniciales (ver la nota al margen). Cuando el sistema total se haya completado en 2015,



Fig. 6

La vía-mediana de autobuses en línea de Quito, Ecuador, cubre los costos operacionales con una tarifa de tan sólo US\$ 0,20.

Lloyd Wright, 2001

TransMilenio servirá a 5 millones de pasajeros al día con 388 km de vías de autobuses.

El sistema TransMilenio de Bogotá fue brevemente descrito en el Módulo 1a de este *Texto de Referencia*, y se analiza en mayor detalle en el Módulo 3b: *Sistemas de bus rápido*.

Sao Paulo, Brasil

Sao Paulo opera probablemente el sistema más grande sistema de BRT del mundo, en término de kilómetros cubiertos. Sao Paulo, el centro industrial y financiero más importante de Brasil, tiene 9,9 millones de habitantes y 4,8 millones de vehículos. El transporte público en autobús es manejado por una compañía pública, SPTRANS, y es operado por 53 compañías privadas. El sistema de transporte público opera 12.000 buses, los cuales transportan un promedio de 4,8 millones de pasajeros al día. La ciudad tiene 35 terminales de transferencia de buses, 28



Fig. 7

Porto Alegre, Brasil

Lloyd Wright, 2001

Los buses son la columna vertebral

Incluso donde extensos sistemas de trenes se han construido

Hasta las ciudades que poseen varias líneas de trenes de superficie y de subterráneo típicamente atienden a muchos más pasajeros con sistemas de autobuses que con los sistemas de trenes. El Metro de la Ciudad de México, por ejemplo, tiene más de 150 km de largo y 11 líneas, pero sirve a menos del 15% de todos los viajes motorizados. De la misma manera, el Metro de Buenos Aires tiene 5 líneas, pero sirve sólo un 6% de los viajes en el área metropolitana. Una situación similar se ve en Singapur, Sao Paulo, Bangkok y otras ciudades en desarrollo que poseen caros sistemas de transporte público masivo basados en trenes. En todos estos casos, los buses continúan efectuando la gran mayoría de los viajes de transporte público, con el tren dando cuenta de menos del 15% de los viajes.

En casi todas las ciudades en desarrollo, la mayoría del transporte público está basado en autobuses. Las excepciones incluyen las "ciudades de motocicletas", como Ho Chi Minh y Denpasar, donde los autobuses sirven menos del 5% de los viajes, junto con Moscú, donde predominan los trenes.

Otra notable excepción parcial es Hong Kong, incluso cuando allí los autobuses aún sirven la mayoría de los viajes de pasajeros de transporte público. Se estima que los trenes manejarán cerca de un 40 a 50% de los abordajes totales de pasajeros de transporte público en Hong Kong antes del 2016, elevándose desde un 33% en 1997 (Env. Protection Dept., Govt. Of Hong Kong SAR. 2002).

Shanghai, que cuenta con dos nuevas líneas de subterráneo, línea LRT Pearl elevada, y línea de tren suburbano, combinadas con condiciones de tráfico malas y deterioradas para los autobuses, puede estar siguiendo una tendencia similar, al menos en el área central de la ciudad.

Fig. 8

Nathan Road, Hong Kong. Operadores franquiciados de buses se concentran a lo largo de los corredores principales de tráfico donde se encuentran los centros comerciales más importantes.

Karl Fjellstrom, Junio de 2001



km de vías de autobús medianas, y 137 km de pistas de autobús. Se planean nuevos corredores de autobús para combinar las líneas de buses interciudad, tren suburbano y sistemas de Metros, y las rutas de autobuses locales (Meirelles 2000).

El sistema une áreas periféricas metropolitanas al exitoso sistema de subterráneo de Sao Paulo. De esta manera, en forma similar a Hong Kong y Singapur donde los servicios de autobús están bien combinados con los sistemas de Metro, Sao Paulo es un ejemplo de sistemas de autobús y Metro que son mutuamente beneficiosos.

Quito, Ecuador

El sistema de trolebuses de Quito, y la reciente adición de *Eco-Vía* son espectaculares ejemplos de la rentabilidad y la aplicabilidad de BRT, incluso bajo severas condiciones económicas. Ecuador ha tenido varios años tumultuosos de infortunio político y económico. En 1998, las lluvias del efecto climático conocido como El Niño destruyeron gran parte de la infraestructura de la nación. Luego, en 1999, cuando comenzaba la emergente crisis global de mercados, el sector bancario de Ecuador virtualmente colapsó. Dos administraciones gubernamentales durante la última parte de los 1990s sobrevivieron sólo un poco tiempo en sus funciones. Sin embargo, en medio de este escenario un tanto caótico, Quito ha desarrollado y expandido un sistema de transporte público impresionante que tiene 25 km de vías de autobuses exclusivas. El sistema cubre todos los costos operacionales con una tarifa de sólo US\$ 0,20.

La flota existente de buses operados en forma privada en Quito ha cobrado víctimas ambientales y de salud. Hasta no hace mucho, la edad promedio de un autobús de la flota del sector privado era de 17 años, incluso con unidades que tenían cerca de 35 años. El trolebús

eléctrico también entrega ganancias ambientales adicionales a través de la sustitución de los buses propulsados con diesel por unidades potenciadas con electricidad hidrogenada. La impresionante popularidad de los trolebuses de Quito ha sobrepasado las expectativas y, en cierto modo, ha creado un problema inesperado. Con más de 200.000 personas que viajan al trabajo y que usan actualmente el sistema en forma diaria, su capacidad máxima se ha alcanzado, y esto ha llevado a llamados para una mayor expansión. La municipalidad planea entregar 73 km adicionales de vías de autobuses en el futuro próximo.

Por razones de costos, la nueva línea *Eco-Vía* de Quito utiliza buses diesel EURO 2, en vez de continuar con la tecnología de trolebús eléctrico. De la misma forma, la expansión planificada estará utilizando tecnología de diesel limpio para sus buses.

Porto Alegre, Brasil

Porto Alegre, en Brasil, ha demostrado que BRT puede ser desarrollado con un costo relativamente bajo. En este caso, según nuestras fuentes, el sistema fue construido por menos de US\$ 1 millón por km. La ciudad tiene 17 terminales de transferencia de buses, 27 km de vías medianas de buses, y 1 km de pistas de buses, a lo largo de 5 rutas radiales (Meirelles, 2000).

Porto Alegre emplea una técnica única de "Convoy" en la organización de su estructura de rutas. Grupos de buses operan en los corredores principales y se detienen simultáneamente en las bahías de estación que tienen espacio para tres buses. Al final de los corredores principales, los mismos buses continúan por rutas de comunidades separadas. Así, en vez de desplazarse a buses alimentadores en los terminales de transferencia, los pasajeros pueden completar todo su viaje sin transferencias.

Experiencia asiática

Kunming, China

Por medio de una asociación con la ciudad de Zurich, en Suiza, Kunming se ha convertido en la primera ciudad china en adoptar el concepto de BRT.

Hong Kong, China

El sistema de autobús de Hong Kong hace gala de muchas características de BRT, incluyendo

medidas de prioridad de autobuses, una moderna recolección de tarifas, cobertura global, buses limpios, e información a los pasajeros. El sistema está bien combinado con el Metro de Hong Kong y con una red extensa de buses alimentadores, que comprenden más de 140 rutas de buses de enlaces alimentadores, que se conectan con estaciones de trenes incluyendo la MTR, KCR y Airport Express.

Japón

Japón actualmente está presentando un programa de Gestión de Demanda de Transporte de 16 ciudades, en el cual 8 de las ciudades están desarrollando iniciativas de mejoras de autobuses.



Fig. 9

Nagoya, Japón, demarca los carriles de autobuses con una superficie de vía coloreada.

Cortesía de John Cracknell, TTC y la US Transportation Research Board.

Taipei, Taiwán (China)

Taipei ha desarrollado una red de pistas de autobuses de 57 km, a partir de marzo de 1998 (a un costo promedio de US\$ 500.000 por kilómetro), en el contexto de una estructura de políticas más amplias que enfatiza:

- Una red de pistas dedicadas de autobuses.
- Ambientes de transferencias de alta calidad.
- Buses verdes.
- Aplicaciones de Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) [del inglés: Intelligent Transport System], incluyendo innovadores sistemas de información para pasajeros.
- Desarrollo orientado hacia el transporte público.

Taipei ha seguido una variedad de soluciones innovadoras para encontrar espacios para carriles de autobuses.



Fig. 10

Las personas que viajan al trabajo en Taipei reflexionan sobre los beneficios del viaje en autobús.

Jason Chang, 2002

Experiencia norteamericana

Ottawa, Canadá

Ottawa tiene uno de los sistemas más exitosos de BRT en Norte América con 26 km de vías de autobuses exclusivas, y un largo total de sistema de más de 60 km. Operan hasta 200 buses por hora articulados en el sistema y manejan capacidades punta de aproximadamente 10.000 pasajeros por hora por sentido. El sistema actualmente está manejando 200.000 pasajeros cada día para un total anual de más de 85 millones de viajes de pasajeros. El sistema está bien combinado con otra infraestructura de transporte, incluyendo estaciones de trenes, sitios para estacionar y tomar un bus, y ciclovías. El sistema también proporciona buenos ejemplos de características, como priorización de señales de tráfico y saltarse los atochamientos para los buses (Leech, C., comunicación personal, OC Transpo, Ottawa, 2002).

Este visionario sistema de Ottawa fue desarrollado en un momento en el cual muchas otras ciudades estaban considerando soluciones de transporte público masivo más caro, basado en trenes, y en combinación con políticas de desarrollo de uso del suelo amigables con el transporte público. En los 1980s, para enfrentarse con las pronosticadas alzas en la población metropolitana, en el empleo y en los viajes en transporte colectivo, la agencia operadora de transporte público OC Transpo se esforzó por aumentar la eficiencia y uso del sistema de autobuses existentes en la región.

Resultados iniciales de Taipei

Resultados iniciales de Taipei, en China, también han sido muy positivos, incluyendo:

- Mejorado orden del tráfico;
- Mejorada eficiencia de operación de las calles;
- Reducida interferencia del tráfico por parte de las paradas de autobús;
- Ahorros en los tiempos de viaje;
- Disminución de la frecuencia y gravedad de accidentes;
- Mejorada operación de buses, en términos de eficiencia y confiabilidad;
- Aumento en los viajes del transporte público (Jason Chang, 2002).

Taipei (China), junto con Bogotá y otros sistemas líderes, son analizados en más detalle en el Módulo 3b: *Sistemas de bus rápido*.



Fig. 11
Con un programa inicial de 17 ciudades, el Sistema de bus rápido está expandiéndose rápidamente en los EE.UU.

Cortesía de la US Federal Transit Administration

OC Transpo consideró que la región estaría mejor servida por una estrategia de desarrollo de transporte público rápido “desde fuera hacia adentro”. El segmento del centro era el más caro de construir y, por lo tanto, fue pospuesto a favor de una construcción menos costosa en el corredor que llevaba hacia el centro. Las proporciones beneficios/costos del corto plazo eran mayores para los relativamente baratos segmentos exteriores que para los costosos enlaces CBD (Central Business District) [español: Distrito de Negocios Central]. También, los pronósticos del uso futuro del transporte público indicaban que la construcción de un costoso túnel y otras instalaciones separadas de nivel en el área central podrían, con seguridad, ser pospuestas 20 ó 25 años (Shen *et al.*, 1998).

EE.UU.

El BRT es una historia exitosa de la transferencia de tecnología desde el mundo en desarrollo al desarrollado. Inventado en Curitiba, Brasil, el BRT está siendo rápidamente replicado en Norte América, Europa, y Australia. En los EE.UU., el programa inicial de 17 ciudades está rápidamente expandiéndose, y beneficiándose en gran medida de un programa de compartir información a nivel nacional.

El sistema City Express es muy exitoso en Honolulu, y ahora ha sido expandido para conectar el sistema con un servicio unificado de interciudad llamado CountyExpress. Pittsburgh inició su programa de vías de autobús en 1977, y ahora tiene 3 líneas sobre 26 km de vías de autobuses exclusivas.

Tabla 2: Positivos resultados iniciales del programa norteamericano de Transporte Masivo Rápido en Buses (BRT)

Ciudad	Reducción de tiempo de viaje	Incremento en número de viajes de pasajeros
Pittsburgh	50%	80–100%
Los Angeles	25%	27–41%
Miami	No disponible	70%
Honolulu	25–45%	No disponible
Chicago	25%	70%

US Federal Transit Administration

Los resultados de los programas de Sistemas de bus rápido de EE.UU. son alentadores, como lo muestra la Tabla 2. Virtualmente, en todos los casos, los tiempos de viajes han sido reducidos y los niveles de capacidad de pasajeros han visto espectaculares ganancias, aunque desde una base baja.



Fig. 12
El moderno bus Cívica en una vía de autobús en Rouen.

Cortesía de John Marino (Irisbus), y la US Transportation Research Board



Fig. 13
Ipswich, England. La cinta central no pavimentada reduce costos considerablemente, y, además, reduce el ruido.

Cortesía de la US Transportation Research Board



Fig. 14a, b
La vía de autobuses de Brisbane presenta excelente diseño de estaciones, 50 nuevos "buses verdes" a gas natural, buen apoyo e información a los pasajeros, y excelente integración modal y marketing. Tiene una extensa separación de nivel, elevado y subterráneo, en el área central de la ciudad.

Karl Fjellstrom, Abril de 2001

Experiencia europea

Francia

Francia también tiene una agenda ambiciosa de BRT, con ciudades como Grenoble, Lyon, Nancy y Clermont Ferrand en París optando por servicios mejorados de autobús.

Gran Bretaña

Las vías de autobuses se están haciendo cada vez más comunes en ciudades inglesas como: Leeds, Londres, Reading e Ipswich.

Programas de Australia y de Nueva Zelanda

Varias ciudades en Australia y Nueva Zelanda han lanzado programas de BRT. Sistemas operativos funcionan en Adelaida y Brisbane (ver la nota al margen sobre la Brisbane Busway). También, se están planificando sistemas en Perth, Sydney y Auckland.

3.2 Transporte público de tren liviano (LRT)

Los sistemas de Transporte Público de Tren Liviano (LRT) [del inglés: Light Rail Transit] son un concepto relativamente nuevo y promisorio para su aplicación en ciertos emplazamientos urbanos, aunque son más pertinentes para ciudades ricas que para ciudades en desarrollo. Comparables a los sistemas BRT en términos de capacidad, el LRT no produce emisiones locales.

Como con el BRT, las líneas de LRT están normalmente segregadas de los otros medios de tráfico por barreras o rieles levemente elevados, o por una separación total de nivel.

La Brisbane Busway

Impresionantes resultados iniciales

La Southeast Busway de Brisbane, que se inauguró en abril del 2001, llevó en sus primeros 6 meses de operación a un alza en los viajes de 12% a lo largo de la misma ruta, comparado al año previo. La Busway rápidamente ganó mayor popularidad. Después de un año de operación, el servicio estaba registrando 27.000 pasajeros extras a la semana, con un alza de apoyo de clientes en los servicios de buses centrales de 45%. Un estudio del 2002 mostró que los valores de las propiedades a lo largo de las vías de autobuses habían subido sustancialmente, aunque los valores de las propiedades también se habían elevado en otras partes de la ciudad en el mismo período.

Una solución a largo plazo para una región metropolitana que crece rápidamente

La Southeast Busway, que va a ser seguida por la Inner Northern Busway (se espera su terminación a fines de 2002) apunta a satisfacer las necesidades de movilidad de largo plazo de la ciudad. Es vista como una solución de largo plazo para el área metropolitana que crece rápidamente, más que una medida de transición hacia un sistema basado en trenes.

Como en Bogotá, la implementación del sistema BRT se hace por etapas, por ejemplo: con extensiones principales, tales como la Inner Northern Busway, y continuas mejoras regulares en estaciones e instalaciones de intercambio específicas, etc. Para más información, por favor vea: <http://www.transport.qld.gov.au/busways>.

Fig. 15

El “Plan de la Ciudad de Shanghai” muestra las dos líneas del Metro en verde y rojo, y la línea LRT en morado.

Mapa turístico de Shanghai, Tourism Administrative Commission, 2001

Descripciones y mapas de sistemas de trenes a nivel mundial

Para un listado global y razonablemente actualizado de los sistemas actuales de trenes y proyectos a nivel mundial, incluyendo, por ejemplo, proyectos de trenes y planes de expansión en Bangkok, Guangzhou, Shanghai, Taipei, Santiago, Sao Paulo, Manila, Kuala Lumpur y Hong Kong (varios proyectos diferentes), ver <http://www.railwaytechnology.com/projects/index.html>.

Mapas de sistemas de trenes a nivel mundial están disponibles en <http://www.reed.edu/-reyn/trans-port.html>.



Aplicaciones actuales

LRT va desde tranvías convencionales a nivel de la calle en Europa Oriental y Egipto, hasta sistemas elevados y segregados, como en Singapur y Kuala Lumpur. Con la excepción de los extensos sistemas de tranvías de Europa Central Oriental, y la ex Unión Soviética, los sistemas LRT existen, o han sido planificados, sólo en ciudades en desarrollo relativamente ricas, como Hong Kong, Shanghai, Tunis y Kuala Lumpur, o para urbanizaciones de altos ingresos, como es el caso del Tren de la Costa de Buenos Aires.

Recientes ejemplos de sistemas de LRT en ciudades en desarrollo incluyen el sistema de monorriel elevado Putra recientemente inaugurado (julio de 2002) en Kuala Lumpur, y la línea Pearl de Shanghai.

LRT y líneas de Metro en Shanghai

La línea LRT elevada (en un 80% de su extensión) “Pearl” (ver Figura 15), en Shanghai proporciona servicio a los edificios de departamentos de alta densidad, y de gran altura al norte del centro de la ciudad. Se está construyendo una segunda línea para formar un círculo con la ya existente línea LRT.

El sistema proporciona excelentes ejemplos de integración modal bien planificada. El punto norte de la Línea Roja del Metro conecta con la estación de trenes de larga distancia. Se proporciona estacionamiento de bicicletas cerca de todas las estaciones MRT. El intercambio principal de Shanghai está emplazado cerca de una terminal principal de autobuses. La Figura 16 (ver también Figura 20) muestra la influencia positiva que puede tener el MRT sobre el uso del suelo en la ciudad, con una hilera de urbanizaciones de alta densidad concentrándose en el área del Shanghai Stadium; un principal intercambio de transporte público.

En cuanto a la desventaja, es incierto que el sistema pueda expandirse a tal ritmo que vaya a la par con la rápida expansión de la ciudad. Nuevas urbanizaciones en las áreas exteriores combinadas en un programa frenético de construcción de caminos tienden a promover la dependencia del automóvil. Las condiciones y velocidades de tráfico en el centro de la ciudad ya son malas para los buses, y empeorarán.



Fig. 16

El sistema MRT de Shanghai ha tenido un impacto positivo sobre el uso del suelo con episodios de densificación a lo largo de las rutas del Metro.

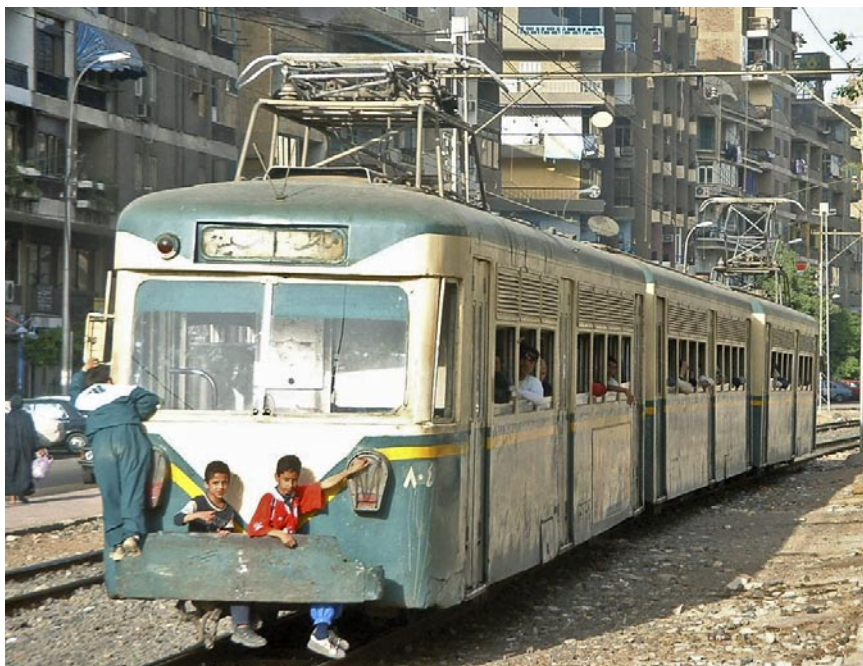
Karl Fjellstrom, Enero de 2002

La declinación de los tranvías en Ciudades en Desarrollo

Los tranvías, históricamente característicos de muchas ciudades en desarrollo, retienen cierto protagonismo en algunas ciudades, como en Hong Kong, pero están en declinación. En el Cairo el porcentaje de todos los viajes motorizados por tranvías ha caído desde el 15% en 1971 a 2% en 1998 (Metge, 2000). Durante largos años, muchas ciudades en desarrollo tuvieron sistemas de tranvías a lo largo de corredores principales, pero se dismantelaron para dejar espacio para el incremento que había en el tráfico de automóviles particulares. Las líneas de tranvías, en la actualidad, en su gran mayoría, cubiertas con pavimento, aún son visibles en las calles de muchas ciudades en desarrollo de Asia y Latinoamérica. El Cairo (ver Figura 17) es una de las pocas ciudades en desarrollo con un sistema de tranvías funcionando, aunque éste ha sido gradualmente disminuido a sólo una línea.

Renovado interés en las ciudades más ricas

En muchas ciudades más ricas, las tendencias a la declinación del tranvía han sido revertidas (ver Figura 18). Un informe europeo sobre mejores prácticas observa que la declinación en el uso del tranvía en Munich, por ejemplo, ha sido revertida y se ha aumentado el número de pasajeros en los últimos 10 años, a través de un programa de prioridad de tranvía en las intersecciones y una integración con otros servicios de trenes (Atkins, 2001). Muchas otras ciudades europeas han introducido y expandido los tranvías, tanto en el centro de las ciudades (Amsterdam, Viena, Frankfurt), así como servicios de esta modalidad que sirven instalaciones



comerciales y de entretenimiento en la periferia (Oberhausen, Alemania).

En Norte América, muchas ciudades han combinado exitosamente proyectos de transporte público con una política de reactivación económica del centro de la ciudad. Los sistemas LRT bien diseñados y planificados son atractivos para los pasajeros, incluso para las ciudades norteamericanas de baja densidad dominadas por el uso del automóvil. En los últimos 20 años, 14 ciudades de EE.UU. y Canadá han introducido sistemas LRT.

Construir “malls de transporte público” con acceso a LRT, zonas con árboles y peatonizadas (ver Figura 18) puede fomentar la inversión privada en blocks de oficinas, tiendas y departamentos en el centro de la ciudad.

Fig. 17

El sistema de tranvía de El Cairo se ha visto disminuido y olvidado, aunque ofrece velocidades promedio de tan sólo 11 km/h, todavía tiene una atmósfera comunitaria agradable y una tarifa de menos de US\$ 0,07 para el trayecto entre la elegante Heliópolis y el centro de El Cairo.

Karl Fjellstrom, Marzo de 2002



Fig. 18a, b

Líneas de LRT de tranvía en el centro de la ciudad de Sapporo, Japón (arriba) y Frankfurt, Alemania (derecha). En ambas ciudades los tranvías actúan como alimentadores para los extensos sistemas de Metro.

Karl Fjellstrom, 2002



Fig. 19

La ciudad de México tiene un extenso sistema de Metros con 11 líneas. La tarifa es plana: 2 pesos, aunque el servicio a menudo está abarrotado y deteriorado. Aquí se muestra una entrada, a la derecha de una pista de autobús.

Karl Fjellstrom, Febrero de 2002

3.3 Metros

Los Metros en Ciudades en Desarrollo hicieron cerca de 11 billones de viajes en el año 2000, más del doble de los viajes del tren para ir al trabajo, y superando en más de 4 veces los viajes en sistemas LRT.

Tanto los sistemas de Metro como de tren para ir al trabajo requieren de exclusivos derechos de vía (ROW) [del inglés “right of way”] y medidas de seguridad, debido a las velocidades relativamente altas. Para proporcionar exclusivos ROW muchos sistemas de trenes pesados se construyen en forma subterránea o elevada, causando muy altos costos. Los sistemas de Metro pueden cubrir sus costos operacionales en áreas urbanas con alta densidad de población, como es el caso de Hong Kong o Sao Paulo, pero normalmente éstos requieren de subsidios. Un Metro exitoso también necesita integración con los modos y políticas existentes de transporte, y densificación planificada cerca de estaciones de Metro.

Se están desarrollando o se están expandiendo sistemas de Metro en varias ciudades en desarrollo, como en Bangkok, Santiago de Chile, Kuala Lumpur, Sao Paulo, Buenos Aires, Ciudad de México (ver Figura 19), El Cairo (ver Figura 20), Manila, Shanghai, y Hong Kong (ver <http://www.railway-technology.com/projects> para una lista).

Algunos sistemas más antiguos, generalmente exitosos, incluyen Ciudad de México, Buenos Aires, Sao Paulo, aunque en todos los casos la capacidad de viaje del Metro está muy por debajo de la capacidad del sistema de autobús. En este módulo describimos los casos de Bangkok y Kuala Lumpur con más detalles, ya que estos casos ilustran las fortalezas y debilidades de las aplicaciones de Metros en Ciudades en Desarrollo. Mientras a continuación se describe el sistema Skytrain de Bangkok, los sistemas LRT y de tren pesado de Kuala Lumpur son descritos en la próxima sección del módulo, comparando los costos de las varias opciones MRT.

El Skytrain de Bangkok (BTS)

Tres planes separados de transporte público masivo se iniciaron en Bangkok en la década de 1990:

- El Sistema de Transporte Público de Bangkok (BTS más conocido como Skytrain), fue iniciado por la Administración Metropolitana de Bangkok.
- El fallido proyecto de tren elevado Hopewell iniciado por el entonces Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- La Blue Line, iniciada por la autoridad de Transporte Público Masivo Rápido (una línea de tren subterráneo de 20 km todavía en proceso de planificación conectando hacia los sistemas suburbanos y BTS).

Fig. 20a, b

El Metro de 2 líneas y 63 km de El Cairo transporta 700 millones de pasajeros al año. Sus estaciones, marcadas por una “M” distintiva, han promocionado la urbanización a lo largo de su ruta (derecha) y también sirven a las áreas pobres (más derecha).

Karl Fjellstrom, Febrero de 2002



El Skytrain, que se inauguró a fines de 1999, es un sistema de tren pesado elevado que circula sobre parte de las áreas comerciales más activas de Bangkok. Tiene una capacidad máxima de 45.000 pasajeros por hora por sentido. Los trenes corren con frecuencias de 5 a 7 minutos desde las 6 a.m. hasta la medianoche, aunque a medida que aumenta la demanda y para las ocasiones especiales, como la víspera de Año Nuevo, las frecuencias se pueden acortar hasta cada 2 minutos (Sayeg, 2001) y se puede extender el tiempo de funcionamiento. El BTS tiene dos líneas, con una extensión total de 23,1 km y 23 estaciones. Las líneas se intersectan en la estación del centro de la ciudad.

Los documentos de licitación pública para un sistema BTS clave se emitieron en marzo de 1993 a 5 consorcios. El acuerdo fue modificado más tarde para cubrir no sólo la construcción, sino también el mantenimiento y operación de la red completa. (Para más análisis de la participación del sector privado en el BTS, ver Módulo 1c: *Participación del sector privado en la provisión de infraestructura de transporte urbano.*)

Tarifas, capacidad de viajes y costos operacionales

Las tarifas van desde los 15 a los 40 Baht, o cerca de US\$ 0,37 a US\$ 1,00. Esto es relativamente costoso, incluso comparado con las tarifas de autobuses con aire acondicionado para los viajes largos, las cuales son menos de US\$ 0,50, o alrededor de US\$ 0,11 para los viajes más cortos. Las tarifas económicas de autobús son incluso más baratas, desde alrededor de US\$ 0,05 para los viajes cortos, hasta los US\$ 0,20 para los viajes largos.

El número de pasajeros para el primer año fue sólo una cuarta parte del número de pasajeros pronosticado. Aunque esto está mejorando, elevándose de alrededor de 160.000 a 200.000 viajes al día en sus primeros años de operación (promedio 280.000 pasajeros en día hábil en octubre de 2002). Esto todavía es un tercio de lo pronosticado. Similares desilusionantes números de pasajeros se han registrado para los recientes sistemas de tren urbano de Kuala Lumpur, (analizado más tarde en este módulo) y en Manila (Metrostar). Sin embargo, el cambio de los conductores de automóvil hacia el sistema BTS parece ser relativamente alto, con



alrededor de un 10% de los pasajeros que son ex conductores de automóviles. Interesantemente, un tercio de los viajes BTS son nuevos viajes.

La cantidad de pasajeros debiera, sin embargo, continuar al alza, especialmente a medida que tiene lugar la densificación alrededor de las estaciones (fomentada por aumentos en los valores del suelo cerca de las estaciones), se hace más difícil el tráfico vial al área central, se mejora la integración con los otros modos, y se completan sistemas de transporte público masivo complementario.

A pesar del desilusionante número inicial de pasajeros, un estudio financiado por la International Finance Corporation (uno de los inversionistas del sistema) indica que: *En el presente, el BTS está cubriendo costos operacionales y de man-*

Fig. 21

Victory Monument, Bangkok. Trenes BTS corren sobre rieles duales, llevados sobre un viaducto de 9 metros de ancho, apoyado en un canal de caja única con vigas, cada una a 12 metros sobre el nivel del suelo.

Karl Fjellstrom, Enero de 2002

Fig. 22

Cada vagón cuenta con aire acondicionado, y el BTS ofrece un viaje cómodo y veloz cruzando el área central de la ciudad.

Karl Fjellstrom, Diciembre de 2001



Innovaciones de servicios en el Skytrain de Bangkok

Las recientes innovaciones del Skytrain incluyen frecuentes eventos promocionales. Todos son publicitados, tanto en los medio masivos como en las estaciones BTS.

En octubre de 2001, se implementó un servicio gratuito de bus de transferencia para los pasajeros del Skytrain que tuvieran su boleto a mano en cinco rutas diferentes. BTS no puede cobrar por estos servicios. Si ellos pudiesen, y BTS fuera capaz de determinar la ruta, esto pondría presión sobre la BMTA para cambiar. De este modo, una concesión multimodal para las extensiones BTS (en construcción) puede ser una buena idea.

El corredor noreste de Singapur es un ejemplo de una concesión multimodal, con SBS – un operador de autobús – que ahora está operando trenes, también.



tenimiento a través de los reunido por tarifas... Ya que el costo marginal de transportar pasajeros en el BTS está bastante por debajo del costo promedio, su recuperación de costos se elevará marcadamente a medida que crezca el número de pasajeros (IFC, 2001). BTS también ha desarrollado lugares comerciales en las estaciones y tiene una cantidad considerable de ganancias de esta actividad.

Integración modal

La integración del BTS con otros modos de transportes es poca; un factor contribuyente es la desilusionante cantidad de pasajeros. La Bangkok Mass Transit Authority, el monopolio proveedor de servicios de autobuses de Bangkok, ha sido lenta en reaccionar. El BTS, entretanto, ha tomado medidas para proporcionar sus propios servicios alimentadores (ver nota al margen), pero ellos están seriamente limitados. Algunas oportunidades claras para la integración modal se perdieron, con la línea norte finalizando solamente a unos 2 km de distancia del recientemente construido terminal de autobuses norte, y no hay servicio alimentador o paso peatonal que conecte estos dos.

Tampoco hay instalaciones para las bicicletas, o esas están ubicadas en un medio ambiente poco favorable para los ciclistas, y, por lo tanto, no son usadas (como es el caso de la estación Ekkamai). Ocho estaciones están directamente conectadas a complejos comerciales adyacentes.

Material móvil

27 trenes de 3 vagones con una capacidad para 1.100 pasajeros, con 65,1 metros de largo, están actualmente en operación. La calidad, limpieza y confiabilidad del sistema son absolutamente sobresalientes. Los trenes de tres vagones pueden, en el futuro, doblar su extensión en las horas punta.

Futuros arreglos

Desde el comienzo de las operaciones comerciales, todas las ganancias operacionales de los siguientes 30 años tenían que ser entregadas a BTSC. Sin embargo, la situación actual es que el BTS ha sido transferido de vuelta a la BMA, aunque BTSC aún lleva a cabo el mantenimiento del sistema.

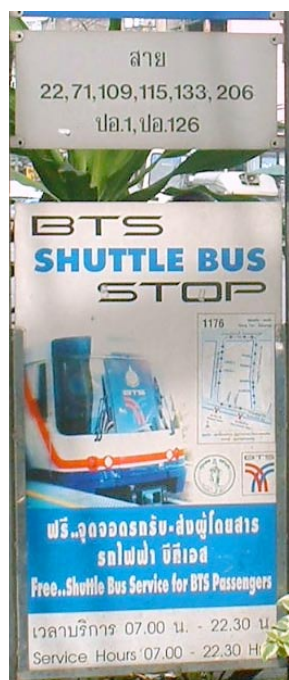
La (inevitable) necesidad de expansión

Casi todas las ciudades en desarrollo que están considerando aplicaciones MRT, o extensiones, están expandiéndose a paso rápido. En consecuencia, es inevitable que los sistemas de Metro, los cuales son muy caros, y, por ende, generalmente limitados a una o dos líneas cortas, pronto sean víctimas de presión para su expansión, en orden a servir nuevas áreas de la ciudad. Esto también ha ocurrido en Bangkok. La expansión del sistema BTS fue aprobada en 1999, y su construcción ha comenzado, pero está procediendo en forma lenta debido a problemas de costos y complejidad. Las tres extensiones aprobadas agregan 33,4 km extras (ver más en http://www.bts.co.th/en/btstrain_04.asp).

3.4 Tren para ir al trabajo

Aplicaciones actuales

Los servicios de trenes para ir al trabajo o suburbanos son mayoritariamente dados por compañías generales de trenes, y ellos comparten rieles con el transporte de cargas y de larga distancia. Mientras que, en teoría, la capacidad sería limitada por el número de asientos disponibles, en la práctica, estos servicios, a menudo, operan con trenes abarrotados de pasajeros en Ciudades en Desarrollo (ver Figura 23).



Los trenes suburbanos en Ciudades en Desarrollo están, casi siempre, orientados radialmente hacia el centro de la ciudad.

Aunque incluso en ciudades relativamente bien servidas, como Bombay, Río de Janeiro, Moscú, Buenos Aires y Johannesburg, ellos transportan menos del 10% de los viajes, pueden ser importantes en apoyar una forma de ciudad amigable con el transporte público y mantener un sólido centro de ciudad (ver Figura 24).

Como se demuestra en Bombay, donde cada día 6 millones de personas son transportadas por trenes suburbanos, este modo puede incluso servir como una columna vertebral de MRT para una ciudad en desarrollo. Al igual que los Metros, los trenes suburbanos necesitan un organismo institucional independiente que asigne los fondos y distribuya las ganancias, además de la integración de tarifas y de horarios con otros servicios de transporte.

Las medidas que puedan aumentar la capacidad y la seguridad, incluyen la eliminación de cruces de calles a nivel (o la introducción de equipo de seguridad), la adquisición de trenes de dos plataformas y la mejoría de las instalaciones para abordar/descender, aunque en todos los casos las implicaciones de costos pueden ser demasiado grandes para muchas ciudades en desarrollo. Al igual que con otros sistemas MRT, la alta cantidad de pasajeros en las líneas para ir al trabajo requiere de servicios alimentadores (por ejemplo, de buses) y buenas instalaciones de intercambio.

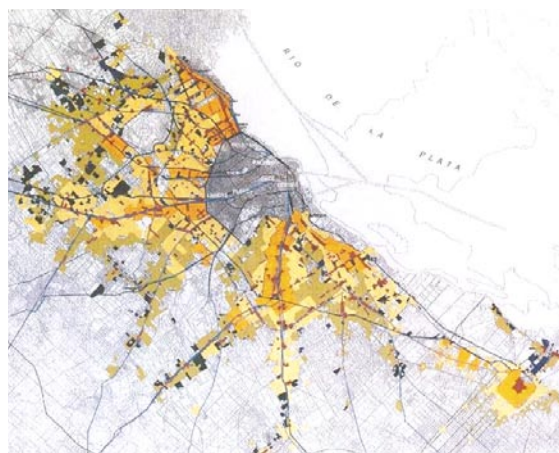


Fig. 24
Líneas radiales de tren para ir al trabajo han influenciado la forma urbana de Buenos Aires.

Nora Turco, 2001



Fig. 23
Un tren para desplazarse al trabajo sobrecargado en Jakarta, Indonesia. Servicios de trenes para desplazarse al trabajo/suburbanos están en declinación en muchas ciudades en desarrollo.

Kompas, 17 de Junio de 2001

El rehabilitamiento y mejoramiento de trenes suburbanos muestran buenas proporciones de costos/beneficios y pueden contribuir al alivio de la pobreza, ya que la gente más pobre, generalmente, vive más lejos del centro de la ciudad.

Los más serios obstáculos para los desarrollos de trenes son frecuentemente institucionales. Cuando son operados por organizaciones de trenes nacionales, los trenes suburbanos tienden a tener baja prioridad – en particular, en comparación con los grupos de presión a favor de las carreteras – y están pobremente coordinados con otros servicios de transporte público urbano. En muchos casos, la debilidad de las empresas de trenes nacionales que son de propiedad pública, deja su capacidad seriamente subdesarrollada (como en Manila, Jakarta y Surabaya).

Experiencia positiva con la concesión de servicios de trenes para ir al trabajo

En el Módulo 1c: *Participación del sector privado en la provisión de infraestructura de transporte urbano* se vio que hay positivas experiencias posibles donde estas debilidades son enfrentadas. Un programa de concesiones para el sector privado en Buenos Aires revitalizó el sistema, duplicando el número de clientes sobre un período de cinco años, mientras que, al mismo tiempo,

Tren para ir al trabajo en Bombay



Fig. 25
Seis millones de pasajeros al día son transportados en tren suburbano en Bombay, India.

Churchgate Station, Bombay
Manfred Breithaupt, Feb. 2002



Fig. 26
La diferenciación de mercado en Bombay se extiende a carros exclusivos para mujeres, similares al Metro de El Cairo.

Manfred Breithaupt, Feb. 2002

se redujo la carga de presupuesto del sistema en cerca de US\$ 1 billón al año; aunque el sistema todavía requiere de un subsidio operacional en curso y las condiciones operacionales han empeorado considerablemente en el año 2002.

En Brasil, la transferencia de responsabilidad por los trenes suburbanos desde la altamente centralizada CBTU (Companhia Brasileira de Trens Urbanos) al control local (del estado), junto con un programa de rehabilitación financiado por el gobierno, ha mejorado el servicio en la mayoría de las ciudades principales. Ayudado por un programa de concesiones, se está reduciendo en gran parte la carga fiscal.

4. Comparación de parámetros claves

Aunque idealmente las ciudades que desarrollen un sistema MRT van a basarse en diferentes combinaciones de MRTs basados en carreteras y en trenes, la experiencia demuestra que la mayoría de las ciudades en desarrollo probablemente se centrarán en una opción para un sistema MRT. Una vez que una forma de MRT se haya implementado, es probable que las otras opciones sean dejadas de lado. Es, por lo tanto, importante que esta elección sea bien informada.

4.1 Costo

Para cualquier municipalidad, el costo de infraestructura de un sistema de transporte público es un factor superior en la toma de decisiones. El BRT es relativamente económico en su desarrollo. Sin los costos de excavación ni los costosos vagones de tren, el BRT puede ser más de 100 veces menos caro que un sistema de Metro.

“Los nuevos sistemas de Metro en los EE.UU. muestran que los costos han estado bien por encima, y la cantidad de pasajeros bien por debajo, de los pronósticos hechos cuando los proyectos fueron aprobados. Esto, también, ha sido la experiencia de muchos sistemas del transporte público de trenes en los países en desarrollo.”

Gregory Ingram, Banco Mundial, *Patrones de Desarrollo Metropolitano: ¿Qué hemos aprendido?*, Estudios Urbanos, Vol. 35, No. 7, 1998

La diferencia de costos se extiende a otros elementos de la infraestructura, como son las estaciones. Una estación de vía de autobús en Quito, Ecuador, cuesta sólo cerca de US\$ 35.000, mientras que una estación de tren en Porto Alegre, que sirve un número similar de personas, cuesta US\$ 150 millones.

Por lo tanto, para la misma cantidad de inversión, un sistema de BRT puede servir más de 100 veces el área de un sistema basado en tren.



Fig. 27
Estación de BRT en Quito, Ecuador:
US\$ 35.000

Una ciudad con suficiente financiamiento para un kilómetro de Metro podría construir 100 km de BRT.

Costos capitales de MRT basado en trenes

Los costos capitales usualmente cubren la planificación y costos de construcción, además de equipamiento técnico y material móvil. Los costos capitales de sistemas de LRT de EE.UU. están en promedio en los US\$ 21,6 millones por kilómetro.

Los costos capitales dependen de la extensión de la separación de nivel y del derecho de vía,

Tabla 3: Costos capitales de varios sistemas de tren

Tren	Tipo	Costo/km (US\$ M)	Notas
West Rail Hong Kong	Metro pesado	220	38% túnel
Kuala Lumpur - Putra	LRT	50	Elevado, sin conductor
Kuala Lumpur - Star	Metro pesado	50	En gran parte elevado
Manila – extensión Línea 3	Metro ligero	50	Elevado
Bangkok Skytrain	Metro	74	Elevado
Caracas - Venezuela	Metro	90	
Ciudad de México	Metro	41	
Madrid	Metro	23	
Tunis	LRT	13	
Recife - Brasil	Tren para ir al trabajo	12	

UTSR 2001; Allport 2000; GTZ 2001



Fig. 28
Estación de tren en Porto Alegre:
US\$ 150 millones

además de las condiciones geológicas específicas, y los precios de los materiales de construcción y la mano de obra. Pero, también, se extienden a los procedimientos de planificación y las instituciones. Allport (2000) muestra también que la eficiencia de los procedimientos de planificación contribuye en gran medida a los costos

Tabla 4: Factores que influyen los costos capitales de Metro

Influencia	Factor
Preponderante	- Calidad de administración / organización - Sistema nuevo, o expansión progresiva de un sistema existente
Grande	- Condiciones del suelo (construcción subterránea, y fundaciones para viaductos elevados) - Limitaciones urbanas y topografía (desvíos para los servicios públicos, proximidad a los edificios, capacidad para desviar el tráfico, limitaciones ambientales, protección para terremotos) - Requerimientos de diseños y de seguridad - Costos de financiamiento - Profundidad del nivel de agua (pueden hacer los costos prohibitivos para subterráneos)
Moderada	- Costos del suelo - Competencia en la oferta de equipamiento y el mercado de la construcción
Pequeña	- Costos de mano de obra - Impuestos y tarifas - Características del sistema (trenes largos, CA, accesos especiales, etc.)

Adaptado de Allport 2000

Mayor información sobre comparaciones, y niveles de servicio de transporte público

Más información sobre nivel de servicio de transporte público, relativo a comparaciones entre modos, aunque desde una perspectiva norteamericana más que de la de un país en desarrollo, pueden obtenerse del *Transit Capacity and Quality of Service Manual* (<http://kit-telson.transit.com>), preparado para el Transit Cooperative Research Program (TCRP), 1999.



Fig. 29
BRT: US\$ 55 – 207 millones por kilómetro
capitales. El estudio encontró que sistemas similares de Metro en los países en desarrollo eran muchos más caros, por ejemplo, que un sistema implementado en Madrid (ver Tabla 3). La Tabla 4 proporciona una evaluación somera de factores que influyen en los costos capitales de MRT basados en trenes. Similares factores e influencias pueden ser supuestas para su aplicación en sistemas BRT.

La Tabla 4 muestra, quizás contraintuitivamente, que no es la fase de construcción (con costos de mano de obra y equipamiento) o detalles en características del sistema, sino más bien las decisiones estratégicas de gestión y organización las que tienen las mayores influencias en los costos capitales de MRT. Adicionalmente, la integración en el tejido de la ciudad y la decisión fundamental del alineamiento vertical, tendrán mucho que ver con los costos capitales.

La Tabla 5 subraya los impactos de las decisiones de alineamiento sobre los costos capitales para los sistemas MRT de trenes.

Costos capitales del Transporte Masivo Rápido en Buses

Mientras que los costos para los MRT basados en trenes pueden ir desde los US\$ 20 hasta los

Tabla 5: Impactos del alineamiento sobre los costos: MRT basado en trenes		
Alineamiento vertical	Costos incluyendo todo (millones de US\$) por km de ruta	Pro-porción
A nivel	15 - 30	1
Elevado	30 - 75	2 - 2,5
Subterráneo	60 - 180	4 - 6

Allport 2000



Fig. 30
Metro: US\$ 1 – 10 millones por kilómetro
US\$ 180 millones por kilómetro, los sistemas de BRT están en un orden de magnitud más barato: US\$ 1 – 10 millones por kilómetro. Podemos ver estas diferencias de costos de manera gráfica, en términos de la extensión de MRT realizable por aproximadamente el mismo costo.

La Tabla 6 resume los costos del sistema BRT TransMilenio de Bogotá, analizado con mayor detalle en el Módulo 3b: *Transporte masivo rápido en buses*.

Costos operacionales

Cuando se comparan los valores de costos operacionales entre modalidades de transporte público masivo (por ejemplo: BRT con tren) uno tiene que estar seguro de que se esté

Tabla 6: Componentes de costos de infraestructura del sistema BRT TransMilenio de Bogotá		
Componente	Costo total (US\$ millones)	Costo por km (US\$ millones)
Líneas troncales	94,7	2,5
Estaciones	29,2	0,8
Terminal	14,9	0,4
Pasos peatonales sobre nivel	16,1	0,4
Almacenes de autobuses	15,2	0,4
Centro de control	4,3	0,1
Otro	25,7	0,7
Total	198,8	5,3

Lloyd Wright, 2002

haciendo una comparación “igual por igual” de variables. Los sistemas BRT típicamente amortizan los costos de adquisición de vehículos dentro del cálculo de costos operacionales, mientras que los sistemas de tren, a veces, mencionan el material móvil como costo capital. Además, debido a la alta estructura de costos del tren, ciertos elementos de mantenimiento y de repuestos también son capitalizados. Para hacer una comparación correcta, se necesita hacer ajustes para asegurarse de que los costos capitales y operacionales sean apropiadamente categorizados.

Los sistemas de tren sí tienen una aparente ventaja de costos operacionales, desde el punto de vista de los costos de la mano de obra, especialmente en cuanto al costo de un conductor. Cada uno de los buses suburbanos requiere de un conductor, mientras que varios vagones de tren, conectados en conjunto, sólo necesitan de un único conductor. Sin embargo, en las naciones en desarrollo, los diferenciales de menor sueldo significan que esta ventaja se ve en gran parte devorada por los otros componentes. Porto Alegre, en Brasil, ofrece una oportunidad única para comparar los trenes urbanos y los costos de operación de BRT sobre una base uniforme. La ciudad tiene ambos tipos de sistemas operando en circunstancias similares. El sistema de tren Trensurb requiere de un subsidio operacional de 69% para cada viaje de pasajero (Thomson, 2001). En contraste, el sistema BRT de la ciudad tiene una estructura de tarifas comparable, pero opera sin subsidios y, de hecho, retorna una ganancia a las firmas del sector privado que operan los buses.

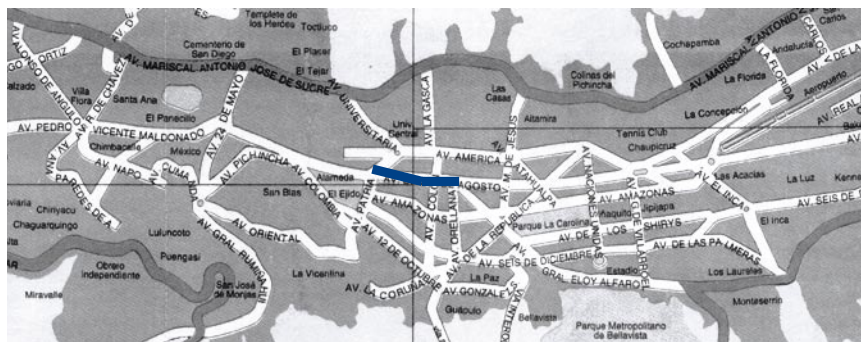
Rentabilidad de los sistemas de autobús en ciudades en desarrollo

El transporte público en autobús en los países en desarrollo ya está caracterizado por un alto nivel de recuperación de costos, y, normalmente, tales servicios operan con ganancias. El hecho de que tales servicios puedan ser rentables bajo condiciones operacionales inferiores y en deterioro (principalmente, por congestión), y una estructura de planificación y regulación deficiente y que no ofrece apoyo, indica que donde haya una gama de mejoras operacionales y de disposiciones que fomenten la competencia y la innovación de servicios, junto con medidas

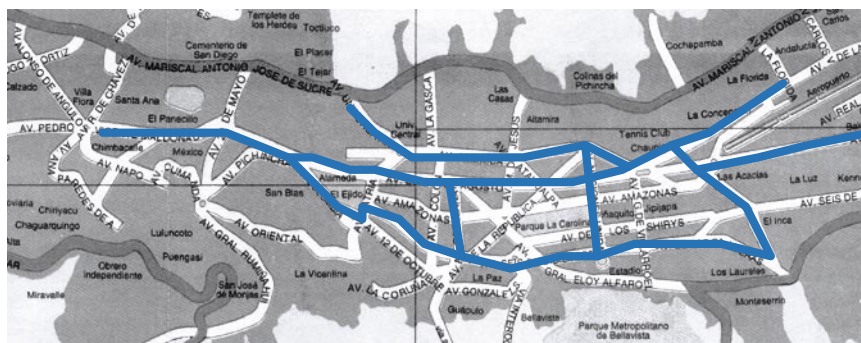
Fig. 31a, b

Dos sistemas al mismo costo:

(1) Tren



(2) Transporte Masivo Rápido en Buses



físicas, tales como la prioridad de autobuses, habrá pocas dudas de que un BRT será rentable en Ciudades en Desarrollo.

Adicionalmente, la forma de muchas ciudades en desarrollo todavía es adecuada para el transporte colectivo, ya que las urbanizaciones normalmente están canalizadas a lo largo de arterias principales, en vez de estar dispersas en todas las áreas de la ciudad. Incluso ciudades saturadas de automóviles, como Bangkok, pueden ser consideradas más exactamente como “ciudades con transporte público saturadas de automóviles”, en vez de “ciudades dependientes del automóvil”. Estas circunstancias (contrarias a las ciudades dependientes de automóviles donde las actividades están altamente dispersas) tienden a favorecer un gran número de pasajeros.

Costos operacionales de los sistemas de trenes

Los costos operacionales incluyen los salarios, combustible y mantenimiento, tanto de los vehículos como de la infraestructura. Los costos operacionales dependen parcialmente de la cantidad de vagones que se necesitan para dar

Costos extras de las nuevas tecnologías

El dar infraestructura de llenado de combustible también puede ser una consideración. Según la International Energy Agency, la infraestructura de llenado y otros costos del sistema de apoyo para los buses a celdas de combustible están aproximadamente en los US\$ 5 millones.

Un costo adicional principal para las nuevas tecnologías, como las celdas de combustibles, el cual no se incluye en la Tabla 8, es el costo de investigación y desarrollo para la respectiva agencia de transporte público.

un servicio. A mayores velocidades de operación, menor es el tiempo de circulación, y, en consecuencia, el número de vagones necesarios para una línea única.

“Los costos de construcción de los Metros en los países en desarrollo son tan altos que desplazan muchas otras inversiones... La mayoría de los sistemas tienen déficits operacionales que limitan seriamente los presupuestos locales, como sucede en Púsán y Ciudad de México.”

Gregory Ingram (*op cit*)

Una reciente encuesta norteamericana (GAO, 2001) confirma que los costos operacionales de los sistemas LRT son mucho mayores que los de BRT. El informe compara seis ciudades de EE.UU. que tienen tanto sistemas LRT como BRT. Se refiere a tres categorías de costos operacionales:

- Costos por vehículo hora;
- Costos por vehículo ingreso km;
- Costos por viaje de pasajero.

Los costos operacionales por vehículo hora de 5 sistemas LRT están entre 1,6 y 7,8 veces más altos que aquellos de sistemas BRT. Los costos operacionales de LRT por vehículo hora iban desde US\$ 89 a US\$ 434. Se hicieron descubrimientos similares acerca de los costos operacionales por vehículo ingreso kilómetro.

El Banco Mundial (2001) da algunas cifras para los países en desarrollo (ver también Tabla 1). Los costos operacionales por pasajeros están entre US\$ 0,61 en Hong Kong a US\$ 0,19 en Santiago, mientras que los ingresos por pasajeros van desde US\$ 0,11 en Calcuta a US\$ 0,96 en Hong Kong.

La relación de tarifas

La relación de tarifas da una indicación de la viabilidad económica de un sistema MRT describe la relación entre las tarifas recolectadas y los costos operacionales. La Tabla 7 indica que cinco operaciones de tren son capaces de cubrir costos operacionales y usar el excedente para la depreciación de la infraestructura. Estos son excepcionales: la mayoría de las operaciones de tren

Tabla 7: Relación de tarifas, selectos MRTs de trenes

Tren	Relación de tarifas
Regional Metro Porto Alegre	0,25
Kuala Lumpur Putra LRT	0,50
Buenos Aires Metro	0,77
Kuala Lumpur Star Metro	0,90
Sao Paulo Metro	1,06
Singapore Metro	1,50
Santiago Metro	1,60
Manila Light Metro	1,80
Hong Kong Metro	2,20

TCRP 1999, Allport 2000, GTZ (editado)

son subsidiadas por una agencia o por excedentes de otras ramas del presupuesto de la ciudad.

La relación de tarifas de los sistemas BRT

La relación de tarifas de los sistemas BRT en Porto Alegre, Curitiba, Bogotá y Quito excede a 1, tal como lo hace la mayoría de los sistemas de autobús a través del mundo en desarrollo.

Adicionalmente, como se demuestra en el módulo 3c: *Regulación y planificación de buses* (ver Figura 6), los ingresos del BRT TransMilenio de Bogotá no sólo cubren los costos operacionales para los operadores de líneas troncales, sino que también cubren una gama de otros costos, incluyendo los costos de los servicios alimentadores, el cuerpo regulatorio y planificador del sistema (3% de los ingresos por tarifa), la compañía de recolección de tarifas, el administrador de fondos, y un fondo de contingencia.

Material rodante

La Tabla 8 da una aproximación de la diferencia de costos entre autobuses con diferentes sistemas de propulsión, comparados con un vagón de tren estándar. El costo de adquisición no incluye costos adicionales sustanciales y en curso como mantenimiento especializado, e investigación y necesidades de desarrollo que acompañan a las tecnologías más avanzadas.

Finanzas públicas

En términos de desembolsos del sector público, BRT es la forma más favorable de sistema MRT.

Los sistemas BRT requieren de una relativamente pequeña inversión inicial. Bogotá, por ejemplo, fue capaz de construir todo el sistema, de alrededor de 40 km, sin tener que pedir créditos.

Los ahorros, en el intertanto, pueden ser usados en otras áreas, como en salud y educación, instalaciones de espacios públicos, y condiciones para los peatones y ciclistas.

Los sistemas de tren – tanto los LRT como los Metros – requieren de inversiones iniciales mucho mayores y de subsidios continuos. Aunque se esperaba que esta situación cambiaría con el advenimiento de concesionarios del sector privado, la evidencia es que los varios nuevos proyectos de Construir – Operar – Transferir están con problemas financieros y en ninguna parte del mundo están logrando rentabilidad o ganancia (ver más en el Módulo 1c *Participación del sector privado en la provisión de infraestructura de transporte urbano*). Único entre los sistemas MRT de tren, el Metro de Hong Kong financia todos sus costos (capitales, reemplazo de activos y operacionales) a partir de sus ingresos por tarifas, principalmente, y se puede considerar rentable. Todos los otros sistemas MRT de trenes requieren de apoyo de parte del sector público; generalmente muy sustanciales (Allport, 2000).

Los problemas encontrados por los nuevos sistemas MRT de trenes en Ciudades en Desarrollo están de muchos modos ilustrados por la experiencia de los sistemas MRT Star y Putra de Kuala Lumpur, Malasia (ver el recuadro).

Tiempo de construcción

Fig. 32

BRT: <18 meses

Lloyd Wright, 2001 (Bogotá)



Fig. 33

Metros: >3 años

K. Fjellstrom, Febrero de 2002 (Sao Paulo)



Ventajas en cuanto al tiempo de construcción del BRT

El sistema Skytrain de Bangkok demoró cuatro años y medio en ser establecido, desde el momento de firmar el contrato de construcción hasta su primera operación.

El sistema BRT TransMilenio de Bogotá – con 56 estaciones, comparadas a las 25 estaciones del Skytrain y con un gran número de mejoras asociadas, como instalaciones para los peatones y los ciclistas, parques públicos etc. – demoró menos de 3 años desde su concepción hasta la implementación total. La construcción física como tal del sistema total, incluyendo las mejoras asociadas al espacio público, tomó sólo alrededor de 8 meses.

4.2 Planificación y tiempo de construcción

Desarrollo y planificación del proyecto

El proceso de planificación y desarrollo del proyecto es, por lo general, más rápido para un BRT que para sistemas MRT basados en trenes. El proceso de planificación de BRT para un sistema BRT “de clase mundial”, descrito en el Módulo 3c: *Transporte público rápido en buses*, demora cerca de un año y cuesta alrededor de US\$ 400.000 a US\$ 2 millones.

Debido a los relativamente bajos costos, el financiamiento es también, generalmente, más fácil y más rápido para un BRT que para sistemas basados en trenes. Jakarta, Indonesia, por ejemplo, decidió a fines del 2001 implementar un sistema BRT, y el gobierno fue capaz de distribuir fondos rápidamente desde el presupuesto de desarrollo de la ciudad.

Tabla 8: Costos de varias tecnologías de autobús, comparados a un vagón de tren estándar

Tecnología de propulsión	Costo por vehículo (US\$)
Diesel nuevo, construido en país en desarrollo	30.000 – 75.000
Diesel nuevo (EURO 2)	100.000 – 300.000
Bus GNC, GPL	150.000 – 350.000
Bus eléctrico híbrido	200.000 – 400.000
Bus a celda de combustible	1,0 – 1,5 millones
Vagón de tren de metro	1,7 – 2,4 millones

International Energy Agency, 2002

La toma de poder por parte del gobierno de dos operadores de LRT

1:51 pm, viernes: (AFP) – El gobierno completó hoy día la toma de poder de dos compañías de tren agobiadas por las deudas, en su mayor ejercicio de reestructuración jamás habido, dijeron corredores.

El gobierno emitió cuatro partidas de bonos por un total de RM 5.467 billones comparables a 5,7,10 y 15 años en un programa de conversión de deuda para pagar las deudas de las dos compañías, dijeron corredores de bolsa.

Los bonos seriados serán emitidos a los acreedores del Projek Usahasama Transit Ringan Automatik (Putra) y Sistem Transit Aliran Ringan (Star) en reemplazo de la deuda, agregaron.

El trato, hecho a través de un vehículo de propósitos especiales Syarikat Prasarana Negara, vería al gobierno adquiriendo un 80% de las propiedades de ambos operadores, dijo el New Straits Times.

Las redes de trenes han de ser concesionadas de nuevo a las firmas privadas para su operación.

Putra, que es propiedad del conglomerado Renong que está lleno de deudas, es el mayor deudor de los dos, con deudas totales que se elevan a RM 4,27 billones, dijo el diario.

***Nota:** El 1 de septiembre de 2002 Syarikat Prasarana Negara Berhad (SPNB), una subsidiaria de total propiedad del Ministerio de Finanzas, completó la venta y adquisición de las propiedades y operaciones de negocios del Sistem Transit Aliran Ringan Sdn Bhd (STAR) y Projek Usahasama Transit Automatik Sdn Bhd (PUTRA) del Renong Group. SPNB dijo que continuaría operando STAR y Putra.

“Los alcaldes que son elegidos por sólo tres o cuatro años pueden supervisar un proyecto de BRT desde su inicio hasta el final.”

Construcción

La más simple infraestructura física del BRT significa que tales sistemas también pueden construirse en períodos relativamente cortos, generalmente menos de 18 meses. Los sistemas subterráneos y de trenes elevados pueden demorar considerablemente más, con frecuencia sobre los tres años.

Esta diferencia de tiempo tiene una dimensión política. Los alcaldes que son elegidos por sólo tres o cuatro años pueden supervisar un proyecto de BRT desde su inicio hasta el final. Los sistemas BRT exitosamente implementados han influido positivamente en la reelección y las carreras políticas de alcaldes en ciudades como Curitiba y Bogotá.



Fig. 35

El Monorriel del centro de la ciudad de Kuala Lumpur ha experimentado muchos atrasos en su construcción a partir de 1997. Aunque este servirá a prósperas áreas comerciales e interlazará con los otros sistemas de tren, después de la experiencia con Star y Putra, el gobierno debe estar cuestionándose la viabilidad financiera de su estrategia MRT orientada hacia los trenes.

MRT basado en trenes en Kuala Lumpur

Malasia ha desarrollado varios nuevos sistemas MRT de tren, frecuentemente señalados como paradigmas de progreso técnico y sofisticación. ¿Pero son sostenibles? Los sistemas incluyen el Metro liviano Star (operando desde diciembre de 1996) LRT Putra (desde diciembre de 1998) el KLIA Airport Express (desde abril de 2002), y el LRT Monorriel (a partir de julio de 2002). Los varios sistemas de tren se interceptan en el centro de la ciudad.



Fig. 34

La estupenda estación Dang Wangi del Putra generalmente se ve desierta. El acceso peatonal es difícil, sin un cruce en la entrada exterior de la estación.

En sus primeros tres años de operación, el número de viajes del Putra aumentó en 10 veces, de

15.000 a 150.000 pasajeros al día. Este aumento en el número de viajes, sin embargo, sólo se logró después de reducciones sustanciales en las tarifas, las que probablemente tuvieron un efecto total negativo sobre los ingresos (Sayeg, 2001). A pesar de esta ganancia del número de pasajeros, sin embargo, Putra ha sido un fracaso financiero, y junto con Star, la empresa se nacionalizó a fines de 2001. Sólo después de 3 años de operación, Putra había acumulado deudas de más de US\$ 1,4 billones (ver nota al margen).*

Los servicios de monorriel y de aeropuerto KLIA

El monorriel de Kuala Lumpur, que enlaza las líneas LRT, tenía que ser inaugurado a mediados del 2002. Sin embargo, un percance durante una carrera de prueba en julio (se salió una rueda que golpeó a un periodista) ha llevado a que la inauguración sea atrasada hasta principios de 2003. Áreas comerciales importantes y atractivos de viajes – muchos en construcción – se alinean a lo largo de la ruta.

Dos conexiones de tren hacia el aeropuerto internacional, que está a 70 km de la ciudad, se están construyendo. Uno de estos, la línea KLIA Airport Express, de 57 km y con un costo de US\$ 260 millones, se inauguró en abril de 2002, pero con una cantidad de de 3.000 pasajeros al día (y una considerable tarifa de US\$ 10), los niveles de rendimiento han estado bastante por debajo de los pronósticos.



Fig. 36a, b, c

Esta carpa provisoria (arriba) sirve como parada de autobúis en el mall de compras más grande de Kuala Lumpur (superior izquierda). Los buses no son frecuentes y están sobrecargados, y los pasajeros se ven forzados a pasar por medio de los taxis (arriba). El megamall está, de hecho, a alrededor de 1,5 km de una estación de LRT, aunque no se da ningún tipo de servicios de autobuses alimentadores hacia el mall, y nadie camina desde la estación LRT hasta el megamall, ya que el pasillo para los peatones está lleno de baches, es muy angosto, y está desprotegido del sol y de la lluvia (superior derecha).

Fotos Karl Fjellstrom, Diciembre de 2001



Fig. 37

La gente que camina o toma un autobús hacia el megamall (ver Figura 36) debe cruzar una calle muy activa sin ayuda de señales o de marcaciones de calle. No es sorpresa que casi todo el mundo llega y se va desde el megamall en automóvil o taxi. Se forman largas filas de taxis todo el día.

Foto: Karl Fjellstrom

¿El tren a expensas de los servicios de buses?

A pesar de que Kuala Lumpur ha tenido un gran nivel de progreso recientemente, incluyendo muchas iniciativas para mejorar las condiciones dadas a los peatones en el centro de la ciudad, junto con instalaciones de gran envergadura para trenes, los servicios de buses siguen en deuda, pues son poco confiables, no están integrados, no generan ganancias, y están descuidados. (The Star, 21 de diciembre de 2001).

La falta de atención hacia los buses se refleja en las deterioradas condiciones en que se encuentra el principal terminal rodoviario de Kuala Lumpur. Este lugar luce desolado en comparación con las relucientes nuevas línea expresas y de trenes de la moderna Kuala Lumpur. La basura está desparramada por todas partes y el agua ha formado pozas. La basura y el agua, en combinación con el humo de escape encerrado (no hay extractores de aire y la circulación es poca), el mal olor, las escaleras resbalosas, y la escasa iluminación hacen que los pasajeros sólo experimenten desagradados. (Esta situación debiera ser rectificada con la construcción en curso de un nuevo terminal principal en el centro de la ciudad, que se integra directamente con la línea MRT Star. Se lograron mejores condiciones con la inauguración de KL Central, la nueva estación central de trenes, en 2002, que enlaza los sistemas de Metro y de LRT con las líneas de tren que llevan a las personas de sus hogares a sus trabajos, y viceversa.)

No solamente Kuala Lumpur se preocupa de la negativa influencia que tienen los proyectos a gran escala sobre los sistemas de buses y el transporte no-motorizado. En Ciudades en Desarrollo que van desde Jakarta a Buenos Aires, de Bangkok a Guangzhou, de Ho Chi Minh City hasta Surabaya, los formuladores de política públicas han optado por los proyectos carísimos a gran escala, como lo son las vías expresas, las circunvalaciones, los LRTs y los Metros, y no han considerado soluciones de menores costos.

Nuevos sistemas de trenes urbanos que rinden por debajo de su capacidad en la región Asia-Pacífico.

Los MRTs Star, Putra, y KLIA Airport Express de Kuala Lumpur, Metrostar de Manila (17 km, diciembre 1999), el enlace de tren Sydney Airport (10 km, junio 2000 y ahora en proceso de recepción), el Airport Express Rail de Hong Kong (34 km, mediados de 1997), el Sky Train de Bangkok, y el enlace de aeropuerto Brisbane Airtrain: todos estos nuevos sistemas de tren de MRT han mostrado una desilusionante número de viajes, generalmente sólo a un cuarto de los niveles proyectados. De estos sistemas, el que ha estado más tiempo en operación, Star, se ha estabilizado en alrededor de 20 a 25% del número de pasajeros proyectados. El Airtrain de Brisbane fue inaugurado en mayo de 2001 y opera sin subsidio gubernamental. Sin embargo, el Airtrain tiene un futuro incierto, con un número de 6.000 pasajeros a la semana, comparado a los 52.000/semana que originalmente se habían proyectado.

Un factor importante aquí es la tarifa: los exitosos sistemas MRT de Singapur y de Hong Kong tienen tarifas comparables a los servicios de autobús con aire acondicionado, y, en relación con el ingreso, son alrededor de un cuarto del precio de las tarifas de Bangkok, Manila y Kuala Lumpur (Sayeg, 2001).

4.3 Capacidad de pasajeros

Abundan las ideas falsas acerca del potencial de BRT, especialmente en densas ciudades en desarrollo. Una falsa idea común es que, “cualquier ciudad que desee seriamente moverse hacia la sustentabilidad, cambiando el equilibrio automóvil particular/transporte público... debe moverse en sentido de sistemas de transporte público basados en trenes eléctricos” (Newman y Kenworthy 1999, p. 90). La Tabla 9 se extrae del libro de Newman y Kenworthy para presentar – y luego rebatir – varios “mitos” típicos de BRT.

Tabla 9: Algunos “mitos” del Transporte Público Rápido en Buses

“Mito”	En realidad...
Sólo los sistemas de trenes son lo suficientemente rápidos para competir con el auto particular (página 90).	Puede ser cierto en algunos casos, aunque un estudio reciente (GAO, 2001) demuestra que en 5 de 6 ciudades de EE.UU. que tenían BRT y LRT, el BRT era más rápido.
Los buses son eficientes en la recuperación de costos en el transporte público sólo cuando hay un gran número de usuarios cautivos, como sucede en nuevas ciudades asiáticas en desarrollo (p. 117).	El éxito hasta la fecha del BRT ha tenido lugar en varios lugares, no necesariamente en ciudades asiáticas en desarrollo, incluyendo Latinoamérica y Canadá. Curitiba tiene el mayor porcentaje de dueños de automóviles en Brasil, después de Brasilia.
Los sistemas de trenes ofrecen una “forma más fundamental para recuperar los costos del transporte público” (p. 117) y son “baratos en comparación a... cualquier opción de carreteras” (p. 155).	Muchas ciudades en desarrollo han derrochado trágicamente los escasos fondos para el desarrollo en megaproyectos caros de infraestructura. El BRT es una opción más barata.
Los buses no pueden dar abasto con una gran demanda de pasajeros (p. 196).	Los flujos de pasajeros en muchos sistemas BRT regularmente alcanzan más de 25.000 pax/h/sen.
LRT es una progresión natural “hacia arriba” después de BRT (p. 200).	BRT es implementado como una estrategia de largo plazo en muchas ciudades.

Tabla 10: Capacidad de pasajeros real y teórica de selectos sistemas de MRT

Línea	Tipo	Capacidad de viajeros (pasajero/hora/sentido)
Hong Kong	Metro	81.000
Sao Paulo East Line	Metro	60.000
Santiago La Moneda	Metro	36.000
London Victoria Line	Metro	25.000
Buenos Aires Línea D	Metro	20.000
Buenos Aires Línea E	Metro	5.000
México Línea B	Metro	39.300
Bangkok BTS	Metro	50.000*
Kuala Lumpur Putra	LRT	30.000*
Bogotá TransMilenio	BRT	33.000
Recife Caxanga, Brasil	BRT	29.800
Belo Horizonte, Brasil	BRT	21.100
Goiania, Brasil	BRT	11.500
Sao Paulo 9 de Julio	BRT	34.911
Porto Alegre Farrapos	BRT	25.600
Porto Alegre Assis	BRT	28.000
Quito Trolebús	BRT	15.000
Curitiba Eixo Sul	BRT	15.100
Ottawa Transitway	BRT	10.000

* Máximo teórico., no es el número de viajeros reales. Número de viajeros de Putra es aproximadamente 150.000 por día; BTS menos de 300.000 pasajeros al día.

Lloyd Wright, GTZ; de varias fuentes, 2001

Otro error es que el sistema BRT no puede servir a un gran número de pasajeros. Los resultados de Colombia y de Brasil demuestran que el BRT puede manejar flujos de pasajeros en el rango de 20.000 a 35.000 pasajeros por hora por sentido. La Tabla 10 muestra los números de pasajeros registrados para los diferentes sistemas en ciudades seleccionadas. Algunos de los más grandes factores que determinan la capacidad no son los modos de transporte, sino más bien las técnicas usadas para embarcar y desembarcar.

La capacidad y el número de pasajeros son puntos cardinales cuando se trata de evaluar la viabilidad financiera de un BRT. Las capacidades de hasta 30.000 pasajeros por hora por sentido (pphps) están actualmente siendo manejadas por los autobuses, mientras que capacidades que sobrepasan los 35.000 pphps sólo pueden ser proporcionadas por los Metros.

La máxima cantidad de pasajeros registrada en la mayoría de los LRT se limitan aproximadamente a 12.000 pphps, aunque la línea Alejandría-Ramí (Egipto) sirve a 18.000 pphps.

Capacidades de hasta 30.000 pasajeros por hora por sentido (pphps) actualmente son servidas por los autobuses, aunque las capacidades que excedan los 35.000 pphps actualmente sólo pueden ser abastecidas por Metros.

La necesidad de muy grandes flujos de capacidad en parte depende de la estructuración de un sistema. Las ciudades como Londres y Nueva York son bastante densas y disfrutan de un alto uso de sus sistemas de Metro.

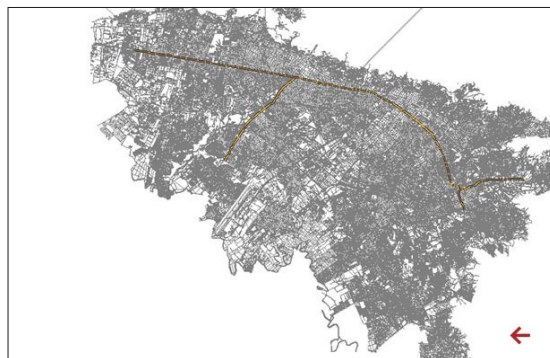
Sin embargo, las capacidades máximas sólo están en el área de 20.000 a 30.000 pphps. Esto ocurre por que estos sistemas se caracterizan por múltiples líneas que distribuyen los flujos de pasajeros en la ciudad. En las ciudades como Hong Kong y Sao Paulo, las mayores capacidades son logradas ofreciendo un número limitado de líneas y, luego, alimentando grandes números de pasajeros en un corredor único. A veces, esta situación ocurre debido a restricciones geográficas (Hong Kong), pero a menudo se debe a una falta de financiamiento para un sistema de Metro que sea tan amplio como la ciudad. De esta manera, en un sentido, las cifras de gran capacidad se hacen inevitables. Sin embargo, tales situaciones se pueden evitar ofreciendo sistemas más distribuidos.

Si una ciudad está utilizando BRT o de trenes, los diseñadores de sistemas pueden querer mantener las cifras de capacidad dentro de límites manejables. Si un sistema está operando por encima de los 50.000 pphps, y ocurre un problema técnico u operacional, todo el sistema puede verse muy rápidamente colapsado con atrasos de pasajeros. Es más, muchas líneas de alta capacidad pueden hacerse incómodas e inseguras para los pasajeros si se produce un “abarrotamiento” de ellos en las líneas

4.4 Flexibilidad

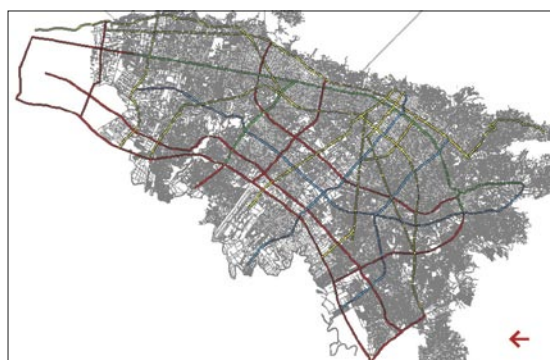
A diferencia de las opciones basadas en trenes que son por naturaleza más fijas, el BRT permite una gran flexibilidad para crecimiento futuro. Se puede lograr de forma bastante fácil haciendo nuevas rutas y otros cambios al

Fig. 38a, b: Crecimiento y cambio con la ciudad



TransMilenio 2001

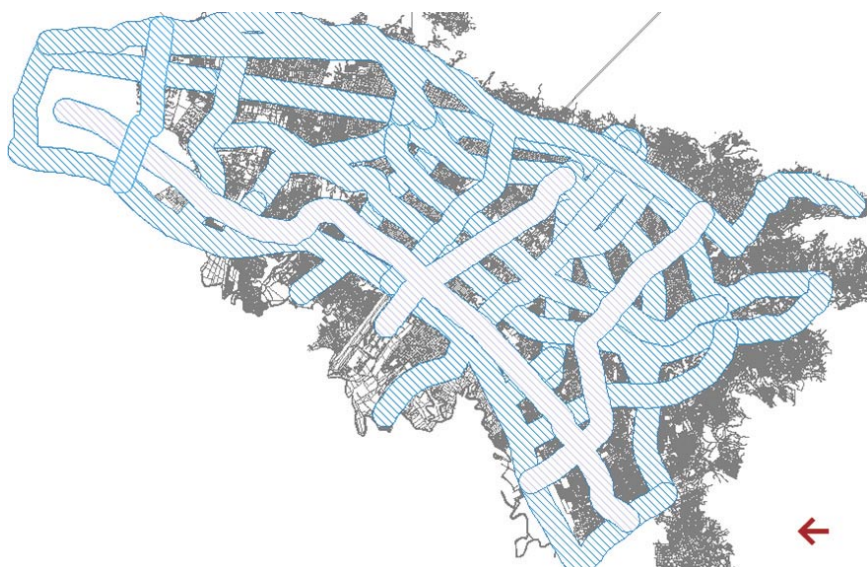
TransMilenio, SA, Bogotá, Colombia



TransMilenio 2015

sistema, para ajustarse a cambios demográficos con nuevas decisiones de planificación. Los planes de Bogotá para una expansión gradual de BRT (el diagrama Figura 39 y la Figura 40) son un buen ejemplo de una tecnología que se ajuste a las dinámicas de los centros urbanos.

Los sistemas BRT dan mayor flexibilidad que LRT en su implementación y operación.



Flexibilidad en la operación

La habilidad de los sistemas basados en autobuses para operar tanto dentro como fuera de vías de autobús o carriles de autobús le da al BRT la flexibilidad para responder a los problemas operacionales. Por ejemplo, los autobuses pueden pasar a los vehículos averiados, mientras que los trenes livianos se retrasan detrás de un tren atascado u otro vehículo en los rieles. En consecuencia, el impacto de una avería en un vehículo de BRT es limitado, mientras que un tren liviano con problemas puede afectar grandes porciones del sistema (GAO, 2001).

▼ Fig. 39

Un objetivo de mediano plazo de Bogotá es expandir el sistema BRT TransMilenio de manera que un 85% de los 7 millones de habitantes de la ciudad vivan dentro de 500 metros de una línea TransMilenio. Tal programa de expansión sería absolutamente irreal para un sistema MRT basado en tren.

Enrique Peñalosa, 2001

Mejoras como la priorización de señales e intercambios, las que aumentan la capacidad y velocidad del autobús, se pueden agregar en forma gradual.

Debido a que los autobuses se enfrentan y dejan las vías de buses en puntos intermedios, muchas diferentes rutas pueden servir un área de captación de pasajeros, con menores transferencias de pasajeros de las que se requerirían en un sistema guiado y fijo. Esto es una importante característica del exitoso sistema de Curitiba donde los buses expresos combinan con algunas características de alimentadores en un extremo de la ruta, por lo mismo minimizando las necesidades de transferencia de los pasajeros. El BRT también puede ajustar su capacidad y calidad de servicio con las demandas cambiantes de pasajeros y eventos especiales, y los buses son más capaces de segregar el mercado, dando una gama de servicios (aire acondicionado, expresos, etc.)

“Expandir y ajustar un sistema de trenes es mucho más costoso y complejo.”

En términos de flexibilidad para expandir y adaptarse a una ciudad en cambio, el BRT ofrece claras ventajas sobre un sistema basado en trenes (ver Figura 39). Expandir y ajustar un sistema de trenes es mucho más costoso y complejo. Las ciudades en desarrollo que siguen enfoques de MRT basados en trenes se han encontrado rápidamente con la necesidad de expandir sus limitados sistemas iniciales. Bangkok es un ejemplo típico; similares situaciones se aplican a El Cairo, Shanghai, Buenos Aires y virtualmente todas las ciudades en desarrollo que han desarrollado sistemas MRT basados en trenes.

4.5 Velocidad

Los Metros, los LRTs y los BRTs separados de nivel pueden operar a grandes velocidades. Sistemas de LRT que funcionan a nivel de calles como Alejandría-Madina (Egipto) no funcionan tan bien debido a las interferencias del tráfico de calles y problemas de mantenimiento.

Un reciente estudio comparativo entre sistemas BRT y LRT en la misma ciudad encontró que los sistemas de autobuses en carriles de buses

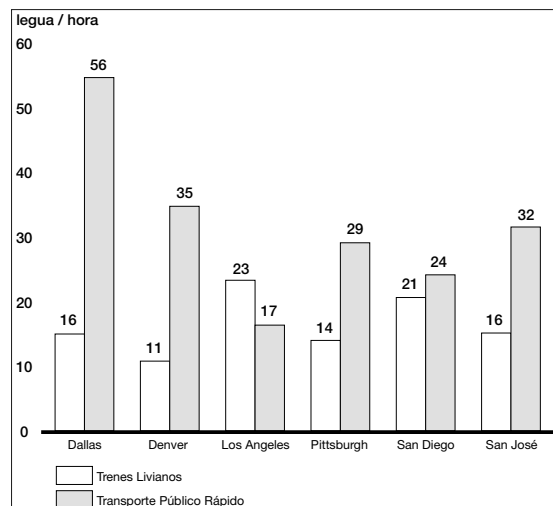


Fig. 40

En cinco de seis ciudades que tienen los dos sistemas BRT y LRT, las velocidades de BRT fueron mayores. La única excepción fue en los Angeles, donde el sistema BRT no tiene carriles de autobuses dedicados.

GAO, 2001
(de National Transit Database y seis agencias de transporte público)

segregados pueden fácilmente ajustarse al transporte público en tren urbano, en términos de velocidad (ver Figura 40). Por lo mismo, los sistemas de autobuses de bajo costo pueden ajustarse a los tiempos de viajes de costosos sistemas de trenes.

4.6 Capacidad institucional para una implementación exitosa

Institucionalmente, los sistemas basados en trenes son exigentes: *sin altos estándares de operaciones, mantenimiento y administración [los Metros] rápidamente se deteriorarán [...]. La cultura, estándares de manejo y actitudes frecuentemente encontradas en las compañías de autobuses y corporaciones de trenes en los países en desarrollo no son adecuadas para un Metro. En consecuencia, es generalmente necesario implementar una nueva institución con nuevas personas y también con ideas frescas (Allport, 2000).*

Un sistema BRT también plantea mayores desafíos institucionales. La necesidad de una “nueva institución” mencionada más arriba, probablemente también se aplica a BRTs en ciudades en desarrollo, como lo sugiere la experiencia de Bogotá. Bogotá creó una nueva institución para planificar y regular el TransMilenio.

El ámbito del desafío

Varios prerrequisitos básicos de proyectos exitosos de MRT basados en trenes incluyen (Allport, 2000):

- Corredores con sobresalientes volúmenes de viajes (más de 700.000 viajes por día);
- Más de 5 millones de habitantes o una urbanización espacial lineal;
- Al menos US\$ 1.800 por cápita de ingreso anual a nivel de ciudad;
- Una administración de la ciudad con experiencia positiva de regulación de tráfico;
- Integración de otros modos / tarifas;
- Tarifas competitivas;
- Una fuerte estructura institucional;
- Un crecimiento sostenido de la población combinado con prosperidad económica;
- Crecimiento del centro de la ciudad.

Incluso donde existen tales condiciones, la capacidad institucional puede ser insuficiente para una implementación de Metro en Ciudades en Desarrollo. Incluso donde se cumplen las necesidades de tamaño del corredor, ingreso de los ciudadanos, posibilidades de crecimiento, crecimiento del centro de la ciudad, alineamiento de bajo costo, políticas de tarifas, administración de la ciudad y del Metro, Allport (2000) compara las opciones y llega a la conclusión de que:

Los Metros son un orden diferente de desafío, costo y riesgo... es más probable que sean para servir los corredores más grandes de las mayores y más afluentes ciudades en desarrollo.

Los desafíos institucionales – y los costos y riesgos asociados – son mucho mayores para el MRT basado en trenes que para el BRT.

Rol del sector privado

El involucramiento del sector privado en la construcción de MRT y su operación puede ser altamente beneficioso para todos, siempre y cuando el gobierno sea capaz de establecer un marco de disposiciones apropiadas. El caso de Bogotá ilustra de manera excelente cómo involucrar de forma exitosa al sector privado para construir y operar un sistema BRT (ver la caja de texto). A menudo, se cita a Buenos Aires como un episodio exitoso de la concesión de servicios de trenes suburbanos al sector privado, aunque en el caso de sistemas basados en trenes la situación es más complicada, en lo que se

TransMilenio y el sector privado

TransMilenio S.A., una compañía del sector público, da planificación, GESTIÓN y control.

La **infraestructura** es desarrollada y costeadada por el gobierno local:

- Líneas troncales
- Estaciones
- Instalaciones de mantenimiento
- Infraestructura complementaria.

La **recolección de tarifas** es manejada por el sector privado:

- Tarjetas inteligentes
- Manejo financiero y desembolsos.

Las **operaciones de autobuses** se dan a través de 7 compañías concesionadas de autobuses del sector privado (más 7 compañías adicionales que proveen servicios alimentadores):

- Operación del sistema
- Adquisición de buses
- Manejo de personal
- Mantenimiento.



refiere a que se necesitará que el gobierno casi siempre otorgue subsidios.

En el caso de Kuala Lumpur, este subsidio continuo dió como resultado, finalmente, la nacionalización de los sistemas MRT de trenes en el año 2001.

Las razones para el fracaso del involucramiento del sector privado incluyeron:

- Sobre-estimación de la demanda.
- Políticas sectoriales débiles (no hubo limitación al uso del automóvil particular; hubo integración deficiente con los autobuses; no hubo políticas integradas de uso del suelo y transporte; y una vía pagada a lo largo de una alineación similar).
- Arreglos institucionales inadecuados, con fragmentación al nivel de la implementación y una excesiva centralización al nivel de la formulación de políticas contribuyó a una falta de transparencia y a una pobre estructura de políticas para hacer inversiones en MRT.

Beneficios de largo plazo del BRT

Quizás el mayor beneficio a largo plazo de un sistema de BRT, basado en tren o en autobús, es el efecto que tiene al concentrar el desarrollo de una ciudad a lo largo de líneas y nodulos accesibles al transporte público, limitando el crecimiento sin control de la ciudad.

Los sistemas de transporte público fuertes y las urbanizaciones orientadas hacia el transporte público, son ingredientes esenciales de cualquier estrategia que planea reducir el nivel de "auto-dependencia" de una ciudad.

El MRT de El Cairo reduce las presiones hacia el crecimiento de la ciudad sin control

Esto es evidente, por ejemplo, en El Cairo, Egipto, donde una red impresionante de Metro de tren pesado de 60 km a lo largo de corredores mayores ahora transporta el 20% de todos los viajes de pasajeros motorizados en la región mayor de El Cairo.

Sin la red de Metro, los corredores norte-sur y el centro de la ciudad estarían colapsados por la congestión, y la urbanización habría sido forzada hacia las áreas periféricas mucho antes.

(Metge, 2000).

Por el contrario, los sistemas basados en buses en todo el mundo en desarrollo, a menudo, son operados sin subsidios del sector privado, incluso en un altamente inconducente marco de políticas, y condiciones de operación deficientes y deterioradas. Donde la involucración del sector privado esté bien regulada, un servicio MRT de calidad se puede dar por una tarifa relativamente baja, produciendo ganancias a los operadores del sector privado y operando sin subsidios.

Marco de políticas de apoyo

Los proyectos exitosos de MRT requieren de medidas adicionales en la política de transporte de la ciudad. Idealmente, las mejoras infraestructurales e institucionales se complementarán una a la otra. Los altos costos de inversión en un MRT basado en tren – y también, pero a un menor grado, en BRT – no se justificarán, si las deficiencias de la planificación urbana y de transporte descompensan los beneficios y dañan las condiciones operacionales.

Los marcos de políticas de apoyo incluyen gestión de demanda de transporte, una adecuada planificación de uso del suelo, instrumentos económicos, integración modal con el transporte no-motorizado, sensibilización ciudadana y apoyo, financiamiento viable etc. (ver Módulo 3b: *Sistemas de bus rápido*). Esta metodología integrada y global para la planificación de transporte es evidente en los casos exitosos de MRT de Bogotá, Curitiba, Singapur y Hong Kong.

La experiencia de varias ciudades en desarrollo demuestra que este marco de políticas de apoyo para MRT será más fácil de lograr donde un organismo institucional provea planificación y regulación de MRT.

4.7 Influencia de largo plazo sobre el desarrollo de la ciudad

MRT y la forma de la ciudad

Casi todos los sistemas MRT hacen posible continuar el crecimiento del centro de la ciudad, algo muy importante para los patrones de uso del suelo y el desarrollo amigable con el transporte público. Un sistema de transporte público masivo es un aspecto indispensable de un sistema de transporte sostenible para una gran ciudad, y en los países en desarrollo puede tener un papel vital en configurar el desarrollo futuro de la ciudad, llevando a una forma de ciudad amigable con el transporte público.

Sin embargo, puede ser irreal esperar reducciones mayores en la congestión de calles en Ciudades en Desarrollo. Los proyectos de infraestructura de MRT tienen sólo impactos menores en la propiedad de los automóviles y su uso. La propiedad de automóviles está, generalmente, más influenciada por la oferta de espacios de estacionamiento y los precios de los automóviles más que por la oferta de MRT. Esto se aplica, particularmente, en ciudades en desarrollo saturadas de tráfico, como Bangkok. En Bangkok, el 10% de todos los pasajeros de BTS eran conductores de automóviles, aunque parece haber una demanda tan contenida o suprimida que las reducciones en la congestión son rápidamente absorbidas por los nuevos viajes.

Los elegantes edificios de oficinas que se alinean en los corredores del sistema de autobús en Curitiba son prueba de los impactos positivos en el desarrollo que ha tenido el BRT (ver Figura 41). Los negocios se sitúan cerca de las líneas de autobús y las estaciones debido a las sinergias con el transporte de los clientes. Y de la misma manera, la urbanización ayuda a proveer una masa importante de clientes para hacer que el transporte público sea económicamente viable.

MRT y desarrollo

Las estaciones de BRT ayudan a catalizar nuevas oportunidades económicas y de empleos, al actuar como nodulos de desarrollo.

Así ha sido la experiencia de Bogotá, con valores de suelo que aumentan en la vecindad de estaciones TransMilenio, y con una fuerte demanda de parte de los propietarios de los terrenos y los comerciantes para la construcción de estaciones



Fig. 41

Las 5 líneas de BRT de Curitiba están alineadas con departamentos de alta densidad, oficinas y urbanizaciones comerciales.

Karl Fjellstrom, Febrero de 2001

en sus áreas locales. Bogotá implementó un innovador plan de captura de plusvalías en el cual los beneficios inesperados para los propietarios de terrenos en la forma de valores de propiedades que aumentan, fueron parcialmente desviados para ayudar a financiar la construcción de las estaciones.

Los sistemas MRT basados en trenes pueden tener efectos similares, aunque en el caso del autobús y del tren el gobierno tiene un papel crítico en promover las urbanizaciones alrededor de las estaciones y sus rutas.

Sin embargo, en el nivel amplio de la ciudad, los efectos de la estructura de ella serán más débiles de lo esperado cuando el uso sin restricción del automóvil y las leyes de construcción débiles fomenten el crecimiento sin control de la ciudad y menores densidades de ellas. El éxito de Hong Kong, por ejemplo, deriva de un sistema MRT bien diseñado y altamente productivo, y de un efectivo cumplimiento de normas que apoya el surgimiento de varias áreas residenciales o comerciales de alta densidad alrededor de las estaciones. En París, el concepto de 5 ciudades-orillas fue fomentado por la implementación de un sistema de tren pesado (RER) que une aquellas ciudades-orillas con el centro de París. En el centro de la ciudad, el RER está integrado con la red de tren subterráneo. Sin embargo, incluso en París, donde el centro de la ciudad es servido por un excelente sistema de transporte público, el uso del automóvil ha estado en alza y las densidades han estado cayendo, debido a la falta de una política de fuerte restricción sobre el uso del automóvil.

4.8 Alivio de la pobreza

En la Urban Transport Strategy Review del Banco Mundial, Allport (2000) apunta a un “dilema” en la política de MRT para las ciudades en desarrollo:

En el centro de la política de MRT para las ciudades en desarrollo está el conflicto aparente entre hacer frente al alivio de la pobreza, para la cual un servicio accesible es crucial, y atraer a los usuarios de automóviles, para los cuales la calidad del servicio es fundamental.

La experiencia con BRT, y con los servicios de buses de calidad en general, demuestra que este puede ser un dilema falso. Los casos de Curitiba,



Fig. 42

Una típica área de bajos ingresos de El Cairo. Transporte colectivo paralelo provee un servicio alimentador hacia el terminal de Metro.

Karl Fjellstrom, Marzo de 2002

Bogotá, Sao Paulo y Quito muestran que los sistemas BRT en Ciudades en Desarrollo pueden dar un excelente servicio que sea popular con los usuarios de altos y bajos ingresos, y que sea rentable con una tarifa baja. En comparación, los sistemas de trenes dan una cobertura geográfica más limitada – especialmente para la gente más pobre que depende de transporte público basado en las calles (ver Figura 42).

El BRT puede ser fundamental en aliviar – o exacerbar – la pobreza. Es la gente más pobre la que más depende del transporte público para acceder a sus trabajos y servicios. En algunas ciudades, los pobres llegan a pagar hasta un



Fig. 43

Miami, Buenos Aires, París... Los sistemas MRT basados en trenes de Sao Paulo probablemente se ven tan inaccesibles para los pobres que viven en las periferias de esa ciudad como las ciudades publicitadas en los letreros. El BRT, con su alcance geográfico potencialmente mayor, ofrece más esperanzas para las comunidades de bajos ingresos en las periferias de todas las ciudades en desarrollo.

Karl Fjellstrom, Febrero de 2002

MRTs: ¿Servicio pobre para los deficientes de la ciudad?

Nosotros no debíamos suponer que las bajas tarifas son el factor más importante para los usuarios de bajos ingresos del transporte público de las ciudades en desarrollo. Unas encuestas en ciudades indonesias de Denpasar y Surabaya, por ejemplo, han revelado que factores como la confiabilidad, seguridad personal, frecuencia, velocidad y comodidad (especialmente no ir apretujados con las otras personas), generalmente, son considerados más importantes que las tarifas bajas.

En segundo lugar, uno puede estar equivocado al suponer que un sistema MRT de alta calidad necesariamente va a tener un precio más allá del alcance de los usuarios pobres. Los sistemas BRT de alta calidad en Ciudades en Desarrollo pueden operar con una tarifa baja. Uno de los éxitos del BRT de Bogotá es su efecto social integrador, ya que en los autobuses viajan y se topan los hombros de los ricos y de los pobres. De muchas maneras, es un experimento social, y no sólo un sistema MRT.

30% de su ingreso sólo en transporte. Los pobres también viven típicamente en áreas de menores rentas en la periferia de la ciudad (ver Figura 43), y en algunos casos pasan de dos hasta cuatro horas viajando hacia sus trabajos todos los días. Más importante aún, los fondos públicos que no son gastados en la construcción de calles y de trenes pueden gastarse en mejorar la salud, educación, espacio público y calidad de vida de los pobres de la ciudad.

Concentrarse en los modos de transporte de la gente pobre implica la provisión de formas accesibles de transporte público, aunque el transporte público no debiera ser visto como sólo para los pobres, como lo demuestran ciudades ricas de Europa y de Asia.

Grandes ciudades en el mundo en desarrollo son centros de crecimiento económico y también imanes para la gente pobre del campo, quienes generalmente se asientan en la periferia y a lo largo de las arterias de tráfico. Ellos son tremendamente afectados por el ruido y la contaminación.

Las posibilidades de transporte público mejoradas darán acceso más rápido a los lugares de trabajo y harán posible que más gente trabaje. Los MRTs de El Cairo, México, Bogotá y otros lugares se usan en forma intensa por parte de los usuarios pobres que se benefician del acceso

rápido hacia el centro de la ciudad, y, por lo mismo, de posibilidades adicionales de empleo.

4.9 Impacto ambiental

En la Tabla 11 se presenta el uso de la energía por parte de los diferentes modos de transportes, que está íntimamente relacionado a las emisiones. El tren es el tipo de MRT más amigable con el ambiente en términos de uso de energía por pasajero-kilómetro, aunque sólo donde el nivel de ocupación sea muy alto. Las emisiones varían grandemente dependiendo de la fuente de potencia usada para generar tracción eléctrica (para el tren), y de la tecnología de autobús y de combustible de un sistema BRT. Además, no todos los sistemas de trenes de las naciones en desarrollo están electrificados, y, por lo mismo, hay muchas veces impactos de emisiones locales.

Desde una perspectiva ambiental, sin embargo, el punto principal a resaltar es que virtualmente todos los sistemas MRT ofrecen ventajas ambientales al grado que ellos reemplacen los viajes de los vehículos a motor particulares. Quizás lo más importante en el largo plazo, en términos de reducción de emisiones, sea el impacto de un sistema MRT sobre la distribución modal, o el porcentaje de gente que viaja en modos de transporte público y privado. En este aspecto, la experiencia demuestra que en Ciudades en Desarrollo, son los sistemas BRT como los de Bogotá y Curitiba los que han hecho posible que el transporte público mantenga o incluso aumente su participación modal en comparación al transporte privado. En otras ciudades, el transporte público ha tendido a declinar, con sus correspondientes efectos ambientales negativos no sólo en términos de emisiones de contaminantes locales, sino también en términos de gases con efectos de invernaderos, ruido, e intrusión visual. La Tabla 12 describe la declinación progresiva del transporte público en una variedad de ciudades. Hay algunas excepciones en las ciudades donde se han experimentado mayores participaciones de pasajeros-kilómetros en el transporte público (por ejemplo, Zurich, Viena, Washington y Nueva York: WBCSD, 2001) y aumento de las participaciones modales del transporte público (por ejemplo Singapur), pero, en general, la tendencia es hacia participaciones modales declinantes del transporte

Tabla 11: Uso de energía por pasajero-kilómetro, varios modos y condiciones operacionales

Sistema	Uso de energía por pasajero-kilómetro (watt-hora)
Bicicleta (20 km/h)	22
Sistema de Metro con alta ocupación (Tokyo, Hong Kong)	79
Autobuses (Jartúm, Sudán)	99
Autobuses (Ocupación 45%)	101
Paratransporte público (Mini Bus, Jartúm)	184
Sistemas de Metros menos ocupados, como Alemania	184 – 447
Metro (ocupación 21%)	240
Paratransporte público (ocupación 67%/minibús/Aleppo (Siria))	317
Sistemas basados en trenes EE.UU. (22,5 pasajeros por unidad/EE.UU.)	577
Buses (8,9 pasajeros/EE.UU.)	875

Armin Wagner, 2002, de varias fuentes

público de alrededor de 1 hasta 2% al año en las ciudades grandes.

A mucho mayor plazo, entonces, los sistemas MRT de los cuales se puede esperar que tengan

Tabla 12: Tendencias en el uso de transporte público en una muestra internacional de ciudades, 1970 hasta mediados de 1990s

	Porcentaje de todos los viajes motorizados del transporte público			
	1970	1980	1990	'93-'96
Tokyo	65	51	48	?
Hong Kong				?
Seúl	81	74	63	?
Singapur	42	?	?	51
Manila	?	70	67	70
Bangkok	53	?	39	?
Kuala Lumpur	37	33	32	24
Jakarta	61	58	52	53
Surabaya	?	36	35	33

Barter 1999; GTZ SUTP

el mejor efecto ambiental, son aquellos que puedan detener o revertir la declinante proporción modal del transporte público. En el caso de las ciudades de menor ingreso, un impacto así sobre las proporción modal total en la ciudad es probablemente posible sólo con MRT basado en autobús, en vez de tren. Debido al mayor costo, los nuevos sistemas de trenes pueden desarrollarse únicamente en áreas muy limitadas de una ciudad en desarrollo, y no tienen la capacidad del BRT para alcanzar y cubrir áreas más grandes, o la flexibilidad para adaptarse a una ciudad en cambio y en expansión.

En términos de calidad de aire, el factor crucial a tomar en cuenta en Ciudades en Desarrollo no es tanto el rendimiento de emisiones de los diferentes modos de MRT, sino más bien su potencial en sacar a la gente de sus autos y motocicletas y ponerlos en el transporte público. El BRT tiene un mayor efecto ambiental positivo cuando pueda hacer esto de mejor manera que un sistema de tren (que tiene una cobertura mucho más limitada).



“Piense en un tren, use un autobús”



Karl Fjellstrom, Enero de 2002, (Hengshan Rd. Station, Shanghai)

5. Conclusión

Después de comparar las opciones MRT, en general, podemos sacar como conclusión que hay unas pocas razones para que las ciudades en desarrollo favorezcan los sistemas basados en trenes donde las capacidades de pasajeros serían de menos de 25.000 por hora por sentido. A menos que circunstancias específicas se consideren – como cuando la imagen visual del sistema es bastante importante y la ciudad es lo suficientemente rica para manejar los mayores costos de inversión y operacionales – este tipo de transporte público basado en trenes para las ciudades en desarrollo se compara de forma desfavorable con los sistemas BRT, en la mayoría de los términos, y especialmente en parámetros claves como: el costo, flexibilidad, marco de tiempo y las demandas institucionales.

Sin embargo, no hay una única solución “correcta” para el transporte público. El mejor sistema para una ciudad dependerá de las condiciones locales y de las preferencias e involucrará una combinación de tecnologías. El BRT puede que no sea la solución en cada situación. Cuando los flujos de pasajeros son extremadamente altos y el espacio para las vías de autobuses es limitado, otras opciones pueden ser mejores, tales como un transporte público basado en trenes; aunque hemos visto que el BRT puede acomodar volúmenes de pasajeros para ajustar la demanda incluso en ciudades muy grandes. En realidad, no es siempre sólo una elección entre autobús y tren, ya que ciudades como Sao Paulo, en Brasil, han demostrado que el Metro y los sistemas BRT pueden trabajar en conjunto para formar un paquete integrado de transporte.

Debe recordarse, sin embargo, que las inversiones de la ciudad en sistemas de BRT se apropian de muchos dineros. Los fondos usados para construir y subsidiar la operación de un Metro limitado podrían usarse para escuelas, hospitales y parques.

El BRT ha demostrado que el transporte público de gran calidad, que cumple con las necesidades de un público más amplio, no es caro ni extremadamente difícil de lograr. Muchas organizaciones están dispuestas a ayudar a las municipalidades en las ciudades en desarrollo a hacer una realidad del transporte público eficiente. Con liderazgo político todo es posible.

Materiales de recursos

- Roger Allport, *Urban Mass Transit in Developing Countries*, Halcrow Fox, with Traffic and Transport Consultants, 2000, <http://wbln0018.worldbank.org/transport/utsr.nsf>
- W.S. Atkins, *Study of European Best Practice in the Delivery of Integrated Transport, Summary Report*, Nov. 2001, <http://www.cfit.gov.uk/research/ebp/exec/index.htm>
- Jason Chang, *Taipei Bus Transit System and Dedicated Bus Lane*, International Workshop on High Capacity Bus Systems, New Delhi, India, 20 Jan. 2002.
- Robert Cervero, *The Transit Metropolis: A Global Enquiry*, Island Press, 1998.
- United States General Accounting Office (GAO), *Bus Rapid Transit Shows Promise*, Report to Congressional Requesters, Sept. 2001, <http://www.altfuels.com/PDFs/GAOBRTstudy.pdf>.
- Gregory Ingram, World Bank, *Patterns of Metropolitan Development: What Have We Learned?*, Urban Studies, Vol. 35, No. 7, 1998
- International Finance Corporation (IFC), *Bangkok Mass Transit (Skytrain) Externalities Study*, prepared by Policy Appraisal Services et al., July 2001 (unpublished)
- Alexandre Meirelles, *A Review of Bus Priority Systems in Brazil: from Bus Lanes to Busway Transit*, Smart Urban Transport Conference, Brisbane, 17–20 Oct. 2000.
- Hubert Metge, *The Case of Cairo, Egypt*, World Bank Urban Transport Strategy Review, Nov. 2000, <http://wbln0018.worldbank.org/transport/utsr.nsf>
- Peter Newman & Jeff Kenworthy, *Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence*, Island Press, Washington, 1999.
- Philip Sayeg, *Smart Urban Transport Magazine*, 2001, <http://www.smarturbantransport.com>
- David Shen et al., *At-Grade Busway Planning Guide*, Florida International University, Dec. 1998, <http://www.cutr.eng.usf.edu/research/nuti/busway/Busway.htm>
- Transit Cooperative Research Program (TCRP), *Transit Capacity and Quality of Service Manual*, Kittelson & Associates, 1999, <http://www.trb.org> (many excellent reports available for download)
- Thomson, I., UN Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UN-ECLAC), *The Impact of Social, Economic and Environmental Factors on Public Transport in Latin American Cities*, International Seminar on Urban Transport, Nov. 2001, Bogotá, Colombia
- World Bank, *Cities on the Move: An Urban Transport Strategy Review*, 2001, <http://www.worldbank.org/transport>

Urban Transport Strategy Review, Referencia sobre elección de MRT

La *Urban Transport Strategy Review* del Banco Mundial incluye un informe que, al igual que este módulo, ofrece orientación sobre el enfoque de opciones de Transporte Público Rápido Masivo en Ciudades en Desarrollo. *Urban Mass Transit in Developing Countries* (Roger Allport, Halcrow, con Traffic and Transport Consultants, 2000), incluye un excelente análisis de los efectos, desafíos y riesgos de los proyectos basados en trenes, aunque en general falla en no mencionar la experiencia de las aplicaciones “sobresalientes” de Transporte Rápido en Buses, como Bogotá, ya que fue publicado sólo algunos meses después de que comenzó a operar el sistema TransMilenio. Las secciones más importantes de este informe incluyen:

- Opciones MRT
- Rol de MRT
- Resultados de investigaciones
- Escala del desafío
- Actitud hacia un MRT
- Pronosticar los efectos de MRT
- Planificar para el mañana
- El enfoque del sector privado
- Accesibilidad y el sector privado
- Integración con el transporte público
- Viabilidad económica
- Alivio de la pobreza
- Uso del terreno y estructura de la ciudad
- El medioambiente
- Planificación de MRT
- Implementación y operaciones

Este informe puede bajarse en forma gratis de la Internet en el sitio web de la Urban Transport Strategy Review, <http://wbln0018.worldbank.org/transport/utsr.nsf>

Muchos más recursos en línea sobre temas de MRT se pueden obtener a través de Sustainable Urban Travel: Comprehensive bibliography lists of relevant contacts, addresses, and worldwide Websites, de la Universidad de Nottingham, <http://www.nottingham.ac.uk/sbe/planbiblios/bibs/sustrav/>



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
P. O. Box 5180
65726 ESCHBORN / GERMANY
Phone +49-6196-79-1357
Telefax +49-6196-79-7194
Internet <http://www.gtz.de>

