Prefacio, Siglas, Resumen Ejecutivo, Introducción

Parte I Preparación del Proyecto

Parte II Diseño Operacional

Parte III Diseño Físico

Parte IV Integración

Parte V Plan de Negocios

Parte VI Evaluación e Implementación

Recursos, Glosario, Anexos, Referencias

Guía de Planificación de Sistemas BRT

Autobuses de Tránsito Rápido

Enero de 2010

Parte I – Preparación del Proyecto

Capítulo 1

Inicio del proyecto

Capítulo 2

Tecnologías de transporte público

Capítulo 3

Organización inicial del proyecto

Capítulo 4

Análisis de la demanda

Capítulo 5

Selección de corredores

Capítulo 6

Comunicaciones

1. Inicio del proyecto

«Nunca dude que un grupo pequeño de ciudadanos conscientes y comprometidos puede cambiar el mundo. De hecho, es lo único que lo ha cambiado.»

—Margaret Mead, antropóloga, 1901–1978

A pesar de la existencia de algunos ejemplos excepcionales en el mundo hoy en día, la transformación de las condiciones de transporte público es un evento relativamente raro. Estos eventos no llegan mágicamente a una ciudad. Catalizar la voluntad pública y política hacia el cambio de las condiciones de tránsito existentes es quizás la actividad más importante que se discute en esta Guía de Planificación. Una voluntad política fuerte, acentuada por un fuerte deseo público de un sistema de tránsito mejorado, es la combinación para un proyecto rápido y exitoso. Sin alguno de estos factores, es probable que el proyecto no sobreviva la miríada de retos impuestos por grupos con intereses particulares que se oponen a esta nueva iniciativa. Con voluntad política y apoyo público, es improbable que se detenga una nueva visión exitosa.

Este capítulo esboza unos pocos mecanismos para ayudar a que los grupos interesados catalicen un proyecto para mejorar el sistema de transporte urbano de una ciudad. Este capítulo también cita ejemplos de cómo algunas ciudades han logrado el compromiso político necesario para un proyecto y cómo se ha traducido ese apoyo en una visión más amplia para la transformación de la operación del transporte público. Los temas discutidos en este capítulo son:

1.1 Catalizador del proyecto
1.2 Compromiso político
1.3 Planteamiento de la visión
1.4 Barreras para el mejoramiento del tránsito
1.5 Beneficios

1.1 Catalizador del proyecto

«Para lograr grandes cosas, no solo debemos actuar sino también soñar. No solo hacer planes, sino también creer.»

—Anatole France, escritor, 1844–1924

Antes de que un cliente aborde un nuevo sistema, antes de que se construya una nueva línea, y antes de que se desarrolle un nuevo plan, una persona o grupo de personas deben decidir que se requiere una acción para mejorar el sistema de transporte público de una ciudad. La inspiración puede venir de un operador del sector privado, de un servidor civil, de un oficial político, de una organización cívica o incluso de un ciudadano preocupado. Aún así, sin que alguien actúe como catalizador, probablemente nadie vea el potencial del transporte público de una ciudad.

La inspiración para una visión de un nuevo transporte público puede venir de leer sobre las alternativas, ver una foto, visitar otras ciudades, o de que una persona simplemente se pregunte «qué pasaría si…». En la mayor parte del mundo hoy en día, el catalizador, puede originarse, desafortunadamente, de las precarias condiciones del transporte público. A medida que las

Figura 1.1
El Sindicato de Usuarios de Bus de Los Ángeles ha probado que el poder de la gente puede catalizar políticas más progresivas.
Foto cortesía de Bus Riders Union

Cuadro 1.1: Organizaciones de apoyo para BRT

A continuación se describen algunas organizaciones involucradas en el desarrollo de sistemas BRT.

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (Institute for Transportation & Development Policy – ITDP)

ITDP es una ONG con sede en EE.UU. que ha trabajado en temas de transporte sostenible en naciones en vías de desarrollo durante más de 20 años. ITDP ha prestado asistencia técnica directa a muchas ciudades que buscaban desarrollar sistemas BRT, incluyendo las ciudades de Accra, Ciudad del Cabo, Dakar, Dar es Salaam, Delhi, Guangzhou, Yakarta, Managua y Quito. ITDP suele entrar a las ciudades en la etapa inicial para ayudar a construir la confianza política para proceder con un proyecto real.
http://www.itdp.org

Energy Foundation (EF)

EF es una sociedad de importantes donantes interesados en resolver los problemas energéticos del mundo. EF ha estado particularmente involucrada en promover esfuerzos de BRT en China, y ha establecido un centro de recursos de BRT en Beijing. A través de los esfuerzos de EF, hay esfuerzos de BRT completos o en desarrollo en muchas ciudades, incluyendo Beijing, Chengdu y Hangzhou.
http://www.efchina.org

World Resources Institute (EMBARQ)

El programa EMBARQ del WRI ha buscado apoyar esfuerzos de BRT en muchas ciudades clave incluyendo Shangai, Ciudad de México y Porto Alegre. Con fondos de la Fundación Shell, EMBARQ forma alianzas con organizaciones locales y ayuda a concebir estrategias de transporte sostenible.
http://embarq.wri.org

Clean Air Initiative for Asian Cities (CAI-Asia)

La Iniciativa de Aire Limpio para las ciudades de Asia (CAI-Asia) trabaja para mejorar la calidad del aire de las ciudades asiáticas. En diciembre de 2005, CAI-Asia lanzó un programa de US$ 5 millones llamado Movilidad Urbana Sostenible en Asia (SUMA, por sus siglas en inglés), que promoverá iniciativas de transporte sostenible como BRT. SUMA tiene el apoyo de la financiación de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (SIDA), el Banco Asiático de Desarrollo (ADB) y otros.
http://www.cleanairnet.org/caiasia

Proyecto de Transporte Urbano Sostenible de la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ Sustainable Urban Transport Project – SUTP)

El SUTP de GTZ promueve el transporte sostenible a través de la difusión de información, especialmente por medio del *Texto de Referencia de Transporte Sostenible*. GTZ ha sido particularmente instrumental en proporcionar cursos de entrenamiento en BRT a varias ciudades. El curso le permite a las ciudades construir capacidad para BRT, así como también comenzar a pensar opciones locales de diseño.
http://www.sutp.org

condiciones del transporte público descienden a las profundidades de un servicio al cliente pobre, niveles extremos de incomodidad e inseguridad, y abandono oficial, éste puede convertirse en el tema principal del discurso público. En muchos casos solo se toman correctivos cuando las condiciones se vuelven verdaderamente insoportables.

Debido a que la mayoría de funcionarios de alto rango no utilizan generalmente el transporte público, las difíciles condiciones pueden ser removidas de la agenda política. Así que el arranque puede recaer sobre los usuarios de transporte público y los grupos de ciudadanos cercanos a esta realidad cotidiana. En algunas instancias, los usuarios de transporte público han formado sus propias organizaciones para exigir condiciones mejoradas. En Los Ángeles, el Sindicato de Usuarios de Bus (*Bus Riders Union*) ha lanzado con éxito varias campañas para convencer a los tomadores de decisiones de expandir los carriles de prioridad de bus y de modernizar la flota vehicular (Figura 1.1).

En otras instancias, las organizaciones ambientales han liderado el tema debido a la naturaleza insostenible de las condiciones existentes, especialmente cuando el uso de los vehículos privados comienza a desbordar las calles de una ciudad y a producir grandes daños en la calidad del aire. El Cuadro 1.1 señala algunas de las organizaciones que han trabajado para mejorar las condiciones de transporte urbano en las ciudades de los países en desarrollo.

De manera similar, los grupos afectados por las condiciones urbanas en deterioro, como los médicos, los profesionales en calidad del aire, los especialistas en turismo y la policía, pueden jugar un papel como contribuyentes a la propagación de la necesidad de un cambio. Adicionalmente, los investigadores y personal universitario pueden proporcionar la evidencia técnica de los costos de las condiciones existentes y también ser fuente de nuevas ideas. En Delhi (India), el personal del Instituto Indio de Tecnología (IIT) ha venido abriendo caminos con el nuevo sistema BRT de la ciudad.

Asimismo, las condiciones existentes para los conductores y dueños de transporte pueden estimular la búsqueda de un mejor modelo. De muchas maneras, el sector privado que ofrece

Figura 1.2
La Energy Foundation ayuda a capacitar funcionarios en el tema de BRT en China a través de seminarios y difusión.
Foto por Lloyd Wright

servicios de transporte público en las ciudades de los países en desarrollo luchan para sobrevivir. A través de la sensibilización ante modelos exitosos en ciudades como Bogotá y Curitiba, los operadores privados pueden ver que formar una red integrada y proporcionar un nivel más elevado de servicio puede sin duda llevar a obtener utilidades. Así, la inspiración para el cambio puede iniciarla el sector privado.

Los medios de comunicación también pueden jugar un papel preponderante en el aumento de la sensibilización hacia las condiciones existentes. Artículos, imágenes y videos de servicios de transporte público de bajo desempeño pueden ayudar a cohesionar a la opinión pública en torno a la necesidad de un cambio. Más aún, los artículos y videos sobre los éxitos de otras ciudades pueden estimular a muchas personas a preguntarse por qué no podría hacerse en su ciudad lo mismo.

Finalmente, las organizaciones internacionales pueden jugar un papel vital al permitir que se comparta información entre los proyectos, y la asistencia directa a nivel financiero y técnico a las ciudades. Tales organizaciones pueden ayudar a compartir experiencias, aumentar la sensibilización en los grupos locales y construir la capacidad local para que un proyecto nuevo se fortalezca. Las organizaciones no gubernamentales como el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), el programa Embarq del Instituto Mundial de Recursos (WRI) y la *Energy Foundation* han sido decisivas para proporcionarles a las ciudades la

inspiración para el cambio y las herramientas para lograrlo (Figura 1.2).

El sector privado internacional también está jugando un papel cada vez más importante en el aumento de la sensibilización hacia las opciones de transporte masivo. Por ejemplo, Volvo está asociándose con las municipalidades en países como India para ofrecer capacitación sobre opciones como el BRT (Hindu Business Line, 2006). Si bien las firmas privadas tienen sus propios incentivos comerciales para favorecer una tecnología sobre otra, la ayuda de estas firmas también puede contribuir a especificar ideas dentro del contexto de un mercado competitivo.

Las agencias bilaterales como la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI-SIDA) y la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) han contribuido a facilitar iniciativas de transporte público en ciudades de países en desarrollo.

Las organizaciones internacionales de financiación como el *Global Environment Facility* – Fondo para el Medio Ambiente (GEF) y la Fundación Hewlett también son catalizadores clave en este proceso. Más aún, las organizaciones internacionales de financiación como el Banco Mundial y los bancos regionales de desarrollo no solo ayudan a apoyar financieramente los proyectos, sino que suelen también trabajar para promover la sensibilización y proporcionar orientación.

Adicionalmente, las organizaciones internacionales como la Iniciativa para el Aire Limpio (CAI), el Centro de Naciones Unidas para el Desarrollo Regional (UNCRD), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) también han prestado asistencia a las ciudades sobre temas de transporte sostenible. Las municipalidades tienen así a su disposición una abundancia de recursos internacionales para emprender una iniciativa de mejoramiento del tránsito. En muchos casos, simplemente es cuestión de contactar a los individuos apropiados para que dicha cooperación esté disponible.

Desde el individuo preocupado, pasando por una organización cívica local, universidades y medios de comunicación, hasta los grupos internacionales, hay un espectro de partes capaces de encender la chispa del cambio hacia un transporte urbano mejorado. Cualquier ciudad puede emplear estos vínculos para catalizar el cambio. Sin embargo, hasta la fecha, la mayoría de ciudades no han dado este paso hacia la transformación. Si bien la brecha que hay entre el reconocimiento del problema y la construcción de un sistema de transporte masivo moderno puede parecer bastante desalentador, sobre todo para las ciudades de países en desarrollo, este abismo puede ser cubierto por la matriz de recursos que ahora están disponibles para las ciudades. Con frecuencia, solo se requiere un individuo que proporcione la primera chispa.

1.2 Compromiso político

«Nunca aprendí a afinar un laúd o a tocar el arpa, pero puedo tomar una pequeña y obscura ciudad y elevarla a la grandeza.»

—Temístocles, estadista Ateniense, 525–460 a.C.

A pesar de todo, el concepto de un proyecto debe entrar a la corriente política para moverse hacia el desarrollo oficial. Un funcionario político principal debe comprometerse fuertemente para poner a punto el sistema de transporte público de una ciudad. La voluntad y el compromiso político probablemente son los componentes más críticos y fundamentales para que un nuevo sistema se haga realidad. Los grupos externos ciertamente pueden ayudar a crear las condiciones apropiadas para la consideración del proyecto, pero como bien público, el transporte público requiere del apoyo político para convertirse en realidad.

Si bien casi todos los funcionarios políticos afirmarán que su voluntad y su compromiso político son fuertes, la realidad suele ser muy diferente. ¿Está dispuesto un determinado funcionario a darle prioridad en el espacio de la vía al transporte público sobre los vehículos privados? ¿Tomará este funcionario el riesgo de molestar a poderosos grupos de presión como los operadores de tránsito existentes y los motoristas privados? ¿Buscará el funcionario la mejor ayuda técnica que pueda encontrar, y los mejores recursos financieros para que el proyecto se convierta en realidad? Convencer a los funcionarios para que digan que sí a cada una de estas

preguntas es la base para establecer compromiso con el proyecto. Las «voluntades políticas» son solo palabras hasta que estén respaldadas por la evidencia tangible de una intención seria de implementar completamente un proyecto.

1.2.1 Funcionarios políticos

«En español tenemos este dicho que dice que soñar no cuesta nada. Entonces yo digo que juguemos. Simplemente imagine como quiere usted que sea su hogar. Cómo quiere que sus hijos vivan. ¿Quiere ir a comprar el pan caminando o conduciendo? Esa es la base de pensar sobre las ciudades. No hemos pensado lo suficiente sobre cómo queremos vivir. Hemos dejado demasiadas de nuestras decisiones a otros.»

—Enrique Peñalosa, ex alcalde de Bogotá

La creación de un ambiente político apto para la introducción de un nuevo sistema de transporte masivo puede depender de muchos factores. No hay un límite de tiempo prefijado requerido o una serie fija de eventos. En el caso de ciudades como Bogotá y Curitiba, la elección de alcaldes dinámicos que asumieron su cargo con una nueva visión fue el factor determinante. Tanto el ex alcalde de Bogotá, Enrique Peñalosa, como el ex alcalde de Curitiba, Jaime Lerner, asumieron el cargo con la firme intención de mejorar el espacio público y el transporte (Figuras 1.3 y 1.4). También tenían un conocimiento de base sobre estos temas y trajeron consigo profesionales altamente entrenados como parte de su personal más cercano. En situaciones como estas, el avance hacia la planeación de sistemas ocurre casi de inmediato.

Asimismo, un largo período de persuasión y recolección de información precederá al compromiso. Naturalmente, entre mayor el rango de la figura política que lidere la causa, mayor es la probabilidad de que la influencia del funcionario conduzca a la acción. Por ello, los alcaldes y los gobernadores son los blancos lógicos para la obtención de apoyo político. En muchos casos, como en Yakarta y Dar es Salaam, los principales políticos locales se dan cuenta rápidamente de que el BRT puede ayudarlos políticamente, porque puede mostrar resultados dentro de su administración. En algunas ciudades en desarrollo, el apoyo de funcionarios ministeriales nacionales puede ser necesario también para la aprobación de los proyectos. El papel de los funcionarios nacionales puede requerirse particularmente en ciudades capitales.

En muchas ocasiones, un alcalde o gobernador no tendrá la experiencia necesaria en temas de transporte o de planeación urbana. Se necesita confianza para intentar lidiar con una transformación extensa del sistema de transporte público. En tales casos, será clave lograr la confianza del tomador de decisiones y darle la seguridad necesaria para implementar una propuesta

Figuras 1.3 y 1.4

Ex alcaldes que transformaron sus ciudades con el BRT: 1. Enrique Peñalosa, de Bogotá (foto izquierda); y 2. Jaime Lerner de Curitiba (foto derecha).

La foto izquierda es cortesía de Por el País que Queremos (PPQ); La foto de la derecha es cortesía de la Fundación Jaime Lerner

de tan largo alcance. Los funcionarios políticos sentirán rechazo al arriesgarse con grupos electorales clave como los dueños de automóviles y los operadores de tránsito, a no ser que el tema sea parte fundamental de su plataforma.

Más aún, los alcaldes y los gobernadores son individuos ocupados que hacen malabares con diferentes temas e intereses. La cantidad de tiempo que estos funcionarios pueden dedicarle a una consideración estudiada de una transformación del transporte público es limitada. Por esta razón puede ser más efectivo apuntar a los consejeros principales del alcalde o del gobernador. Estos individuos pueden concederle una mayor atención a la idea y después estar en posición de hacerle una recomendación de confianza al principal funcionario político.

Sin embargo, aun en ausencia de apoyo en los más altos niveles, una estrategia para comenzar a influir sobre los funcionarios de niveles más bajos todavía puede merecer esfuerzos. Afortunadamente hay muchos otros puntos de partida en el ambiente político e institucional de la ciudad. Las oficinas de los vice-alcaldes y vicegobernadores y concejales también son posiciones relevantes desde las cuales se puede lanzar un proyecto. Entre tales funcionarios puede ser más probable encontrar un especialista con experiencia en transporte, asuntos ambientales, planeación urbana u otros campos relacionados. En tales casos, la curva de aprendizaje probablemente será menor.

Otro punto de partida útil pueden ser los funcionarios no electos que tienen cargos clave dentro de las instituciones municipales. Los directores y el personal de los departamentos de planeación, obras públicas, medio ambiente, salud y transporte seguramente jugarán un papel en cualquier proyecto eventual. Sin el apoyo de dichos funcionarios y dicho personal, la inercia institucional puede demorar y debilitar la implementación. Más aún, estos funcionarios suelen tener una relación directa con los funcionarios principales electos. Durante sus reuniones diarias o semanales con los funcionarios electos, el personal técnico puede generar una discusión sobre las opciones de transporte público. Un concepto que esté apoyado tanto por grupos ciudadanos como por directores de departamento tendrá una mejor oportunidad de aprobación por parte de un alcalde, que un proyecto que solo tiene el respaldo de un grupo externo.

La mejor estrategia es abordar a todos los funcionarios relevantes, tanto los electos como los no electos, que puedan tener influencia en el transporte público. Aun si un funcionario probablemente no se convierta en un partidario abierto de una iniciativa de transporte masivo, eliminar la amenaza de oposición abierta es igualmente importante. Así, una sesión inicial con la oposición potencial puede ser vital para reducir cualquier repercusión fuertemente negativa. Debe cuidarse mucho la forma en la cual se presenta el tema a una determinada audiencia. De hecho, los puntos clave para enfatizar probablemente variarán de funcionario en funcionario debido a sus diferentes puntos de partida y comprensiones iniciales de las opciones de transporte masivo.

Una complicación común y más bien desafortunada es la existencia de partidos políticos opuestos en cargos clave que supervisan el proyecto. Por ejemplo, si un partido político tiene el control gubernamental local mientras que otro tiene el control gubernamental regional o nacional, posiblemente haya falta de cooperación para que el proyecto se haga realidad. La falta de cooperación entre funcionarios nacionales y locales hundió el proyecto BRT de Bangkok en 2006. Si bien el gobierno local generalmente tiene la responsabilidad por la implementación directa, podría necesitarse apoyo del gobierno nacional por razones presupuestales o legales.

La duración de la administración política en el cargo también es un factor clave para considerar. Si a un alcalde o gobernador le queda poco tiempo antes de una elección, estos funcionarios podrían estar reacios a embarcarse en una iniciativa audaz. El riesgo de alienar a cualquier grupo de votantes potenciales puede anular cualquier estímulo político que el anuncio de un proyecto pueda entrañar. Más aún, cuando un titular asume una posición fuertemente favorable sobre una opción de transporte masivo, esta postura puede producir una reacción igual y opuesta por parte de los candidatos de la oposición.

Por estas razones, conseguir a un funcionario político en las primeras etapas de su período en el cargo es la mejor oportunidad para lograr un compromiso con la implementación. Con

frecuencia, uno de los principales puntos para vender una opción como el BRT a alcaldes y gobernadores es que se puede construir fácilmente en un solo período de gobierno, con lo cual ayuda a establecer la carrera del político. También puede ser efectivo presentar opciones de transporte masivo incluso antes de que los funcionarios se posesionen. Darle información al personal dentro de los principales partidos políticos puede ser una inversión valiosa de tiempo y esfuerzo. Identificar potenciales líderes futuros y establecer una relación de mentores con ellos puede ser igualmente útil.

1.2.2 Mecanismos de aumento de la sensibilización

«Nadie comete un error mayor que aquel que no hizo nada porque solo era poco lo que podía hacer.»

—Edmund Burke, filósofo, 1729–1797

Hay muchos mecanismos disponibles para ayudar a alertar a los funcionarios políticos sobre las potenciales o diferentes opciones de mejoramiento del tránsito. Estos mecanismos incluyen:

- Visitas a sistemas de transporte público exitosos;
- Visitas a los servicios de tránsito existentes en la propia ciudad;
- Visitas de alcaldes exitosos;
- Ofrecimiento de información básica sobre las opciones;
- Videos sobre ejemplos de mejoras del transporte público;
- Video de simulación de un sistema potencial en la ciudad particular;
- Modelos físicos de opciones de transporte público;
- Estudio de pre-factibilidad;

Estos variados mecanismos no son mutuamente excluyentes, ya que diferentes técnicas de información pueden combinarse para demostrar la necesidad de un cambio. Con frecuencia, lo único que se necesita para generar interés político es dar información básica a los alcaldes y otros tomadores de decisiones.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, la firme decisión política solo viene después de que el principal tomador de decisiones visita un sistema exitoso como el de Bogotá o el de Curitiba, para verlo y entenderlo por él mismo. El dicho «ver

Figura 1.5
Los visitantes extranjeros comprenden mucho al hablar con el personal técnico de TransMilenio S.A. en Bogotá.
Foto por Lloyd Wright

es creer» es completamente cierto en el caso de BRT y otras opciones efectivas de transporte. Usualmente, los tomadores de decisión también están acompañados por personal técnico con experiencia que será responsable de implementar el proyecto. Los miembros de los medios de comunicación de la ciudad, así como los operadores de tránsito existentes, también pueden participar en la visita. Al hablar directamente con el personal técnico y con los funcionarios políticos en las ciudades con sistemas existentes, los desarrolladores del sistema pueden entender en perspectiva las posibilidades en sus propias ciudades (Figura 1.5). Experimentar un sistema de alta calidad en una ciudad con un ingreso relativamente bajo como Quito también muestra a los funcionarios políticos que un sistema es posible sin importar las condiciones económicas

Figura 1.6
La única perspectiva que muchos tomadores de decisión tienen sobre el transporte está basada en su viaje diario al trabajo en un automóvil con chofer.
Foto de Lloyd Wright

Figuras 1.7 y 1.8

Funcionarios políticos importantes como el ex alcalde Enrique Peñalosa (foto izquierda) y el Ministro de Transporte de Suráfrica, Jeff Radebe, hacen un esfuerzo especial para experimentar el transporte público por ellos mismos.

La foto de la izquierda es cortesía de PPQ; La foto de la derecha es cortesía del Ministerio Surafricano de Transporte

locales. En muchas instancias, el proceso para desarrollar un nuevo sistema de transporte público puede parecer desbordante al comienzo. Ver los sistemas en la práctica y andar el mismo camino del proceso de desarrollo puede hacer mucho para disipar las incertidumbres y los miedos. Al mismo tiempo se debe tener cuidado para no dar la impresión equivocada de que la implementación del proyecto siempre es fácil, rápida y libre de problemas.

Es sorprendente, pero los funcionarios políticos e incluso el personal técnico municipal pueden estar relativamente poco familiarizados con el transporte público en su propia ciudad. Por la experiencia y los niveles de ingreso de dichas personas, muchas pueden utilizar su propio vehículo privado para el transporte. En el caso de funcionarios principales electos, su única visión de los temas de transporte cotidiano puede darse desde el asiento trasero de un vehículo de lujo conducido por un chofer (Figura 1.6). Por ello, los sistemas de transporte público con frecuencia están conceptualizados y diseñados por individuos con poca familiaridad con las realidades diarias del nivel de transporte.

Organizar un tour para ver las condiciones del transporte público en la ciudad de un funcionario público puede ser una experiencia que le abra los ojos al mismo. En ciudades como Bogotá, Delhi, Johannesburgo y São Paulo, los funcionarios han decidido usar regularmente el transporte público y/o han determinado que el personal use el transporte público durante ciertos períodos de tiempo (Figuras 1.7 y 1.8.).

Los testimonios de un político o un funcionario público a otro pueden ser apropiados. Organizaciones internacionales han patrocinado visitas de importantes ex alcaldes como Enrique Peñalosa y Jaime Lerner a las ciudades para ayudar a catalizar las acciones locales. Para los funcionarios locales puede ser también muy motivador que se les muestre cuántos alcaldes y gobernadores que entregaron sistemas de alta calidad tuvieron la tendencia a ganar elecciones subsecuentes.

Los avances en las tecnologías de información y comunicaciones (ICT, por sus siglas en inglés)

Figura 1.9

Un modelo visual del sistema de BRT propuesto para Dar es Salaam, usando una combinación de fotografía digital y software de diseño gráfico.

Imagen cortesía de Luc Nadal e ITDP

han puesto el poder de sofisticadas herramientas visuales y de software en manos de la mayoría de municipalidades. Los modelos visuales en tres dimensiones de estaciones, vehículos y corredores pueden hacer mucho para motivar a los políticos con respecto a las posibilidades (Figura 1.9). Los videos sobre sistemas de transporte público de alta calidad en ciudades como Bogotá, Brisbane y Curitiba proporcionan una muestra visual acertada de las opciones a los tomadores de decisiones. Igualmente, la tecnología de video digital está disponible para simular la forma en que un nuevo sistema operaría realmente en una ciudad que está interesada. Poder hacer un «recorrido virtual» en el nuevo sistema en una etapa temprana del proceso de planeación puede no solo estimular el compromiso político, sino también ayudar al personal de planeación con consideraciones de diseño. De forma similar, pequeños modelos de vehículos, estaciones y corredores pueden ayudar a que los funcionarios público o políticos tengan una sensación de realidad con las posibilidades (Figura 1.10).

Como se señaló en la introducción a esta Guía de Planificación, un estudio de prefactibilidad también es un mecanismo efectivo para fomentar el interés inicial hacia el mejoramiento del transporte público. El trabajo de prefactibilidad puede incluir la identificación de corredores principales para el desarrollo de tránsito masivo, estimativos iniciales de beneficios potenciales (económicos, ambientales, sociales, etc.) y aproximaciones de costos esperados. Este trabajo será de un nivel bastante superficial pero por lo menos le dará a los tomadores de decisión un grado de confianza en la dirección posible de un proyecto. Entre más rápida y convincente sea esta visión inicial del nuevo sistema, será más fácil que los tomadores de decisiones eleven el compromiso político necesario para moverse hacia delante. Esta visión temprana se necesitará para persuadir al público y a las partes interesadas para que apoyen el proyecto y para guiar el proceso de recolección de información.

Las técnicas para lograr el compromiso en el proyecto son variadas y pueden depender en gran medida del contexto local, pero el objetivo es que el principal tomador de decisiones se comprometa públicamente a implementar una transformación considerable del sistema de transporte público y a crear un sentido de expectativa en el público.

Figura 1.10
Modelos a pequeña escala, como este de una propuesta instalación terminal en Quito, ayudan a darle a los tomadores de decisión una comprensión tridimensional de la infraestructura física.
Foto de Lloyd Wright

1.3 Planteamiento de la visión

«Si usted quiere construir un barco no haga sonar los tambores para que los hombres busquen madera, ni les asigne labores, ni distribuya el trabajo. Más bien evoque en ellos el anhelo por el amplio mar abierto.»

—Antoine de Saint-Exupéry, escritor y aviador, 1900–1944

Se ha hecho énfasis en que el liderazgo político probablemente es el factor más importante para realizar un proyecto exitoso de transporte público. Sin dicho liderazgo, el proyecto no tendrá el suficiente *momentum* para sobrevivir a los inevitables desafíos por parte de los grupos de oposición y de intereses especiales. Más aún, sin liderazgo es significativamente más difícil impulsar la opinión pública hacia el apoyo a una nueva perspectiva sobre el transporte público.

La construcción inicial de una visión desde el liderazgo político representa un importante primer paso para defender la idea de un transporte público mejorado. Este anuncio político proporciona una perspectiva amplia basada en los objetivos generales del sistema propuesto. Esta visión dará una dirección y un mandato a los equipos de planeación y también será usada para estimular el interés y la aceptación del concepto en el público en general.

La manifestación de una visión no debe ser extremadamente detallada sino simplemente describir la forma, las ambiciones y la calidad del proyecto propuesto. Así, se establecerá el plan de la actividad de planeación que seguirá. Algunos ejemplos del tipo de frases que pueden formar parte de la visión son:

- Proporcionar un sistema de transporte público rentable y de alta calidad que disminuya la congestión, reduzca la contaminación y asegure la confianza pública en el servicio de transporte de la ciudad.
- Establecer un sistema de transporte masivo rápido, cómodo y que sea competitivo con el automóvil, que atienda las necesidades de movilidad de todos los segmentos de la población de la ciudad, incluso las de los dueños actuales de vehículos privados.
- Al desarrollar un sistema de transporte moderno para el siglo veintiuno, la ciudad se volverá cada vez más competitiva, atraerá más inversión y turismo, y en últimas estimulará la economía y la creación de empleos.
- Poner al 80 por ciento de la población de la ciudad a máximo 500 metros de un corredor de transporte masivo.
- Proporcionar un servicio de pasaje único que le permita a una persona viajar a cualquier punto de la ciudad en menos de 30 minutos, sin demoras por congestión.

Si bien esta manifestación inicial de visión tendrá un alcance muy amplio, el mensaje puede volverse más detallado y específico a medida que el proyecto progresa. Los pronunciamientos subsecuentes pueden detallar con mayor precisión los costos, los tiempos de viaje y las características de afabilidad del nuevo servicio.

El anuncio debe hacerse dentro de una estrategia global de prensa y medios para el proyecto. Se debe informar a las organizaciones de prensa y medios de comunicación sobre la visión que se presentará. A estas organizaciones también se les debe dar una visión general de las diferentes opciones de transporte masivo y su potencial para la ciudad. En algunos casos las visitas de la prensa a ciudades con sistemas existentes pueden ayudar a reforzar los atributos positivos del proyecto.

1.4 Barreras para el mejoramiento del tránsito

«La gran tragedia de la ciencia – la muerte de una hermosa hipótesis a manos de un hecho feo.»

—Thomas Huxley, biólogo y escritor, 1825–1895

La defensa del mejoramiento del transporte público podría parecer bastante fuerte. Los beneficios económicos, ambientales y sociales en realidad están bien documentados (Litman, 2005a). Sin embargo, las grandes iniciativas para mejorar el tránsito en realidad son bastante escasas. Las barreras del mejoramiento del tránsito suelen aplastar el llamado a la acción. Entender los obstáculos que probablemente se enfrentarán le permite al equipo de implementación diseñar estrategias para contrarrestar esta oposición.

Algunas de las barreras más significativas incluyen:

- Falta de voluntad política;
- Gobierno;
- Oposición por parte de involucrados principales (operadores de transporte existentes, motorizados, etc.);
- Inercia política e institucional;
- Sesgos institucionales;
- Falta de información;
- Pobre capacidad institucional;
- Capacidad técnica inadecuada;
- Fondos y financiación insuficientes;
- Limitaciones geográficas/físicas.

En gran medida, la voluntad política es el ingrediente más importante para que una iniciativa de transporte masivo se materialice. La superación de la resistencia de parte de grupos de interés especial y de la inercia general en contra del cambio suele ser un obstáculo insuperable para los alcaldes y otros funcionarios. Sin embargo, para aquellos funcionarios públicos que se han comprometido, las recompensas políticas pueden ser grandes. Los líderes políticos detrás de los sistemas de BRT en ciudades como Curitiba y Bogotá han dejado un legado duradero a sus ciudades, y en el proceso estos funcionarios han sido recompensados con popularidad y éxitos enormes. Para lograr este éxito, se destinó una gran cantidad de capital político para convencer a los detractores del proyecto, a los medios de comunicación y al público en general.

Muchos funcionarios políticos pueden ser reacios a emprender un proyecto de BRT debido a los riesgos percibidos, especialmente con relación a la molestia que pudiera producir en poderosos grupos de interés. Los motorizados y los operadores de transporte público existentes tenderán a resistir dicho cambio. Por ello, los funcionarios públicos podrían terminar jugando sobre seguro al evitar cualquier tipo de iniciativa de transporte público importante que corra el riesgo de enajenar a ciertos involucrados. Sin embargo, cuando los funcionarios toman el camino de la inacción, percibido como de bajo riesgo, las recompensas políticas que sobrevienen seguramente serán menores.

La trayectoria de la popularidad del ex alcalde Enrique Peñalosa permite una comparación interesante (Figura 1.11). El alcalde Peñalosa implementó cambios en el transporte y el espacio público en Bogotá que conmocionaron a muchas personas. En la administración del alcalde Peñalosa se hicieron cumplir por primera vez las leyes que prohibían a las personas estacionar en las aceras. Los motorizados indignados lideraron una campaña para revocar el mandato de Peñalosa. En este punto de su gestión en el cargo, el alcalde Peñalosa tuvo uno de los menores índices de popularidad de cualquier alcalde de Bogotá. Sin embargo, después ocurrió algo milagroso. A medida que la visión y los proyectos del alcalde se hicieron realidad, el público respondió de forma bastante positiva. Con las nuevas ciclovías, las mejoras en el espacio público y el sistema de BRT TransMilenio SA, los ciudadanos pudieron ver la transformación de una ciudad. Cuando Peñalosa concluyó su período de tres años, terminó con uno de los índices de popularidad más altos registrados por un alcalde de Bogotá.

Es muy probable que un político con menor impulso y pasión por el espacio público y el transporte sostenible hubiera revertido el curso a la primera señal de molestia de personas motorizadas. En vez de ello, el riesgo tomado por el alcalde Peñalosa para transformar la ciudad y el sistema de transporte público le representó recompensas políticas significativas y fama internacional.

Aunque los automóviles representan menos del 15 por ciento de la proporción de viajes, los dueños de dichos vehículos representan la agrupación sociopolítica más influyente. La idea de darle prioridad al transporte público en el espacio

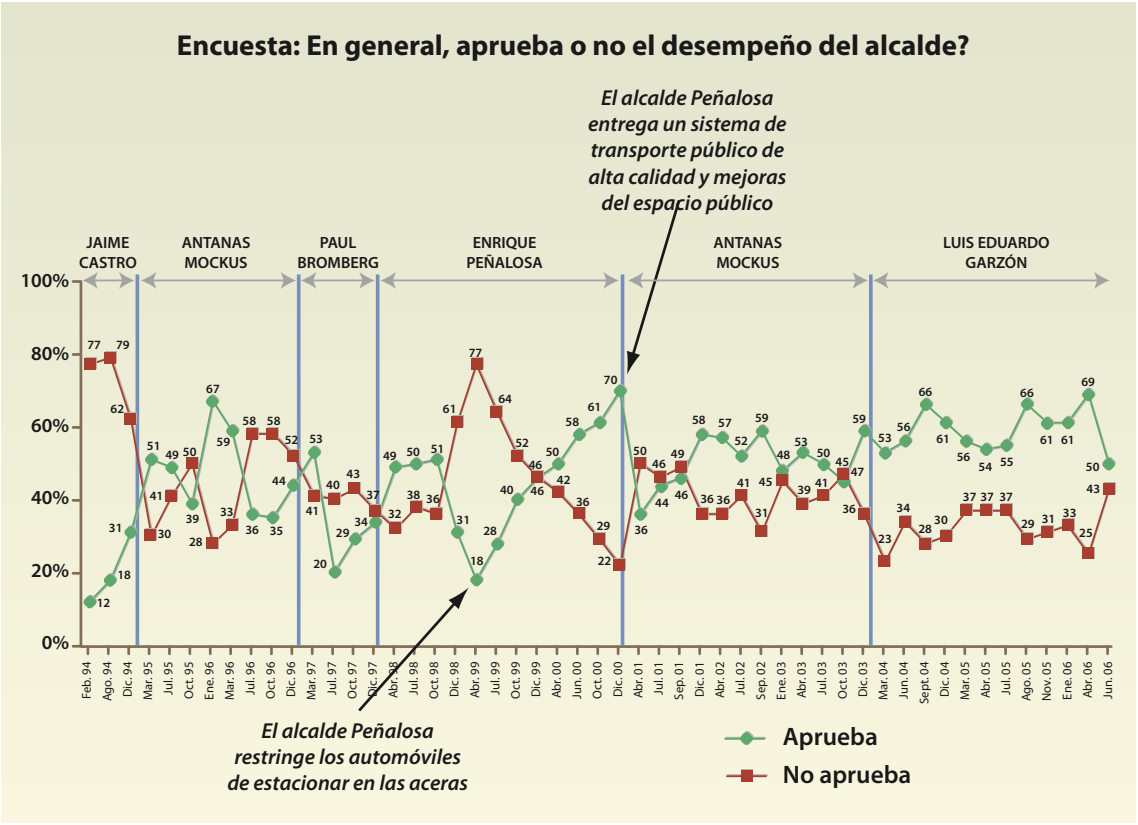


Figura 1.11
Tasa de aprobación de los alcaldes de Bogotá.

de la vía puede parecer contraria a los intereses de los dueños de vehículos privados. Sin embargo, en realidad separar los vehículos de transporte público de otro tráfico puede mejorar las condiciones para los vehículos privados. No obstante, es posible que los motorizados solo comprendan este beneficio cuando el sistema entre en operación. Antes del proyecto, los dueños de automóviles pueden ver al BRT solo como un intruso que está robando el espacio de la vía.

Los operadores de tránsito existentes también verán probablemente al BRT como una amenaza a sus intereses y a su forma de vida. En ciudades como Quito (Ecuador), los operadores existentes hicieron violentas demostraciones callejeras para rebatir el desarrollo del sistema BRT. El gobierno finalmente llamó a los militares para que dispersaran las protestas, después de que los operadores dejaran a la ciudad sin transporte público durante cuatro días. De la misma forma, en otras ciudades los operadores privados de tránsito han presionado a los políticos a través de esfuerzos de retirada y cabildeo intenso.

Sin embargo, se debe notar que la amenaza para los operadores existentes puede ser más percibida que real. En la mayoría de los casos, un esfuerzo efectivo de difusión con los operadores puede ayudar a disipar los miedos sin fundamento. En realidad, los operadores existentes pueden obtener ganancias sustanciales a partir del BRT a través de utilidades y condiciones de trabajo mejoradas. Los operadores existentes pueden competir efectivamente para ganar concesiones de operación dentro del sistema BRT propuesto. En Bogotá, los operadores existentes hicieron siete huelgas diferentes para protestar por el desarrollo de TransMilenio S.A. Hoy en día muchos de esos mismos operadores son accionistas de compañías concesionarias de TransMilenio S.A., y han visto un aumento significativo en sus utilidades. Pocos, si es que hay alguno, desean devolverse al sistema anterior.

El personal profesional dentro de las agencias municipales también puede representar una barrera al mejoramiento del tránsito. Este personal no suele utilizar el transporte público como medio primario de viaje. En vez de ello, los funcionarios municipales son parte de una élite de clase media que tiene el poder adquisitivo para comprar un vehículo privado. Por ello, los profesionales responsables de la planeación y del diseño de sistemas de transporte público no suelen usarlo. Esta falta de familiaridad con las necesidades y realidades del usuario de transporte público puede terminar en un diseño que no es realmente óptimo. Dicho personal también puede dar fondos y preferencias en el diseño a los viajes motorizados individuales sin darse cuenta, puesto que este modo es el que les resulta más familiar.

A pesar del aumento de las redes de información global, el desconocimiento de opciones como el BRT sigue siendo una barrera muy real. El largo período de tiempo entre el desarrollo del sistema en Curitiba y la conciencia sobre el BRT en otras ciudades es evidencia de este déficit de información. A través de la asistencia de agencias internacionales y de organizaciones no gubernamentales, la sensibilización hacia el BRT ha aumentado dramáticamente en años recientes. Las visitas de funcionarios de las ciudades de África y Asia a Bogotá han ayudado a catalizar nuevos proyectos de BRT. Sin embargo, muchas ciudades en desarrollo todavía no tienen la información básica que se requiere para implementar una iniciativa de mejoramiento del tránsito.

La falta de información en el nivel municipal suele tener una correlación directa con la falta de capacidad del recurso humano. Los departamentos de transporte de muchas ciudades en desarrollo deben encargarse de una gran cantidad de cuestiones con solo un puñado de personal. La falta de capacidad institucional y técnica en el nivel local inhibe la habilidad de las agencias para considerar proyectos aun cuando el conocimiento general de la oportunidad está presente.

La financiación también puede ser un problema en los proyectos de transporte público, aunque tiende a ser menos problemático con opciones de más bajo costo como el BRT. El acceso al capital y el costo del capital pueden ser restricciones reales, especialmente para infraestructuras de transporte público más costosas. Adicionalmente, la falta de recursos para sostener cualquier forma de subsidio operacional significa que los sistemas deben ser diseñados en gran parte para ser financieramente auto-sostenibles.

Varias condiciones locales tales como los factores urbanos, geográficos y topográficos también

pueden presentar barreras para la implementación. Por ejemplo, corredores extremadamente estrechos y colinas empinadas pueden suponer desafíos de diseño. Sin embargo, hay soluciones técnicas para cada uno de estos problemas. Las condiciones locales requieren soluciones locales que hacen que cada proyecto sea único en su forma.

Todas las barreras y desafíos señalados en esta sección pueden ser superados. Sin embargo, para muchas municipalidades, estos temas enlodan fuertemente la habilidad para iniciar un proyecto. Los defensores del proyecto necesitarán proporcionar respuestas a cada una de estas barreras que representan una amenaza para la aceptación del proyecto.

1.5 Beneficios

«Nada se hace hasta que todo el mundo está convencido de que debe hacerse, y ha estado tan convencido de ello durante tanto tiempo que ahora es momento de hacer algo diferente.»

—F.M. Cornford, autor y poeta, 1874–1943

Tal vez la mejor respuesta a los críticos de las iniciativas de transporte público es el beneficio global que tales iniciativas le dan a una ciudad y a la calidad de vida de sus habitantes. En muchos casos, estos beneficios pueden cuantificarse directamente para producir resultados en términos monetarios. En otros casos, los beneficios cualitativos también pueden evaluarse dentro de un marco lógico.

La Tabla 1.1 señala algunos de los beneficios directos que las mejoras de transporte público le han dado a las ciudades. Sin embargo, más allá de estos beneficios existen impactos multiplicadores que aumentan su valor para una municipalidad. Por ejemplo, los proyectos de transporte público pueden llevar a la reducción de costos asociados con las emisiones y accidentes vehiculares. Tales impactos incluyen costos con los que corren el sistema de salud pública, la fuerza policial y el sistema judicial. A su vez, al reducir estos costos, los recursos municipales pueden dirigirse hacia otras áreas como el cuidado preventivo en salud, la educación y la nutrición.

En secciones posteriores de esta Guía de Planificación se incluyen metodologías para estimar los impactos económicos, ambientales y sociales del BRT.

Tabla 1.1: Los beneficios de las iniciativas de transporte público

Fator	Impactos / indicadores
Beneficio de ahorro de tiempo para los usuarios del transporte	■ Productividad laboral ■ Calidad de vida
Beneficio de ahorro de tiempo para los vehículos de tráfico mixto	■ Productividad laboral ■ Eficiencia en la entrega de bienes y servicios
Ahorro de combustible en el transporte	■ Reducción en gastos de combustible para los operadores de transporte público. ■ Reducción en gastos de combustible para los vehículos en tráfico mixto. ■ Reducción en la dependencia de combustible importado o uso reducido del suministro doméstico.
Mejoras en la calidad del aire (emisiones reducidas de CO, NO_x, PM y SO_x)	■ Salud humana ■ Preservación del ambiente construido. ■ Preservación del ambiente natural. ■ Productividad laboral.
Reducciones en la emisión de gases de invernadero	■ Ambiente global
Reducciones en el ruido y las vibraciones	■ Salud humana ■ Productividad laboral y educativa ■ Ambiente construido
Otras mejoras ambientales	■ Reducción en los desechos sólidos y líquidos. ■ Impactos reducidos sobre la flora y la fauna.
Empleo en el sistema de transporte	■ Empleo en construcción ■ Empleo operacional
Sector comercial	■ Valor de las propiedades ■ Ventas en las tiendas ■ Generación de empleo
Beneficios de afabilidad para los pasajeros del tránsito	■ Comodidad de los pasajeros ■ Prestigio del sistema
Beneficios sociales	■ Reducciones en el crimen y en los problemas sociales en el área ■ Sociabilidad del ambiente de la calle ■ Igualdad para los grupos de bajos ingresos ■ Aumento en el orgullo cívico y en el sentido de comunidad
Imagen de la ciudad	■ Orgullo a nivel de la ciudad ■ Turismo
Desarrollo urbano	■ Desarrollo urbano más sostenible, incluyendo la densificación de los corredores principales ■ Costo reducido para la prestación de servicios como electricidad, sanidad y acueducto
Político	■ Entrega de un sistema de transporte masivo dentro del tiempo de un período político ■ Entrega de un recurso de alta calidad que producirá resultados positivos para virtualmente todos los grupos de votantes.

2. Tecnologías de transporte público

«Para una tecnología exitosa, la realidad debe tener prelación sobre las relaciones públicas, porque la naturaleza no puede ser engañada.»

—Richard P. Feynman, físico, 1918–1988

Elegir el tipo de tecnología de transporte público para una ciudad puede ser un proceso muy polémico. Dados los variados grupos interesados que están involucrados y los contratos con el sector privado que están en juego, el proceso puede politizarse bastante. No obstante, tomar una decisión dentro de un marco racional es la única manera de asegurar que el usuario ha sido realmente atendido. Este capítulo intenta proporcionar ese marco racional, así como ofrecer una discusión de cada variable de decisión.

La elección de la tecnología de transporte público afecta los tiempos de viaje, gastos en transporte de personal, y la comodidad y seguridad de los viajeros. La elección también afecta dramáticamente las finanzas municipales y la eficiencia de la economía de la ciudad. En última instancia, la selección configura el desarrollo urbano de la ciudad y el estilo de vida de sus habitantes. Así, un proceso objetivo y efectivo de evaluación es una parte esencial de la toma de decisiones responsable y coherente.

Aunque esta Guía de Planificación se enfoca en sistemas BRT, hay que tener en cuenta que el BRT es solo una de las muchas opciones de transporte público. Para muchas ciudades el BRT es una opción altamente muy rentable para desarrollar una red completa del sistema, que proporcione a los usuarios un servicio de transporte público que compita con el automóvil. No obstante, también hay condiciones en las que los metros, trenes ligeros e incluso servicios de buses convencionales pueden ser la elección de tecnología más apropiada. Este capítulo presenta algunas de las consideraciones claves para tomar una decisión sobre el tipo de sistema de transporte público. En una situación ideal, las ciudades pueden establecer una competencia saludable entre diferentes opciones tecnológicas, para asegurar la selección de la más apropiada.

Los temas discutidos en este capítulo incluyen:

2.1 Introducción de las tecnologías de transporte público

2.2 Criterios para la selección de tecnologías

- 2.2.1 Costo
- 2.2.2 Diseño e implementación
- 2.2.3 Desempeño
- 2.2.4 Impactos

2.3 Toma de decisión de tecnología

2.1 Introducción a las tecnologías de transporte público

«Las tecnologías que han tenido los efectos más profundos en la vida humana usualmente son simples.»

—Freeman Dyson, físico, 1923–

2.1.1 Tipologías de transporte público

El transporte público en su sentido más amplio se refiere a los servicios colectivos de pasajeros. Puede entonces incluir la variedad de servicios tanto de transporte ilegal como formales, que se encuentran en ciudades de alrededor del mundo. El transporte público entonces comprende taxis compartidos, mini-camionetas, servicios convencionales de buses, BRT, servicios acuáticos y servicios férreos. Más específicamente, *el Transporte Masivo (MRT) es un servicio urbano colectivo de pasajeros que opera a niveles altos de desempeño para sus usuarios, especialmente en relación con los tiempos de viajes y capacidad de viajes de pasajeros.* El transporte masivo puede lograr tiempos de viaje reducidos a través de la provisión de redes ampliamente accesibles, vehículos de velocidades más altas, infraestructura de derecho de vía exclusivo, servicios de paradas

Cuadro 2.1: Tipos de tecnologías de transporte público

Sistemas de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT) – Tecnología basada en buses que opera normalmente en carriles con derecho de vía exclusivo en superficie; en algunos casos los túneles se utilizan para dar separación a desnivel en intersecciones en centros de ciudades de alta densidad.

Tren ligero (LRT) – Tecnología férrea eléctrica que opera ya sea como un carro sencillo o un corto tren de carros, en carriles con derecho de vía exclusivo en superficie con conectores aéreos eléctricos.

Tranvías – Los tranvías también pueden ser considerados un tipo de LRT, pero normalmente utiliza carros de menor tamaño y puede compartir el espacio vial con otras formas de tráfico.

Metro subterráneo – Un sistema de tren pesado operando en carriles a desnivel, normalmente subterráneo.

Transporte férreo elevado – Un sistema férreo de transporte público operado en carriles a desnivel, localizados principalmente en una estructura aérea; los sistemas elevados también pueden considerarse como una forma de metro.

Tren suburbano – Un sistema férreo pesado operando en carriles de derecho de vía exclusivo que están localizados principalmente a nivel de superficie, pero generalmente separado; típicamente mueve pasajeros entre localizaciones suburbanas y urbanas; difiere de otros sistemas férreos urbanos en que los carros son más pesados y las distancias de viaje son normalmente más largas.

Transporte Rápido Personal (PRT) – Un sistema basado en rieles o en llantas que mueve pasajeros en pequeños Vehículos Guíados Automáticos (AGV); el PRT normalmente opera en carriles de derecho de vía exclusivos que también pueden ser a desnivel.

limitadas especiales o expresos, sistemas de recolección de tarifa eficientes, y/o técnicas de abordaje y descenso más rápidos. La capacidad de viajes de pasajeros puede lograrse por medio de vehículos más largos, conjuntos múltiples de vehículos (p. ej. un grupos de buses o un tren) y/o un servicio más frecuente.

El Cuadro 2.1 define las categorías principales de tipologías de transporte público. Hay una amplia diversidad de variaciones posibles con cada tecnología. Algunos sistemas LRT (Tren Ligero – *Light Rail*) pueden hacer más difusos los límites que definen un metro cuando se la infraestructura de los primeros se construye con cambios de nivel. De la misma manera, algunos sistemas BRT tienen segmentos que van bajo tierra o en estructuras elevadas. No obstante, el Cuadro 2.1 proporciona una tipología general de las tecnologías de transporte público. La constante innovación de quienes desarrollan sistemas de transporte público probablemente implique que estas definiciones también continuarán evolucionando.

El sistema BRT es una de las muchas tecnologías de transporte público. Adicionalmente, hay una variedad de sistemas de transporte público basado en rieles que son posibles, incluyendo los metros subterráneos, sistemas de riel elevados, tren ligero y tranvías (Figuras 2.1 a 2.6). Ninguna de estas opciones es inherentemente correcta o incorrecta. Las condiciones locales y las preferencias locales juegan un papel significativo en determinar el tipo de sistema preferido.

Otros tipos de tecnologías en el transporte público también son posibles. Mientras las tecnologías de monorriel y maglev podrían considerarse una forma de transporte elevado, éstas también son lo suficientemente distintivas para ser consideradas categorías de transporte público separadas. La tecnología de monorriel ha existido desde los últimos cuarenta años, con particular experiencia de implementación en Japón. Algunos sistemas nuevos de monorriel todavía son construidos, tal como el monorriel de Las Vegas que abrió en 2004.

La tecnología maglev todavía es bastante nueva y tiene el potencial de incrementar las velocidades de los vehículos de manera considerable. La única aplicación de pasajeros del maglev actual se encuentra en Shanghái (China), donde

Figuras 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 y 2.6
El transporte sobre rieles viene en una variedad de formas.
2.1 Metro subterráneo de Hong Kong
Foto cortesía de Hong Kong MTR;
2.2 Skytrain elevado de Bangkok
Foto por Lloyd Wright;
2.3 Monoriel de Osaka
Foto por Lloyd Wright;
2.4 Sistema suburbano de rieles de Hankyu
Foto por Lloyd Wright;
2.5 Sistema LRT de Estrasburgo
Foto por Manfred Breithaupt; y
2.6 Tranvía de Bucarest
Foto por Lloyd Wright

las velocidades de más de 400 km por hora se alcanzan en una línea de 30 kilómetros entre la ciudad y su nuevo aeropuerto internacional. No obstante, a un costo de más de US$ 300 millones por kilómetro, es poco probable que la tecnología pueda ser replicada en otros sitios en el futuro próximo. Además, para muchos profesionales del transporte, la tecnología maglev se ve como un competidor del transporte aéreo para viajes entre ciudades, en lugar de ser una solución práctica dentro del sector de transporte público urbano. No obstante, el maglev representa una nueva tecnología interesante que puede tener aplicaciones futuras.

El Transporte Rápido Personal (PRT) es otro fenómeno relativamente nuevo que está siendo desarrollado como una opción en ciudades de menores densidades. El PRT utiliza Vehículos Guiados Automáticos (AGV) que evitan la necesidad de un conductor, ayudando a que las ciudades desarrolladas reduzcan sus costos de personal relativamente altos en la operación del transporte público. Estos vehículos pueden ser de llantas de caucho o basada en rieles, son más o menos pequeños, y cada vehículo lleva entre dos y seis pasajeros. La idea detrás del PRT es combinar la flexibilidad de los servicios de taxi con la automatización de sistemas de carriles

fijos. Un sistema PRT tiene el potencial de proporcionar a cada cliente su propia opción de rutas personal y así llevar a más viajes punto-a-punto. Los sistemas también combinan la privacidad de los vehículos más pequeños con las ventajas de un sistema público. El reto de estos sistemas es ser un producto competitivo en costos, con opciones de transporte público convencionales. Hasta la fecha, sólo unos pocos sistemas experimentales han sido desarrollados (Figura 2.7). Por estas razones, el PRT no es presentado con más detalle en este documento.

2.1.2 Sobre riel versus sobre vías

La innovación demostrada por ciertas compañías de tecnología ha hecho que las definiciones tradicionales sean, de muchas maneras, ya obsoletas. Las distinciones entre sistemas sobre rieles y sobre vías son cada vez más difusas por causa de las tecnologías que cruzan los dos ámbitos (Figuras 2.8 a 2.11). Por ejemplo, los sistemas de México DF y París utilizan vehículos de llantas de caucho, pero estos sistemas dan la apariencia de tener una tecnología sobre rieles. El vehículo en desarrollo Translohr, para nuevos sistemas en Clermont-Ferrand (Francia), L'Aquila (Italia), Mestre-Venecia (Italia) y Padua (Italia), es un tranvía con llantas de caucho operado sobre un carril dedicado. Los sistemas *Transport sur Voie Reservée* (TVR), en ciudades como Caen y Nancy en Francia, utilizan vehículos modernos de llantas en caucho que operan dentro y fuera de un carril dedicado. Finalmente, el moderno Civis de Irisbus es un vehículo con frente redondo y llantas cubiertas que producen una apariencia de tren ligero.

Figura 2.7
El Transporte Rápido Personal (PRT) trata de combinar aspectos de vehículos privados y públicos.
Imagen cortesía de ULTra

Figuras 2.8, 2.9, 2.10 y 2.11
Todas estas imágenes son de vehículos con llantas de caucho, lo cual hace irrelevante la distinción entre sistemas sobre rieles y sobre vías.
2.8 Metro de Ciudad de México
Foto por Lloyd Wright;
2.9 Vehículo Translohr en Padova (Italia)
Foto cortesía de Groupe LOHR;
2.10 Bus Civis en Francia
Foto cortesía de NBRTI; y
2.11 Vehículo TVR en Nancy (Francia)
Foto por Klaus Enslin

Tales vehículos son utilizados por sistemas como los de Rouen (Francia) y Las Vegas (EE.UU.). Con sus estaciones cerradas y carriles dedicados, el sistema BRT de Bogotá se parece más a un sistema tipo metro que a un sistema convencional de buses. Como demuestran estos ejemplos, la división entre sistemas sobre rieles y sobre vías puede ser bastante difusa y hasta irrelevante. Si un sistema es llamado BRT, tren ligero o metro tal vez sea de menor relevancia que si el sistema satisface las necesidades del usuario particular.

Dado que el transporte masivo implica cierto nivel de capacidad como de velocidad, algunos sistemas son técnicamente mejor descritos bajo el término genérico de «transporte público» en lugar de «transporte masivo». El que un sistema se califique como «transporte masivo» depende de la naturaleza de la tecnología y las circunstancias de la ciudad en particular. Los tranvías y los sistemas de tren ligero a nivel normalmente llevan menos de 12.000 pasajeros por hora por sentido (PPHPD) y son precisamente definidos como tecnologías de «transporte público». El sistema de BRT de Bogotá mueve hasta 45.000 PPHPD y podría entonces ser considerado un sistema de transporte masivo. No obstante, muchos otros sistemas BRT operan en ciudades con características de demanda y velocidad mucho más bajas, y no son considerados «transporte masivo». Los sistemas de metro y sistemas férreos elevados son capaces de operar a altas velocidades y altas capacidades, calificando para el término «transporte masivo». No obstante, hay sistemas de metro operando con capacidades relativamente bajas, tales como en Delhi y Calcuta, a los cuales el término «transporte masivo» no se les aplica (Figura 2.12). La discusión que sigue sobre tecnologías de transporte no distinguirá de manera específica entre la semántica de tecnologías de «transporte masivo» y de «transporte público». En lugar de eso, se reconoce que la tecnología más apropiada es aquella que satisface las necesidades de los usuarios dentro del contexto de sus condiciones locales.

Figura 2.12
Hora punta en el metro de Delhi.
Foto cortesía de ITDP

2.2 Criterios para selección de tecnologías

«La sociedad occidental ha aceptado como incuestionable un imperativo tecnológico que es tan arbitrario como el tabú más primitivo: no simplemente el deber de promover la invención y constantemente crear novedades tecnológicas, sino de la misma manera el deber de rendirse a esas novedades incondicionalmente, solamente porque son ofrecidas, sin respeto a sus consecuencias para la humanidad.»

—Lewis Mumford, historiador y crítico arquitectónico, 1895–1990

La decisión de seleccionar una tecnología en particular, depende de varios factores. Los costos, las características de desempeño, las condiciones locales y las preferencias personales han tenido un papel importante en el proceso de toma de decisiones. Esta sección describirá algunos de los factores que deben considerarse al seleccionar el tipo de sistema de transporte masivo para una ciudad.

En los últimos años ha habido un debate significativo entre profesionales de transporte, que se preguntan si las soluciones de BRT o las basadas en rieles son las más apropiadas. Tal competencia entre sistemas de hecho puede ser saludable, dado que implica un ambiente en el que todas las tecnologías deben hacer lo posible por mejorar. Un proceso de evaluación riguroso ayudará a asegurar que una ciudad tome la decisión más apropiada.

El proceso de planificación y toma de decisiones puede definirse de tal manera que el fin último refleja las metas y objetivos de la ciudad, en conjunto con las tendencias actuales y proyectadas. La Figura 2.13 describe este proceso. Las metas

y objetivos probablemente reflejarán la visión desarrollada por el líder político. Adicionalmente, los objetivos sobre la calidad de vida y la imagen de la ciudad probablemente serán parte de la evaluación. Las tendencias demográficas ayudarán a identificar los niveles de servicio de transporte requeridos para lograr la forma futura de la ciudad.

Mientras el proceso de toma de decisiones llega a comparaciones entre diferentes tecnologías de transporte público, se debe articular una estrategia para evaluar objetivamente cada criterio. El proceso de evaluación probablemente comenzará con el número más amplio de opciones bajo consideración. Mientras procede la evaluación, los niveles incrementales de análisis detallado serán utilizados para descartar opciones. La Figura 2.14 ilustra esta relación entre el número de alternativas y el nivel de detalle en el análisis.

Los estudios de factibilidad y el análisis costo-beneficio pueden ser utilizados para determinar en detalle la viabilidad financiera de una opción en particular. En las instancias donde sólo una tecnología es considerada, no es extraño que los estudios de «factibilidad» casi siempre resulten con un veredicto de «factible», sin tener en cuenta alternativas potencialmente mejores. Las decisiones sobre tecnologías de transporte público pueden volverse una profecía de autocumplimiento. Basada en las preferencias políticas o personales más que en las necesidades de los usuarios.

En realidad, una aproximación de arriba hacia abajo que comienza con un enfoque en la tecnología tal vez no es la más ideal. Es preferible definir las características deseadas del transporte público antes de seleccionar una tecnología en particular. Al comprender las necesidades de los usuarios con respecto a los niveles de tarifa, rutas y localización, tiempo de viaje, comodidad, seguridad vial y personal, frecuencia de servicios, calidad de infraestructura y facilidad de acceso, quienes desarrollan el sistema pueden definir el tipo preferido de servicio sin parcialización hacia una tecnología en particular (Figura 2.15). Por esto, gran parte de la planificación descrita en esta Guía de Planificación puede ser realizada sin comprometerse con algún tipo de tecnología. En este escenario, la tecnología de transporte público es una de las

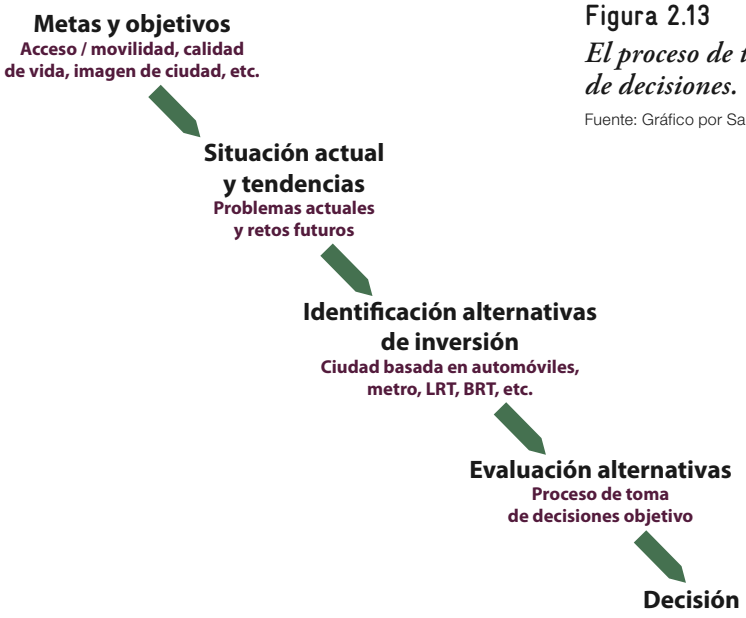


Figura 2.13
El proceso de toma de decisiones.
Fuente: Gráfico por Sam Zimmerman

últimas cuestiones que será introducida en el proceso de toma de decisiones. Tal aproximación orientada al usuario probablemente tendrá la mayor probabilidad de producir un servicio de transporte público que puede competir efectivamente con el automóvil privado.

No obstante, en la práctica, un empleado público frecuentemente tiene una preferencia por una tecnología específica desde el principio. Tal elección puede reflejar las experiencias personales de este empleado público o tal vez puede ser simplemente el resultado de un esfuerzo

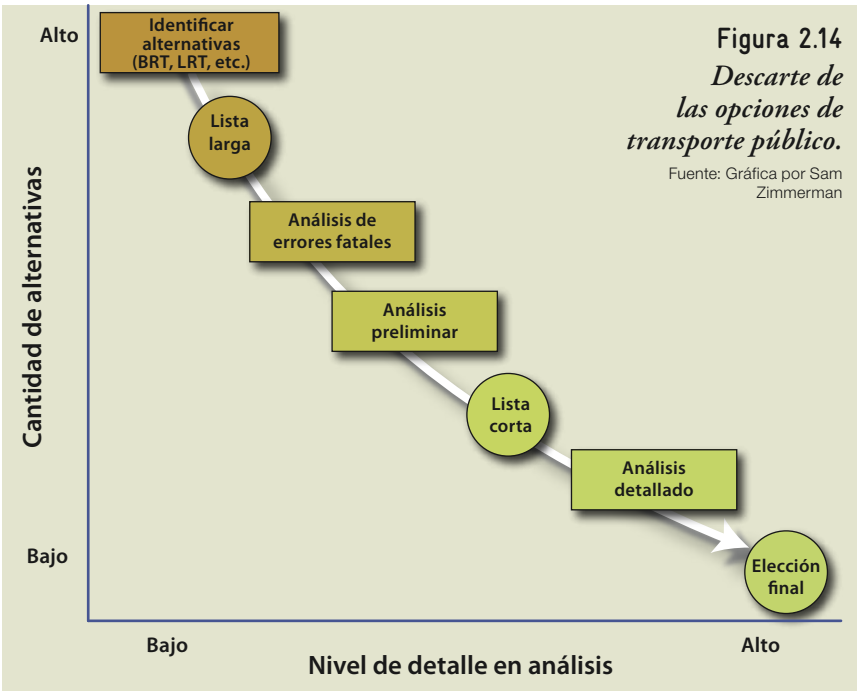


Figura 2.14
Descarte de las opciones de transporte público.
Fuente: Gráfica por Sam Zimmerman

Figura 2.15
Diseño orientado al usuario: Desarrollar la tecnología alrededor del usuario.
Fuente: Gráfica por Lloyd Wright

de persuasión (*lobby*) de grupos de interés o de un vendedor de una tecnología en particular (Figura 2.16). En tales circunstancias, el servicio es efectivamente diseñado alrededor de una tecnología más que del usuario. Si una tecnología requiere cierto flujo de pasajeros para tener resultados positivos del análisis costo-beneficio, los corredores y rutas serán diseñados alrededor de esta característica. Pero, claramente, lo que es bueno para una tecnología en particular puede no ser ideal para los ciudadanos en su conjunto.

En una tarde de 1985, el entonces presidente de Perú sobrevoló la ciudad en helicóptero. Desde este punto de vista, el presidente seleccionó rápidamente un corredor para un nuevo sistema sobre rieles. Desafortunadamente, el corredor seleccionado no tenía buena demanda para servicios de transporte público. La ciudad gastó un estimado de $ 300 millones, desde 1986 hasta 1991, para construir y equipar los primeros 9.8 kilómetros de un sistema completo planificado de 43 kilómetros (Menckhoff, 2002). Los altos costos, la mala localización y las estimaciones revisadas de pasajeros significaron que la construcción del sistema se detuviera. Sin embargo, el mantenimiento continuo del sistema aún sigue siendo un problema costoso (Figura 2.17).

En otras instancias, un sistema de transporte público puede ser diseñado alrededor de los deseos de un desarrollador inmobiliario o una firma constructora. La integración de los sistemas férreos MRT3 y LRT2 en Manila requiere que los usuarios caminen largas distancias entre tres edificios comerciales. El propósito del intercambio no está orientado hacia la conveniencia del usuario sino hacia la maximización de las ventas en tiendas. En tales casos, el prestigio y uso del sistema de transporte público se reduce sustancialmente. Si, en lugar de esto, el sistema se desarrolla completamente alrededor de los requerimientos y necesidades del usuario de transporte público, mayor cantidad de personas se beneficiarán al final.

Así, la elección de tecnología de transporte público debe basarse en una amplia variedad de consideraciones de desempeño, entre las cuales el costo es el más importante. Como se ha sugerido, estos requerimientos se deben derivar de un análisis de la situación existente y proyectada. La Tabla 2.1 describe las categorías de las

Figura 2.16
Diseño dirigido por la tecnología: Haciendo que el usuario se adapte a la tecnología.
Fuente: Gráfica por Lloyd Wright

Figura 2.17
Exceptuando la ocasional llama, el «Tren Eléctrico» en Lima no presta servicio a usuarios reales.
Foto cortesía de Gerhard Menckhoff

Tabla 2.1: Factores de elección del tipo de tecnología de transporte público

Categoría	Factor
Costo	■ Costos capitales (costos de infraestructura y propiedades) ■ Costos de operación ■ Costos de planificación
Planificación y gestión	■ Tiempo de planificación e implementación ■ Gestión y administración
Diseño	■ Facilidad de expansión ■ Flexibilidad ■ Diversidad versus homogeneidad
Desempeño	■ Capacidad ■ Tiempo de viaje/velocidad ■ Frecuencia de servicio ■ Confiabilidad ■ Comodidad ■ Seguridad vial ■ Servicio al usuario ■ Imagen y percepción
Impactos	■ Impactos económicos ■ Impactos sociales ■ Impactos ambientales ■ Impactos urbanos

características que ayudan a moldear la decisión de una ciudad hacia el tipo más apropiado de tecnología de transporte público.

Este capítulo trata de proporcionar una revisión objetiva de cada una de estas características. Una vez más, no hay una solución singular que sea apropiada para todas las ciudades. Las circunstancias y los objetivos de políticas locales juegan un rol significativo para seleccionar la solución más apropiada de transporte público para cualquier ciudad.

2.2.1 Costos

«Mientras que los tranvías reales en Newark, Philadelphia, Pittsburgh y Boston están moribundos por falta de demanda y apoyo gubernamental, millones de personas viajan a Disneylandia para montar en trenes de mentiras que no van a ninguna parte.»

—Kenneth T. Jackson, historiador

2.2.1.1 Costos capitales (costos de infraestructura y de propiedades)

Para la mayoría de las ciudades del mundo en desarrollo, los costos de infraestructura serán un factor determinante en la toma de decisiones. Tales ciudades tienen un límite de préstamos que actúa como techo de la cantidad total que pueden pedirse, basándose en regulaciones que se establecen según instituciones tales como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Adicionalmente, los préstamos en el sector del transporte tendrán un impacto directo en la habilidad de una ciudad para tomar préstamos para todas sus necesidades cruciales, incluyendo áreas como agua, alcantarillado, educación y salud. Así, la decisión de un sistema de transporte público tendrá amplias ramificaciones que afectarán varias facetas del desarrollo general.

Costos de infraestructura

El costo capital exacto de un sistema dependerá de varios factores locales, incluyendo:

- Costos locales de trabajo;
- Competitividad de industria de construcción;
- Calidad de gestión y capacidad de organización;
- Condiciones físicas locales (topografía, condiciones de suelo, mesas de agua, etc.);
- Requerimientos de diseño y seguridad vial;
- Costos de financiación;
- Contenido local versus importado de tecnología;
- Requerimientos de retirar flotas existentes de vehículos;
- Niveles de impuestos de importación;
- Precios de propiedades y nivel de expropiación requerido para el desarrollo del sistema;
- Nivel de competitividad y proceso licitatorio abierto.

Comparaciones de costos de infraestructura

Aunque es posible comparar los costos capitales con otras ciudades, el nivel de inversión real dependerá de las condiciones locales. La Tabla 2.2. proporciona una muestra de costos capitales de varias ciudades diferentes y varias tecnologías de transporte masivo. Al hacer tales comparaciones, se debe tener mucho cuidado en hacer una comparación con el mismo juego de factores de costo. Por ejemplo, una oferta de tecnología puede considerar los vehículos como parte de los costos capitales, mientras otra oferta puede tomarlos como parte de los costos operativos. Además, en algunos casos, los sistemas pueden capitalizar las partes (repuestos) y las actividades de mantenimiento regular, mientras que el tratamiento convencional sería incluir

estos elementos bajo los costos de operación. Para el propósito de desarrollar una matriz de toma de decisión entre tipos de sistemas, se debe ser estricto al categorizar cada tipo de costo de manera consistente. Cualquier comparación de costo debe traer los costos a un año de base común en términos de valores de moneda. Los valores reales, en lugar de los nominales, deben utilizarse siempre que sea posible.

La Tabla 2.2 indica que los sistemas BRT están, generalmente, en el rango entre US$ 500.000 y US$ 15 millones por kilómetro, donde la mayoría de los sistemas están siendo desarrollados por debajo de US$ 5 millones por kilómetro. En comparación, los tranvías a nivel y los sistemas de tren ligero podrían estar en el rango entre US$ 13 millones y US$ 40 millones por kilómetro. Los sistemas elevados pueden variar entre US$ 40 y US$ 100 millones por kilómetro. Finalmente, los sistemas de metro subterráneo pueden variar entre US$ 45 y US$ 350 millones por kilómetro. El tamaño significativo de los distintos rangos indica nuevamente la naturaleza local de los costos. Adicionalmente, el rango depende de las características individuales que se busquen en cada sistema (p. ej. calidad de las estaciones, separación del tráfico).

El costo de infraestructura por kilómetro del sistema y la capacidad de financiación para el sistema determinará el tamaño total de la eventual red de transporte público. Uno de los determinantes fundamentales de la facilidad de uso del sistema para el usuario es la extensión de la red completa. Unos pocos kilómetros de alta tecnología probablemente no persuadirán a los viajeros a volverse usuarios. Un sistema limitado de sólo unos kilómetros significará que con ese sistema no se puede llegar a la mayoría de los destinos que desea una persona. Cuando los sistemas forman una red completa a través de una ciudad, la habilidad de funcionar sin utilizar un vehículo privado es más alta.

La Figura 2.18 presenta de manera gráfica los cambios entre costos de infraestructura y longitud de la red. Esta figura se basa en valores reales del sistema de tren elevado de Bangkok (Skytrain), el sistema subterráneo de Bangkok (MRTA) el sistema propuesto de BRT para Bangkok (Smartway) y un sistema propuesto de tren ligero. Como se espera, los costos capitales más bajos de los sistemas BRT y tren ligero favorecen el desarrollo de un sistema más extenso, con un mismo costo.

Desde la perspectiva del usuario, una red completa que sirve los orígenes y destinos más importantes es fundamental para la facilidad de uso del sistema. Un sistema que consiste de unos pocos kilómetros o de un sólo corredor hace que el sistema sea relativamente inutilizable para la mayoría de los usuarios. Forzar a un usuario a que viva, trabaje y realice todas sus actividades diarias en un corredor es una consideración muy irreal. Una vez una persona opte por un automóvil privado para realizar algunos viajes, la conveniencia y el alto costo de propiedad de vehículo virtualmente implicarán que se descarten todos los viajes en transporte público.

Tabla 2.2: Costos capitales para diferentes sistemas de transporte masivo

Ciudad	Tipo de sistema	Kilómetros de líneas segregadas (km)	Costo por kilómetro (US$ millones/km)
Taipéi	BRT	57,0	0,5
Quito (Línea Ecovía)	BRT	10,0	0,6
Porto Alegre	BRT	27,0	1,0
Las Vegas (Max)	BRT	11,2	1,7
Curitiba	BRT	57,0	2,5
São Paulo	BRT	114,0	3,0
Bogotá (Fase I)	BRT	40,0	5,3
Tunis	Tranvía	30,0	13,3
San Diego	Trole rieles	75,0	17,2
Lyon	Tren ligero	18,0	18,9
Bordeaux	Tren ligero	23,0	20,5
Tranvía de Zúrich	Tranvía	NA	29,2
Portland	Tren ligero	28,0	35,2
Los Ángeles (Línea Gold)	Tren ligero	23,0	37,8
Kuala Lumpur (PUTRA)	Tren elevado	29,0	50,0
Bangkok (BTS)	Tren elevado	23,7	72,5
Monoriel de Kuala Lumpur	Monoriel	8,6	38,1
Las Vegas	Monoriel	6,4	101,6
Ciudad de México (Línea B)	Metro riel	24,0	40,9
Madrid (extensión de 1999)	Metro riel	38,0	42,8
Metro Beijing	Metro riel	113,0	62,0
Metro Shanghái	Metro riel	87,2	62,0
Caracas (línea 4)	Metro riel	12,0	90,3
Bangkok MRTA	Metro riel	20,0	142,9
Metro Hong Kong	Metro riel	82,0	220,0
Londres (Jubilee Line ext.)	Metro riel	16,0	350,0

Figura 2.18
Cuatro sistemas a un mismo costo[1].

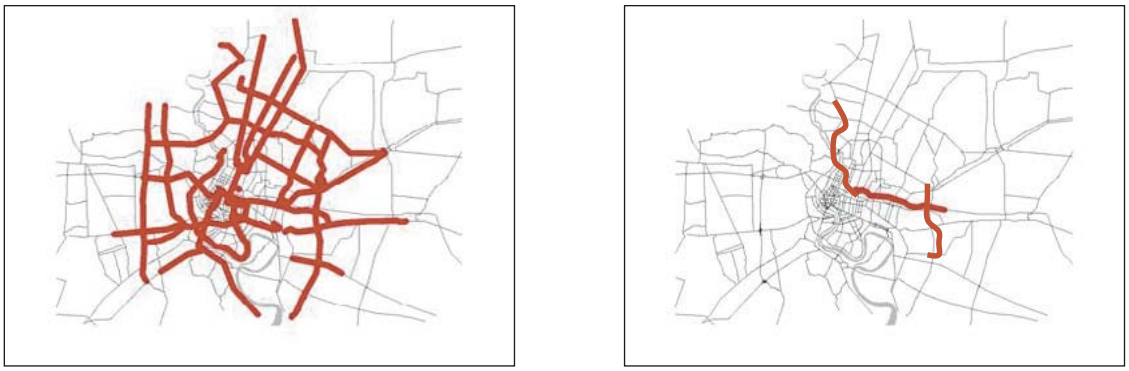


Figura 2.19
El sistema de tranvía de Zúrich cubre casi toda su área urbana, haciéndolo uno de los pocos sistemas basados en rieles con tal provisión de servicio.
Imagen cortesía de Ciudad de Zúrich

Un sistema BRT probablemente permitirá que una ciudad construya una red entre 4 y 20 veces más extensa que un tranvía o un sistema de tren ligero, si el mismo presupuesto se aplica a las dos tecnologías. Así, para la mayoría de las naciones en desarrollo, el BRT es capaz de proporcionar más valor por la inversión dada. No obstante, algunas ciudades son capaces de entregar un sistema sobre rieles que cubre gran parte del área urbana. El sistema de tranvía en Zúrich (Suiza) es uno de estos ejemplos (Figura 2.19). Un residente de Zúrich puede llegar a casi todos los puntos de la ciudad a través del extenso sistema de tranvías, aunque el sistema también se extiende con servicios de bus. Pero, en realidad, pocas ciudades tienen los recursos de Zúrich

1) Asume una inversión total de US$ 1.000 millones para cada sistema. Los costos proyectados del BRT de Bangkok son de US$ 2,34 millones por kilómetro. El sistema hipotético de tren ligero se estima a US$ 25 millones por kilómetro. Costos reportados del tren elevado (Skytrain) de Bangkok de US$ 72,5 millones por kilómetro. Costos reportados del sistema subterráneo de Bangkok (MRTA) de US$ 142,9 millones por kilómetro.

para implementar un sistema sobre rieles a lo largo de toda el área urbana. Las extensiones más recientes del sistema costaron aproximadamente US$ 28 millones por kilómetro (Husler, 2005).

También hay algunos ejemplos de sistemas muy costosos de BRT. La sección del Boston Silver Line BRT que va bajo el muelle de Boston requirió de una inversión de US$ 312 millones por kilómetro. No obstante, en el caso en que se involucre el desarrollo de un túnel en un ambiente complejo urbano o acuático, el costo será extremo. Lo mismo se aplica para líneas sobre rieles en las mismas circunstancias. El argumento principal que se transmite en la Tabla 2.2 es que el BRT normalmente costará entre 4 y 20 veces menos que un sistema de tranvía o tren ligero, y 10 a 100 veces menos que un sistema sobre rieles elevado o subterráneo. Esto, asumiendo que el sistema BRT operaría predominantemente a nivel de la calle. Obviamente, se puede lograr una comparación más precisa para cualquier situación, al realizar un estudio detallado de factibilidad donde todas las opciones tecnológicas son comparadas objetivamente.

Robustez de las proyecciones de costos

La robustez relativa de las proyecciones de costos capitales también es una consideración importante. Las opciones de costos más altos tienden a demostrar una disparidad mayor entre los costos proyectados y los actuales. Mientras incrementa el presupuesto estimado, una variedad mayor de variables puede tender a crear incertidumbre en las cifras. Esta disparidad se traduce en mayor riesgo financiero para aquellos que desarrollarán el proyecto. La Tabla 2.3 ilustra la tendencia de ciertos proyectos de transporte público de subestimar los costos y sobreestimar la cantidad de pasajeros esperados.

Puede haber varias razones para la subestimación de los proyectos de transporte público, incluyendo el interés económico propio, la complejidad tecnológica y factores psicológicos. Quienes desarrollan proyectos pueden subestimar los costos para ganar el compromiso inicial del proyecto; la subestimación puede ocurrir particularmente cuando no hay penalidad o riesgo por hacerlo (Flyvbjerg *et al.,* 2003). Los proyectos que requieren construcción de túneles, estructuras elevadas y tecnología avanzada probablemente puede también incurrir en una mayor variación de costos, debido a la complejidad relativa del proyecto; esto está relacionado con la ocurrencia de eventos y costos no esperados. Allport (2000, p. S-23) nota que «los metros tienen un orden distinto de reto, costo y riesgo». Adicionalmente, las proyecciones excesivamente optimistas pueden deberse a preferencias psicológicas hacia opciones grandes y guiadas por su imagen.

Tabla 2.3: Sobrecostos y proyecciones de pasajeros para proyectos de transporte público

Proyecto	Sobrecosto (%)	Tráfico actual como porcentaje del tráfico proyectado en el año de apertura
Metro de Washington	85	NA
Metro de Ciudad de México	60	50
Metro de Tyne y Wear	55	50
Metro de Calcuta	N/D	5
Metro de Miami	N/D	50
Línea 5 del metro de Sao Paulo	N/D	9
Metro de Brasilia	N/D	3

Fuente: Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., y Rothengatter, W. (2003); Custodio (2005)

Los sistemas basados en la tecnología férrea han sufrido algunos de los problemas más significativos en relación con el incremento de costos. El metro de 17 kilómetros de Calcuta requirió de 22 años para su construcción y su presupuesto fue revisado (incrementado) en 14 ocasiones distintas (Economist, 2006a). Kuala Lumpur ha tenido una historia particularmente difícil con sus múltiples sistemas férreos. El sistema férreo PUTRA incurrió en deudas de US$ 1.400 millones, después de solamente tres años de operación. El sistema STAR también tuvo US$ 200 millones de deudas después de sus primeros cinco años de operación. Estos dos sistemas entraron en quiebra y fue necesario nacionalizarlos. El sistema de monorriel de Kuala Lumpur también ha tenido dificultades, requiriendo ocho años de construcción y logrando solamente la mitad de la demanda proyectada, después de dos años de operación. La línea de metro número 5 de nueve kilómetros en São Paulo tuvo un costo de US$ 700 millones de construcción y había sido proyectada para transportar 350.000 pasajeros por día. En realidad, el sistema ahora tiene una demanda aproximada de 32.000 pasajeros por día. El metro de Brasilia

tuvo un impresionante costo de US$ 1.200 millones de construcción y moviliza únicamente 10.000 pasajeros por día. El estudio de factibilidad proyectó más de 300.000 pasajeros al día (Custodio, 2005).

Los costos bajos de infraestructura son tal vez la ventaja principal de los sistemas BRT. El advenimiento del BRT introduce en muchos casos una opción de transporte masivo a ciudades que probablemente estarían a décadas de poder pagar una opción de transporte masivo sobre rieles. Dar es Salaam (Tanzania) actualmente está avanzando con un plan de sistema de BRT que tiene una red de primera fase de 21 kilómetros. El PIB per cápita es tan sólo US$ 1.200 por año, en esta ciudad en crecimiento de 4 millones de habitantes. La combinación de apoyo del Banco Mundial y recursos financieros han puesto un sistema BRT al alcance de la ciudad. Si el BRT no fuese una opción para Dar es Salaam, la ciudad no sería capaz de apoyar financieramente un transporte público formal en este siglo.

Aunque la experiencia hasta la fecha ha indicado que los problemas de costos de infraestructura más severos han ocurrido con sistemas férreos, no hay razón para que los mismos problemas no pudiesen ocurrir con BRT u otras tecnologías. Los mismos incentivos para que quienes desarrollan proyectos subestimen los costos, podrían darse con cualquier tecnología de transporte público. La única diferencia real con BRT es el grado de escala. Incluso si el proyecto va terriblemente mal, la exposición total de costos de la ciudad es mucho menor. Cuando un proyecto de tecnología férrea no tiene un desarrollo favorable, la estabilidad financiera de una municipalidad completa puede ser puesta en duda.

También se debe anotar que en algunas instancias los sistemas de tren ligero pueden estar relativamente cercanos al BRT en costos de infraestructura, especialmente cuando los costos de vehículos son comparados de manera igual. Si los corredores férreos están presentes y disponibles para ser usados, los costos de propiedad y construcción para opciones como el tren ligero se reducen dramáticamente. Además, hay sistemas férreos tipo metro que han sido desarrollados a niveles de costo impresionantemente competitivos. El metro de Madrid es uno de los proyectos de transporte público más positivos en cuanto a su relación costo-beneficio y bien gestionados hasta la fecha. A través de innovaciones tales como un cronograma de construcción de 24 horas, Madrid redujo sustancialmente los costos del equipo de construcción. Madrid también se benefició de condiciones de suelo relativamente suaves, debido a la base de arcilla bajo la ciudad. Este conjunto único de condiciones físicas facilitaron una construcción de túneles de menor costo. Así, la base actual de comparación depende en gran medida de las condiciones locales. Se debe tener mucha cautela al comparar los costos de infraestructura entre diferentes ciudades.

Costos de adquisición de suelo y propiedades

Además de la infraestructura física del sistema, la adquisición de suelo a lo largo de corredores puede ser un elemento de costo importante en algunos sistemas. El suelo puede requerirse para una variedad de propósitos, incluyendo:

- Derecho de espacio de vía;
- Derechos de espacio subterráneo o aéreo;
- Puntos de entrada y salida de estaciones;
- Lotes para terminales;
- Áreas de patios para mantenimiento y garaje de vehículos;
- Ampliación de vías para mitigar impactos en el tráfico mixto.

En muchos sistemas, la compra de suelos puede no ser necesaria. La designación legal del espacio para vías, áreas subterráneas y espacio aéreo puede ser considerada propiedad pública en tales instancias. No obstante, esta designación varía considerablemente entre jurisdicciones locales. Así, no hay una regla general que favorezca los costos de suelos y propiedad para opciones de transporte público sobre rieles o carretera. Cualquier tecnología puede necesitar requerimientos considerables para adquisición de suelo y propiedades o ningunos.

Que un sistema requiera adquisición de suelos y propiedades tendrá impactos profundos en los costos capitales generales. El proyecto de transporte público más costoso hasta la fecha ha sido la extensión de la línea Jubilee en el sistema de metro de Londres. La extensión de 16 kilómetros tuvo un costo total de US$ 350 millones por kilómetro. Gran parte de esta cifra astronómica fue debido a la compra de suelos y propiedades privadas en áreas tales como el

distrito de negocios Canary Wharf. No obstante, otras opciones de tecnología como el BRT pueden también involucrar la compra de suelos y propiedades costosas. Aunque los costos de construcción de la primera fase del sistema BRT de Bogotá tuvieron un costo total de aproximadamente US$ 5,3 millones por kilómetro, la segunda fase se ha incrementado hasta US$ 15,9 millones por kilómetro para el segmento más costoso. Este incremento fue debido en gran parte a la compra de suelos y propiedades. La ciudad decidió ampliar algunas vías durante la Fase II, de tal forma que se mantuviera la cantidad de carriles de tráfico mixto a lo largo del corredor BRT.

También hay varios ejemplos de sistemas más económicos, tales como el metro de Madrid y la línea Ecovía de Quito, donde no se requirió mucha adquisición de suelos. Dadas las ramificaciones de compras potenciales de suelos y propiedades, planear un sistema que minimice los requerimientos de adquisición puede ser una estrategia sabia. Claramente, mucho de esto depende de las circunstancias locales que pueden estar más allá del control de quienes desarrollan el proyecto.

2.2.1.2 Costos de operación

La sostenibilidad financiera a largo plazo de un proyecto de transporte público depende en gran medida de los costos continuos de operación del sistema. Estos costos pueden incluir la amortización de vehículos, mano de obra, combustible, mantenimiento y repuestos. Si un sistema requiere subsidios continuos, la presión financiera puede terminar por afectar la efectividad tanto del gobierno municipal como del servicio de transporte público para el usuario. El nivel de costos de operación frecuentemente será relacionado con los niveles esperados de tarifa del servicio, y afectará en última instancia la financiación y los problemas de equidad social.

Categorías de costos de operación

Los componentes exactos de costos de operación variarán hasta cierto punto, dependiendo de la tecnología. No obstante, la Tabla 2.4 proporciona una lista general de estos tipos de costos.

Los costos de mano de obra representan tal vez la mayor diferencia entre sistemas en naciones desarrolladas y aquellos de naciones en desarrollo. Aunque la mano de obra puede representar entre el 35 y 75 por ciento de los costos de operación en Europa y América del Norte, el componente laboral de los sistemas de países en desarrollo pueden bien ser de menos de 20 por ciento.

Esta diferencia ha determinado en gran medida la dirección del transporte público en cada contexto. Sistemas tales como el transporte de tren ligero (LRT) han demostrado ser bastante populares en las naciones desarrolladas, debido a la poca necesidad de personal de operación. Con múltiples vehículos sobre rieles operados por un conductor, los costos de mano de obra por usuario son reducidos en gran medida. En contraste, los costos relativamente bajos de mano de obra en ciudades en desarrollo significan que hay una penalidad menor por los modos que requieren más personal de operación. Además, por razones sociales, mantener o incluso incrementar el empleo es frecuentemente un objetivo fundamental de proyectos de transporte público en el contexto de ciudades en desarrollo.

En ciudades en desarrollo, el menor impacto de los salarios en los costos totales quiere decir que estos costos pueden ser menores que otros componentes. Porto Alegre (Brasil) ofrece una oportunidad única de comparar directamente los costos de operación de riel urbano y BRT. La ciudad tiene los dos tipos de sistemas operando en circunstancias similares. El sistema sobre rieles TrensUrb requiere un subsidio de

Tabla 2.4: Categorías de costos de operación para transporte público

Categoría	Elementos
Reembolso de capital	■ Depreciación de vehículos
	■ Costo de capital
Costos de operación fijos	■ Salarios de conductores
	■ Salarios de recolección de tarifa
	■ Salarios de personal de información
	■ Salarios de personal de seguridad
	■ Salarios de personal mecánico
	■ Salarios de personal administrativo y supervisores
	■ Otros costos administrativos
	■ Seguros
Costos de operación variables	■ Combustible/electricidad
	■ Repuestos
	■ Lubricantes y otros elementos de servicio
	■ Mantenimiento

operación de 70% para cada viaje de pasajeros. En contraste, el sistema de BRT de la ciudad tiene una estructura tarifaria comparable, pero opera sin subsidios y genera ganancias a las compañías del sector privado que operan los vehículos (Figuras 2.20 y 2.21).

En las ciudades desarrolladas de América del Norte y Europa Occidental las soluciones sobre rieles, particularmente el LRT, están siendo implementadas con frecuencias cada vez mayores. Los caminos divergentes entre las ciudades en desarrollo y desarrolladas no sugieren que una solución sea mejor o más apropiada que otra. En lugar de esto, solamente reflejan circunstancias locales y estructuras de costo diferentes.

No obstante, incluso en condiciones de naciones desarrolladas, los sistemas de rieles pueden representar un riesgo financiero significativo. La crisis financiera actual del sistema de monorriel de Las Vegas es indicativa del tipo de riesgos a los que pueden enfrentarse los sistemas de transporte público de mayor costo (Figura 2.22). El sistema pierde aproximadamente US$ 70.000 por día, lo cual incluye pérdidas tanto en costos de operación existentes, como en la deuda del sistema por US$ 650 millones (línea de 6.4 kilómetros). En el 2005, el sistema perdió un total de US$ 20 millones debido a las pérdidas de ingresos (Sofradzija, 2005). A inicios del año 2006, el sistema incrementó el costo de un boleto en una dirección a US$ 5, lo cual que incrementó marginalmente las ganancias pero al mismo tiempo redujo la cantidad de pasajeros. En marzo de 2006, el estatus de los bonos de la compañía cayó a un nivel de «basura».

Así, en varias instancias, el BRT puede competir de manera bastante fuerte, incluso con una base de costos de operación en el contexto de naciones desarrolladas. En un estudio extensivo de diferentes sistemas de los Estados Unidos se encontró que en una muestra de 26 sistemas BRT, los costos de operación eran los mismos o menores que en sistemas de tren ligero (Levinson *et al.,* 2003a).

Costos de vehículos

Los costos de vehículos o material rodante pueden considerarse un costo de capital o un costo operativo, dependiendo en parte de la tecnología y en parte de las circunstancias locales. Para los sistemas basados sobre vías, tales como el BRT, la convención ha sido ver los vehículos como un costo operativo que será amortizado a través de la vida útil del vehículo, que es de diez años generalmente. En contraste, los sistemas sobre rieles tienden a incluir el material rodante como parte del costo capital inicial. Los vehículos sobre rieles tienden a tener una vida útil más larga con períodos de servicio de 20 años o más largos. No obstante, hay excepciones a las convenciones de designar a los vehículos y el material rodante como costos operativos o capitales.

Algunos sistemas de BRT pueden tomar estos costos de vehículos como un costo capital, particularmente donde el mantenimiento de una estructura de tarifa baja es importante. De la misma manera, algunos sistemas sobre rieles, tales como el metro subterráneo de Bangkok, han tomado el material rodante como un costo operativo, de tal forma que se transfieren más elementos de costo al operador del sector privado.

Los costos de vehículos entre las diferentes tecnologías varían considerablemente, aunque las diferentes vidas útiles y capacidades de carga de los tipos de vehículos tienden a balancear esta diferencia. Hoy en día un vehículo articulado de alta calidad en Latinoamérica cuesta entre US$ 200.000 y US$ 250.000. Los costos de vehículos sobre rieles varían considerablemente,

Figuras 2.20 y 2.21
Porto Alegre opera sistemas tanto de BRT como de riel urbano. Mientras cada viaje de pasajeros en el sistema de rieles requiere un subsidio de 70%, el sistema BRT opera sin subsidio alguno.
Fotos por Lloyd Wright

Figura 2.22
La baja demanda y varios problemas operativos han disminuido el valor de los bonos del monorriel de Las Vegas al nivel de «basura».
Foto cortesía de iStockphoto

dependiendo de la tecnología, pero tendrán costos que exceden los US$ 2 millones.

Los sistemas basados en buses tienden a beneficiarse de las economías de escala generadas por la gran cantidad de buses operando en las ciudades hoy en día. Así, el costo de personal de mantenimiento y repuestos tiende a ser menor para estos sistemas, cuando se comparan con tecnologías más especializadas. No obstante, en ciudades grandes con redes sobre rieles extensas, las economías de escala pueden lograrse al comprar repuestos y con un equipo de personal de reparaciones bien entrenado.

Los buses pueden ser manufacturados en una amplia variedad de lugares, dado que muchos países poseen alguna forma de ensamble de vehículos. En contraste, hoy solamente hay unas pocas compañías que manufacturan sistemas sobre rieles en el mundo (p. ej. Alsthom, Bombardier, Hitachi y Siemens). La escala requerida para desarrollar manufactura local de rieles es poco probable de lograr en la mayoría de los países en desarrollo. En lugar de esto, la manufactura (y el empleo asociado) será realizado en una nación desarrollada como Francia, Canadá, Japón o Alemania. Cuando una ciudad como Bangkok compra sus vehículos para metro, el carruaje llega casi totalmente fabricado (Figura 2.23).

Las comparaciones en costos de combustible dependen de la tecnología utilizada para los vehículos de transporte público. Normalmente, los sistemas basados sobre rieles son completamente electrificados y así la estructura de costos depende del costo local de generación de electricidad. Los vehículos de BRT operan en una amplia variedad de tipos de combustible que incluyen diesel, gas natural comprimido (GNC o CNG), gas de petróleo líquido (LPG), tecnología híbrida diesel-eléctrica, células de combustible de hidrógeno y electricidad (buses trole eléctricos).

Costos de operación y facilidad de servicios a escala

Los servicios de transporte público con relaciones costo-beneficio positivas no solamente se diseñan para los periodos de mayor demanda. Los sistemas deben tener un cierto grado de desarrollo a escala y flexibilidad de tal manera que sean capaces de tener relaciones positivas costo-beneficio en periodos de mayor y menor demanda. Los vehículos que operan durante periodos de baja demanda con una fracción de la demanda potencial de usuarios crean condiciones de poca rentabilidad. Así, la profundidad de la baja demanda puede generar problemas en la rentabilidad general.

Los sistemas de buses convencionales, BRT y los sistemas LRT utilizan tamaños de vehículos más pequeños y así pueden ser más adaptables a los cambios incrementales de demanda. En

Figura 2.23
Un carro de metro llega a Bangkok de Alemania.
Foto cortesía de Bangkok MRTA Company

contraste, los conjuntos de trenes más largos tienen una flexibilidad algo menor para ajustar la oferta y la demanda. La simple disminución de la frecuencia del servicio no es una solución ideal. La frecuencia esporádica del servicio durante los períodos de baja demanda quiere decir que el sistema es menos útil y depende menos de la base de usuarios.

Recuperación por ganancias de tarifa

Un cálculo común utilizado para comparar el desempeño de costos de operación para el transporte público se conoce como «recuperación por ganancias de tarifa». ¿Hasta qué punto las ganancias por tarifa cubren los costos de operación del sistema? Los sistemas que recuperan más ingresos de las ganancias de tarifa que los costos operacionales son capaces de operar sin subsidio alguno. Evitar un subsidio público es de particular importancia para los países en desarrollo donde los recursos locales son, frecuentemente, poco capaces de enfrentar las demandas de un sistema de transporte público costoso. Como se ha notado, los subsidios a la operación del transporte público pueden disminuir la inversión en otras áreas vitales como educación, salud, agua y alcantarillado. Gregory Ingram, del Banco Mundial, nota esta preocupación con lo siguiente (Ingram, 1998, p. 7):

> «Los costos de construcción de metros en países en desarrollo son tan altos que disminuyen la posibilidad de muchas otras inversiones… la mayoría de los sistemas tienen déficit de operación, lo cual restringe el presupuesto local, como en Pusan y Ciudad de México.»

Este efecto de restricción de inversión es particularmente notable en el caso del sistema metro de Guadalajara (México). El sistema consume 40% del presupuesto de la municipalidad, para mover aproximadamente 120.000 pasajeros al día (Figura 2.24). Los estudios de factibilidad originales proyectaron un promedio de demanda de 400.000 pasajeros día (Custodio, 2005). De la misma manera, las tres líneas elevadas sobre rieles de Manila generan grandes subsidios del presupuesto gubernamental (Cuadro 2.2).

Históricamente, los sistemas con altos niveles de demanda tienden a acercarse a condiciones sin subsidios. En ciudades como Hong Kong, Londres, Santiago y São Paulo, los sistemas metro de alta capacidad operan en gran medida sin subsidios operacionales, especialmente cuando se incluyen otros ingresos tales como desarrollo de propiedades. No obstante, en la mayoría de los casos, los sistemas tipo metro y otros sistemas sobre rieles no son capaces de recuperar los costos de operación a partir de las ganancias de tarifa. En ciudades de baja densidad, tales como las ciudades en los Estados Unidos, esta falta de recuperación con base en tarifa es comprensible debido a la naturaleza costosa de un servicio de transporte que se presta a un grupo de usuarios ampliamente esparcidos. La necesidad de subsidios operacionales no quiere decir que estos sistemas hayan fallado. En muchos casos, el sistema de transporte público es visto como un servicio público vital que debe ser apoyado a través de ganancias de impuestos generales. Otros han argumentado que los subsidios al transporte público son significativamente menores que los subsidios totales que se dan a la infraestructura para automóviles (Litman, 2005a).

No obstante, las ventajas de evitar los subsidios de operación no son insignificantes. Además de la carga constante para la ciudad y los subsecuentes impactos sobre otras inversiones potenciales, los subsidios consumen recursos de gestión y son propensos a apropiaciones indebidas. Adicionalmente, los subsidios requieren una estrategia de control compleja para no provocar incentivos contrarios a la entrega de buen servicio al usuario. Implementar un sistema que requerirá

Figura 2.24
Aunque absorbe gran parte del presupuesto de la ciudad, el Metro de Guadalajara ha logrado sólo una fracción de sus metas de demanda.
Foto por Iván Romero

subsidios sin fin también genera preguntas sobre equidad inter-generacional. Un compromiso con subsidios a un futuro indefinido genera una gran carga sobre las generaciones futuras. Además, la necesidad de subsidios crea un problema de imagen para los sistemas; muchos ciudadanos y tomadores de decisión verán un sistema subsidiado como una carga sobre los recursos públicos. La percepción de un sistema que «no se paga por sí sólo» puede poner en problemas el apoyo al transporte público en general.

Los sistemas BRT de ciudades en desarrollo a menudo operan sin subsidios. La combinación de demanda de pasajeros relativamente alta, en conjunto con economías de escala y bajos costos de mano de obra, crea un conjunto fortuito de condiciones para generar rentabilidad. Las ganancias cubren todos los costos de operación de BRT en ciudades como Bogotá, Curitiba, Guayaquil, Quito y Porto Alegre. Además, los niveles de tarifa son a menudo bastante factibles con el BRT; la tarifa para usuario es aproximadamente US$ 0,50 por pasajero en Bogotá y US$ 0,25 en Quito y Guayaquil. La falta de subsidios también permite que estas ciudades acomoden y gestionen fácilmente concesiones del sector privado en los corredores. Así, no solamente se recuperan los costos de operación con tarifas asequibles, sino que se logran ganancias saludables para las compañías de operación privadas.

2.2.2 Planificación y gestión

«Planifica para lo que es difícil mientras es fácil, haz lo que es grande mientras es pequeño. Las cosas difíciles en este mundo deben realizarse mientras son fáciles, las cosas más grandiosas en el mundo deben hacerse mientras todavía son pequeñas. Por esta razón los sabios nunca hacen lo que es grandioso, y por esto alcanzan la grandeza.»

—Sun Tzu, estratega militar, 544–496 a.C.

2.2.2.1 Tiempo de planificación e implementación

La ventana de oportunidad para el transporte público es, muchas veces, bastante limitada. Los mandatos para políticos en posiciones clave pueden ser únicamente de tres a cinco años. Si la implementación no se inicia durante ese periodo, la siguiente administración puede decidir no continuar con el proyecto. En algunas instancias el proyecto puede ser cancelado solamente porque la nueva administración no quiere implementar la idea de alguien más, sin tener en cuenta los méritos del proyecto. Un periodo de desarrollo más largo también quiere decir que una gran cantidad de grupos de intereses especiales tendrán oportunidad para aplazar u obstruir el proceso.

Idealmente, un proyecto de transporte público puede ser planificado e implementado dentro de una sola administración. Este breve lapso de tiempo puede proporcionar un incentivo adicional, dado que quien inicia el proyecto puede terminarlo a tiempo para tener todas las ganancias políticas.

Las opciones férreas y el BRT tienen horizontes de tiempo de planificación e implementación significativamente distintos. Los ejemplos de tiempos de planificación y construcción varían en gran medida según las circunstancias locales, pero la duración de principio a fin es significativamente más corta para el BRT. La planificación de BRT puede ser completada en un plazo de tiempo entre 12 y 18 meses. La construcción de los primeros corredores puede ser completada generalmente en un lapso de 12 a 24 meses (Figura 2.27). Alrededor de dos tercios de la Fase I (40 kilómetros) del sistema TransMilenio S.A. de Bogotá fueron planificados y construidos dentro del mandato de tres años del alcalde Enrique Peñalosa, y la parte restante comenzó operaciones en los ocho años siguientes después de que él dejó su cargo. Mientras progresa la curva de aprendizaje de los sistemas BRT, el tiempo real de planificación parece estar fallando. La planificación para la Fase I de 16 kilómetros del sistema BRT de Beijing requirió solamente cinco meses de esfuerzo.

En contraste, la planificación de un proyecto sobre rieles más complejo tomará de tres a cinco años aproximadamente (Figura 2.28). Los ejemplos como el Skytrain de Bangkok y el metro de Delhi muestran que la construcción puede también puede requerir otro proyección de tiempo entre tres y cinco años.

Bogotá es un caso interesante, dado que la ciudad ha buscado opciones férreas (tanto metros como LRTs) y BRT. Bogotá duró más de cuatro décadas desarrollando planos de metro y LRT (Figura 2.29). Ningún proyecto avanzó

Cuadro 2.2: Subsidios de operación en Manila

Manila (Filipinas) opera tres corredores de tren ligero elevado en su región metropolitana. Las líneas LRT1, LRT2 y MRT3 operan independientemente aunque hay puntos de intercambio donde los usuarios pueden transferir de un corredor a otro (después de pagar una tarifa adicional). Las líneas son todas operadas por compañías públicas.

Incluso dejando de lado los costos de construcción, el sistema ha demostrado ser una carga para el presupuesto gubernamental. La línea LRT2 genera aproximadamente 600.000 pesos (US$ 12.000) en ingresos totales cada mes (Avendaño, 2003).

No obstante, sólo los costos de electricidad son de 1,6 millones de pesos (US$ 32.000) y los otros costos operacionales agregan otro millón de pesos (US$ 20.000).

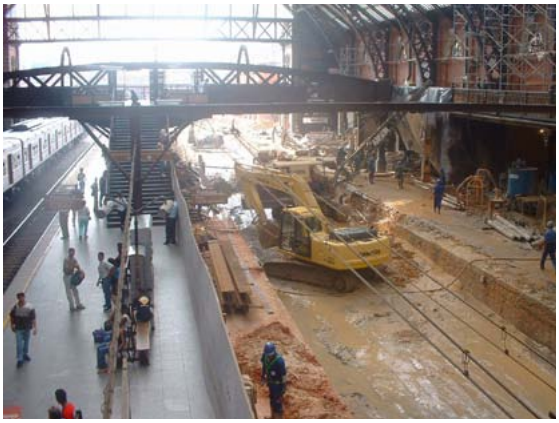
Otra línea, la MRT3, ha tenido costos aún peores. Aunque ha operado a niveles de máxima capacidad, la MRT3 todavía pierde aproximadamente US$ 126 millones por año. A finales del 2005 la compañía operadora no pudo pagarle a quienes debía (proveedores y contratistas) (Bautista, 2005). Con la misma cantidad que Manila gasta en un año de subsidios para la operación de de los sistemas férreos, podría construir una red completa de BRT.

Figuras 2.25 y 2.26
Las líneas MRT 3 (Foto izquierda) y LRT2 (Foto derecha) de Manila han tenido severos problemas operacionales, que a su vez han generado problemas en las finanzas del sistema y las municipales.
Fotos por Lloyd Wright

más allá de la etapa de planificación. En la mayoría de los casos no había suficientes recursos disponibles o el plan perdía momentum con el cambio de administraciones. Aunque los años de planificación de sistemas férreos proporcionaron ingresos a las firmas consultoras, esto hizo poco para arreglar la crisis creciente de transporte de la ciudad. El BRT trajo el primer sentimiento real de implementación a los objetivos de transporte público de la ciudad. El alcalde Peñalosa hizo en un sólo mandato de tres años lo que no se pudo lograr en cincuenta años de planificación de sistemas férreos.

Una fase más larga de construcción también puede significar mayores interrupciones al funcionamiento de la ciudad. Mientras hay partes de la ciudad bajo construcción, el tráfico y los negocios necesitan hacer cambios que no convienen a su conducta normal. La congestión y pérdida de ventas consecuentes pueden generar muchos problemas en la buena voluntad que un proyecto de transporte público podría demostrar en otros casos. No obstante, los sistemas subterráneos, tales como los metros, pueden tener la ventaja de generar menores disrupciones a nivel de superficie.

Obtener la financiación para el proyecto puede ser otra razón de retrasos significativos. Las tecnologías que requieren mucho capital pueden requerir una cantidad adicional de tiempo, para identificar fuentes de financiación y negociación de los términos.



Figuras 2.27 y 2.28
Un primer corredor de BRT puede tomar entre 12 y 24 meses para construcción (foto izquierda); en comparación, un sistema férreo subterráneo o elevado requerirá entre tres y diez años (foto derecha).
Foto izquierda por Lloyd Wright; Foto derecha por Karl Fjellstrom

2.2.2.2 Gestión y administración

El grado de supervisión gerencial y administrativa que requiere un sistema de transporte público se relaciona con la complejidad relativa de las operaciones. Así, las ciudades que eligen tecnologías técnicamente complicadas y sofisticadas deben estar preparadas para responsabilidades de gestión y administración más complejas. Esta complejidad agregada puede también implicar la necesidad de más recursos financieros para la supervisión de operaciones del sistema. Allport (2000, p. 2–19) indica que el nivel de experiencia de gestión para supervisar tal complejidad es a veces difícil de encontrar:

> «Sin altos estándares de operaciones, mantenimiento y administración [los metros] se deteriorarán rápidamente…. La cultura, estándares de gestión y actitudes frecuentemente encontrados en compañías de buses y corporaciones férreas de los países en desarrollo no son adecuadas para un metro.»

En el 2004, Bangkok inauguró la operación de su sistema de metro: el MRTA. A principios de 2005 ocurrió un descarrilamiento. La causa fue, al menos parcialmente, atribuida a errores humanos y a la falta de controles administrativos apropiados.

No obstante, las asociaciones con empresarios experimentados y firmas de gestión pueden ayudar a facilitar la curva de aprendizaje local. Así, si se elige un sistema más complejo, las municipalidades deben asegurar que existe la experiencia y los controles adecuados.

2.2.3 Consideraciones estratégicas de diseño

2.2.3.1 Escalabilidad

La escalabilidad se refiere a la habilidad para ajustar el tamaño y enfoque de un sistema al ambiente urbano particular. Los sistemas más costosos tienden a requerir una escala relativamente grande para operar de manera económica. Costos más altos quieren decir que se necesita un mayor número de pasajeros para sostener el sistema financieramente. Por las mismas razones, tales sistemas pueden necesitar de una red extensa para operar efectivamente.

Además, la escala también es un problema importante durante la fase de construcción. Los sistemas que requieren equipos de construcción costosos y experticia especial son construidos de manera que tienen una relación costo-beneficio positiva, con economías de escala suficientes. Por ejemplo, si una ciudad contrata equipos para hacer túneles y equipos de construcción experimentados puede ser costoso construir sólo un corto segmento.

Los sistemas que son escalables en términos de operaciones y construcción dan a las ciudades más flexibilidad para ajustar las características del sistema a las necesidades del usuario. Con vehículos de menor tamaño, los sistemas de BRT y LRT están bien desarrollados para afrontar cambios incrementales en demanda. Los conjuntos largos de carros de metro son tal vez menos flexibles a este respecto pero algunos sistemas, como el Metro de Washington, son capaces de reducir la cantidad de carros por conjunto para afrontarse mejor a los requerimientos en horas «valle».

Dado que las técnicas de construcción para el BRT no son tan diferentes como la

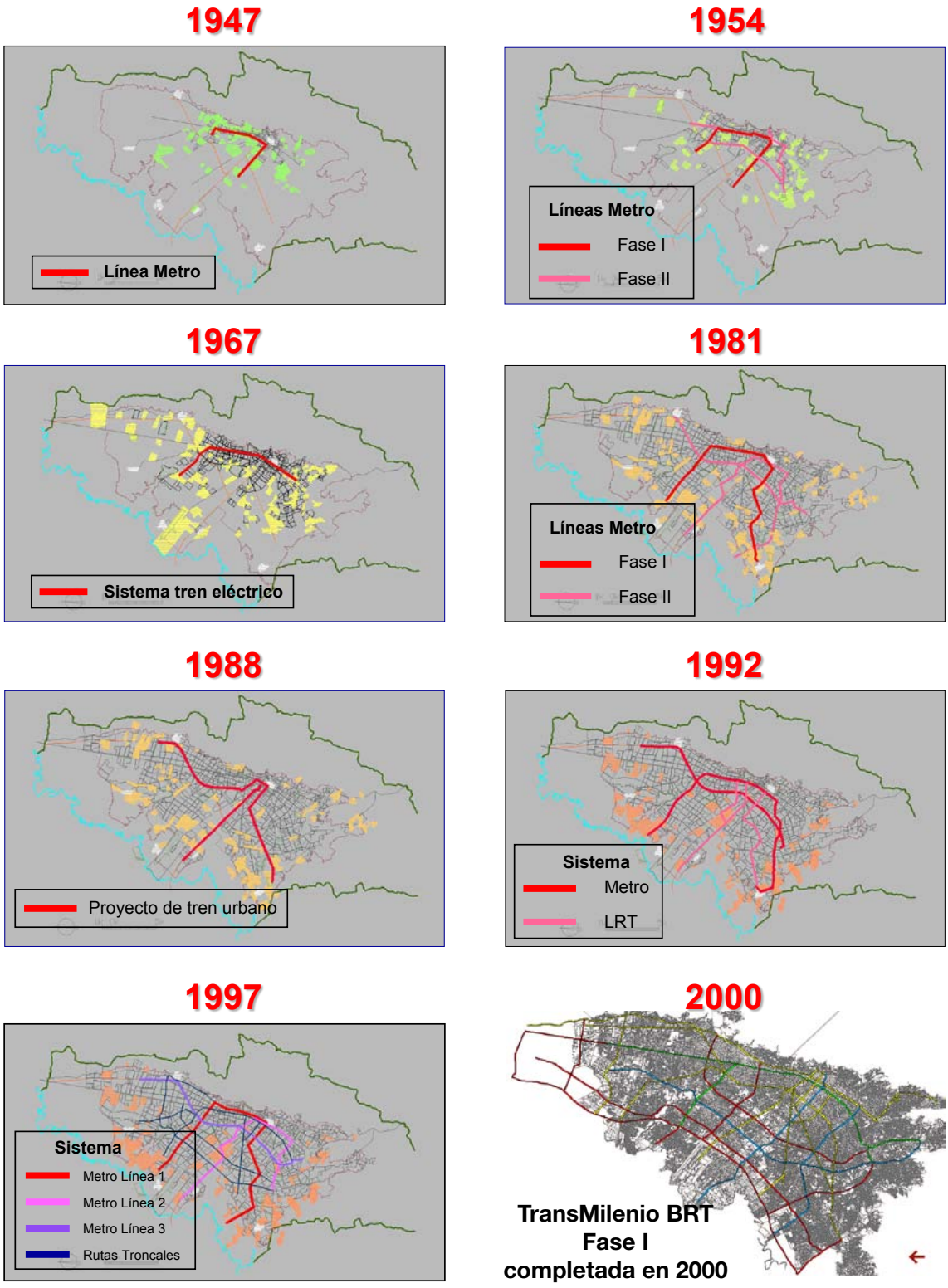


Figura 2.29

Durante seis décadas varias administraciones intentaron implementar transporte público sobre rieles en Bogotá, sin mucho éxito. La administración Peñalosa planificó e implementó el sistema BRT TransMilenio S.A. en sólo tres años.

Ilustración cortesía de TransMilenio S.A.

construcción normal de vías, las economías a escala requeridas son mucho menos agudas que aquellas para otros tipos de sistemas. El BRT ha sido desarrollado en ciudades con poblaciones de 200.000, hasta megaciudades con más de 10 millones de habitantes. Incluso las pequeñas adiciones al sistema pueden ser económicamente asumidas por el BRT. Así, el BRT permite que las ciudades tengan un sistema de transporte público que crece y evoluciona de cerca con los cambios demográficos, y en términos de forma urbana que normalmente suceden en una ciudad. La Figura 2.30 ilustra la expansión planificada para llevarse a cabo en el sistema TransMilenio en Bogotá.

2.2.3.2 Flexibilidad del sistema

«No es la especie más fuerte la que sobrevive, ni la más inteligente, sino la que mejor responde al cambio.»

—Charles Darwin, científico, 1809–1882

Las prácticas modernas de modelación y planificación han ayudado, en gran medida, al objetivo de ajustar el diseño del transporte público a las necesidades de los usuarios. Desafortunadamente, incluso los mejores planes no pueden tener en cuenta las eventualidades. Puede ser difícil saber las preferencias de los usuarios con absoluta certeza. La demografía y la naturaleza de la forma urbana de una ciudad pueden cambiar, como las condiciones sociales y económicas lo hacen. Así, siempre es preferible tener un sistema de transporte público que crezca y cambie con una ciudad.

Durante la fase de inicio de un sistema nuevo, las reacciones de los usuarios y las preferencias son a veces diferentes a las predicciones originales indicadas por los ejercicios de modelación. La demanda en un área puede exceder o ser menor a las expectativas y requerir ajustes de servicios. De manera alterna, la demanda de usuarios por servicios expresos o de paradas limitadas puede ser bastante diferente a las proyecciones iniciales. Las rutas pueden requerir ajustes para responder a los cambios futuros de la forma urbana.

La relativa flexibilidad del BRT quiere decir que tales cambios pueden ser frecuentemente acomodados con una inversión modesta, en términos de tiempo y dinero. Los cambios al sistema TransMilenio en Bogotá fueron manejados fácilmente dentro de las primeras semanas, después de abrir el sistema. En contraste, los cambios a rutas y servicios de los sistemas férreos son mucho menos adaptables. Una vez el gasto y el esfuerzo de ingeniería de hacer túneles y construir los rieles se ha realizado, la flexibilidad de cambios es bastante limitada. Así, los sistemas basados sobre rieles necesitan mucha más certidumbre en términos de la demanda requerida y las preferencias de servicio.

La combinación de costos capitales de menor y mayor facilidad de realizar un BRT en escalas y dimensiones distintas, quiere decir que el sistema puede preservar un mayor valor para futuras administraciones y generaciones futuras. En lugar de comprometer una ciudad a un camino prescrito para el futuro previsible, el BRT permite cambios en la forma de la ciudad, la demografía y las prioridades públicas; es capaz de permitir diferentes opciones que serían viables posteriormente. Una vez una ciudad se ha comprometido con una opción tecnológica costosa,

Figura 2.30
La Fase I de TransMilenio S.A. (ilustración izquierda) consistió en 40 kilómetros de carriles exclusivos. En el año 2015, se espera que el sistema completo tenga 380 kilómetros de carriles exclusivos (ilustración derecha).

Ilustraciones cortesía de TransMilenio S.A.

la flexibilidad tanto política como psicológica de hacer cambios posteriores puede ser limitada.

El BRT no necesariamente representa el punto final, en términos de la elección de transporte público de una ciudad. La flexibilidad relativa del BRT quiere decir que otras opciones no están cerradas para más adelante. Una ciudad puede elegir mejorar un corredor de BRT con una opción sobre rieles. Este cambio puede darse como respuesta a mejores condiciones financieras municipales, que permitan que se implemente una opción más intensiva en capital. Las razones para tal conversión pueden estar relacionadas con los incrementos en la demanda de pasajeros o el deseo de mejorar la imagen visual del sistema. En cualquier caso, el BRT proporciona la flexibilidad para que tal conversión se pueda realizar. Los carriles exclusivos segregados y estaciones de alta calidad del BRT pueden ser fácilmente transferibles a otra tecnología. Así, la inversión de BRT no necesariamente se perderá en el proceso de conversión.

Obviamente, una vez se ha desarrollado un sistema BRT, puede que una ciudad no considere que una conversión a un sistema férreo sea vista como una «actualización». Es poco probable que los residentes de ciudades con sistemas BRT de alta calidad como Bogotá, Curitiba, Guayaquil y Pereira sientan que tienen un servicio inferior. Hasta la fecha ningún sistema BRT de una ciudad en desarrollo se ha convertido en otra opción tecnológica, aunque Curitiba ha examinado la posibilidad de una futura conversión a tren ligero en algunos corredores.

El opuesto de la flexibilidad inherente al BRT es el sentido de permanencia que proporciona un sistema. Así, las infraestructuras menos flexibles, como el riel elevado o los sistemas de metro subterráneos, llevan consigo un mensaje más fuerte para la población, de que el sistema de transporte público será una parte permanente del paisaje de la ciudad. Una vez la ciudad se ha embarcado en una inversión tan costosa, casi nunca hay espacio psicológico para «dar reversa» a un compromiso hacia transporte de alta calidad.

2.2.3.3 Diversidad versus homogeneidad

En el pasado, la sabiduría convencional de servicios de transporte masivo implicaba que una diversidad amplia de tecnologías de transporte público en una ciudad fuera útil. Así, hay ciudades como Buenos Aires, Bucarest y París que poseen casi todo tipo de tecnologías de transporte público simultáneamente (metros, rieles elevados, tranvías, troles, buses estándar, minibuses, etc.) (Figura 2.31). La idea detrás de esta diversidad es que cada tecnología de transporte pueda adaptarse a las características de corredor que mejor se adecúen a las características óptimas de operación de la tecnología.

Los costos de la diversidad de tecnología

No obstante, la realidad es que muchas veces resulta una plétora de servicios que no están integrados entre sí y que la mayoría de la población no lo comprende. En lugar de servir al público de forma más eficiente, la variedad de tecnologías de transporte público sólo sirve a los intereses de los vendedores de cada tecnología. La integración física de tecnologías diferentes que involucran la separación a diferentes niveles (subterráneo, a nivel, elevado), técnicas de abordaje y niveles de flujo de usuarios puede ser un gran reto. Con mucha frecuencia, los clientes deben hacer largos recorridos a pie, difíciles y poco placenteros entre los sistemas. Además, cada tecnología posee una estructura de costos de operación claramente distinta. Algunos sistemas operan sin la necesidad de subsidio público, mientras otros requieren financiación pública continua. Coordinar las estructuras de tarifa y la distribución de la tarifa en tal ambiente puede ser bastante difícil y requiere un alto nivel de habilidad de gestión y administrativas. Es bastante difícil diseñar una estructura de tarifa unificada en tales condiciones. No obstante, algunas ciudades, como Seúl, han hecho un buen trabajo al proporcionar un sistema de tarifa claro e integrado a través de tecnologías sobre riel y asfalto.

La operación de varios tipos de tecnologías también puede implicar costos más altos de mantenimiento que si se utiliza una sola tecnología. Diferentes tecnologías significan diferentes destrezas y personal necesario para mantener y operar cada una de estas; hay menos oportunidades para sinergias que reducen los costos de personal. Las tecnologías variadas requerirán muy probablemente su propio conjunto de repuestos. Las economías de escala se pierden

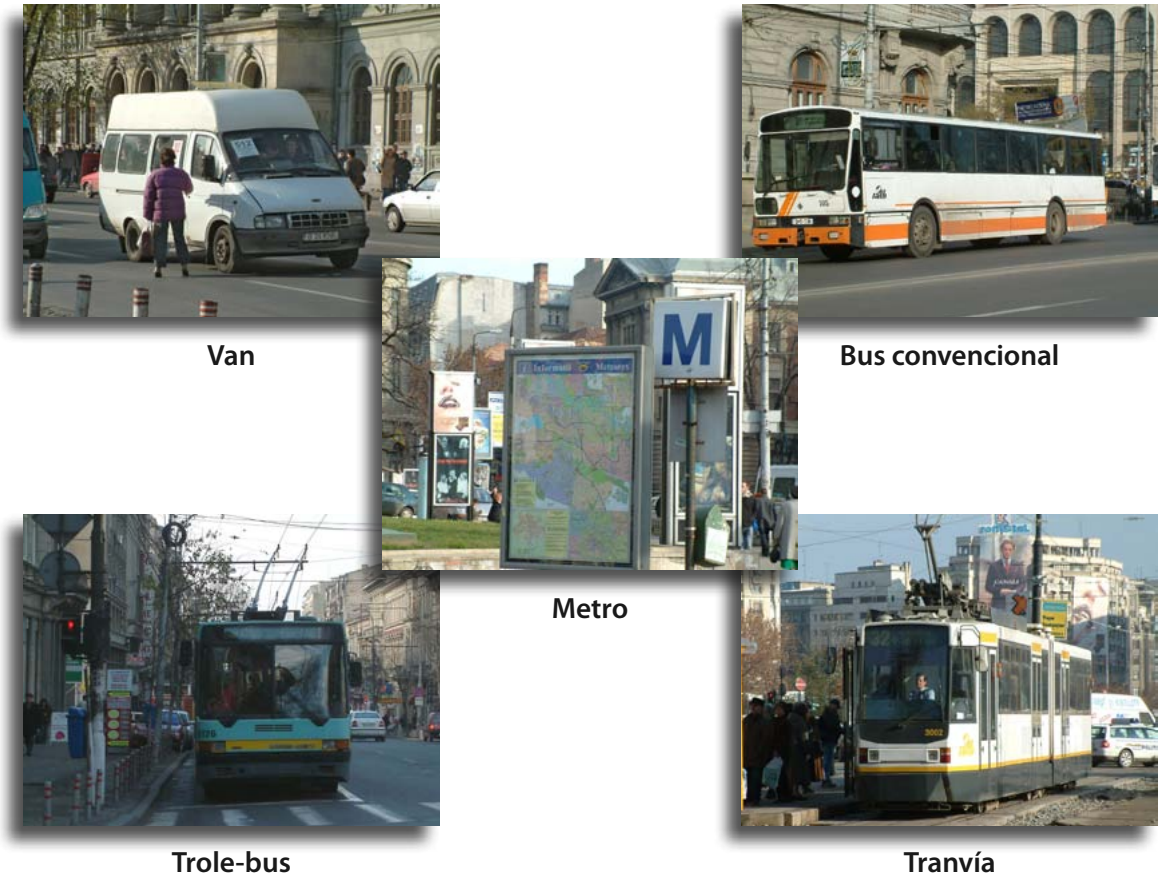


Figura 2.31
Bucarest (Rumania) tiene casi todo tipo de sistemas de transporte público, pero el resultado final de demasiada diversidad puede ser la confusión del usuario y la mala integración.
Fotos por Lloyd Wright

normalmente cuando se compran múltiples tipos de vehículos y componentes. En lugar de un gran pedido, se necesitan pedidos más pequeños de diferentes tecnologías. La oportunidad para precios reducidos a través de compras al por mayor es limitada.

Adicionalmente, la complejidad de gestionar muchos tipos de tecnologías frecuentemente resulta en una variedad de organizaciones públicas creadas para cada servicio. Una burocracia en expansión puede incrementar los costos administrativos generales, reducir la coordinación y establecer su propio territorio, que más tarde será difícil de consolidar políticamente de manera eficiente. Esta complejidad administrativa también puede generar un ambiente donde la corrupción es prevalente. Mientras se expande la cantidad de contratos para diferentes tecnologías, también lo hace la oportunidad para apropiación indebida.

Aunque la integración de diferentes tecnologías de transporte público es frecuentemente una meta explícita, esta integración se logra pocas veces ya sea físicamente o en términos de tarifas. En Kuala Lumpur (Malasia), los sistemas Start, PUTRA, monorriel y KLIA operan con diferentes estructuras de tarifa, no obstante las confluencias en diferentes puntos de la ciudad. Los usuarios deben realizar transferencias difíciles a través de vías inhóspitas para cambiar de un sistema al otro. Una vez el usuario llega al otro sistema, se debe pagar una nueva tarifa. De la misma manera, aun habiendo desarrollado su sistema de transporte durante tres décadas, Manila todavía no ha integrado sus sistemas LRT1, LRT2, y MRT3.

La justificación para un conjunto diverso de tecnologías se ha basado principalmente en la concepción de que cada modo (LRT, BRT, tren elevado, metro, etc.) tenía un rango significativamente angosto de viabilidad operacional. No obstante, como se mostrará más adelante, muchas tecnologías pueden operar de manera efectiva a un costo razonable a través de un rango más amplio de demanda de pasajeros.

Inversiones en transporte público y equidad

La práctica de seleccionar varias tecnologías diferentes de calidad variable también crea problemas serios de equidad dentro de una ciudad.

Los corredores de alta capacidad que prestan servicio a centros comerciales y distritos de negocios pueden recibir sistemas más costosos y de mayor tecnología. En tales casos, los usuarios de estos sistemas pueden tender a pertenecer más que todo a grupos de ingresos medios y altos. Las áreas de menores ingresos pueden terminar servidas por sistemas de menor calidad como sistemas ilegales y buses convencionales sub-financiados (o sin financiación). Así, una especie de *apartheid* de transporte puede emerger en el que el presupuesto para inversión en transporte público sirva de manera desproporcionada a los grupos de ingresos más altos. Mientras tales políticas pueden ser un resultado de emparejar demandas con tecnologías, las consecuencias para la población son de todas formas inquietantes.

El sistema de metro Bangkok MRTA es un ejemplo potencial de este fenómeno. El sistema ha absorbido gran parte del presupuesto reciente de transporte público de la ciudad, pero presta su servicio a alrededor del 1% de los viajes de transporte público de la ciudad. Además, estos viajes tienden a servir de manera desproporcionada a los grupos de ingresos medios y altos. En contraste, el sistema de buses de la ciudad sirve aproximadamente 96% de los viajes diarios de transporte público, pero recibe poco apoyo financiero o instalaciones básicas al usuario (Figuras 2.32, 2.33 y 2.34). La diferencia en condiciones de viaje entre los sistemas en carretera sub-financiados y el sistema sobre rieles altamente subsidiado de Bangkok es bastante dramática (Figuras 2.35 y 2.36). De la misma manera, el metro de Calcuta es un ejemplo frecuente de un sistema de alto costo que sirve más que todo a grupos de altos ingresos, mientras otras formas de transporte público quedan en un cierto grado de negligencia.

Un modelo alternativo

Tal vez el mejor ejemplo de cómo la simplificación tecnológica puede resultar en una multiplicidad de beneficios puede verse en la industria aérea de hoy día. El éxito reciente de las aerolíneas de «bajo costo» puede ser en parte vinculado a un modelo de negocio bastante simplificado. Estas aerolíneas sólo mantienen un tipo de aeronave, y así tienen costos de mantenimiento y de repuestos reducidos. El ambiente simplificado de operación también permite tiempos más rápidos de cambios entre rutas que llevan a mayores ganancias por kilómetros por pasajero-vehículo. Como resultado, tales aerolíneas (Southwest Airlines, JetBlue, GOL, EasyJet y Ryan Air) se han vuelto líderes en términos de rentabilidad y capitalización del mercado (es decir, valor). El modelo de negocio para estas compañías puede ofrecer una gran variedad de lecciones que pueden proporcionar mayor información sobre cómo puede ser exitoso el transporte público. La Tabla 2.5 resume estas características.

Aunque el transporte público urbano es bastante diferente de la industria aeronáutica, hay una cantidad suficiente de aspectos que se podrían considerar paralelos a este modelo. La simplicidad en conjunto con la excelencia en el servicio al cliente puede ser una combinación poderosa.

En algunos casos extremos de densidades de población y restricciones topográficas, una ciudad debe requerir tecnologías múltiples para lograr sus necesidades de transporte público. No obstante, estos casos son muy raros. Si una

Figuras 2.32, 2.33 y 2.34
Las condiciones de los usuarios del transporte público en carretera de Bangkok.
Fotos de izquierda y medio por Lloyd Wright; Foto derecha por Carlos F. Pardo.

Figuras 2.35 y 2.36
Cómo vive la otra mitad. Las condiciones de sistemas sobre rieles en Bangkok.
Fotos por Lloyd Wright

Tabla 2.5: Características de aerolíneas de gran rentabilidad

Categoría	Producto y características de operación
Vehículo (aeronave)	Un sólo tipo
Tarifas	Baja sencilla y sin restricciones
Distribución	Sin tiquete
Servicio	Una clase, alta-densidad
Frecuencia	Alta
Puntualidad	Muy buena
Personal	Alta productividad, moral alta
Servicio al cliente	Amistoso y responsivo

Fuente: Adaptado de Doganis (2001)

sola tecnología de transporte público presta un servicio adecuado a las necesidades de movilidad de una ciudad, entonces el costo asociado y los ahorros de gestión pueden ser significativos.

2.2.4 Desempeño

Las características de desempeño de un sistema jugarán un papel importante en determinar los niveles de uso de los usuarios. No es bueno tener un sistema económico si nadie quiere utilizarlo. La habilidad de un sistema para atraer demanda es una determinante primordial de la toma de decisiones al seleccionar una tecnología de transporte público.

2.2.4.1 Capacidad del sistema

Características que afectan la capacidad del sistema a habilidad de mover grandes cantidades de pasajeros es un requerimiento básico para los sistemas de transporte masivo. Esta característica es particularmente importante en las ciudades de países en desarrollo, donde las distribuciones modales para el transporte público pueden exceder el 70% de todos los viajes. La capacidad de pasajeros es afectada por varios factores que pueden diferir entre tipos de sistemas de transporte público:

- Tamaño de vehículo (pasajeros por vehículo)
- Cantidad de vehículos que se pueden agrupar entre sí
- Distancia entre vehículos (cantidad de tiempo que pasa entre vehículos en operación segura)
- Disponibilidad de servicios expresos o de paradas limitadas
- Técnicas de abordaje y salida.

En muchas ciudades de naciones en desarrollo la capacidad de pasajeros es una cuestión menos vital, dado que la menor densidad de las ciudades agregada a las menores proporciones de transporte público crean menores densidades punta. En contraste, las ciudades de naciones en desarrollo frecuentemente tienen altas densidades de población y altas proporciones de mercado para el transporte público.

Comparaciones de capacidad del sistema

La capacidad de pasajeros y los costos de infraestructura han sido tradicionalmente los determinantes más significativos en la toma de decisiones de tecnologías de transporte público. Históricamente, un conjunto relativamente estricto de limitaciones de capacidades ha dicho que los buses, el LRT y el metro operan solamente dentro de circunstancias definidas de manera restringida (Figura 2.37). Las

características de demanda de un corredor determinan la tecnología posible. Un carril arteria de automóviles puede normalmente transportar entre 2.000 y 4.000 pasajeros por hora por sentido (PPHPD por sus siglas en inglés), dependiendo de las cantidades promedio de pasajeros por vehículo, velocidades y distancia de separación entre vehículos. Antes se pensaba que los servicios de buses podían únicamente operar en un rango de hasta 5.000 o 6.000 PPHPD. El tren ligero entonces cubriría la demanda hasta aproximadamente 12.000 PPHPD. Cualquier nivel superior a este requeriría un metro o un sistema sobre rieles elevado.

No obstante, los carriles segregados y los sistemas BRT han comenzado a cambiar este punto de vista tradicional. Con el sistema BRT de Bogotá, que logra una capacidad máxima actual de 45.000 PPHPD, se ha creado un nuevo paradigma de capacidad. La Figura 2.38 proporciona una vista gráfica de este nuevo punto de vista sobre el rango de operación aproximado de cada tecnología.

Determinar la tecnología apropiada desde el punto de vista del pasajero requiere poner atención a dos factores diferentes: 1. Capacidad máxima y 2. Rango positivo costo-beneficio de capacidad operacional. El primer factor determina si una tecnología posee suficiente capacidad para apoyar el período de máxima demanda en un corredor determinado. El segundo factor determina si las fluctuaciones entre los periodos de máxima y mínima demanda están dentro del rango positivo de costo-beneficio de una tecnología.

La Tabla 2.6 resume las capacidades realmente logradas en diferentes sistemas. Las capacidades «reales» dan información más reveladora que las

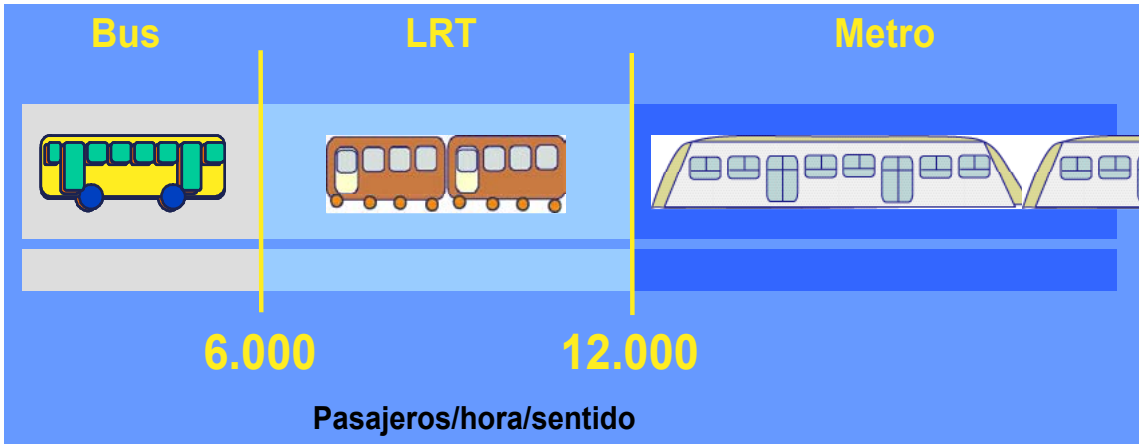


Figura 2.37
Punto de vista tradicional sobre capacidad de transporte público.

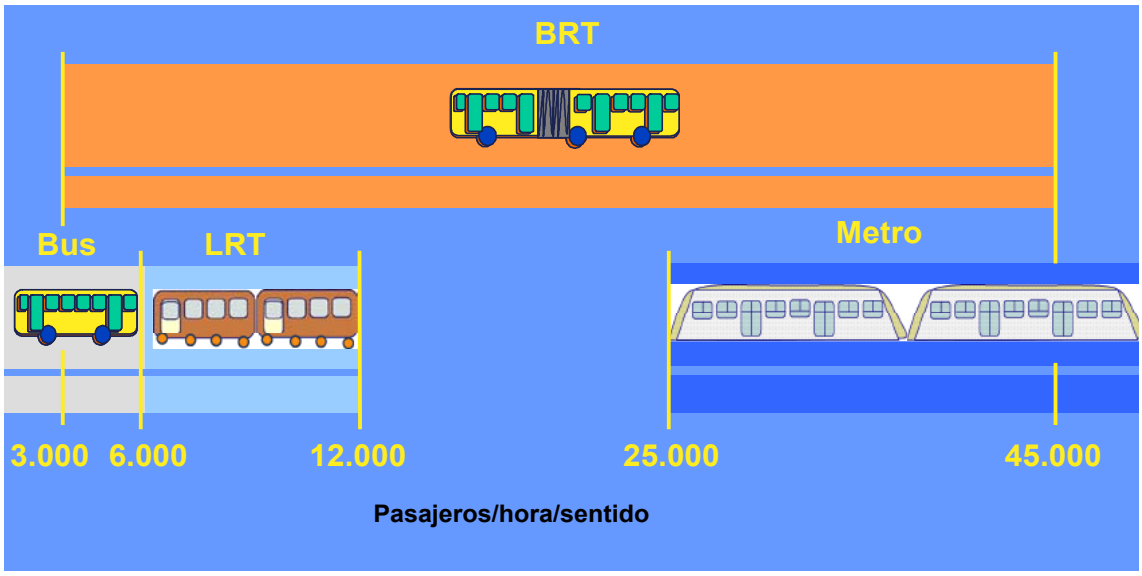


Figura 2.38
Nuevo punto de vista de la capacidad de transporte público.

capacidades «teóricas». Es verdad que algunos sistemas tienen mayores densidades de pasajeros, dependiendo de las normas culturales. Así, uno podría diferenciar entre «capacidades de máxima aglomeración» y «capacidades nominales». Por ejemplo los sistemas de Hong Kong, al igual que el BRT de Bogotá, operan bajo condiciones de usuarios bastante apretados. El sistema de metro de Tokio ha empleado trabajadores con guantes blancos cuyo trabajo es empujar a los pasajeros tan apretadamente como sea posible. Obviamente, esas condiciones pueden distorsionar los valores de capacidades. No obstante, esta sección proporciona solamente valores de capacidad «real» de pasajeros, para evitar la arbitrariedad de comparar valores altamente teorizados que pueden ser manipulados para hacer una tecnología más apropiada que otra.

La Figura 2.39 compara los rangos de capacidad de pasajeros para cada tecnología medida, contra el rango de costos capitales. Los rangos presentados en la Figura 2.39 están basados en datos reales y no teóricos.

Las áreas de diferentes tamaños de los rectángulos de la Figura 2.39 también son reveladores, en relación con el riesgo relativo y flexibilidad general de cada opción de tecnología de transporte público. Idealmente, una tecnología tendrá una banda angosta de niveles de costo capital (eje Y) y una banda ancha de operaciones rentables de operación (eje X). En otras palabras, un sistema que minimiza los costos y maximiza el espectro de condiciones de operación rentables proporciona la solución más positiva en cuanto su relación costo-beneficio y flexible. La amplitud de rango de los costos capitales (eje Y) también puede ser interpretada como una indicación del riesgo potencial e incertidumbre involucrada en implementar el proyecto particular.

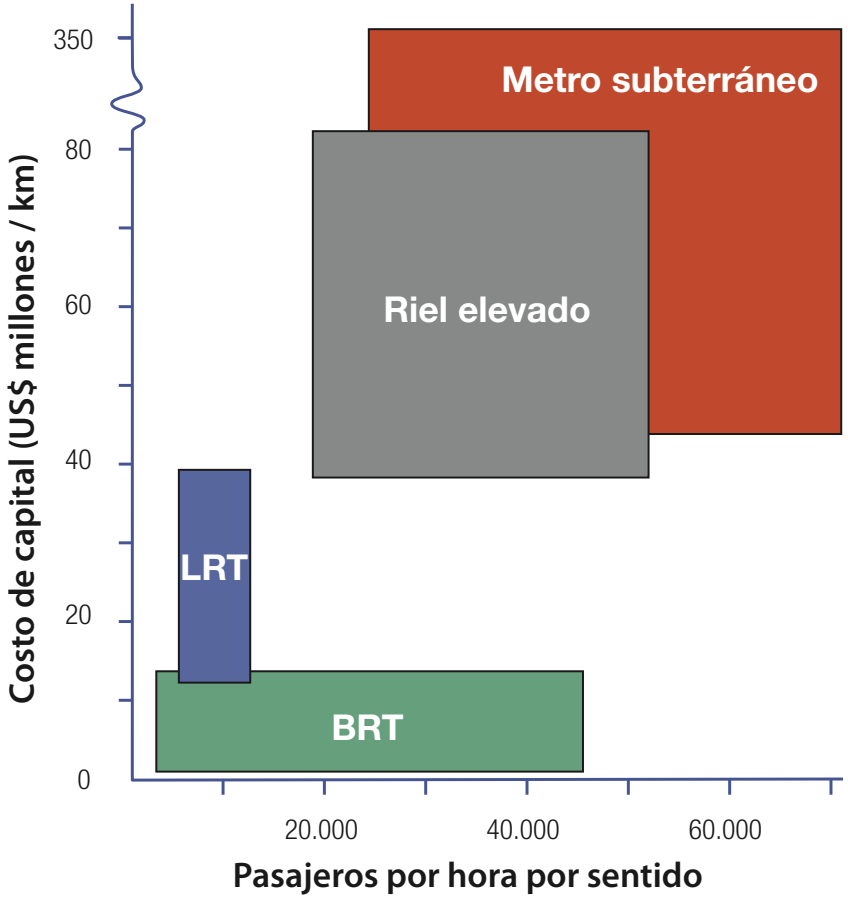
Capacidades de metro y riel elevado

Históricamente, la capacidad de pasajeros ha sido la mayor ventaja para los sistemas de metro subterráneo y aquellos de riel elevado. La combinación de conjuntos de trenes múltiples e infraestructura totalmente segregada proporciona las condiciones para mover de manera rápida altos niveles de usuarios. Los sistemas de metro de ciudades como Hong Kong, Nueva York, Sao Paulo y Tokio son capaces de transportar más de 50.000 PPHPD. Ninguna otra

Tabla 2.6:
Capacidad máxima real, sistemas de transporte masivo seleccionados

Línea	Tipo	Demanda (pasajeros/hora/sentido)
Metro de Hong Kong	Metro	80.000
Línea 1 de São Paulo	Metro	60.000
Línea B de Ciudad de México	Metro	39.300
La Moneda de Santiago de Chile	Metro	36.000
Línea Victoria de Londres	Metro	25.000
Línea D de Buenos Aires	Metro	20.000
TransMilenio en Bogotá	BRT	45.000
9 de julho de São Paulo	BRT	34.910
Assis Brasil de Porto Alegre	BRT	28.000
Cristiano Machado de Belo Horizonte	BRT	21.100
Eixo Sul de Curitiba	BRT	10.640
MRT-3 de Manila	Riel elevado	26.000
SkyTrain de Bangkok	Riel elevado	22.000
Monoriel de Kuala Lumpur	Monoriel	3.000
Túnez	LRT	13.400

Figura 2.39
Capacidad de pasajeros y costos capitales para opciones de transporte masivo.



tecnología de transporte público tiene este nivel de capacidad de servicio.

Además, la eficiencia de estos sistemas cuando operan a niveles de alta capacidad produce operaciones altamente positivas en su relación costo-beneficio. El sistema de metro de Hong Kong ha sido financiado completamente a través de ganancias por tarifa y desarrollo de propiedades (finca raíz). Los 88 kilómetros de construcción del metro no requirieron de financiación pública. Este resultado es debido, principalmente, al hecho de que el sistema logra los niveles de demanda de pasajeros más altos cualquier sistema de transporte masivo en el mundo.

No obstante, como se presentó anteriormente, estos sistemas son significativamente negativo en cuando a su relación costo-beneficio en niveles más bajos de demanda. Si no hay demanda muy alta en horas punta y niveles razonablemente altos de horas valle, los sistemas de metro y metro elevado difícilmente lograrán una recuperación de gastos por tarifa. Así, estos sistemas requieren una ventana de operación bastante particular de demanda de pasajeros. Por esta razón, los sistemas más exitosos de metro y riel elevado operan en los corredores de mayor demanda en mega-ciudades.

Capacidades de LRT

Las aplicaciones LRT son buenas para las condiciones de demanda de ciudades de los Estados Unidos y ciudades europeas de tamaño mediano. Las densidades de población y la forma urbana de esas ciudades implican que la demanda de corredor casi nunca exceda 10.000 PPHPD (Figura 2.40). En tales situaciones, un metro o riel elevado probablemente no sería una opción con una relación costo-beneficio positiva.

Cuando operan a nivel, los sistemas LRT son limitados por las intersecciones y distancias seguras entre conjuntos de trenes. A diferencia de algunas aplicaciones de carriles exclusivos, los sistemas de cambio y señalización de LRT no permiten que un vehículo sobrepase a otro en las paradas de las estaciones. Esta limitación restringe la capacidad del sistema de ofrecer el tipo de servicios expresos que hacen que las cifras de capacidad de sistemas BRT, como el de Bogotá, sean posibles. Allport (2000, p. 38) refuerza este punto con lo siguiente:

> Las capacidades típicas de LRT a nivel eran alrededor de 4.000–6.000 pasajeros por hora, comparados con el promedio de carriles segregados de 15.000 con una velocidad comercial similar. No había LRTs conocidos

Figura 2.40
Para ciudades como Montpellier (Francia), el LRT proporciona una buena imagen y puede servir fácilmente demanda pico moderada (menos de 12.000 PPHPD).
Foto cortesía de UITP

que estuvieran operando a nivel, con una capacidad de pasajeros cercana a la existente de los carriles exclusivos en Curitiba, Quito o Bogotá.

El LRT logra velocidades altas utilizando un sistema de señalización que evita el apiñamiento, obteniendo prioridad en las señales de tráfico frente a otros medios de transporte y logrando alta capacidad, al tener vehículos largos que toman ventaja de las fases semafóricas. En la práctica, la distancia entre señales define el tamaño máximo de vehículo y la necesidad de proporcionar facilidades para el cruce de otro tráfico limita la cantidad de vehículos por hora. No obstante, los sistemas LRT son vulnerables operacionalmente a los eventos cotidianos que ocurren en el centro de las ciudades en desarrollo. En casos como los de cruces parcialmente bloqueados, trabajo de mantenimiento en la vía, un fallo de un vehículo o un accidente, hay una gran diferencia entre los sistemas basados en buses que son capaces de sortear el problema fácilmente (pueden sobrepasar, salir del carril segregado, etc.), y el LRT que no puede hacerlo.

Concluimos que una capacidad de un LRT de 10–12.000 PPHPD a una velocidad de operación de 20 km/h es probablemente el límite de lo que se puede lograr.

Los sistemas LRT pueden tener capacidades más altas, si los sistemas tienen separación a desnivel. La línea MRT3 de Manila podría ser considerada un sistema LRT según algunas definiciones, dado que tiene como fuente de electricidad un cable aéreo. El sistema está completamente separado a nivel a través de una estructura elevada y actualmente logra una capacidad máxima de aproximadamente 26.000 PPHPD.

No obstante, en general la capacidad no es un obstáculo para los sistemas LRT, dado que la principal aplicación ha sido en los países desarrollados de Europa y América del Norte. Las ciudades en estas naciones tienen demandas de transporte público que en pocas ocasiones exceden las limitaciones de un sistema a nivel.

Capacidades del BRT

En ocasiones se dan preocupaciones sobre si las opciones con base en buses como el BRT pueden manejar los flujos de pasajeros que frecuentemente se requieren en ciudades en desarrollo con mayores densidades. El sistema TransMilenio en Bogotá ha hecho mucho para responder a estas preocupaciones. El sistema de Bogotá mueve actualmente una capacidad punta real de 45.000 PPHPD (Figura 2.41). Muchos sistemas BRT y de carril segregado en Brasil tienen capacidades en hora punta entre 20.000 PPHPD y casi 35.000 PPHPD. En el caso de Bogotá, las cifras de alta capacidad se logran principalmente gracias a los siguientes atributos:

1. Uso de vehículos articulados con una capacidad de pasajeros de 160;
2. Estaciones con bahías múltiples de parada que pueden manejar hasta cinco vehículos por dirección simultáneamente;
3. Carriles de sobrepaso en las estaciones, y doble carril en algunas troncales para lograr vehículos expresos y de paradas limitadas para sobrepasar los servicios locales;
4. Múltiples opciones de cambio de rutas que incluyen servicios locales, de paradas limitadas y expresos;
5. Frecuencias promedio de vehículos por ruta de tres minutos, y hasta un nivel tan bajo como 60 segundos durante períodos pico; y,
6. Tiempos de parada en estación de aproximadamente 20 segundos (logrados por el uso de abordaje y salida a nivel, recolección y verificación de tarifa antes de abordaje, y tres grupos de grandes puertas dobles en cada vehículo).

El hecho de que el TransMilenio en Bogotá funcione bien en una ciudad de 7 millones de habitantes con una densidad poblacional de 240 habitantes por hectárea dice mucho sobre el potencial del BRT en otras mega-ciudades. No obstante, para acomodar los niveles de capacidad de Bogotá, un sistema tendría que hacer disponible suficiente espacio de vías para los carriles de sobrepaso en estaciones y/o dobles carriles por dirección a lo largo de las troncales. En muchas ciudades, el espacio físico para implementar este ancho de infraestructura simplemente no está disponible. Además, dedicar cualquier cantidad de espacio vial para el uso exclusivo del transporte público es difícil políticamente, dada la fortaleza política de los automovilistas privados.

Figura 2.41
La provisión de bahías múltiples de parada y carriles de sobrepaso permite que el TransMilenio en Bogotá logre altas capacidades de pasajeros.
Foto por Carlos Felipe Pardo

Los sistemas como el de Quito y Curitiba, que utilizan sólo un carril por sentido, pueden lograr capacidades de aproximadamente 12.000 PPHPD. No obstante, Porto Alegre (Brasil) también tiene sólo un carril disponible por sentido, pero alcanza capacidades de más de 20.000 PPHPD por medio del uso inteligente de bahías múltiples de parada y alternando la llegada de los vehículos. No obstante, en general, un sistema BRT o LRT operando en un sólo carril dedicado lograrán el mismo nivel de capacidad. Para varias ciudades, estos niveles de capacidad son suficientes para la demanda dada. El BRT sigue siendo una opción hasta de 45.000 PPHPD, pero sólo si se toman medidas como las que se tomaron en Bogotá.

Capacidad de corredores versus desarrollo de redes

En realidad, el debate sobre la capacidad puede desviarse un poco. La capacidad requerida en un corredor en particular es determinado principalmente por la densidad poblacional a lo largo del corredor, el área de captación total por pasajeros y el perfil de origen y destino de los residentes. Cuando un sistema consiste en una red que cubre la mayoría de los distritos centrales y corredores principales, esta área de captación normalmente se extiende a un área de entre 500 metros y un kilómetro alrededor de las estaciones, así como por el número de pasajeros que llegan al sistema través de los servicios de alimentación. Así, mientras las áreas centrales de Londres y Nueva York tienen poblaciones densas, el cubrimiento extensivo de la red del sistema distribuye la demanda a lo largo de varias líneas paralelas y conectantes. En Londres, la demanda del sistema de transporte masivo no excede los 30.000 PPHPD. Esta menor capacidad ocurre no solamente porque hay poca demanda, sino porque la demanda relativamente grande ha sido bien distribuida a lo largo de una red general.

No obstante, en ciudades como Hong Kong y São Paulo, donde se proporciona una red limitada, las capacidades logran 60.000 PPHPD y más altas. En este sentido, una red limitada puede convertirse en una profecía de autocumplimiento con respecto a la capacidad. Si una ciudad sólo puede comprar unas pocas líneas de metro, la demanda de pasajeros se toma de un área mucho más amplia y entonces crea un requerimiento de capacidad que sólo los metros pueden lograr. Hong Kong tiene grandes cantidades de pasajeros desde Kowloon y New Territories, a una sola línea de metro en Nathan Road. Hay desventajas en esta aproximación. Al requerir que los pasajeros viajen más lejos para entrar al sistema, los desarrolladores del sistema están haciendo las condiciones menos convenientes para el usuario, de las que resultarán usuarios cautivos buscando alternativas como vehículos privados. También, cuando operan a capacidades de más de 60.000 PPHPD, el sistema es mucho menos robusto con respecto a los retrasos y problemas técnicos. Un apagón de dos minutos en un sistema como este crea condiciones extremadamente difíciles y retrasos.

La extensión del sistema del metro de Hong Kong ha sido restringida debido al uso exclusivo de capital privado para todos los costos de infraestructura. Sólo los corredores de mayor demanda proporcionan un retorno de inversión suficiente, con base en ganancias por pasajeros para financiar completamente la infraestructura.

Distribuir la capacidad a lo largo de una red completa de rutas y corredores ofrece varios beneficios: 1. Acceso a estaciones más conveniente para los usuarios; 2. Condiciones más cómodas para los usuarios, y 3. Volúmenes de usuarios más manejables. Se ha reconocido que las extensas redes de metro desarrolladas

en Londres, Nueva York, París y Tokio no son necesariamente replicables financieramente en ciudades de países en desarrollo. No obstante, un principio importante es diseñar un sistema con tanto cubrimiento a lo largo de la ciudad como sea posible, sin importar la tecnología elegida. Es preferible desde el punto de vista del usuario escoger un sistema menos costoso que cubra más orígenes y destinos, que un sistema costoso cubriendo un área más limitada.

2.2.4.2 Asequibilidad

La tarifa para el usuario está relacionada con los costos operacionales y el nivel de subsidios (si los hay). Los usuarios de transporte público en países en desarrollo pueden ser particularmente sensibles al precio. Una pequeña diferencia en niveles de tarifa puede generar una diferencia sustancial en los niveles de demanda. Así, las tecnologías que involucran costos operativos menores son tal vez más apropiadas en un contexto como este.

Como se anotó anteriormente, los sistemas BRT han logrado una cierta cantidad de éxito, al proporcionar niveles de tarifa razonables sin la intervención de subsidios para la operación. Las tarifas entre US$ 0,25 y US$ 0,70 son típicas en los sistemas sin subsidio de América Latina. En algunos casos, no obstante, los servicios convencionales de buses pueden ser capaces de ofrecer tarifas justo debajo de estos niveles. Así, en el caso de Bogotá, la pequeña diferencia en tarifas convencionales de buses para el sistema BRT puede afectar la demanda en ciertas partes de la ciudad. En otras ciudades, tales como Quito, el sistema BRT y el sistema convencional de buses ofrecen servicios con el mismo nivel de tarifa de US$ 0,25.

Fuera de los corredores de más alta demanda, muchos sistemas de metro sobre rieles deben ofrecer un nivel de tarifa subsidiado, para que puedan ser asequibles en el contexto local. El nivel de tarifa del metro de Delhi es de 12 rupias (US$ 0,26) y es subsidiado a un nivel de aproximadamente 90%. Mientras que este tipo de subsidio puede ser apropiado en algunas circunstancias, siempre hay preguntas sobre su sostenibilidad a largo plazo, especialmente en ciudades con muchos otros requerimientos de inversión.

2.2.4.3 Tiempo de viaje/Velocidad

Los tiempos de viaje y la velocidad de operación son conceptos relacionados, pero distintos. Desde el punto de vista del usuario, el tiempo real de puerta-a-puerta es probablemente la variable de mayor importancia, por encima de las velocidades máximas. Así, uno debe también considerar el tiempo de viaje desde y hacia estaciones, el tiempo desde los lugares de entrada a las plataformas de los vehículos y el tiempo gastado esperando al vehículo. La Ecuación 2.1 resume cada una de las variables que contribuyen a calcular el tiempo total de viaje.

Ecuación 2.1 Tiempo de viaje total

Tiempo de viaje total	=	Tiempo de viaje desde el origen a la estación de transporte público
	+	Tiempo desde la entrada de estación hasta la plataforma del vehículo
	+	Tiempo de espera del vehículo
	+	Tiempo de abordaje del vehículo
	+	Tiempo de viaje en vehículo
	+	Tiempo de descenso del vehículo
	+	Tiempo de viaje desde la plataforma del vehículo hasta la salida de la estación
	+	Tiempo de viaje desde la salida de la estación hasta el destino final

La «velocidad comercial» del vehículo es, con mayor frecuencia, más importante que la «velocidad máxima». La velocidad comercial representa la velocidad promedio que incluye el tiempo de espera en estaciones. Así, un sistema con distancias cortas entre las estaciones o con tiempos largos de abordaje y descenso será penalizada comparativamente en términos de velocidad promedio. No obstante, un sistema con grandes distancias entre estaciones significará que los pasajeros duren más tiempo caminando desde y hasta las estaciones para acceder a sus destinos.

Como medios de transporte de superficie, el BRT y el LRT tienen ventajas con sus puntos relativamente accesibles de ascenso y descenso. En contraste, los sistemas de metro y riel elevado pueden requerir tiempo adicional para llegar a las plataformas que están a una

profundidad o altura determinada. Además, los sistemas más costosos a veces implican que hay menor cobertura del área total de la ciudad, pues no es factible financieramente construir líneas en todos los corredores. Así, las distancias para llegar a una estación también pueden requerir tiempo de viaje adicional o, incluso, un viaje adicional en transporte público en un servicio alimentador.

No obstante, una vez el pasajero entra al vehículo, la velocidad comercial de un sistema de metro sobre rieles o de sistemas elevados puede ser significativamente superior a aquella del BRT o el LRT. Los sistemas de metro subterráneos o elevados generalmente logran velocidades comerciales promedio entre 28 y 35 kilómetros por hora. Los sistemas LRT generalmente logran velocidades comerciales en el rango de 12 a 20 kilómetros por hora. Las velocidades comerciales para los sistemas BRT están típicamente en el rango de 20 a 30 kilómetros por hora. Estos valores variarán, dependiendo del número de intersecciones, el nivel en el cual la tecnología de priorización de señales se utilice y la distancia de separación entre estaciones.

Una comparación de sistemas de tren ligero y BRT en los Estados Unidos reveló velocidades promedio más altas para BRT, en cinco de las seis ciudades investigadas (Figura 2.42). El estudio de EE.UU. señala al uso de carriles de vehículos de alta ocupación (HOV por sus siglas en inglés) y a la posibilidad de incrementar los servicios locales con servicios de paradas limitados, como la razón para el desempeño superior del BRT (US GAO, 2001). No obstante, si no se incluyen en el análisis los carriles especiales de autopistas con menos paradas, el BRT y LRT probablemente tendrán velocidades comerciales promedio relativamente comparables.

La provisión de servicios de paradas limitadas y expresos, además de los servicios locales puede ser un factor significativo para reducir los tiempos de viaje. Los servicios de paradas limitadas implican que el vehículo de transporte público no se detendrá varias estaciones entre más nodos de viajes principales. Los servicios expresos implican que incluso más estaciones se pasen sin parar, permitiendo al servicio ir entre los puntos principales de orígenes y destinos. Los servicios locales típicamente implican parar en cada una de las estaciones de un corredor en particular. Unos pocos sistemas de metro, como el de Nueva York, de hecho tienen conjuntos adicionales de rieles para permitir unos servicios de paradas limitadas. No obstante, estos servicios no son muy comunes para los sistemas de metro y LRT, por razones tanto de costo como de complejidad técnica. La pericia necesaria para controlar de manera segura el paso en estaciones es difícil con servicios sobre rieles de alta frecuencia. La posibilidad de cambiar de manera segura la dirección y cruzar los caminos entre dos rutas requiere la separación relativamente costosa a desnivel de los dos rieles, por lo menos en la mayoría de las situaciones urbanas (Figura 2.43). La flexibilidad relativa del BRT permite mayor facilidad en desarrollar los carriles de sobrepaso en las estaciones. Los sistemas de BRT en ciudades como São Paulo y Bogotá operan con carriles de sobrepaso y/o con segundos conjuntos de carriles exclusivos para permitir servicios más directos.

La ventaja relativa de una tecnología particular de transporte público con respecto al tiempo de viaje depende en gran medida de las circunstancias locales y el diseño del sistema. Los metros pueden producir velocidades más altas,

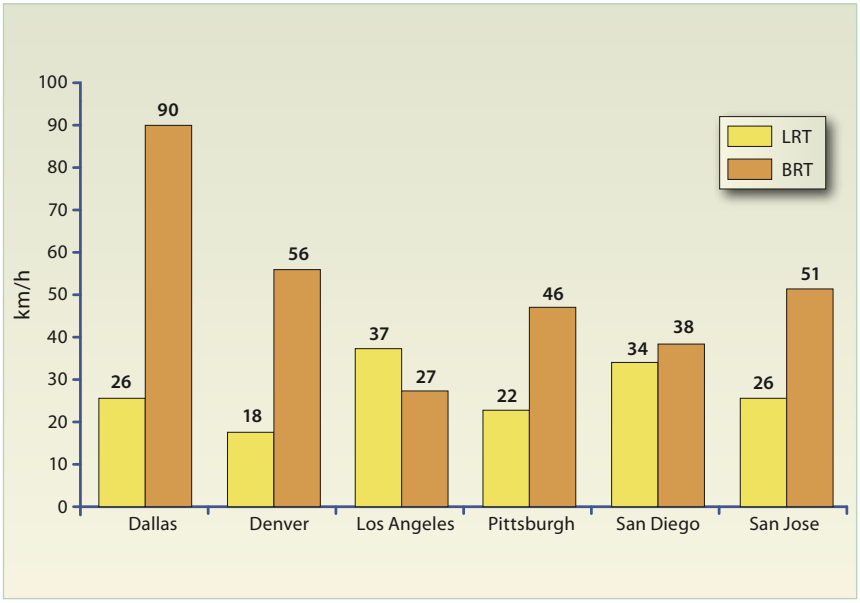


Figura 2.42

Una encuesta comparando los sistemas BRT de EU con sistemas de tren ligero demostró que los sistemas de BRT logran velocidades promedio más altas.

Gráfica de US GAO (2001)

Figura 2.43
Como se indica en la imagen del monorriel de Osaka, para que dos corredores se crucen en servicios urbanos frecuentes, normalmente es necesaria la separación de nivel.
Foto por Lloyd Wright

pero pueden implicar tiempos para el ascenso y descenso más largos. La virtud del BRT para proporcionar servicios limitados de paradas y servicios expresos puede ser bastante favorable, especialmente para los usuarios que viajan desde áreas fuera de los distritos centrales.

2.2.4.4 Distribución modal

En teoría, cualquier tipo de tecnología de transporte público podría ser diseñada para servir la mayoría de los viajes dentro de una ciudad. En la práctica, las limitaciones financieras previenen la construcción de una red completa, que sirva a toda una región metropolitana. Así, las tecnologías más costosas generalmente sólo pueden ser justificadas en costos en unos pocos corredores, y así sirven a menores cantidades de pasajeros en total.

En las ciudades que tienen tanto un sistema de metro como una red de buses, el metro solamente transporta una pequeña porción de los viajes de transporte público de la ciudad. La Tabla 2.7 compara las distribuciones modales para varias ciudades con una red de metro y de buses. Aunque es verdad que la capacidad máxima de los sistemas de metro y de riel elevados sobrepasa el de otros modos, su habilidad para servir a una gran cantidad de pasajeros es limitada por razones de costo. Los sistemas de buses, tanto un servicio estándar como uno

Tabla 2.7: Comparación de distribución modal

Ciudad	Bus	Metro	Tren	Automóvil	Motocicleta	Taxi	Caminar	Bicicleta	Otro
Bangkok[1], 2003	31,0	3,0	0	30,0	32,0	4,0	-	-	-
Beijing[2], 2000	15,0	2,0	0	16,0	2,0	6,0	33,0	26,0	-
Buenos Aires[3], 1999	33,0	6,0	7,0	37,0	0	9,0	7,0	0	-
Caracas[3], 1991	34,0	16,0	0	34,0	0	0	16,0	0	-
Ciudad de México[4], 2003	63,0	14,0	1,0	16,0	-	5	-	-	-
Rio de Janeiro[5], 1996	61,0	2,3	3,1	11,5	0,2	-	19,7	1,3	0,9
Santiago[6], 2001	28,4	4,5	-	23,5	-	1,3	36,5	1,9	4,0
São Paulo[3], 1997	26,0	5,0	2,0	31,0	1,0	0,0	35,0	0	-
Shanghai[2], 2001	18,0	2,0	0	4,0	2,0	2,0	44,0	28,0	-

Fuentes:
1. OTP (2003)
2. Xu, K. (2004)
3. Vasconcellos, E. (2001)
4. SETRAVI (2003)
5. IplanRio (1996)
6. Ciudad Viva (2003)

mejorado en BRT, continúan sirviendo como la columna vertebral principal de transporte público en muchas ciudades. En ciudades con metros y/o sistemas de riel elevados, tales como Ciudad de México y Bangkok, los números servidos por los sistemas de riel son menores que el 15% de los viajes diarios (Tabla 2.7).

Mientras que los sistemas de metro frecuentemente reciben la mayor proporción de inversiones de transporte público así como atención política, la realidad es que los sistemas subfinanciados de buses siguen transportando una proporción gigante de usuarios. Este hallazgo no disminuye la importancia de los trenes de alta capacidad al servir los corredores clave. No obstante, puede indicar que las ciudades deben considerar evaluar las decisiones de inversión con base en el número de pasajeros servidos.

Las Figuras 2.44 a 2.47 ilustran el trato diferencial que se da a veces a los servicios de buses. Tales ejemplos demuestran el estatus relativamente bajo que los tomadores de decisión dan a los servicios de transporte sobre vías. Aunque con frecuencia sirven la mayoría de los viajes dentro de una ciudad, la financiación es bastante escasa.

Figuras 2.44 y 2.45
La calidad de la experiencia de los usuarios varía en gran medida en Singapur, dependiendo si el sistema de riel (foto izquierda) o el sistema de bus (foto derecha) se utiliza. Mientras que el sistema sobre rieles de Singapur ha recibido más inversiones, lleva menos de la mitad de los pasajeros que mueve el sistema de buses, 1,2 millones de viajes por día en riel y más de 3 millones de viajes por día en bus.
Foto Izquierda por Calvin Teo; Foto derecha por Karl Fjellstrom

Figuras 2.46 y 2.47
En Chengdu (China), aunque los automóviles privados son utilizados únicamente por el 3 por ciento de los viajes (foto izquierda), la infraestructura para los automóviles está siendo expandida rápidamente, con pérdidas de espacio para los usuarios del transporte no motorizado. Al mismo tiempo, las bicicletas representan una proporción modal del 43 por ciento y el sistema de buses mal mantenido mueve el 10 por ciento de los viajes (Foto derecha).
Fotos por Karl Fjellstrom

2.2.4.5 Frecuencias del servicio

El tiempo de viaje también está afectado en gran medida por la frecuencia del servicio de transporte público proporcionado. El servicio de alta frecuencia implica menores tiempos de espera para los usuarios. La frecuencia del servicio también afecta la percepción sobre la confiabilidad del sistema y la competitividad del automóvil.

Mientras una frecuencia de cinco a diez minutos no puede parecer larga en términos relativos, desde la perspectiva del pasajero un tiempo de espera tendrá valores percibidos más altos. Los usuarios pueden percibir el tiempo de espera hasta dos o tres veces más alto que la duración real. Así, una espera de cinco a diez minutos puede parecer como de 30 minutos para el pasajero que espera, especialmente cuando tiene una cita urgente o cuando está tarde para el trabajo. Las largas esperas pueden contribuir a incrementar el estrés y la insatisfacción general con el servicio. Las esperas largas pueden implicar mayores riesgos, en términos de la exposición al robo y al crimen violento. El no tener tiempos de espera en los vehículos privados y motocicletas, es una de las grandes atracciones hacia estas opciones de transporte.

Ya sean las tecnologías sobre ruedas o sobre rieles pueden proporcionar servicios de alta frecuencia. La restricción principal a las frecuencias cortas de los vehículos (*headway* en inglés) (es decir el tiempo entre diferentes conjuntos de trenes o vehículos al llegar a la estación) es la seguridad vial. No obstante, las tecnologías de cambio de hoy en día permiten que los conjuntos de trenes sobre rieles lleguen a 60 segundos entre sí. Los sistemas basados en buses son capaces de mantener distancias más cortas. No obstante, el servicio altamente frecuente puede llevar al apiñamiento de los vehículos y así resultar finalmente en retrasos y velocidades promedio más lentas.

En la práctica, algunas tecnologías pueden estar en desventaja en términos de la frecuencia de servicio, debido al perfil de demanda local. Por ejemplo, la popularidad de los vehículos de LRT en América del Norte y Europa se debe en parte a la posibilidad de llevar a 400 pasajeros utilizando sólo un conductor. Esta característica ayuda a reducir los costos de personal, que son relativamente altos en estos países. No obstante, el otro lado de la ecuación es que los vehículos de mayores capacidades tienden a resultar en menores frecuencias de servicio, especialmente en ciudades de América del Norte con números relativamente bajos de pasajeros. La mejor frecuencia es debida a la necesidad de llenar de manera adecuada los vehículos de transporte público, de tal manera que operen de manera eficiente. La Tabla 2.8 muestra frecuencias de servicio de pico y valle para algunos sistemas basados en rieles de los Estados Unidos.

Tabla 2.8: Frecuencia de servicio para sistemas basados sobre rieles

Sistema	Frecuencia pico (minutos)	Frecuencia valle (minutos)
Tren Ligero de Denver	3–6	9–26
Miami MetroRail	6	10–60
Portland MAX	5–13	13–33
St. Louis MetroLink	10	10–30
San Diego Trolley	9–15	15–30

La determinación del tamaño apropiado de los vehículos de transporte público puede ayudar a dejar la frecuencia de servicio, en el rango de dos a cinco minutos por todo el día. Los sistemas BRT han sido exitosos en mantener altas frecuencias de servicio y rentabilidad del sistema al mismo tiempo. Las frecuencias más altas son particularmente factibles en ciudades en desarrollo donde los flujos de pasajeros son relativamente altos.

2.2.4.6 Confiabilidad

La confiabilidad está relacionada con el nivel de confianza que uno tiene en la capacidad del sistema de transporte público para desempeñarse. El concepto de confiabilidad está relacionado con las discusiones anteriores sobre tiempo de viajes y frecuencia de servicio, pero también puede referirse a otras características del sistema como comodidad y seguridad vial.

Un servicio poco confiable puede crear un alto grado de estrés personal, si un usuario no sabe cuándo llegará un vehículo a la estación. Los servicios de poca confiabilidad llevan a usuarios no cautivos a buscar opciones de viaje más robustas, tales como los vehículos privados.

Cada tipo de sistema de transporte público tiene diferentes características en relación con la

confiabilidad. La frecuencia de daños en el servicio, el tiempo para reponer los vehículos fuera de operación y la capacidad de respuesta operacional de los cambios en la demanda afectan la confiabilidad general. Los metros, el LRT y el BRT tienen récords excelentes de confiabilidad, particularmente al ser comparados con servicios de transporte público más convencionales. Los derechos de vía segregados ayudan a controlar mejor las frecuencias de servicio y las frecuencias de vehículos. Los sistemas con separación a desnivel completa, tales como los metros subterráneos, tienen una ventaja particular en términos de evitar los incidentes no previstos en las intersecciones con el tráfico mixto.

La flexibilidad relativa de los vehículos de BRT para operar dentro y fuera de la infraestructura segregada permite ajustes inmediatos a las eventualidades. El servicio puede continuar mientras se realizan reparaciones o se sacan vehículos. Los problemas de operación en un metro o vehículo LRT pueden requerir tiempo adicional para acciones correctivas. Hasta que el vehículo fuera de funcionamiento se saque del sistema, puede haber disrupción en el servicio.

Otro punto es el impacto de consideraciones de climas extremos en el sistema. Los sistemas que son completamente subterráneos son inmunes a tales problemas, aunque una falla de suministro de electricidad relacionada con el clima puede tener un impacto. El hielo en los rieles y los carriles segregados puede hacer lento y hasta detener por completo los servicios.

Figura 2.48
El desempeño de «viaje suave» de los sistemas basados sobre rieles hace que las actividades de agregar valor, tales como leer o estudiar, sean más fáciles de realizar.
Foto por Lloyd Wright

2.2.4.7 Comodidad

El nivel de comodidad de un sistema depende de varias características de diseño que son, hasta cierto punto, independientes del tipo de transporte masivo. Las sillas en la estación y la protección de los elementos dependen del diseño del sistema. Los sistemas subterráneos tienen la ventaja de una mejor barrera natural de las condiciones de clima exteriores. El diseño interior de los vehículos también depende de las especificaciones de diseño y puede ser de igual calidad para los servicios tanto de riel como de BRT. No obstante, algunos tipos de tranvías pueden ser menos anchos, lo cual puede limitar las opciones de diseño y en algunos casos crear un ambiente más aglomerado para el usuario.

La comodidad en el viaje es un área potencial de diferencia significativa entre los vehículos de BRT y los vehículos sobre rieles. El riel es típicamente acreditado con un desempeño de viaje más suave, tanto durante arranques y paradas, como durante la operación completa. Un desempeño más suave permite con mayor facilidad la realización de actividades de valor agregado para el usuario, tales como leer (Figura 2.48). No obstante, no todos los sistemas de riel proporcionan la misma calidad de viaje. La tecnología del monorriel de Kuala Lumpur da una experiencia de viaje poco estable. Adicionalmente, los sistemas de tranvías más viejos también pueden no proporcionar un viaje totalmente suave. Los vehículos de plataforma baja pueden ser susceptibles a las imperfecciones de superficie en el carril segregado, que resultarán en un viaje menos estable. Los vehículos de plataforma alta con entrada de rampas pueden mitigar mejor esta cuestión a través de una suspensión mejorada. Con este tipo de vehículos en los BRT de ciudades como Bogotá, Curitiba y Guayaquil las actividades a bordo tales como leer son bastante probables. No obstante, en general, la suavidad del viaje de los vehículos sobre rieles es superior a la de los vehículos de BRT.

Figura 2.49
Un peatón tuvo una lesión grave cuando una parte del monorriel de Kuala Lumpur se cayó durante sus pruebas iniciales.
Foto por Calvin Teo

2.2.4.8 Seguridad vial

Los carriles segregados para vehículos de riel y BRT ayudan a reducir la probabilidad accidentes, haciendo estas opciones de transporte masivo relativamente más seguras sobre otros servicios más estándar. Los servicios de separación a desnivel, tales como los metros subterráneos, particularmente se benefician de evitar tales conflictos. Tanto los sistemas de BRT y LRT afrontan riesgos potenciales cuando cruzan intersecciones. La apertura del sistema LRT de Houston (EE.UU.) se ha encontrado con una tasa de accidentalidad mayor a la esperada, entre vehículos privados y el LRT. De la misma manera, la apertura del sistema BRT Orange Line en Los Ángeles tuvo problemas en intersecciones entre los carros y los vehículos de BRT. Los propietarios de los vehículos privados están poco acostumbrados a la presencia y operación de los vehículos de transporte público segregados, y pueden estar poco preparados para las implicaciones que esto tenga.

Los sistemas totalmente separados a desnivel sí tienen otro tipo de riesgos que pueden afectar la seguridad vial. Las velocidades máximas logradas bajo suelo y en sistemas elevados implican que, en el evento de un problema, hay una mayor probabilidad de lesiones serias y muertes. Justo antes del lanzamiento del Monoriel de Kuala Lumpur, una llanta de repuesto se soltó y cayó a la superficie, golpeando a un periodista que estaba caminando cerca del sistema (Figura 2.49). La lesión resultante requirió de una hospitalización. De la misma manera, el monorriel de Las Vegas también tuvo partes que se cayeron a la calle, durante su primer año de operación. Además, los sistemas subterráneos y elevados tienen problemas adicionales al evacuar a los usuarios durante una emergencia del sistema. Los pasajeros pueden estar encerrados durante varias horas antes de ser evacuados de manera segura. No obstante, en general, los sistemas modernos de metros tienen un récord ejemplar tanto de confiabilidad como de seguridad.

Figura 2.50
Aunque es un sistema maravilloso de transporte público en el área de Tokio, la estación central del monorriel de Tokio requiere que sus pasajeros suban tres pisos para acceder a la estación.
Foto por Lloyd Wright

2.2.4.9 Servicio al usuario

Las características del servicio al cliente son igualmente posibles tanto para los sistemas BRT, como para los basados sobre rieles. Los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) que informan a los pasajeros sobre los tiempos de llegada, mapas claros e instrucciones de pago, y personal amigable y colaborador no son dependientes del tipo de sistema de transporte público.

No obstante, la provisión de infraestructura de servicio al cliente puede estar relacionada con la inversión de capital disponible. Los sistemas con grandes presupuestos pueden estar en una mejor posición para proporcionar características de usuarios tales como sillas cómodas, vehículos y estaciones con aire acondicionado, y ambientes estéticamente placenteros. De otro lado, los sistemas que requieren grandes inversiones en carriles, estaciones y terminales pueden tener pocos recursos capitales restantes para estar atentos a

la comodidad de los usuarios. La estación central del monorriel de Tokio está localizada en el tercer piso de un edificio comercial en Tokio central. No hay elevadores ni escaleras eléctricas para acceder a la estación y los pasajeros deben subir tres pisos a pie (Figura 2.50). Dado que el monorriel da servicio al Aeropuerto Haneda, muchos pasajeros entran al sistema con grandes maletas y tienen muchas dificultades para llegar a la plataforma de la estación por escaleras. El presupuesto significativo para la infraestructura del sistema ha restringido la posibilidad de los desarrolladores de proporcionar serivicios para usuarios tales como escaleras eléctricas.

2.2.4.10 Integración

La posibilidad de hacer transferencias de manera cómoda y fácil, entre servicios de alimentación y servicios troncales, es una determinante principal de atracción al sistema. Los servicios de transferencia mal ejecutados frecuentemente comparten algunas de las siguientes características:

- Distancias físicas largas separan los dos servicios que involucran una transferencia; por ejemplo, los usuarios pueden tener que cruzar una calle para hacer la transferencia;
- La transferencia se realiza en un área sin protección de condiciones extremas del clima;
- Las transferencias tienen mal planificados los tiempos y se requieren largos periodos de espera; y
- Los usuarios deben pagar dos veces para transferir entre líneas.

Las transferencias con dichas características hacen poco para fomentar la buena voluntad de los usuarios. De manera inversa, una transferencia sin tarifa conducida en un ambiente placentero, seguro y controlado con una breve espera minimizará el sentimiento indeseable hacia las transferencias.

Figura 2.51
Siempre que hay una diferencia a nivel entre servicios de transporte público habrá retos para facilitar las transferencias, especialmente para los discapacitados físicamente.
Foto cortesía de UITP

En teoría, las transferencias fáciles son posibles con cualquiera de las tecnologías de transporte público. En la práctica, el costo de facilitar las transferencias entre los sistemas con diferentes características físicas, operacionales y de costo pueden tener retos. Como se anotó anteriormente, los servicios de buses tienden a ser la columna vertebral de la mayoría de los sistemas de transporte público de la ciudad, incluso cuando un sistema basado sobre rieles está operando en corredores principales. Los sistemas de transporte masivo deben integrarse con servicios convencionales de buses, de tal forma que continúen los servicios en los vecindarios de menores densidades. Los sistemas basados en superficie, tales como el LRT y el BRT, tienen una ventaja física inmediata en facilitar transferencias más simples a nivel.

Los sistemas separados a desnivel, tales como los subterráneos o elevados, implican que las transferencias deban pasar por una distancia vertical. Mientras que la discontinuidad física puede ser sobrepasada con el uso de escaleras, escaleras eléctricas, y ascensores, en algunos casos estas transferencias son bastante difíciles físicamente, especialmente para los muy jóvenes, las personas de la tercera edad, y los discapacitados físicamente (Figura 2.51). Además, dirigir los usuarios de un sistema al otro requiere señalización clara y visible. Facilitar este tipo de coordinación entre dos sistemas gestionados independientemente, muchas veces no funciona bien. Allport (2000, p. S-6) nota estas dificultades con lo siguiente:

> «La integración con el sistema de buses es particularmente necesaria para la viabilidad de los metros, y frecuentemente difícil de lograr.»

No obstante estos retos, algunos sistemas de metro han hecho buenas obras, al sobrellevar las diferencias físicas, y han diseñado estaciones de integración efectivas. Hong Kong, Miami, Washington y São Paulo han tenido éxito en este área (Figura 2.52).

Además de facilitar las transferencias a nivel con los servicios convencionales de buses, los

sistemas BRT tienden a tener una ventaja en términos de integración operacional y de negocios. Primero, hay menor discontinuidad económica entre los servicios de alimentación de buses y un carril segregado exclusivo. Los dos sistemas están basados en buses y operan dentro de estructuras de costo similares. En las ciudades de países en desarrollo, tanto los servicios alimentadores como los servicios de carriles segregados operan sin subsidios. Así, encontrar un modelo de negocio es más fácil cuando se cuenta con integración y con una infraestructura compartida entre servicios alimentadores y de línea troncal. En contraste, complementar un sistema que requiere subsidios operacionales con otro sin subsidios puede ser difícil, en términos de la distribución de la ganancia. En tales instancias, desarrollar un modelo de negocio integrado puede ser más complejo.

Segundo, algunos sistemas BRT son capaces de eliminar la distinción entre servicios alimentadores y troncales. En ciudades como Porto Alegre (Brasil), los vehículos de transporte público de varias rutas utilizan el mismo corredor troncal, pero éstos después salen del carril segregado para servir directamente diferentes áreas de alimentación. La ciudad de Guangzhou (China) está desarrollando un sistema con una premisa similar. Operar sistemas basados en rieles en vecindarios de menores densidades generalmente no es viable económicamente.

Acomodar otros tipos de servicios de alimentación es igualmente importante. Llegar a la estación de transporte público en taxi, bicicleta o caminando debe ser considerado en el diseño del sistema. Se diseña para estos modos independientemente del tipo de transporte público. No obstante, en algunos casos, los sistemas subterráneos pueden ser capaces de proporcionar más espacio para el estacionamiento de bicicletas, que los sistemas LRT y BRT sobre el separador central. En todos los casos, las áreas terminales deben proporcionar suficiente espacio para incluir infraestructura para las bicicletas. Permitir las bicicletas a bordo del vehículo es una ventaja significativa para el usuario que puede utilizar la bicicleta para llegar al destino final. En los vehículos de transporte público angostos, tales como los sistemas de tranvía, la posibilidad de entrar con una bicicleta puede no ser posible físicamente.

Figura 2.52
El carril segregado de Miami se integra de cerca con el sistema de riel elevado de la ciudad.
Foto por Lloyd Wright

2.2.4.11 Imagen y estatus

«Un hombre que, después de la edad de 26, se encuentra en un bus puede verse así mismo como un fracasado.»

—Margaret Thatcher, ex Primera Ministra de Inglaterra, 1925–

La imagen percibida y el estatus del sistema de transporte público es un determinante principal para atraer demanda, particularmente para los usuarios no cautivos del transporte público que tienen otras alternativas. El sistema de transporte público mejor diseñado del mundo se vuelve insignificante si los clientes no lo encuentran suficientemente atractivo para utilizarlo.

Los sistemas basados sobre rieles tradicionalmente han mantenido la punta de lanza, al crear una imagen moderna y sofisticada. Tal ventaja se vuelve particularmente importante cuando se quiere atraer viajes de los usuarios del automóvil. Al mismo tiempo, la imagen tradicional del bus es relativamente pobre. Atraer usuarios de ingresos medios y altos al bus puede ser difícil. Las cuestiones de imagen, no obstante, no son totalmente restringidas a la tecnología de buses. Los sistemas viejos o mal mantenidos basados sobre rieles también pueden evocar imágenes que no son totalmente favorables para atraer a los usuarios (Figuras 2.53 y 2.54).

El problema de la imagen es asociado más de cerca con la tecnología de buses. No obstante,

Figuras 2.53 y 2.54
Los sistemas sobre rieles no siempre tienen calidades estéticas superiores. Los sistemas de El Cairo (Foto izquierda) y Bucarest (foto derecha) muestran problemas de olvido y vandalismo.
Foto izquierda por Karl Fjellstrom; Foto derecha por Lloyd Wright

como se ha notado, los servicios tradicionales de servicios de buses y BRT tienen dos tipos distintos de servicio. Los sistemas BRT han hecho mucho para crear una identidad moderna y única. Las estaciones de abordaje modernas como tubos ayudaron a crear una impresión dramáticamente nueva para el servicio. Los vehículos modernos que cubren sus llantas y simulan la forma redondeada de los vehículos LRT también ayudan a crear una nueva imagen (Figura 2.55).

Hasta la fecha, el éxito de los sistemas BRT en ciudades tales como Bogotá, Brisbane y Curitiba ha disipado gran parte de esas preocupaciones de imagen. Se ha notado que los usuarios en Bogotá no dicen que «van a tomar el bus» sino que dicen que «van a tomar TransMilenio». El mercadeo del nombre del sistema y la calidad del servicio ha sido efectiva para crear una imagen tipo metro.

No obstante, en las ciudades desarrolladas de América del Norte y Europa Occidental, la percepción del BRT versus el transporte sobre rieles es todavía una consideración de toma de decisiones importante.

2.2.5 Impactos

Las características de diferentes tecnologías de transporte público pueden resultar en diferentes impactos, como se miden por indicadores urbanos, económicos, ambientales y sociales. Dado que el transporte público es utilizado frecuentemente como una medida política para lograr una variedad de metas sociales, un análisis de los impactos de cada sistema es una parte legítima de la evaluación tecnológica.

Figura 2.55
Los vehículos modernos pueden dar a los sistemas BRT una imagen altamente profesional. El vehículo en esta foto es un bus Civis y no un tren ligero.
Foto cortesía de US TCRP media library

2.2.5.1 Impactos económicos

Los impactos económicos pueden incluir la posibilidad del sistema de transporte público de fomentar el crecimiento económico, estimular los trabajos y motivar la inversión. Un objetivo premiado de los sistemas de transporte público es motivar el Desarrollo Orientado hacia el Tránsito (TOD, por sus siglas en inglés), lo cual se refiere a la densificación del desarrollo a lo largo de los corredores. Si un proyecto de transporte público se implementa exitosamente, la creación de corredores densificados puede ayudar a incrementar los valores de propiedad, así como los niveles de ventas en tiendas.

Aunque la investigación que vincula los proyectos de transporte público con los valores de propiedades y ventas todavía es limitado, los resultados hasta la fecha indican una correlación positiva. La investigación del Área de la Bahía de San Francisco indicó una ganancia de US$ 1.578 por cada 0,03 km de cercanía que tuviera un hogar a una estación de metro BART (Lewis-Workman y Brod, 1997). De manera similar, los resultados del sistema Metro de Washington muestran una ganancia de 2,4 a 2,6% en alquileres de apartamentos, por cada 0,16 de cercanía a una estación (Benjamin y Sirmans, 1996). De la misma manera, los sistemas LRT han producido resultados similares. La evidencia sugiere que el sistema MAX de Portland ha producido una ganancia de US$ 2.300 para los hogares localizados en una cercanía de 0,06 kilómetros del sistema (Dueker y Bianco, 1999). Adicionalmente, Cervero y Duncan (2002a) encontraron que los hogares cercanos al sistema LRT de San Diego incrementaban en valor del 2,1 por ciento al 8,1 por ciento, dependiendo de la distancia de una estación.

Mientras ha habido relativamente poco análisis de impactos de propiedad del BRT, hay alguna evidencia que sugiere impactos positivos similares. Las filas de desarrollos de edificios altos a lo largo de los carriles segregados de Curitiba son indicaciones fácilmente visibles de que existe una relación (Figura 2.56). De la misma manera, muchos centros comerciales ahora están siendo desarrollados a lo largo de los corredores de BRT de Bogotá. De hecho, Rodríguez y Targa (2004) encontraron que los valores de renta de apartamentos en Bogotá se habían incrementado entre 6,8 por ciento y 9,3 por ciento, por cada cinco minutos de cercanía a la localización de una estación de BRT. Adicionalmente, durante un periodo de tres meses después de la construcción del sistema en Brisbane (Australia), los valores de suelo a lo largo del corredor se incrementaron en 20 por ciento (Hazel y Parry, 2003).

Debe anotarse que también existen estudios que no muestran incrementos de valores de propiedades a partir del desarrollo de transporte público. Por ejemplo, Cervero y Duncan (2002b) no encontraron efectos apreciables ni de la Línea Roja de Los Ángeles, ni de sus servicios mejorados de buses. Un estudio de 1998 del Supertram en Sheffield (Reino Unido) tampoco dio indicaciones de impactos en valores de propiedades (Dabinett, 1998). Así, la calidad y contexto local del desarrollo juega un rol principal en determinar el nivel de beneficio. Algunos autores también han asegurado que el beneficio de desarrollo local del BRT puede ser menos que el de opciones de rieles. Esta aseveración está basada en la idea de que el BRT puede ser percibido como menos permanente que la infraestructura de riel. La percepción de permanencia es bastante importante para los desarrolladores de propiedades que estarían en riesgo si un proyecto de transporte público se remueve posteriormente. Hasta la fecha, no hay datos exactos que indiquen que el BRT se percibe como menos permanente. Como se nota arriba, los resultados de Brisbane y Bogotá indican que

Figura 2.56
El desarrollo de edificios altos a lo largo del sistema BRT de Curitiba ilustra la posibilidad del transporte público de orientar el desarrollo de la ciudad.
Foto cortesía de la Ciudad de Curitiba

al igual que el transporte sobre rieles, el BRT puede producir ganancias en desarrollo.

La generación de empleo es otra medida económica de impacto de un proyecto. Los proyectos de transporte público generan empleo a través de la fase de planificación y construcción, provisión de equipos (es decir, vehículos) y operación. En las ciudades en desarrollo, la creación de empleo tiende a ser un factor bastante importante. Los proyectos que en última instancia reducen los niveles de empleo, en comparación con servicios de transporte previos, son políticamente difíciles de realizar. En contraste, en el contexto de ciudades en desarrollo, los costos de trabajo representan un componente más grande de costos operativos y así son un objetivo para la reducción en la medida de lo posible.

La construcción de BRTs puede proporcionar un alto nivel de empleo en relación con el nivel de inversión. La construcción de metros también proporciona empleo, pero gran parte de los gastos del proyecto se van hacia la costosa maquinaria requerida para las actividades de construcción de túneles. En Bogotá, la primera fase de TransMilenio S.A. produjo 4.000 empleos directos durante la construcción. La operación de los primeros 40 kilómetros del sistema también generó empleo a largo plazo a 2.000 personas.

La fabricación de los vehículos de transporte masivo tiene el potencial, no solamente para ganancias de empleo local, sino también la transferencia de nueva tecnología a una nación. Los grandes fabricantes internacionales de buses han establecido fábricas de producción en ciudades de BRT como Curitiba, São Paulo, Pereira (Colombia) y Bogotá. Las economías de escala más pequeñas involucradas en la fabricación de buses quiere decir que la fabricación puede llevarse con una relación costo-beneficio positiva a nivel local. Las economías de escala con la producción de vehículos sobre rieles implican que es difícil transferir la fabricación de las plantas centrales en países como Canadá, Francia, Alemania, España y Japón. La importación de vehículos lleva consigo costos y riesgos particulares, como los impuestos de importación y fluctuaciones de monedas a largo plazo. Adicionalmente, la importación de vehículos sobre rieles tiende a crear una situación extraña, donde la financiación de impuestos en naciones de bajos ingresos está apoyando el empleo y el desarrollo de tecnología en naciones más ricas. No obstante, al mismo tiempo, los vehículos sobre rieles generalmente representan un nivel más alto de sofisticación tecnológica; este factor puede ser una consideración para los países interesados en oportunidades de transferencia tecnológica.

Todos los sistemas de transporte público nuevos presentan tanto una oportunidad, como una amenaza en términos de empleo operacional. Mientras que en las naciones desarrolladas la reducción de empleo a través de vehículos sobre rieles de capacidad más alta es un aspecto positivo en términos de reducción de costos operacionales, este aspecto puede ser negativo desde la perspectiva de las naciones en desarrollo que buscan incrementar el empleo. De la misma manera, los sistemas BRT pueden implicar una reducción de empleo donde los vehículos más pequeños son esencialmente reemplazados por un vehículo articulado más grande. En Bogotá, este impacto fue mitigado por el hecho de que los conductores pasaron a trabajar turnos más cortos en el sistema nuevo (y con ingresos iguales o superiores). Anteriormente un conductor trabajaba hasta 16 horas por día. En el sistema actual, más conductores comparten el mismo vehículo. De la misma manera, el nuevo empleo fue creado a través de nuevas condiciones relacionadas con el recaudo de la tarifa, administración y gestión, y seguridad.

No obstante, todos los nuevos sistemas de transporte masivo tienen el potencial para incrementar la eficiencia económica, a través de reducciones en congestión y ganancias subsecuentes a través de la cadena de oferta. A largo plazo, estos sistemas pueden ser la columna vertebral del crecimiento económico mejorado. No obstante, los impactos negativos a corto plazo en niveles de empleo deben ser manejados con gran sensibilidad y cuidado.

2.2.5.2 Impactos ambientales

Todas las opciones de transporte público producen impactos ambientales cuando reemplazan viajes que habrían sido realizados en transporte motorizado individual. Así, la cantidad de demanda esperada y la cantidad de personas

que cambian de vehículos privados a transporte público es un determinante significativo al calcular los beneficios ambientales. La capacidad que tienen los sistemas de transporte masivo para motivar a los usuarios del automóvil a cambiar a transporte público, depende de varios factores como el costo y desempeño del servicio. La conveniencia del uso del automóvil implica un reto competitivo. No obstante, la investigación en Bogotá indicó que aproximadamente el 20% de los usuarios de TransMilenio S.A. anteriormente utilizaban vehículos privados (TransMilenio S.A., 2005).

El tipo de combustible utilizado en los vehículos de transporte público también contribuye a los impactos ambientales generales. Los vehículos de LRT y metro casi siempre son electrificados. Los vehículos de BRT pueden utilizar una variedad de formas de combustible, incluyendo diesel, gas natural comprimido (CNG), gas petróleo liquido (LPG), diesel híbrido-eléctrico y electricidad. El sistema BRT de Beijing utiliza diesel Euro 3. El sistema de Bogotá actualmente utiliza una mezcla de vehículos Euro 2 y Euro 3. La línea Trole de Quito es un sistema eléctrico de trolebús. La Orange Line de Los Ángeles utiliza tecnología de vehículos CNG. Las ciudades brasileñas ahora están observando de cerca cómo adaptar la tecnología híbrido-eléctrica a los sistemas BRT.

Los sistemas de transporte público electrificados no producen emisiones al ambiente a nivel local. En contraste, los sistemas BRT propulsados por combustibles fósiles producen emisiones locales. Así, los sistemas sobre rieles están esencialmente libres de emisiones a nivel de la calle. No obstante, el desempeño global medioambiental de tales sistemas depende del tipo de combustible utilizado para generar la electricidad.

Las fuentes renovables como biomasa, hidro, solar y viento son relativamente limpias, pero éstas sólo constituyen un bajo porcentaje de generación eléctrica total. El gas natural también es una fuente energética relativamente limpia, pero el proceso de combustión no produce emisiones como óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono. La energía nuclear no es utilizada en países desarrollados pero, en cualquier caso, conlleva a otro tipo de problemas serios de desperdicio. Finalmente, el carbón es aún una fuente energética grande para la generación de electricidad, particularmente en naciones en desarrollo tales como China, India, Indonesia y Sudáfrica. La combustión del carbón produce cantidades significativas de óxidos de nitrógeno y óxidos de azufre, que son precursores de la lluvia ácida. La combustión de carbón también produce emisiones significativas de gases invernadero. Si el carbón es un constituyente principal de la oferta de electricidad, las emisiones totales de transporte electrificado pueden exceder las emisiones de vehículos con propulsión directa de gas natural o tecnología de diesel limpio.

Mientras que los vehículos de BRT también pueden ser propulsados por electricidad, éstos utilizan con mayor frecuencia el gas natural o combustibles de diesel limpio. La cantidad de emisiones de gas natural o vehículos de diesel limpio depende de varios factores, incluyendo características locales geográficas y topológicas, calidad del combustible y forma de conducción. Los sistemas de BRT, incluso en naciones en desarrollo, tienen niveles de emisiones bastante fuertes y son, normalmente, una mejora dramática sobre los servicios de buses estándar anteriores. No obstante, los vehículos de gas natural y los vehículos de diesel limpio sí emiten alguna cantidad de óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, materia particulada y óxidos de azufre a nivel local. Adicionalmente, estos vehículos también contribuyen a las emisiones de gases invernadero.

Los vehículos de transporte masivo también reducen las emisiones a través de operaciones más suaves. Con menores paradas en estaciones y menores conflictos con vehículos de tráfico mixto, el transporte masivo en corredores dedicados es menos propenso a ineficiencias operacionales.

Además de las emisiones del aire, el transporte público también es un factor contribuyente al nivel global de ruido ambiental de una ciudad. Dado que un vehículo de transporte público es igual a 100 o más vehículos individuales, la reducción en ruido, como la reducción en emisiones de aire, pueden ser considerables si la demanda se incrementa. Así, el transporte público en general contribuye a menores niveles de ruido en una ciudad. Los sistemas

electrificados, como el LRT, metros y los troles eléctricos, son particularmente silenciosos en operación. No obstante, los sistemas sobre rieles y troles también pueden producir ruido excesivo, especialmente al frenar.

El ruido generado por los frenos puede ser particularmente amplificado dentro de túneles, tales como sistemas metro. El ruido del sistema de metro BART en el área de bahía de San Francisco regularmente excede los 100 decibeles. No obstante, el impacto de los sistemas subterráneos tiende solamente a afectar a los pasajeros y al personal, y generalmente tiene poco o ningún impacto a nivel de superficie. El nivel de ruido máximo permitido para los sistemas de BRT como Bogotá es generalmente 90 decibeles. En general, los sistemas electrificados, ya sean sobre rieles o trolebuses, proporcionan un ambiente de operación más silencioso.

2.2.5.3 Impactos sociales

Los impactos sociales se refieren a la posibilidad de crear más equidad social dentro de una ciudad, gracias a un nuevo sistema de transporte público. Este factor se relaciona con discusiones previas sobre asequibilidad y creación de empleo, así como cambios sociales debido al nuevo ambiente urbano. Los impactos sociales también se pueden referir a cambios en la seguridad y sociabilidad de las calles.

Los impactos potenciales del transporte público pueden incluir:

- Asequibilidad de tarifas, especialmente para grupos de menores ingresos;
- Creación de un ambiente social que motive las interacciones personales;
- Atracción de todos los segmentos de ingresos de la sociedad que ofrecen el punto de encuentro de todos los grupos de ingresos;
- Reducción del crimen y la inseguridad en el sistema de transporte público y en su ambiente alrededor.

Los niveles de tarifa más bajos sin subsidios en el BRT en ciudades en desarrollo pueden ayudar a hacer el sistema de transporte público accesible a un grupo social más amplio. Claramente, con los subsidios las tarifas en sistemas de LRT y metro pueden ser igualmente asequibles para la mayoría de la población. Los sistemas de metro de Ciudad de México y Delhi, por ejemplo, emplean subsidios de tarifa significativos para asegurar la asequibilidad. No obstante, este subsidio implica que los fondos públicos deban tomarse de otros servicios potenciales.

Los sistemas de transporte públicos también pueden proporcionar uno de los pocos lugares en una ciudad donde todos los grupos sociales pueden encontrarse e interactuar. Un sistema asequible y de alta calidad puede atraer clientes de sectores de ingresos bajos e ingresos altos. Este papel como un bien público común puede ser bastante saludable al crear una comprensión mutua, liberando las tensiones entre grupos sociales.

La regeneración de un área urbana gracias a las mejoras en transporte público puede tener beneficios sociales múltiples. Como fue anotado, la mejora de un área crea empleo y crecimiento económico. Adicionalmente, la evidencia sugiere que las mejoras de transporte público también pueden reducir el crimen. En general, mientras más prolijo sea el medio ambiente de transporte público, habrá menor probabilidad de crimen. Además, los niveles más altos de vigilancia pueden también actuar como un factor negativo. Las cámaras de seguridad y los botones de llamada de emergencia son frecuentemente utilizados tanto en BRT como en sistemas sobre rieles.

Los conjuntos de trenes más largos utilizados en sistemas basados sobre rieles tienden a crear mayor separación entre el conductor y gran parte de los pasajeros. Además, el conductor de un sistema sobre rieles generalmente está separado de los pasajeros por una pared encerrada. En contraste, la naturaleza abierta de un bus permite mayor conocimiento del conductor sobre cualquier problema de seguridad que pueda surgir en el vehículo. No obstante, muchos sistemas de metro cuidan la filmación regular de los carros del tren con personal de seguridad.

2.2.5.4 Impactos urbanos

Los sistemas de transporte público tienen un mayor impacto en la forma y calidad de la vida urbana. Un nuevo sistema de transporte público tendrá una influencia considerable sobre la forma física de una ciudad. Este impacto ocurre directamente a través de la infraestructura e indirectamente a través del desarrollo que ocurre

Figuras 2.57 y 2.58

Estas imágenes comparan la cantidad de espacio requerido para mover la misma cantidad de personas por vehículos privados (Foto izquierda) y por el transporte público (Foto derecha).

Fotos cortesía de Oficina de Planificación de la Ciudad de Münster

a lo largo del corredor como resultado. En el largo plazo, el sistema incluso influirá donde la gente decida vivir.

El sistema de BRT de Curitiba ha ayudado a concentrar bastante desarrollo a lo largo de los corredores exclusivos. Una ordenanza de planificación que restringió el desarrollo de edificios de gran altura en los corredores, también ayudo a lograr el desarrollo orientado en el tránsito. El vínculo entre transporte público y desarrollo es tan prominente que uno puede ver exactamente dónde están localizados los carriles exclusivos, incluso cuando se sobrevuela la ciudad en un avión, debido a la densidad de edificios comerciales y residenciales. Así mismo, esta densidad ayuda a la municipalidad en varias formas. Primero, más desarrollo cerca de las estaciones de transporte público quiere decir que más personas serán capaces de acceder y utilizar el sistema. Segundo, la mayor densidad urbana también implica que los costos municipales asociados con las conexiones de electricidad y agua se reducen. Conectar los servicios municipales con lugares suburbanos puede ser mucho más costoso.

En comparación con el transporte individual motorizado, el transporte público consume mucho menos del dominio público. Las Figuras 2.57 y 2.58 ilustran la diferencia en requerimientos de espacio entre 60 vehículos privados y 60 usuarios de transporte público.

Como modos de superficie, el BRT y LRT requieren uso de espacio de vía pública. Con sus guías fijas el LRT requiere menos ancho de vía que el BRT. Los ahorros en espacio son más

Figura 2.59

Los pilares que soportan los sistemas elevados, como se ve aquí en el Skytrain de Bangkok, pueden también consumir una cantidad considerable de espacio de superficie, especialmente en el separador central y a veces a lo largo de las aceras.

Foto por Lloyd Wright

importantes para los vehículos de tranvía más pequeños. Los metros, claramente, consumen la menor cantidad de espacio de superficie: únicamente los puntos de entrada y salida que salen a la superficie. Los sistemas elevados aún ocupan mucho espacio, debido a la necesidad de columnas de apoyo. Típicamente, los sistemas como el Skytrain de Bangkok requieren de un carril de espacio de superficie para proporcionar esta infraestructura. Adicionalmente, el espacio de acera normalmente también se toma cerca de estaciones para proporcionar escaleras y otros medios de acceso para llegar a las plataformas elevadas (Figura 2.59).

La conversión de carriles de tráfico a carriles de transporte público puede convertirse en argumentos altamente politizados tanto a favor como en contra de los carriles exclusivos. Con base en la mayor cantidad de viajes-pasajeros servidos de manera más eficiente espacialmente, se puede argumentar que el transporte público se merece una priorización. No obstante, los usuarios del automóvil muy probablemente se quejarán de que los carriles exclusivos de transporte público crean congestión. No obstante, un punto de vista alternativo sugiere que los vehículos privados también puedan ganar por la pérdida de un carril. En muchas ciudades en desarrollo, el transporte público y el tráfico mixto comparten el mismo espacio vial. Los conflictos se generan porque el transporte público y los vehículos privados tienen patrones de movimiento muy distintos. Los vehículos de transporte público, especialmente las operaciones informales de minibuses, se detendrán de manera bastante aleatoria. Los vehículos privados tienden a viajar directamente entre destinos. Así, la naturaleza aleatoria de los vehículos de transporte público tendrá un impacto negativo sobre las preferencias de flujo libre de los vehículos privados. La separación del transporte público de los vehículos privados puede llevar a mayor orden y tasas de flujo para todos los vehículos.

El uso de carriles exclusivos por BRT y LRT también puede resultar en una reducción general del uso de vehículos privados. El concepto de «tráfico inducido» ha sido utilizado para explicar cómo las expansiones en vías parecen atraer nuevo tráfico y últimamente hacen poco por mejorar la congestión. La evidencia de cierres de puentes y vías en Gran Bretaña y los Estados Unidos indica que una reducción en la capacidad vial reduce los niveles totales de tráfico, incluso cuando cuentan por transferencias potenciales de tráfico de otras áreas (Goodwin *et al.,* 1998). Así, la evidencia empírica sugiere que darle espacio vial exclusivo al LRT y BRT llevará a un uso reducido de vehículos privados y poco o ningún cambio en los niveles de congestión. El hecho de que los sistemas subterráneos de metros no consuman espacio vial puede entonces resultar en un incentivo reducido para que los motoristas cambien a transporte público. Dado que la vía existente aún estará disponible, cualquier motorista que cambie creará más espacio, motivando su vez mayor uso del vehículo privado.

2.3 Toma de decisiones sobre tecnologías

«Para cada problema complejo y difícil, hay una respuesta que es simple, fácil y errada.»

—H. L. Mencken, periodista, 1880–1956

2.3.1 Matriz comparativa

Este capítulo intenta proporcionar una vista general objetiva de las diferentes tecnologías de transporte público. Mientras este documento describe esquemáticamente el proceso de planificación para el desarrollo de un sistema de BRT, se reconoce que los sistemas sobre rieles pueden ser la elección de tecnología apropiada en muchas circunstancias. No hay una tecnología correcta. Como ha indicado este capítulo, la decisión depende de un amplio rango de factores locales.

La Tabla 2.9 resume los hallazgos de este capítulo y menciona las circunstancias donde cada tecnología es más útil de implementar.

2.3.2 Roles apropiados de la tecnología

«El orgulloso ministro de una corte ostentosa puede frecuentemente sentir placer al ejecutar un trabajo de esplendor y magnificencia, como una gran autopista, que es frecuentemente vista por la principal nobleza, cuyos aplausos no solamente apelan a su vanidad, sino que también contribuyen a apoyar su interés en la corte. Pero ejecutar una gran cantidad de trabajos pequeños, donde nada de lo que puede

hacerse puede hacer una gran aparición, o generar el menor grado de admiración en cualquier viajero, y que, en breve, no tiene nada que recomendarles sino su extrema utilidad, es una cuestión que parece en cualquier respecto de mucha bajeza para ameritar la atención de tan gran magistrado. Bajo tal administración, entonces, tales trabajos son casi siempre olvidados.» (La riqueza de las naciones)

—Adam Smith, economista, 1723–1790

La sabiduría convencional clásica, dentro de la planificación del transporte, era emplear sistemas sobre rieles donde fuese financieramente posible hacerlo. La filosofía significa que se debe gastar tanto como sea posible en un corredor específico, incluso si el mismo servicio se puede lograr con una solución de más bajo costo. Esta preferencia puede resultar en los sistemas de rieles dominando los corredores más lucrativos, con casi ninguna posibilidad de cubrir otras áreas de la ciudad. A su vez, este resultado puede implicar tarifas más altas, transferencias múltiples dentro de un mismo viaje, dificultades en la integración efectiva entre modos y un compromiso a largo plazo con los subsidios y el pago de capital.

No obstante, como la discusión de este capítulo ha anotado, hay varias circunstancias donde

Tabla 2.9: Matriz de decisiones de transporte público

Tecnología	Requerimientos de demanda	Ventajas	Desventajas
Metro/ sistema elevado sobre rieles	Demanda alta a muy alta (30.000 a 80.000 PPHPD)	■ Imagen superior para la ciudad ■ Velocidades comerciales altas (28–35 km/h) ■ Atrae usuarios de transporte público eventuales ■ Utiliza relativamente poco espacio público ■ Bajas emisiones locales	■ Costos de infraestructura muy altos (US$ 45 millones a US$ 350 millones por km) ■ Puede requerir subsidios operativos ■ Baja recuperación de ganancias durante períodos valle ■ Tiempos de desarrollo y construcción largos ■ Integración compleja con servicios de alimentación
Tren Ligero (LRT)	Demanda moderada de pasajeros (5.000 a 12.000 PPHPD)	■ Proporciona una buena imagen para la ciudad ■ Atrae usuarios de transporte público ocasionales ■ Viaje silencioso ■ Puede ubicarse en vías angostas ■ Bajas emisiones de aire locales	■ Costos de infraestructura moderadamente altos (US$ 15 millones a US$ 45 millones por km) ■ Puede requerir subsidios operacionales ■ Limitaciones con respecto a la capacidad de pasajeros
Sistemas de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT)	Demanda de pasajeros baja a alta (3.000 a 45.000 PPHPD)	■ Costos de infraestructura relativamente bajos (US$ 0,5 millones a US$ 14 millones) ■ Frecuentemente no requiere subsidios operacionales ■ Buenas velocidades comerciales (20–30 km/h) ■ Facilidad de integración con servicios de alimentación ■ Imagen moderadamente buena para la ciudad	■ Puede llevar consigo un estigma negativo de la tecnología de buses ■ Relativamente desconocido para varios tomadores de decisiones
Servicios convencionales de buses	Demanda baja de pasajeros (500 a 5.000 PPHPD)	■ Bajos costos de infraestructura ■ Costos operacionales relativamente bajos ■ Apropiados para ciudades pequeñas con baja demanda	■ Mala imagen de servicio ■ Frecuentemente les faltan servicios para usuarios y comodidad ■ Regularmente pierden su proporción modal a los vehículos privados

el metro y un tren elevado son totalmente apropiados. Estas circunstancias pueden incluir:

- Un ambiente de megaciudad con demanda real de hora punta que exceda los 30.000 a 45.000 PPHPD;
- Densidades estructurales o restricciones geográficas extremadamente limitadas (p. ej. una larga extensión de tierra limitada por agua o una montaña) que no permiten el uso de la superficie para carriles dedicados de transporte público); y,
- Disponibilidad de financiación capital en el rango de US$ 45 millones a US$ 200 millones por kilómetro.

De la misma manera, hay muchas circunstancias en las que los sistemas LRT son una elección de tecnología apropiada. Estas circunstancias incluyen:

- Demanda de corredores moderada, entre 5.000 PPHPD hasta 12.000 PPHPD;
- Ciudades buscando mejorar la imagen a través de un sistema visualmente atractivo; y
- Disponibilidad de financiación capital en el rango de US$ 13 millones a US$ 40 millones por kilómetro.

Estas características explican la prevalencia de los sistemas LRT en muchas ciudades Norteamericanas.

Finalmente, el BRT se ha reconocido de manera incremental como una opción de tecnología lógica para un amplio rango de condiciones de ciudad y especialmente para naciones en desarrollo que buscan una solución tanto de alta calidad como de bajo costo. La capacidad del BRT para operar de manera rentable en una amplia variedad de condiciones de operación y los costos relativamente bajos de su infraestructura ha hecho de ella una opción válida a considerar. Basados en las experiencias a la fecha, las condiciones más favorables para el BRT son:

- Demanda de pasajeros en el rango de 3.000 a 45.000 PPHPD a lo largo de un corredor dado;
- Necesidad de velocidades comerciales más allá de 20 km/h;
- Ciudades que buscan evitar la necesidad de subsidios operacionales; y
- Disponibilidad de financiación capital en el rango de US$ 1 millón a US$ 7 millones por kilómetro.

El amplio conjunto de condiciones de operación rentable del BRT ha dado a la tecnología alguna versatilidad en términos de ambientes compatibles de transporte público. Los sistemas BRT han cumplido una amplia gama de roles en las ciudades, incluyendo servicios troncales, servicios de alimentación a otras tecnologías de transporte masivo y soluciones temporales antes del paso al riel. La Tabla 2.10 describe los diferentes tipos de roles que un BRT puede asumir dentro de la estrategia de transporte público de una ciudad.

Bogotá ha demostrado que una mega-ciudad densamente poblada puede tener un buen servicio únicamente con BRT. Teniendo en cuenta las capacidades reales de hora punta de 45.000 PPHPD, se podría decir que el sistema BRT TransMilenio es compatible con varios sistemas de metros en términos de capacidad de demanda.

No obstante, un amplio rango de ciudades con sistemas sobre rieles pueden encontrar el BRT como una adición compatible a un sistema integrado. Como se anota arriba, emplear múltiples tecnologías sí trae consigo valores agregados y complejidad de gestión. No obstante, para las ciudades con infraestructura sobre rieles existentes y pocos recursos financieros, la elección puede ser BRT o esperar décadas para una expansión futura del sistema. Algunas ciudades con sistemas sobre rieles están viendo el BRT como una forma económica de extender o aumentar sus sistemas.

Tabla 2.10: Roles potenciales del BRT dentro de una estrategia de transporte masivo integrada

Tipo de servicio	Explicación
Servicio principal de transporte masivo	El BRT puede servir como una tecnología principal de transporte masivo para una ciudad, cubriendo todos los corredores troncales y proporcionando las rutas alimentadoras
Extensión de un metro	El BRT puede proporcionar una forma económica para extender el servicio de metro a áreas periféricas
Complemento de transporte masivo	El BRT puede proporcionar una medida económica de agregar líneas de transporte masivo a una ciudad que ya tiene algunos corredores sobre rieles
Servicio de alimentación	El BRT puede proporcionar un servicio de alimentación que se conecte con corredores de metro existentes
Conversión futura	El BRT puede servir como una entrada económica hacia un transporte masivo a la ciudad mientras se da la opción de una conversión futura al transporte sobre rieles

Medellín (Colombia) y Beijing son ciudades con dos corredores BRT en desarrollo que actuarán en concierto con un sistema sobre rieles existente. São Paulo utiliza el BRT como una forma de extender el área de alcance del sistema de metro hacia las ciudades satélite.

Una ciudad con pocos recursos financieros puede pensar en considerar el desarrollo de una red completa de BRT antes que un corredor sobre rieles limitado. Construir un corredor sencillo y limitado de alta tecnología tiene muy pocos efectos al proporcionar una red significativa para aquellas personas que dependen del transporte público para sus necesidades diarias de movilidad. Después de un tiempo, si el deseo de convertirlo a un sistema sobre rieles es fuerte, entonces esta posibilidad está siempre ahí como una opción de conversión futura. Para tales ciudades, el BRT puede proporcionar una red de calidad en el mediano plazo y así hace mucho para mejorar las presiones de la congestión, contaminación y el acceso inadecuado.

Pero como se ha mostrado repetidamente durante este capítulo, la decisión última sobre un sistema de transporte masivo no debe estar basada en una tecnología en particular. En lugar de esto, las necesidades del usuario deben prevalecer sobre todo. Poner las necesidades en el centro del proceso de diseño es un mecanismo para asegurar que se elija la tecnología más apropiada.

2.3.3 Los mitos y realidades del BRT

Como opción relativamente nueva, el BRT permanece desconocido para muchos tomadores de decisión. A la fecha con gran parte de la experiencia enfocada en unas pocas ciudades latinoamericanas, el BRT ha sido rodeado de varios mitos y malentendidos. La Tabla 2.11 presenta muchas de estas cuestiones. El BRT claramente no es la solución ideal de transporte público en todas las instancias y en muchos casos funciona mejor en conjunto con otras opciones. No obstante, es probable que el BRT se vea incrementalmente como una opción a considerar.

Tabla 2.11: Los mitos y realidades del BRT

Mito	Realidad
El BRT no puede competir con la capacidad de los sistemas sobre rieles	El sistema TransMilenio en Bogotá mueve 45.000 pasajeros por hora por sentido mientras que los corredores de São Paulo pueden también proporcionar capacidades de más de 30.000 pasajeros por hora por sentido. Tales números de capacidades son de hecho más grandes que muchos sistemas sobre rieles incluyendo todos los sistemas LRT y muchos sistemas de metro, tales como los de Londres, Santiago y Bangkok
BRT es solamente apropiado para ciudades pequeñas con bajas densidades poblacionales	Bogotá es una mega-ciudad de 7 millones de habitantes con una densidad poblacional de 240 habitantes por hectárea. En comparación, las densidades poblacionales de ciudades selectas en Asia con sistemas sobre rieles son: Manila, con 198 habitantes por hectárea; Bangkok, con 149 habitantes por hectárea; Kuala Lumpur, 58,7 habitantes por hectárea (Newman y Kenworthy, 1999).
El BRT requiere una gran cantidad de espacio vial y no se puede construir en vías angostas	Existen soluciones de diseño para casi toda circunstancia de espacio vial. Quito utiliza un sistema de BRT que cruza calles de 3 metros de ancho en su centro histórico.
El BRT no puede competir con opciones sobre rieles en términos de velocidad y tiempo de viaje	Las velocidades comerciales promedio para los sistemas BRT son generalmente en el rango de 20 a 30 km/h. Como una opción de transporte en superficie, el BRT reduce los tiempos de viaje a través de acceso rápido a estaciones y plataformas. Un estudio del US GAO encontró una comparación de sistemas BRT y LRT de hecho mostró que los sistemas BRT producían velocidades promedio más altas (US GAO, 2001).
El BRT utiliza vehículos con llantas de caucho que son una tecnología inferior; los usuarios nunca aceptarán el BRT	Es dudoso que alguien en Bogotá, Curitiba, Guayaquil o Pereira sienta que tienen una «tecnología inferior». La apariencia de las estaciones de BRT, terminales y vehículos pueden ser construidos para que parezca tan sofisticado e invitador como cualquier opción sobre rieles.
El BRT no puede proporcionar el desarrollo orientado hacia el tránsito y las ventajas de uso de suelos de los sistemas sobre rieles	Uno sólo necesita ver las filas de desarrollos de altas densidades que han ocurrido en los corredores de BRT de Curitiba, para darse cuenta que el BRT puede generar un desarrollo orientado hacia el tránsito (TOD) de alta calidad
El BRT es bueno como servicio de alimentación, pero no puede servir corredores principales	Sí, el BRT puede funcionar de manera económica como un servicio de alimentación o servicio de extensión del sistema, y puede hacerlo sin requerir subsidios o tarifas prohibitivamente costosas. Pero los sistemas latinoamericanos de BRT también han demostrado que funcionan perfectamente bien en corredores principales de densidad relativamente alta.

3. Organización inicial del proyecto

«Desde el inicio piense en el final.»

—Stephen Covey, autor y consultor en administración, 1932–

Una vez que un líder político ha tomado la decisión de continuar con el proyecto BRT, se comienza el proceso real de planificación. Sin embargo, también se reconoce que otros grupos pueden comenzar con el proceso de planificación inicial incluso sin un compromiso político total. Por ello, los grupos del sector privado o los grupos no gubernamentales pueden desarrollar estudios de factibilidad y conceptuales más detallados para ganar aprobación política en el futuro. En realidad cada proceso de planificación de BRT es distinto, y para lograr la aprobación formal del proyecto es probable que se requiera de varias aproximaciones.

Aun con el compromiso de un líder político, pueden ser necesarios varios pasos legales para formalizar el proyecto. Una vez que estos procedimientos legales se hayan realizado, el proceso de formar un equipo del proyecto y el desarrollo de un plan de trabajo pueden comenzar. El desarrollo de un presupuesto de planificación y la financiación completa del esfuerzo de planificación también son actividades de una fase inicial. Finalmente, si se van a utilizar consultores externos, el desarrollo de términos de referencia y acuerdos contractuales es necesario para delinear apropiadamente las actividades contratadas.

Las inversiones que se hagan en las primeras etapas para estructurar y organizar apropiadamente el proceso de planificación después pueden generar resultados significativos en términos tanto de la eficiencia como de la efectividad del esfuerzo realizado.

Los temas que se presentarán en este capítulo incluyen:

3.1 Bases legales

3.2 Equipo del proyecto y estructura administrativa

3.3 Alcance y tiempos del proyecto

3.4 Presupuesto de planificación

3.5 Planear la financiación

3.6 Dividir el proyecto en fases

3.7 Errores comunes de planificación

3.1 Bases legales

«Antes de comenzar, haga planes cuidadosamente.»

—Cicerón, Orador Romano, 106–43 a.C.

3.1.1 Aprobación reglamentaria

En la mayoría de los casos se necesita crear una aprobación reglamentaria o legal antes de que el proyecto sea oficialmente reconocido. Este proceso permite entonces que se desembolsen fondos públicos hacia el proceso de planificación y permite la contratación del personal de planificación del proyecto. El proceso de autorización en sí, será diferente dependiendo de las leyes y regulaciones locales, estatales (entiéndase también por provincias o departamentos) y nacionales. En algunos casos los grupos ciudadanos o parlamentos estatales necesitarán aprobar formalmente antes de que se ejecuten los gastos del proyecto. En otros casos, el alcalde o el gobernador pueden tener mayor autoridad legal para aprobar las actividades del proyecto de forma independiente.

Es importante mantener un proceso abierto y transparente todo el tiempo. Si el proyecto no se implementa de manera enteramente legítima y pluralista, se puede perder el apoyo público y político a largo plazo. Si no se siguen los mecanismos de autorización apropiados, los grupos de oposición pueden utilizar más adelante dichas faltas como medio para detener el proyecto. La aprobación legal adecuada también pondrá al proyecto BRT como prioridad a nivel de la ciudad.

Además de una aprobación inicial para comenzar el proceso de planificación, también pueden ser necesarias otras autorizaciones. Estas pueden incluir la creación de una agencia especializada o la transformación de las existentes, aprobación del presupuesto del proyecto o de préstamos, y modificación o creación de leyes, regulaciones y políticas sobre la financiación, implementación y operación de los sistemas de bus. Muchas de estas autorizaciones requerirán aprobación formal por parte de cuerpos políticos, como el concejo de la ciudad. Este proceso de aprobación puede tomar un tiempo considerable e involucrar un esfuerzo sustancial, de modo que estos requisitos deben identificarse en las primeras etapas del proceso. Se aconseja usar el marco legal existente, en lugar de depender de cambios esperados para la implementación del proyecto. Sin embargo, en algunos casos será necesario preparar un marco legal adecuado.

3.1.2 Relación con las políticas y planes existentes

«Todos los que están donde están debieron empezar donde estaban.»

—Robert Louis Stevenson, poeta y novelista, 1850–1894

La visión para el nuevo sistema de transporte público debe también ser consistente con el propósito y los objetivos establecidos en las políticas y planes existentes relacionados con el transporte, los usos del suelo y el desarrollo económico. La falta de consistencia con las políticas y planes existentes puede ser una oportunidad para que los detractores del proyecto demoren o bloqueen legalmente la iniciativa. Por eso, en algunos casos las políticas y planes pueden requerir enmiendas para que sean completamente compatibles con la nueva iniciativa de transporte público.

Si bien el BRT en sí mismo puede no estar explícitamente anotado en un plan maestro de transporte existente, es muy probable que sí estén declarados los objetivos para mejorar el transporte público. Generar una conexión entre la nueva visión y el plan maestro tiene el valor de asegurar la integración global del nuevo sistema con la dirección existente del plan de transporte de la ciudad. Si el mejoramiento del transporte público no es un objetivo explícito en el plan maestro o si el BRT de alguna manera

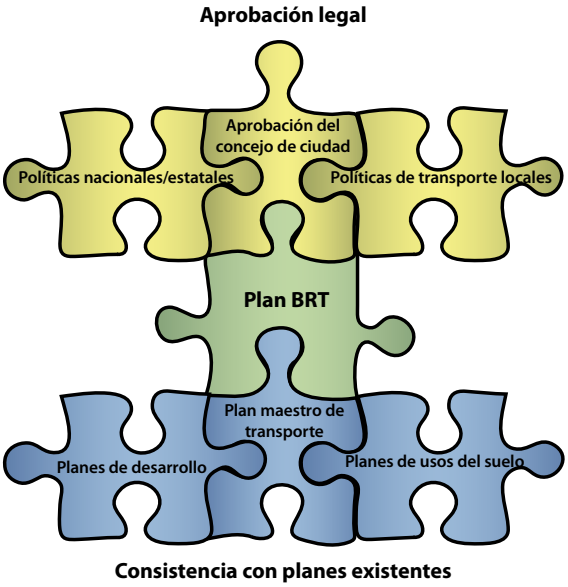


Figura 3.1
Para que se apruebe mediante los mecanismos legales requeridos, el proyecto BRT propuesto debe encajar de forma sucinta con las políticas y planes locales, estatales y nacionales.

contradice los objetivos existentes, podría ser adecuado revisar el plan maestro.

Del mismo modo, los planes de desarrollo económico y de usos del suelo deben examinarse para ver su consistencia con la iniciativa propuesta. Normalmente, el mejoramiento de la congestión asociada con un nuevo sistema de transporte público tendría una relación directa con los objetivos económicos del proyecto BRT. Los planes existentes de usos del suelo deberían hacer referencia al desarrollo orientado al tránsito (*transit-oriented development*, TOD) y/o a la densificación de los sitios residenciales y comerciales a lo largo de los corredores clave. Tales referencias serían consistentes con los objetivos de una iniciativa BRT.

La Figura 3.1 plantea la importancia de la consistencia de un plan de BRT con las políticas, planes y procesos de autorización existentes.

3.2 Equipo de desarrollo

«El trabajo en equipo es la capacidad de trabajar juntos hacia una visión común. La capacidad para dirigir los logros individuales hacia objetivos organizacionales. Es el combustible que le permite a la gente común conseguir resultados poco comunes.»

—Andrew Carnegie, empresario y filántropo, 1835–1919

Un nuevo sistema de transporte masivo para una ciudad no es un esfuerzo pequeño. Es probable que no se logre si no hay personal dedicado de tiempo completo al proyecto. Intentar

planificar un sistema BRT al tiempo que se deben cumplir otros deberes de planificación probablemente no producirá un resultado de alta calidad a tiempo. Por ello, la organización y selección de un equipo de planificación de BRT es un paso fundamental hacia la planificación del sistema.

3.2.1 Entidad de desarrollo

«El talento gana juegos, pero el trabajo en equipo y la inteligencia ganan campeonatos.»

—Michael Jordan, ex jugador de baloncesto de la NBA

Hay dos filosofías diferentes sobre la selección de una entidad que desarrolle la nueva iniciativa de transporte público. Por un lado, algunas ciudades le asignan el proyecto a una de las agencias existentes con responsabilidades de transporte público. Tal agencia puede tener responsabilidades relacionadas con la infraestructura (obras públicas), regulación o políticas. La agencia elegida podría también tener responsabilidades tangencialmente relacionadas como medio ambiente y calidad del aire, salud o finanzas.

Por otro lado, algunas ciudades eligen crear una entidad organizacional completamente nueva. La nueva entidad puede utilizar el personal de alguna agencia existente, pero en general representaría un equipo nuevo.

Cada opción tiene ventajas. Utilizar una agencia existente significa que el equipo de desarrollo ya tiene una visión desde el interior de la situación de transporte público. La relación existente entre la agencia y los operadores de transporte también podría ser ventajosa si existe una historia de confianza y cooperación. Más aún, al no crear una entidad nueva, los grupos existentes no sentirán que su terreno temático ha sido «expropiado». Además, cualquier nueva organización puede tener responsabilidades que se superponen con las de las agencias existentes, y en consecuencia esta duplicación puede llevar a confusión y a disputas administrativas.

Una organización completamente nueva ofrece la ventaja de darle una nueva perspectiva al sistema de transporte público de la ciudad. Puede ser difícil que las agencias existentes piensen de manera divergente. Más aún, en algunos casos, las agencias existentes son las culpables de la mala calidad del transporte público de una ciudad. Una entidad completamente nueva no se sentirá tan restringida por las costumbres y sesgos existentes. Además, las capacidades que se requieren para desarrollar un sistema BRT exitoso pueden ser bastante diferentes de las que se necesitan para regular los servicios convencionales. El desarrollo de un sistema BRT tiende a ser significativamente más orientado al usuario y de naturaleza más empresarial. Algunas ciudades encuentran que solo un cambio total con respecto al pasado a través de una nueva organización resultará en un mejoramiento dramático del sistema de transporte público.

Las ciudades pueden no estar a cargo de la elección final de la supervisión por parte de una agencia para el nuevo sistema. En vez de ello, el proceso de planificación de BRT puede ser supervisado por un equipo temporal, *ad-hoc*. La decisión sobre la estructura organizacional que eventualmente tendrá el sistema puede determinarse a través del proceso de planificación mismo. En el comienzo se puede tomar la decisión de que el equipo de planificación se disuelva cuando se termine el trabajo.

Hay ejemplos de cada tipo de aproximación. São Paulo y Santiago desarrollaron sus proyectos de BRT a través de organizaciones existentes. El nuevo sistema Interligado de São Paulo fue coordinado por la Secretaría de Transporte, con la participación de la autoridad de buses (SP-Trans) y la autoridad de tráfico (Instituto de Ingeniería de Tráfico). La decisión organizacional de São Paulo probablemente fue influenciada por el hecho de que Interligado era un proyecto prioritario del alcalde y que ya existían instituciones fuertes en la ciudad.

Santiago creó una oficina de proyecto BRT dentro del Ministerio Nacional de Transporte. Esta oficina coordinó los esfuerzos de otras organizaciones contribuyentes. Por ejemplo, la Secretaría de Planificación de Transporte (SECTRA) tenía la responsabilidad de los aspectos técnicos. Santiago también formó un comité de proyecto compuesto por funcionarios de nivel de gabinete y otros líderes clave, incluyendo el Ministerio de Vivienda, el Ministerio de Hacienda y el Presidente del Metro de Santiago. La estructura de Santiago refleja la fuerza de las instituciones gubernamentales centrales en la toma de decisiones globales.

En contraste, Bogotá, Lima y Dar es Salaam crearon nuevas entidades para desarrollar sus sistemas. Desde el comienzo, Bogotá, creó una oficina del proyecto que rendía cuentas directamente al Alcalde. Esta oficina del proyecto también coordinó esfuerzos con las otras agencias de la ciudad. La oficina del proyecto eventualmente se convirtió en la agencia formal de supervisión de la implementación y manejo de operaciones del sistema TransMilenio S.A. (Figura 3.2). Otras ciudades colombianas han seguido la misma estructura, especialmente como resultado de leyes que hacen obligatoria una agencia especializada para recibir el aporte de la nación. De forma similar, Lima también ha creado una oficina especial del proyecto, que ahora se ha transformado en una agencia de la ciudad llamada PROTRANSPORTE.

Tal vez sea valioso anotar que los planes de BRT más ambiciosos han emanado de oficinas o agencias recién creadas. Bogotá y las demás ciudades colombianas sobresalen por sus sistemas de BRT de alta calidad. En contraste, los sistemas de São Paulo y Santiago están más lejos de poder considerarse «BRT completos», especialmente cuando se les compara con los sistemas de Bogotá y otros que fueron desarrollados desde una nueva perspectiva institucional. Por ello, las entidades creadas pueden tener una ventaja en términos de poder ir más allá del pensamiento establecido y de desarrollar un sistema de transporte público de la más alta calidad.

3.2.2 Personal de planificación

«El pensamiento creativo no es un talento, es una destreza que puede aprenderse. Empodera a la gente al sumarle fuerza a sus habilidades naturales, lo cual mejora el trabajo en equipo, la productividad y, donde sea apropiado, las ganancias.»

—Edward de Bono, psicólogo y médico

Dependiendo del cronograma previsto para la planificación e implementación del sistema, el número inicial de miembros de tiempo completo del equipo variará entre tres y diez. A medida que el proyecto progrese, el tamaño y las especialidades del equipo probablemente aumentarán. Algunos de los cargos iniciales que deben ocuparse son:

- Coordinador del proyecto;
- Apoyo administrativo;
- Contador del proyecto;
- Educación y difusión al público;
- Negociador para las discusiones con operadores existentes;
- Funcionario de enlace con las organizaciones internacionales;
- Especialista en finanzas/economista;
- Ingeniero de transporte;
- Arquitecto;
- Modelador de transporte;
- Especialista en diseño.

Figura 3.2
Bogotá desarrolló una nueva entidad, TransMilenio S.A., para supervisar el desarrollo del sistema de BRT en la ciudad.
Foto de Lloyd Wright

Hay una tendencia natural a contratar primero a los ingenieros, puesto que usualmente son los encargados de los proyectos de transporte. Sin embargo, el equipo necesita ser interdisciplinario y debe tener la habilidad para interactuar con los funcionarios y corporaciones públicas, la industria del transporte, los medios de comunicación, los grupos de interés y demás. Se prefiere que los miembros del equipo sean ambiciosos y no tengan aversión al riesgo.

Debe tenerse un cuidado especial con la selección del coordinador del proyecto. Esta persona debe tener destrezas de administración y comunicación excelentes, amplia experiencia en la creación y consolidación de nuevas ideas, y debe estar tan cerca como sea posible del líder político del proyecto. El coordinador del proyecto debe estar completamente dedicado a las actividades de coordinación y administración. Forzar a esta persona involucrarse también en tareas técnicas seguramente restará valor a la efectividad global del proyecto.

En muchos casos, la atención del equipo puede enfocarse predominantemente en la infraestructura y en los vehículos, en vez de hacerlo en las operaciones, los sistemas de tarifa y el servicio al cliente. Esta tendencia es natural, dado que la infraestructura y los vehículos pueden consumir la mayor parte de la inversión probable. Sin embargo, ignorar temas como las operaciones y el servicio al cliente terminará por socavar el proyecto entero.

En algunos casos puede ser posible contratar externamente algunas de estas actividades a empresas consultoras. Sin embargo es importante retener un cierto grado de competencia técnica dentro de la institución para mantener una perspectiva que permita una toma de decisiones informada.

Dado que BRT es un concepto relativamente nuevo, algunas veces es difícil encontrar personal con amplia experiencia en su implementación. Por esta razón, un entrenamiento, e incluso visitas de estudio, podrían ser mecanismos apropiados para desarrollar la capacidad técnica local (Figura 3.3).

Figura 3.3
Miembros del sistema de BRT de Yakarta mientras se informan sobre el sistema de Quito.
Foto de Lloyd Wright

3.2.3 Consultores

«El apego es el gran fabricante de ilusiones; solo alguien desapegado puede lograr la realidad.»
—Andrei Voznesensky, poeta, 1923–

3.2.3.1 Papel apropiado de los consultores

Utilizar consultores al interior de un proyecto de BRT puede ser un medio efectivo en términos de costo-beneficio para conseguir individuos con especialidades clave y con experiencia directa en BRT. El uso de consultores permite conseguir y utilizar destrezas sin el costo total y administrativo de una contratación de tiempo completo. Más aún, en muchos casos las habilidades particulares pueden necesitarse sólo para un componente del proyecto, y por ello no justifican un cargo de tiempo completo.

Quizás es más importante que los consultores ayuden a evitar que las ciudades reinventen, sin necesidad, lecciones ya aprendidas en otros lugares. Los consultores internacionales con experiencia significativa en BRT pueden ayudar a suavizar el camino desde la planificación hasta la implementación. Con toda probabilidad, dichos consultores han experimentado muchos de los problemas que el equipo local enfrentará y por ello pueden proponer soluciones efectivas. Un equipo local que trabaja conjuntamente con profesionales internacionales experimentados, puede dar como resultado una combinación de la mejor práctica a nivel mundial y el contexto local.

Por supuesto, ninguna ciudad debe volverse demasiado dependiente de los consultores. El contexto local lo conoce mejor el personal local. Los puntos clave de toma de decisiones deben darlos los funcionarios locales. Los consultores son uno de los principales recursos que llevan a compartir el conocimiento.

Una estrategia prudente podría involucrar el entrenamiento del personal local, al tiempo que se hace uso selectivo de los profesionales en consultoría. Si bien los funcionarios de Dar es Salaam tenían poca experiencia previa con el tema de BRT, el desarrollo de un equipo local principal en conjunción con consultores internacionales ha demostrado ser una estrategia exitosa (Figura 3.4).

Un recorrido por la genealogía de recientes esfuerzos de BRT refleja la influencia de la experiencia de la consultoría en proyectos anteriores

exitosos. Debido a los primeros éxitos de Curitiba en el BRT, varios consultores brasileros estuvieron particularmente involucrados con las iniciativas en Quito y Bogotá. Hoy en día, hay consultores brasileros involucrados con nuevas iniciativas, incluyendo proyectos de BRT en Cali, Pereira, Cartagena, Dar es Salaam y Johannesburgo. Más recientemente, el aclamado éxito de Bogotá ha impulsado las carreras de los asociados a TransMilenio S.A. Estos consultores han estado involucrados con un amplio rango de iniciativas, incluyendo proyectos en Ciudad del Cabo, Lagos, Ciudad de Guatemala, Lima, Ciudad de México y Santiago. También han generado un impacto las consultorías de naciones más desarrolladas, pues consultores de EE.UU. y España han hecho contribuciones sustantivas a proyectos como los de Bogotá y Lima. Por ello, un proyecto de BRT puede no solo enriquecer a la ciudad con un sistema de transporte nuevo y eficiente, sino que también puede engendrar una nueva industria local dedicada a la exportación del conocimiento sobre BRT.

3.2.3.2 Selección y contratación de los consultores

Si bien algunas ciudades han desarrollado sistemas bien diseñados sin ayuda significativa de consultores externos, muchas otras encuentran ven como una ventaja hacer uso, por lo menos de forma parcial, de personas con experiencia previa en BRT. Sin embargo, la adquisición de servicios de consultores puede ser difícil para municipalidades con poco conocimiento de opciones de consultoría en BRT. Puede haber un gran número de personas que dicen tener experiencia en BRT. Debido a la miríada de definiciones y experiencias de BRT, las perspectivas y habilidades de los consultores pueden variar enormemente. Por ello, establecer un proceso racional para evaluar los posibles consultores puede ayudar a asegurar que la municipalidad encuentre a la persona adecuada.

El Anexo 2 de esta Guía de Planificación proporciona un listado de algunos de los consultores existentes en BRT. En primer lugar, la selección de los consultores debe estar caracterizada por la transparencia del proceso. Más aún, estructurar el proceso de modo que sea lo más competitivo posible asegura que los desarrolladores del proyecto han hecho lo posible

Figura 3.4
Dar es Salaam ha combinado con éxito un completo equipo local y consultores internacionales.
Foto cortesía de Enrique Peñalosa

para encontrar al candidato o candidatos más calificados. Si bien puede parecer inicialmente que diseñar un proceso de selección abierto, transparente y competitivo es una empresa que consume mucho tiempo, el proceso puede ser relativamente fácil de implementar.

Número de consultores a contratar

Como se mencionó anteriormente, no hay un único «Plan para BRT». En vez de ello, el plan de BRT consta de una serie de planes que lo constituyen, y cada uno representa un componente distinto del proyecto global. La experticia requerida para desarrollar un plan de mercadeo y comunicaciones es bastante diferente a la que se necesita para entregar diseños detallados de ingeniería. Sin embargo, es claro que para determinar el número óptimo de contratos se deben sacrificar unas cosas por otras.

Al decidir qué contratar y en cuántos contratos separados, se deben evaluar las siguientes consideraciones:

- Competencia relativa de las firmas privadas en relación con el gobierno para contratar los mejores expertos;
- Posibles conflictos de interés entre los contratistas privados;
- Costo de la planificación;
- Coordinación del proyecto.

En un extremo está la opción de hacer que la agencia gubernamental que implementa el proyecto contrate a una única firma o consorcio de consultoría para que desarrolle todos los

componentes del plan BRT (Figura 3.5). En el otro extremo, un buen administrador público podría crear un equipo dentro de la agencia gubernamental misma, y contratar docenas de expertos individuales y de firmas privadas para tareas muy específicas. La mayoría de procesos de planificación de BRT están entre esos dos extremos.

Contrato único

Utilizar una sola organización tiene la ventaja de asegurar que todos los componentes de la planificación sean internamente consistentes. Por ejemplo, si se contratan firmas separadas para la planificación de operaciones y de infraestructura, hay un riesgo mayor de que algunas partes de ambos planes sean incompatibles, aun con comunicación cruzada hecha de forma regular. Una decisión que optimiza las operaciones del sistema puede ser inconsistente con la financiación disponible a través del plan de financiación. En contraste, dentro de una misma firma hay más probabilidad de que el equipo desarrolle un plan en el cual todas las partes encajen bien entre sí. Adicionalmente, manejar y administrar un único contracto de consultoría es más fácil y menos costoso.

Sin embargo, la simplicidad de un contrato único puede comprometer la calidad global del proyecto entregado. En primer lugar, hay relativamente pocas firmas o individuos capaces de desarrollar un plan de calidad para cada aspecto del nuevo sistema de transporte público. El requisito de tener experticia en cada aspecto de la planificación de transporte público pondrá límite al campo competitivo de los consultores posibles. Las firmas locales que tengan especialidad en algunas áreas (p. ej. diseño de ingeniería y mercadeo) pero no en otras, tendrán especial desventaja en la modalidad de contrato único. Esta falta de competencia tiende también, de manera invariable, a aumentar los costos.

En segundo lugar, la calidad del proyecto puede verse comprometida por firmas que intentan desarrollar componentes en las cuales no tienen un nivel adecuado de competencia. Es más productivo contratar componentes de proyectos a especialistas que puedan darle mayor profundidad a un tema individual.

Como tercera medida, si las ideas provienen de una sola fuente, la creatividad e innovación potenciales que se aplican al proyecto serán limitadas. Diferentes consultores tienden a tener diferentes filosofías en ciertos aspectos del diseño de BRT (p. ej. diseños de servicio tronco-alimentado versus diseños de servicio directo, tarjeta inteligente versus opciones de tarifa de más bajo costo). Ninguna filosofía es inherentemente correcta o incorrecta, puesto que las circunstancias y preferencias locales finalmente dictarán el camino a seguir. Si hay

Figura 3.5
Los servicios de consultoría pueden estructurarse a través de un sólo contrato con un consorcio de firmas o a través de múltiples contactos con firmas especializadas. Ambas estructuras tienen ventajas y desventajas que deben considerarse.

muchos consultores involucrados en el proyecto, este choque de ideas puede iniciar un debate saludable en el que todas las posibilidades se exploren de forma más completa. Por supuesto, tales debates y discusiones tenderán a prolongar un poco el proceso de planificación, pues cada opción que se considere requerirá un cierto grado de análisis.

Contratos múltiples

Para un administrador público hábil, tener muchos subcontratos pequeños con los mejores expertos (sólo donde se necesiten) para complementar al personal gubernamental, producirá un mayor valor por lo invertido. El papel que una ONG internacional puede jugar es el de aconsejar al gobierno sobre cómo minimizar los costos de planificación al contratar individuos con las destrezas específicas que se necesitan. Entre más débil sea la capacidad del gobierno para implementar el proyecto por sí mismo, mayor será el incentivo para agrupar las actividades de planificación bajo el manejo de entidades corporativas competentes. Sin embargo, esta elección tendrá un costo. Será mucho más costosa en relación con la calidad del trabajo. Algunas preguntas clave son:

- ¿Quién hará una elección más razonable en la selección de subcontratistas de calidad?
- ¿Qué estructura asegurará mejor la coordinación interna en el proyecto?
- ¿Qué estructura minimizará los conflictos de intereses potenciales?

Las respuestas correctas variarán caso por caso.

Consorcios de consultores

Hasta cierto punto, los problemas asociados con un único contrato de consultoría pueden ser superados a través de la formación de consorcios de consultores. En este caso, una agrupación de individuos y firmas con la mezcla correcta de experticia y especialidades ayuda a crear un equipo bien balanceado. Adicionalmente, la estructura de consorcio permite la combinación de firmas internacionales y locales que se enfocan en sus respectivas áreas de especialización.

El concepto de consorcio funciona bien en lugares en los que los recursos organizacionales están disponibles para ayudar a facilitar la constitución de equipos de diferentes consultores. Los consultores internacionales probablemente no poseen un conocimiento detallado de las posibles firmas locales y puedan tener dificultades para determinar el socio más apropiado. La facilitación de los «matrimonios» entre diferentes firmas y diferentes individuos puede necesitar la presencia de un facilitador independiente que pueda ayudar a hacer la coordinación entre las partes relevantes. Sin embargo, de forma invariable, habrá especialistas que quieran contribuir a un componente particular de la planificación y que se encuentren sin un socio viable. Más aún, es probable que aparezca sólo un puñado de consorcios exitosos, y con ello se limitará la extensión de la competitividad en el proceso de licitación. Las ciudades de pequeño y mediano tamaño pueden tener dificultades para instar a las firmas consultoras a que hagan el esfuerzo de formar consorcios exitosos. El aparente valor de un proyecto más pequeño puede no ser suficiente para garantizar la inversión en tiempo en la organización de un consorcio.

La norma emergente para los proyectos de BRT es que la planificación esté hecha al menos por dos o tres contratos. Generalmente una firma, una de planificación e ingeniería con alguna capacidad de modelación, hace la planificación de las operaciones, las especificaciones técnicas para la tecnología de los vehículos y el diseño conceptual de la infraestructura. Este equipo puede llevar todo el proyecto hasta la ingeniería detallada, pero normalmente sólo lo conduce hasta el diseño conceptual detallado. Una segunda firma, usualmente un consultor en administración, administra el proyecto, construye la capacidad del gobierno para implementar y manejar las operaciones, prepara el plan de negocios, hace el borrador de los términos de referencia de los contratos de operación y prepara las licitaciones para el sector privado. Probablemente habrá contratos más pequeños para otros elementos discretos como el apoyo legal, la planificación de la infraestructura para bicicletas o el espacio público en el corredor, relaciones públicas, etc.

Sin embargo, en proyectos internacionales estos consorcios tienden a ser *ad hoc*, y muchos de los socios nunca han trabajado juntos, lo cual puede llevar a tensión y confusión al interior del consorcio. Los contratos inter-corporativos rara vez cubren todas las eventualidades, y hacer cumplir los contratos entre fronteras nacionales es costoso y difícil.

Por consiguiente, el número de contratos de consultoría que hay que realizar dependerá del enfoque particular que se tome. Si la capacidad administrativa del gobierno es débil y se puede arreglar un número competitivo de consorcios viables, el enfoque de contrato único puede ser una opción. De forma alternativa, el trabajo puede separarse estratégicamente en contratos basados en componentes. En este caso, el número óptimo de contratos de consultoría probablemente será el que fomente el uso apropiado de las destrezas de los especialistas sin fragmentar la planificación en piezas inmanejables. Las áreas componentes que requieren coordinación cercana deben ser puestas juntas en un único contrato. Las áreas que requieren tipos de destrezas discerniblemente diferentes deben estar separadas. La Tabla 3.1 lista una posible división de los contratos de consultoría para un proyecto BRT típico.

En todos los casos, por lo menos tres de las actividades deben contratársele a firmas o individuos independientes de los otros. Específicamente los estudios de prefactibilidad, factibilidad y la evaluación de impacto deben ser conducidos por firmas o individuos sin nexos con los otros consultores. Esta independencia evita conflictos de interés. Una firma que tiene un posible interés en el trabajo completo de consultoría tendría un incentivo para devolver un veredicto de «viable» en las primeras etapas del trabajo de factibilidad, sin importar los méritos potenciales del proyecto. Asimismo, la evaluación de los impactos potenciales del plan (a niveles de tráfico, ambientales, económicos y sociales) debe llevarla a cabo alguien sin interés personal en el plan.

También es buena idea separar el contrato del diseño conceptual del plan de negocios. Una firma de ingeniería que haga el diseño conceptual bajo contrato no querrá tener que rediseñar todo el sistema si el plan de negocios determina que la primera propuesta no es factible financieramente; pero esto es precisamente lo que tendría que ocurrir. También podrían tener relaciones con proveedores específicos de vehículos y así mismo un incentivo para escribir la especificación técnica para favorecer a proveedores conocidos que podrían ofrecer sobornos. Tener una firma de consultoría en administración por separado que evalúe la factibilidad financiera, para la cual el costo de los vehículos y la

Tabla 3.1: Segmentación de los contratos de consultoría

Tipo de plan/estudio	Tipos de individuos/firmas
Estudio de prefactibilidad (si se necesita)	Consultores locales o internacionales con experiencia en transporte público; la firma debería ser independiente de otros consultores
Estudio de factibilidad (si se necesita)	Consultores locales o internacionales con experiencia en transporte público; la firma debería ser independiente de otros consultores
Análisis de demanda	Firma local con experiencia en modelación o un consorcio de firmas locales e internacionales en el cual la firma internacional puede proporcionar el marco de trabajo analítico y la experticia en modelación y la firma local sería responsable por el trabajo de encuestas
Plan BRT conceptual y plan detallado de ingeniería (incluye selección de corredores y rutas, operacional, infraestructura, integración y planes de tecnología)	Consorcio de firmas locales e internacionales; las firmas internacionales con experiencia en BRT ayudarían a desarrollar el marco de trabajo del plan y las firmas locales proporcionarían actividades de trabajo intensivo como diseños detallados de ingeniería
Plan de comunicaciones y mercadeo	Generalmente una empresa local de relaciones públicas con alguna colaboración de individuos o firmas internacionales
Estructura de negocios y plan regulatorio	Consorcio de firmas locales e internacionales; la firma internacional a cargo de esquemas de negocio y regulatorios mientras que la firma local proporciona el contexto regulatorio local
Plan de financiación	Experto en finanzas local o internacional, o agencia municipal
Evaluación de impacto	Firma local o internacional; la firma debe ser independiente de los otros consultores

especificación técnica sean factores clave, proporciona una cierta cantidad de verificaciones.

Si se utiliza un enfoque con múltiples contratos de consultoría, debe establecerse un marco de trabajo de comunicaciones para asegurar un buen diálogo entre todas las partes. La municipalidad debe asegurarse de que todos los consultores estén operando bajo un entendimiento conceptual similar del proyecto. De otro modo, podrían presentarse problemas en términos de consistencia y compatibilidad entre los componentes del plan.

No obstante, las ciudades pueden elegir también desempeñar varias de estas actividades sin la necesidad de consultores externos. Por ello, para algunas o para todas las actividades de la Tabla 3.1 pueden no requerirse consultores.

Expresión de Interés (EOI)

Con frecuencia, el primer paso en cualquier proceso de licitación competitivo es emitir un llamado para una «Expresión de Interés» (EOI, por sus siglas en inglés). El documento EOI básicamente solicita que todas las firmas e individuos interesados en licitar para el proyecto envíen un documento en el que expresen su interés. El EOI debe distribuirse de forma tan amplia como sea posible a todos los consultores y firmas potenciales. Puesto que muchos consultores pueden tener otros compromisos o intereses, probablemente no todas las firmas deseadas responderán. Los mejores expertos tienden a gravitar hacia los proyectos con las mejores oportunidades de éxito, y para licitar será necesario convencerlos de que el proyecto es valioso. Generalmente no bastará simplemente con publicar el EOI, aunque es una parte importante del proceso. Más aún, el proceso de EOI ayuda a que la municipalidad se dé cuenta de que hay consultores que no se habían identificado previamente. Las respuestas al EOI pueden ayudar a que los funcionarios municipales desarrollen una pequeña lista de consultores potenciales quienes enviarán después propuestas más detalladas. El proceso de EOI permite que un amplio rango de consultores exprese su interés sin la necesidad de una propuesta formal, larga y costosa.

El documento EOI probablemente será bastante sencillo y corto. La extensión de muchos EOI está entre 2 y 5 páginas. En general, los contenidos de un EOI pueden incluir algunos de los siguientes puntos:

- Título del proyecto;
- Descripción del proyecto;
- Breve descripción de la remisión de consultor y productos esperados;
- Tiempo estimado para el proceso de selección de consultores, iniciación del proyecto y duración de las actividades de consultoría;
- Lista de condiciones requeridas de los consultores que hagan la licitación (p. ej. experiencia previa en proyectos similares);
- Fecha límite para el envío de EOI;
- Detalles del envío (extensión, formato, etc.);
- Detalles de contacto.

El Anexo 3 de esta Guía de Planificación proporciona una plantilla de contrato para un documento EOI típico.

La información de fondo y la descripción del proyecto a veces se distribuyen por separado como un memorando de antecedentes. Los contenidos del EOI no deben ser innecesariamente detallados. Si el EOI y las posteriores solicitudes de propuestas son demasiado preceptivas, habrá pocas oportunidades para que los consultores apliquen su experticia y propongan alternativas más efectivas. Por ello, estos documentos simplemente deben establecer las metas y los objetivos del proyecto y dejar los aspectos creativos de diseño del proyecto al proceso de planificación en sí.

Sin embargo, ya que el EOI puede proporcionar relativamente poca información sobre el posible consultor, las municipalidades podrían tener dificultades para determinar las firmas preseleccionadas. La experiencia de haber trabajado en otros proyectos de BRT es un criterio necesario pero insuficiente para la preselección. Muchas de las firmas que probablemente liciten serán enormes firmas de planificación e ingeniería que han trabajado en todo tipo de proyectos en todo el mundo, incluyendo lo que podría llamarse proyectos de BRT. La consideración importante es menos la firma que la hoja de vida del equipo del proyecto que se propone en concreto. Algunas veces una firma con limitada experiencia en BRT escogerá un experto extremadamente talentoso para que lidere su equipo, y esta será una oferta más fuerte que la de una firma que ha trabajado en muchos sistemas de BRT pero que está asignando personal sin experiencia al proyecto específico.

A medida que la popularidad del BRT ha crecido, el número de expertos en BRT auto-proclamados también ha crecido, y se debe hacer tanta investigación como sea posible sobre las cualificaciones del equipo específico propuesto. Entrevistar a algunos de los clientes de los trabajos previos del consultor y preguntar a otros profesionales sobre su reputación, puede proporcionar ideas útiles. Lamentablemente, la comunidad de expertos internacionales en BRT todavía es muy pequeña, aunque la información sobre colegas expertos es fácil de obtener. Evaluar la calidad de planes previos puede ser también útil.

¿Cuántas firmas deben invitarse a participar en la preparación de documentos de licitación más detallados? No hay una única regla sobre el número de firmas, puesto que depende de la capacidad local para evaluar propuestas detalladas. En algunos casos, una municipalidad con muchos recursos podría evitar la etapa de EOI y simplemente invitar a todas las partes interesadas a participar, enviando una propuesta completa. Entre más propuestas se envíen, mayor es el potencial de un concurso altamente competitivo. Generalmente la municipalidad sólo querrá evaluar un número manejable de propuestas detalladas. Solicitar propuestas de individuos o firmas sin experiencia o sin oportunidad de aceptación puede agotar el tiempo tanto de la municipalidad como de los solicitantes. Por eso, preseleccionar entre tres y siete firmas para que envíen propuestas detalladas probablemente proporcione un nivel suficiente de competencia sin volverse inmanejable en términos administrativos.

Términos de Referencia (TOR)

La siguiente fase del proceso de solicitud de contratos involucra el desarrollo del documento de Términos de Referencia (*TOR*, por sus siglas en inglés). El EOI simplemente señala algunas generalidades para solicitarles a los consultores en los cuales hay interés. El TOR establece la lista de requisitos a partir de los cuales se desarrollarán las propuestas detalladas. Si bien el TOR no necesariamente detallará cada actividad que se emprenderá en el proceso de planificación, sí señalará las entregas específicas y los productos requeridos. Por ejemplo, el TOR puede pedir la entrega de planes específicos tales como planes de operaciones, de infraestructura, arquitectónicos, detallados de ingeniería, de financiación y mercadeo; probablemente el TOR discuta el nivel de detalle que se busca en el proceso de planificación. Sin embargo, un TOR bien diseñado dejará abierta la posibilidad de creatividad de los consultores para lograr estos resultados. Algunos de los temas comunes listados en un TOR incluyen:

- Título del proyecto;
- Descripción detallada del proyecto;
- Descripción de los resultados esperados de los consultores;
- Período de tiempo estimado para el proceso de selección de consultores, iniciación del proyecto y duración de las actividades de consultoría;
- Solicitud de nombres, títulos y *curriculum vitaes* (CV) de los miembros del equipo de consultoría;
- Descripción de la experiencia relevante del consultor en proyectos pasados;
- Descripción de otras categorías de evaluación (p. ej. uso de la experticia local);
- Fecha límite para el envío de EOI;
- Detalles del envío (extensión, formato, etc.);
- Proceso de puntuación para seleccionar al consultor;
- Detalles de contacto.

El Anexo 3 de esta Guía de Planificación proporciona una plantilla de contrato para un documento TOR típico.

El número de documentos TOR debería ser igual al de los EOI que se emitieron. Así, cada contrato de consultoría distinto tendrá su propio documento TOR asociado.

Precio de la oferta

El costo propuesto del proyecto será uno de los principales factores relacionados con la toma de decisiones en la selección del consultor. Sin embargo, no debería ser el factor predominante si hay otras cualidades, tales como la experiencia y las cualificaciones del personal, que no sean adecuadas. En algunos casos, las ciudades pueden estar legalmente obligadas a elegir la oferta más baja. No obstante, esta práctica puede producir resultados insatisfactorios.

Los precios de la licitación pueden derivarse a través de competencia abierta o a través de límites predeterminados. La Tabla 3.2 describe las opciones para determinar los honorarios de los consultores.

El mecanismo elegido para la estructura de ofertas puede depender en parte de los requerimientos locales legales. En algunos casos, la ley puede requerir un sistema de oferta de precios fijos. Sin embargo, al introducir algún grado de oferta competitiva de precios, la municipalidad obtiene la posibilidad de medir la diferencia entre las firmas en competencia. Algunas ciudades pueden usar un precio fijo máximo o un rango de precios aceptables para mantener las ofertas dentro del presupuesto establecido. Sin embargo, en tales casos, todas las firmas pueden simplemente ofertar la cantidad máxima o la cantidad media del rango dado. Entonces, cualquier límite preestablecido tenderá a reducir la competencia y puede incrementar los costos reales más allá de lo que se conseguiría en un mercado verdaderamente competitivo.

Un proceso de oferta abierta puede traer muchos beneficios. Primero, sin límites preestablecidos las firmas tenderán a bajar los precios de sus ofertas para competir efectivamente con las otras. La oferta abierta tenderá a fomentar la innovación y la creatividad entre las firmas en competencia para encontrar la manera más eficiente de entregar un plan de alta calidad. En segundo lugar, el rango de ofertas recibidas le da a la municipalidad retroalimentación sobre los probables costos reales. Con un valor predefinido, las firmas probablemente ajustarán sus niveles de esfuerzo y la calidad aplicada al producto final para lograr la cantidad fijada. En tercer lugar, la oferta abierta hace más fácil distinguir entre diferentes ofertas. La probable dispersión de los valores de las ofertas proporciona una medida más discernible para evaluar las propuestas.

Por supuesto, el riesgo con la oferta abierta es que todas las firmas pedirán una cantidad que excede el presupuesto máximo reservado. Sin embargo, este exceso puede darle retroalimentación valiosa a la municipalidad. Puede ser un signo de que la municipalidad debería revisar el presupuesto estimado, o puede implicar que el alcance del trabajo deba reducirse para reflejar de forma más real el presupuesto disponible.

Para las circunstancias en las cuales ocurre exceso en la oferta y no hay lugar para expandir el presupuesto, el TOR debe incluir una cláusula que invoque la «respuesta no calificada». Esta cláusula significa que ninguna de las propuestas cumplió con los requerimientos del proyecto y que posiblemente se necesite una nueva licitación. La cláusula de «respuesta no calificada» puede invocarse también por otras razones, tales como circunstancias en las cuales ninguna de las firmas oferentes tiene la experiencia adecuada. También es posible que los documentos de ofertas puedan determinar qué ocurre en caso de que las ofertas estén por encima de un máximo no revelado. Estas ofertas sobre un máximo no revelado no necesariamente tienen que ser descalificadas. El TOR puede especificar que el precio de oferta no es definitivo sino que es una consideración junto con la competencia técnica y con otros factores en la selección de un oferente ganador. Una oferta excesiva puede traer como consecuencia una penalización pero no necesariamente la descalificación total. En este punto, se le puede pedir al oferente ganador que reenvíe la oferta dentro del presupuesto asignado.

Tabla 3.2: Mecanismos para los precios de la oferta de los consultores

Mecanismos	Descripción
Precio fijo	Se establece un único precio fijo para las actividades de los consultores; los consultores compiten solamente por su experiencia y por la calidad del documento TOR
Precio fijo máximo	Se fija un precio máximo; los consultores compiten por el precio en tanto no exceda el monto máximo establecido
Rango de precios aceptables	Se establece un rango de precios aceptables; los consultores compiten por el precio dentro de este rango
Oferta abierta	No se establece ninguna cantidad o rango de cantidades; los consultores compiten en un mercado completamente abierto

Fechas límite para los envíos

Debe haber un cumplimiento estricto a las fechas límite para los envíos de EOI y de TOR. Si se aceptan propuestas que lleguen aunque sea unos pocos minutos después de la hora, puede haber demandas legales por parte de otras firmas e individuos aspirantes que pueden ocasionar que el proyecto entero se demore o se detenga.

Proceso de evaluación y puntuación de los solicitantes

Antes de emitir los documentos EOI o TOR, los desarrolladores del proyecto deben establecer formalmente el proceso de toma de decisiones. Idealmente, los criterios de toma de decisiones serán creados de forma abierta y transparente, con

aportes de una variedad de fuentes. Debe establecerse un comité de funcionarios para que supervise el proceso de evaluación de ofertas. Dejar todas las responsabilidades de evaluación a una sola persona puede crear impresiones no deseadas.

El proceso de toma de decisiones tanto para el EOI como para el TOR debe ser tan cuantitativo como sea posible. Un sistema de puntuación para ordenar las firmas y las propuestas puede ser un mecanismo útil para una toma de decisiones clara y consistente. Si la selección depende demasiado de los juicios cualitativos, el proceso entero puede estar abierto a la arbitrariedad y a la posible apariencia de incorrección. En algunos casos, una toma de decisiones altamente cualitativa podría ser cuestionada por los aspirantes perdedores, y con ello se crearían retrasos y costos adicionales. La Tabla 3.3 proporciona un ejemplo de un sistema de puntuación usado para evaluar propuestas de ofertas de consultores.

Tabla 3.3: Ejemplo de hoja de puntuaciones para evaluar las propuestas de los consultores

Factor	Valor en puntos
Precio de la licitación	35
Experiencia en proyectos de BRT	20
Experiencia en proyectos con otras iniciativas de transporte	15
Calificaciones del personal propuesto para el proyecto	15
Metodología propuesta	10
Calendario de trabajo propuesto	5
Total	**100**

Como no hay una definición comúnmente aceptada de BRT y los proyectos que se llaman «BRT» varían ampliamente, puede ser necesario calificar el tipo de experiencia con los proyectos BRT que se busca, como experiencia con sistemas BRT «cerrados» o experiencia con sistemas BRT en países en desarrollo. Los expertos que anteriormente sólo hayan trabajado en los Estados Unidos pueden no tener idea de cómo planificar un sistema como el de Curitiba o como el TransMilenio en Bogotá. Si, por ejemplo, el sistema de BRT que se está planificando requiere una reestructuración de las rutas de transporte público existentes, se necesita un conjunto de capacidades diferente al que se requiere para un sistema que no planea alterar las rutas de bus existentes.

Los puntos en cada categoría de la Tabla 3.3 se presentan sólo con propósitos demostrativos. El valor relativo real de cada componente dependerá de las circunstancias y prioridades locales. Más aún, si se van a realizar múltiples contratos de consultoría, probablemente el sistema de puntuación se adaptará a la especialidad específica que se necesite (p. ej. mercadeo, modelo de demanda, planificación de operaciones, diseño de infraestructura).

Fases de los contratos

A pesar de los mejores esfuerzos para articular claramente los objetivos del proyecto en los contratos, pueden surgir malentendidos. En tales casos, los consultores pueden trabajar en una dirección del proyecto que puede diferir de la intención de los organizadores del mismo. Al dividir en fases el trabajo del consultor, tales malentendidos son posibles de corregir antes de invertir una gran cantidad de esfuerzo innecesario. El enfoque por fases requiere esencialmente que los consultores obtengan aprobación municipal antes de continuar con la siguiente etapa del proyecto. En vez de esperar a que el informe final sea enviado para revisar el proyecto, los funcionarios municipales revisan los resultados intermedios y dan o no su aprobación. Estos hitos del proyecto deben declararse explícitamente en el contrato.

Adicionalmente, se pueden evitar este tipo de problemas si se mantiene un diálogo cercano entre el consultor y la municipalidad en todo momento. Reuniones semanales o incluso diarias pueden asegurar que todas las partes estén de acuerdo sobre la dirección del proyecto. La Figura 3.6 bosqueja el proceso para revisar los productos del consultor. De forma alternativa, los funcionarios municipales pueden incluso procurarse «consultores de supervisión» que trabajan principalmente en la revisión y evaluación del trabajo de los consultores del proyecto.

Castigos e incentivos

Los contratos de consultoría pueden escribirse para incluir cláusulas de penalización y de incentivos para fomentar un buen desempeño. Tales cláusulas de planificación del trabajo generalmente tienen que ver con la entrega cumplida del producto. Sin embargo, también se pueden aplicar incentivos a la calidad y aceptación del producto. Por ejemplo, una firma de mercadeo

puede recibir más compensación si el logo o el eslogan del sistema son realmente utilizados por el sistema BRT.

La elaboración del lenguaje de los incentivos debe considerarse cuidadosamente. Una cláusula de desempeño mal concebida puede producir resultados no deseados. Por ejemplo, recompensar el trabajo que se complete antes de lo previsto puede crear un incentivo para apresurarse en un esfuerzo de baja calidad. En este caso es más aconsejable simplemente penalizar una entrega tardía en conjunción con alguna forma de incentivo para la calidad del plan.

En última instancia, la mejor defensa contra los problemas es trabajar con firmas que ya tienen una relación con el gobierno o que están interesadas en construir una relación de más larga duración con dicho gobierno. Un gobierno debe establecer relaciones de larga duración con algunas firmas de confianza que tengan experiencia en BRT. Cuando surjan problemas, si la compañía cree que tiene un futuro trabajando con ese gobierno, probablemente será más sensible y flexible ante las necesidades del gobierno. Las firmas de planificación e ingeniería con frecuencia deben hacer inversiones iniciales para emprender el complejo y detallado trabajo de planificación. Esta inversión es especialmente cierta en una nueva ciudad donde puede no tenerse toda la información y datos de modelación necesarios. Las firmas con un interés de más largo plazo en esa ciudad probablemente ofrecerán mejores resultados.

3.2.4 Estructura de la gerencia del proyecto

Una vez que se anuncia el proyecto al público oficialmente, una clara estructura de gerencia del proyecto debe estar firmemente en su lugar. Si bien las actividades pre-proyecto destinadas a encontrar hechos pueden ser conducidas suficientemente con poco personal y/o consultores, al proyecto formal se le debe dar una estructura de personal definitiva desde el comienzo. La estructura organizacional específica cambiará según las circunstancias locales, pero en todos los casos la estructura debe reflejar la importancia que se le da a un nuevo sistema de transporte público para la ciudad. La Figura 3.7 muestra un ejemplo de una estructura organizacional para el proyecto BRT Rea Vaya en Johannesburgo.

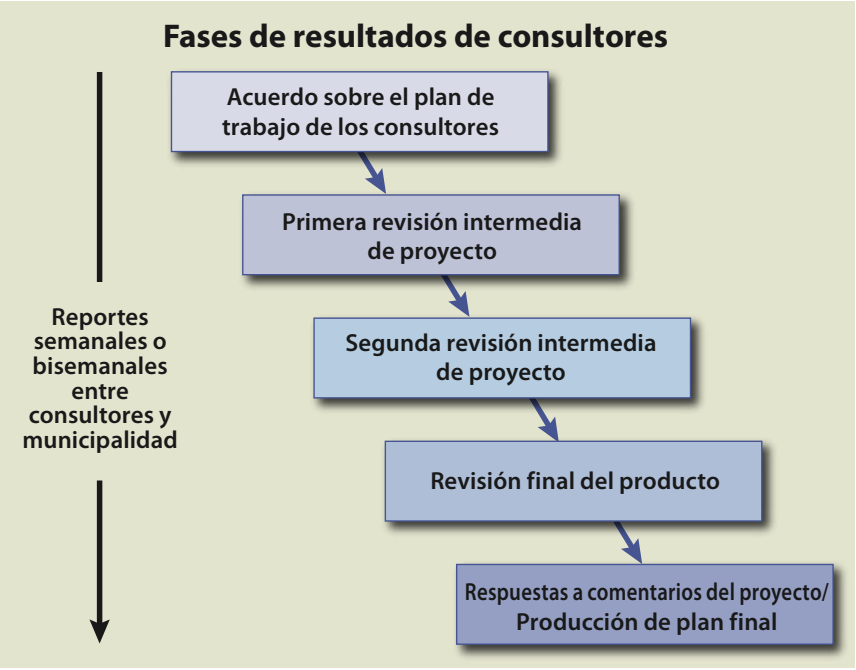


Figura 3.6
Las revisiones y reuniones regulares del personal municipal sobre el progreso de los consultores ayudan a asegurar que todas las partes estén de acuerdo sobre la dirección del proyecto.

Quizás lo más importante es que el funcionario público principal que supervisa el proyecto esté nominalmente en el cargo de gerente de proyecto. En la mayoría de los casos, este cargo debe ser ocupado por el alcalde o el gobernador. En el caso de Johannesburgo, el alcalde ejecutivo tiene la supervisión y liderazgo principales sobre el proyecto. El consejero principal de la ciudad para el proyecto (en otras palabras el Miembro del Comité de la Alcaldía para el Transporte) tiene el papel líder en términos de supervisar las actividades cotidianas.

Este tipo de liderazgo directo ayuda a asegurar que el proyecto siga siendo una prioridad a través del proceso de desarrollo. Si bien el gerente del proyecto no está íntimamente involucrado en todas las decisiones sobre el sistema, el funcionario público principal debe hacer un esfuerzo para involucrarse a través de reuniones regulares y sesiones formales de comité. Los alcaldes que supervisaron los altamente exitosos proyectos de BRT en Bogotá y Curitiba hicieron un esfuerzo para involucrarse en las sesiones y reuniones de toma de decisiones por lo menos una vez por semana e incluso con mayor frecuencia. Este tipo de involucramiento de alto perfil ayuda a mantener al proyecto progresando.

La estructura organizacional en la Figura 3.7 también muestra comités asesores internos y externos. El comité asesor interno se compone

Figura 3.7
Un ejemplo de una posible estructura de gerencia del proyecto para un proyecto BRT.

de otros departamentos o entidades de la ciudad con algún interés en el proyecto. El comité asesor externo se compone de involucrados externos clave, incluyendo funcionarios gubernamentales nacionales y provinciales, proveedores de servicios de transporte público y privado, sindicatos de comercio y trabajo, organizaciones de usuarios, y expertos locales e internacionales. La inclusión formal de todos los involucrados (*stakeholders*) en el proceso puede ayudar a asegurar la persuasión necesaria para que el proyecto se convierta en realidad. Darle una voz y un papel de dueños a estos grupos creará un espíritu de compromiso compartido que conducirá el proyecto hacia su implementación.

La inclusión de agencias relacionadas (obras públicas, transporte, planificación urbana, finanzas, medio ambiente y salud) en el comité de dirección ayuda a asegurar la cooperación. Probablemente en algún punto el apoyo y el conocimiento de estas organizaciones será invaluable. Más aún, la inclusión de estos actores ayudará a mitigar las cuestiones «territoriales» y facilitará la cooperación entre agencias en la medida de lo posible.

3.3 Alcance y tiempos del proyecto

«El tiempo es el recurso más escaso y antes de administrarlo nada más se puede administrar.»

—Peter Drucker, autor y consultor en gerencia, 1909–2005

3.3.1 Plan de trabajo y cronograma

Una vez que se ha establecido una visión para el sistema BRT y se ha formado un equipo inicial, serán necesarios un plan de trabajo detallado y un cronograma sobre cómo lograr la visión. Al seguir cada uno de los pasos del proceso, los funcionarios municipales y el público tendrán una mejor idea del alcance del proyecto y las actividades necesarias para que ocurra.

Invariablemente, las ciudades subestiman la cantidad de tiempo que se necesita para completar un plan de BRT completo. Un plan de BRT puede ser razonablemente completado en un período entre 12 y 18 meses, pero puede tomar más tiempo en casos de ciudades muy grandes y complicadas. Sin embargo, a medida que crece la experiencia con la planificación de BRT, algunas ciudades pueden reducir enormemente el período requerido para la planificación, especialmente a través de la cooperación con ciudades con sistemas BRT y con consultores internacionales. El lanzamiento en enero

de 2006 del sistema BRT de Beijing fue posible tras sólo cinco meses de esfuerzo de planificación. Por supuesto, la duración real del proceso de planificación dependerá enormemente de la complejidad del proyecto y de otras condiciones locales.

Completar el plan de trabajo y el cronograma ayudará a asegurar que varios elementos importantes como la comunicación pública y la educación, no se dejen por fuera. Compartir el plan de trabajo y el cronograma con los políticos, la prensa y el público también ayudará a asegurar que todas las partes tengan expectativas realistas sobre el progreso del proyecto.

No obstante, sin importar lo bien que se planifique, habrá eventos inesperados que necesitarán modificaciones. Por ende, el plan de trabajo y el cronograma deben ser revisitados y revisados de vez en cuando durante el proceso de planificación. La Figura 3.8 proporciona un ejemplo de un cronograma básico de BRT. En un proyecto real debe crearse una gráfica de Gantt muy detallada para que cada paso se evalúe cuidadosamente desde la perspectiva del tiempo.

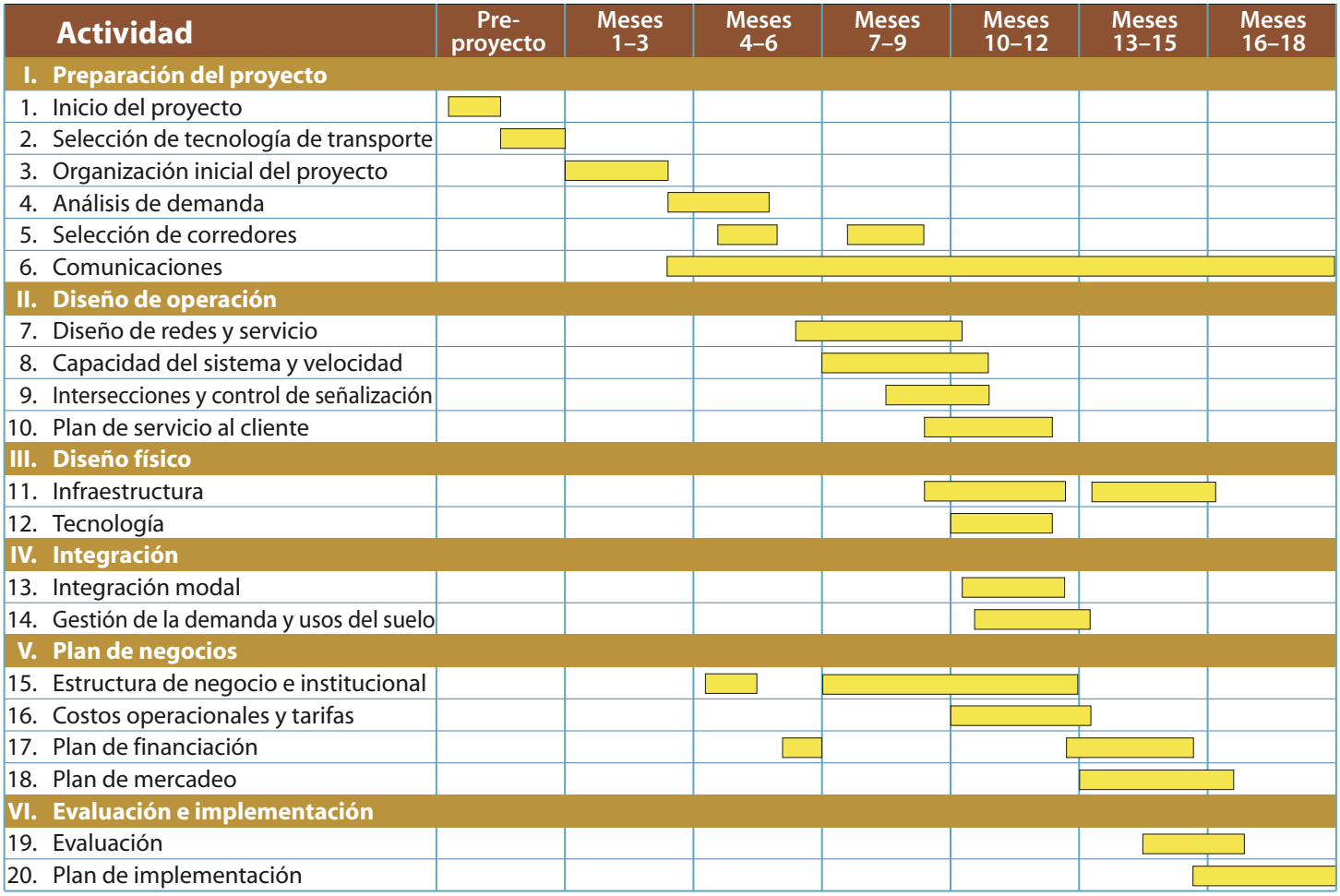
3.4 Presupuesto de planificación

«Un presupuesto nos dice lo que no podemos comprar, pero no evita que lo compremos.»

—William Feather, autor, 1889–1981

El alcance y la profundidad realista del proceso de planificación de un BRT están en gran medida determinados por la financiación disponible. Sin embargo, el primer paso debe ser determinar la cantidad requerida con base en las actividades proyectadas. Un presupuesto estimado para el plan puede desarrollarse a partir de las actividades delineadas en el plan de trabajo. El presupuesto incluirá los salarios del personal, los honorarios de los consultores, viajes y visitas de estudio, materiales de recursos, telecomunicaciones y apoyo administrativo. Algunos de estos costos los pueden cubrir

Figura 3.8: Proceso de planificación de BRT: plan de trabajo y cronograma



presupuestos existentes y costos administrativos mientras que otros ítems necesitarán una financiación exclusiva nueva. Como el horizonte de planificación probablemente abarcará entre 12 y 18 meses cualquier aumento temporal de los costos, como los incrementos salariales planeados o las tendencias inflacionarias, también deben considerarse.

Los presupuestos deben hacerse de forma tan real como sea posible. Las proyecciones demasiado optimistas terminarán por compararse desfavorablemente con los resultados reales, lo cual será usado por los oponentes del proyecto para deteriorar su imagen. Desafortunadamente, proyectar presupuestos nunca es una ciencia exacta. Sin duda aparecerán eventos inesperados e imprevistos que crearán la necesidad de ajustes presupuestales. Por ende, siempre es mejor incluir una suma de contingencia que ayude a cubrir tales costos inesperados. La contingencia suele representarse como un porcentaje del total proyectado (p. ej. 10% del presupuesto proyectado).

Los costos de planificación de BRT han variado históricamente de manera considerable dependiendo del alcance y de la complejidad del proyecto, así como del grado en el cual la experticia dentro de la institución se utiliza en comparación con la de los consultores. Para planear el extenso sistema TransMilenio en Bogotá, se gastó un total de US$ 5,2 millones en el proceso de planificación. En comparación, usando principalmente profesionales de la institución, la municipalidad de Quito sólo gastó un aproximado de US$ 300.000 para planear su sistema (de menor tamaño). La recientemente inaugurada Fase I del sistema de BRT de Beijing fue planeada con un presupuesto de sólo US$ 125.000. No obstante, en general los costos de planificación oscilarán entre US$ 1 millón y US$ 3 millones.

Dado el costo modesto de la planificación de un BRT con relación a otras opciones de transporte público, las ciudades deben tener cuidado con no invertir menos de lo necesario en el proceso de planificación. Como lo dijo un planificador de BRT:

> «BRT es como hacer cirugía de corazón en las tapadas arterias de su ciudad. Una ciudad no debe contratar al cirujano más barato que encuentre, sino al mejor cirujano que encuentre.»

Escatimar en la provisión de recursos para el proceso de planificación y apresurar el proceso para asegurar las rápidas fechas límite determinadas por los imperativos políticos, puede ser costoso a largo plazo. La planificación apropiada le ayuda a las ciudades a evitar los errores básicos que pueden resultar muy costosos. Se espera que esta guía ayude a las ciudades a planear un sistema de BRT a un menor costo y en un tiempo menor.

3.5 Financiación y fuentes de financiación

«El que quiera dinero, medios y contenido está sin tres buenos amigos.»

—William Shakespeare, dramaturgo, 1564–1616

Apoyo financiero se refiere a la provisión general de recursos monetarios para un proyecto. *Financiación* se refiere al mecanismo requerido para cubrir la diferencia entre el apoyo financiero disponible y la cantidad total requerida por el proyecto. La financiación puede referirse particularmente a las circunstancias en las cuales hay un costo adicional asociado con la consecución de fondos (p. ej. préstamos con interés). En el caso de la planificación de un sistema BRT, usualmente no se requiere financiación. Incluso para países y ciudades de relativamente poco ingreso, un costo total de planificación de un nuevo sistema de transporte público de entre US$ 1 millón y US$ 3 millones puede no ser una cantidad insuperable para obtener de fuentes locales. Probablemente el compromiso político de emprender el proceso de planificación es un determinante mucho más grande que cualquier limitación fiscal.

El punto de partida lógico para identificar fuentes de *apoyo financiero* para la planificación de BRT son las entidades locales, estatales y nacionales. Sin embargo, la rentabilidad del BRT también ha significado que muchas fuentes internacionales apoyen los esfuerzos de BRT. La Tabla 3.4 da una lista de muchas fuentes posibles de *apoyo financiero* de planificación de BRT.

El Anexo 4 proporciona detalles de contacto para varios tipos de agencias bilaterales, organizaciones internacionales y fundaciones privadas.

3.5.1 *Fuentes de* apoyo financiero *a nivel local, provincial y nacional*

3.5.1.1 Fuentes del gobierno local

En muchas ocasiones, una municipalidad se apoyará en los recursos presupuestales para planear un proyecto de BRT sin asistencia externa. Esta situación es particularmente factible cuando el líder municipal está altamente motivado hacia un sistema de transporte público nuevo.

La viabilidad de los esfuerzos auto-financiados también dependerá de la capacidad técnica de los cuerpos gubernamentales encargados de la planificación y diseño del sistema. Si la capacidad técnica es bastante fuerte y varios miembros del personal ya tienen experiencia con BRT, gran parte del trabajo de planificación puede ser conducido internamente. En estos casos, los costos de planificación pueden ser cubiertos mediante los presupuestos normales en curso. Por ello, los costos de planificación serían efectivamente nominales. Quito ilustra la rentabilidad de este esquema con la planificación interna del corredor Trole, por un costo de aproximadamente US$ 300.000. Sin embargo, la falta de opiniones externas puede haber contribuido a los problemas que actualmente agobian al sistema de Quito. Por ende, la rentabilidad a corto plazo puede traer consigo desventajas significativas a largo plazo.

En otras ciudades con poca capacidad técnica propia, puede requerirse experticia en consultoría externa o internacional. En estos casos, el costo de planificación más alto puede hacer difícil la dependencia exclusiva del *apoyo financiero* municipal.

Aun si una ciudad prevé la necesidad de *apoyo financiero* externo, probablemente se necesitarán contribuciones locales, estatales o nacionales. Generalmente, las organizaciones internacionales ven las contribuciones locales como un indicador de la seriedad de una ciudad con respecto a la implementación propiamente dicha. Probablemente cualquier ciudad aceptaría un plan de BRT gratuito, pero sin compromiso local de fondos hay poca motivación para entregar un proyecto real. Por ende, muchas fuentes externas de *apoyo financiero* requieren una contribución local (o provincial o nacional) significativa. Una contribución de contrapartida correspondiente a 50% suele ser el estándar para recibir fondos internacionales de planificación.

3.5.1.2 Fuentes estatales y nacionales

Otra opción para evitar el requisito de *apoyo financiero* no gubernamental pueden ser

Tabla 3.4: Fuentes potenciales de apoyo financiero para la planificación de BRT

Fuente de financiación	Ejemplos
Gobierno local	Nuevo ítem del presupuesto Presupuesto existente del departamento de transporte Presupuesto existente del departamento de planificación Presupuestos existentes de los departamentos de medio ambiente, asuntos económicos y salud
Gobierno estatal	Nuevo ítem del presupuesto Presupuestos existentes de los departamentos de transporte, planificación, medio ambiente, asuntos económicos y salud
Gobierno nacional	Nuevo ítem del presupuesto Presupuestos existentes de los departamentos de transporte, planificación, medio ambiente, asuntos económicos y salud
Sector privado	Operadores privados de bus, constructores, proveedores de combustible, fabricantes de vehículos, etc.
Agencias de cooperación bilateral	DfID, GTZ, JICA, SIDA, USAID
Bancos de cooperación bilateral	JBIC, KfW, US TDA, US Exlm Bank, US OPIC
Agencias de Naciones Unidas	PNUD, PNUMA, UNCRD, etc.
Fondos internacionales de medio ambiente	Fondo Mundial por el Medio Ambiente (GEF)
Bancos para el desarrollo	Banco Mundial, BID, ADB, etc.
Fundaciones privadas	Fundación Hewlett, Fundación Blue Moon, Fundación Shell, etc.

entradas de *apoyo financiero* de agencias estatales y nacionales. En algunas ciudades, las agencias provinciales y nacionales pueden tener la responsabilidad sobre la planificación y la implementación del BRT. Así, en ciudades como Ciudad del Cabo, Bangkok y Yakarta, las fuentes estatales de *apoyo financiero* han proporcionado un impulso para la planificación de un BRT. En Colombia, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha jugado un papel central para exportar el concepto de TransMilenio S.A. a otras ciudades.

Involucrar agencias estatales y nacionales también trae consigo otras ventajas en términos del acceso a experiencia técnica adicional. Por supuesto, cada agencia adicional involucrada en el proyecto también puede implicar un aumento en la complejidad administrativa y el potencial para desacuerdos entre las partes, especialmente si los diferentes niveles del gobierno están representados por partidos políticos diferentes.

3.5.1.3 Sector privado local

En algunos casos, la situación del transporte local puede deteriorarse hasta el punto de que el sector privado pueda buscar una alternativa por su propia cuenta. El hecho de involucrar al sector privado puede hacer que los funcionarios locales declinen su responsabilidad de administrar y promover el transporte público. Claramente, involucrar al sector privado también conlleva un poco de interés privado, pues las partes de éste sector esperan que el sistema de transporte público mejorado genere ganancias.

Los operadores de buses privados pueden ver la transición hacia un sistema BRT como la forma principal de mejorar sus ganancias. Los operadores pueden estar respondiendo también al aumento de la competencia del transporte informal como las *vans* y los minibuses que están llenando un vacío de mercado dejado por servicios formales pobremente organizados y administrados. El desarrollo de un BRT en Curitiba fue probablemente la razón por la cual Curitiba es la única ciudad principal en Brasil en la cual los «clandestinos» (vans informales) no han entrado al mercado formal. Por ende, consorcios de operadores privados han liderado esfuerzos de planificación de BRT en muchas ciudades, incluyendo San Salvador (El Salvador) y Santiago (Chile).

Otros agentes privados pueden tener también un interés en el desarrollo de BRT. En Manila (Filipinas), una compañía local de construcción inmobiliaria ha iniciado esfuerzos de BRT en distritos cercanos a sectores de negocios de los cuales la firma es dueña. Un sistema de transporte público formal en esta área entregaría valor a la compañía a través de aumentos en los valores de la propiedad y mejor acceso para los empleados.

Los fabricantes privados también pueden tener un interés personal en un BRT. Los fabricantes de vehículos podrían beneficiarse del aumento en las ventas por los nuevos vehículos de BRT. Por ejemplo, Volvo ha lanzado una iniciativa en India para promover el desarrollo de BRT. Adicionalmente, los proveedores de combustible también pueden ver una ventaja en promover un BRT si hay probabilidad de que su producto sea elegido por su mejor desempeño en términos de medio ambiente. En Dhaka (Bangladesh), un proveedor local de gas natural comprimido (CNG, por sus siglas en inglés) ha dado el primer paso para iniciar actividades de planificación de BRT.

Con base en estos ejemplos, las municipalidades pueden querer formar alianzas con asociaciones del sector privado que pudieran ser aliados naturales en el desarrollo de BRT.

3.5.2 Fuentes internacionales de apoyo financiero

Los bancos de desarrollo y otras organizaciones internacionales no se han perdido el éxito del BRT. La falta de grandes deudas de capital y la falta de subsidios de operación significan que estas organizaciones generalmente califican al BRT como una opción para promover y facilitar.

La plétora de organizaciones internacionales que están ahora interesadas en BRT significa que las ciudades tienen una disponibilidad adecuada de opciones de apoyo financiero. El papel internacional es particularmente relevante para el proceso de planificación. El mandato de muchas organizaciones internacionales gira alrededor de temas como entrenamiento, diseminación de información y asesoría de los proyectos. Todos estos temas están relacionados con la planificación. Más aún, la mayoría de la asistencia

internacional para la planificación llega en forma de subvenciones y no de préstamos. Por ende, los fondos de planificación generalmente no conllevan costos de financiación adicionales.

Los recursos internacionales suelen tener también la ventaja adicional de permitir un mayor acceso a profesionales con experiencia internacional de BRT. Una organización internacional puede tener una relación con consultores líderes en BRT, muchos de los cuales no estarían disponibles o no serían asequibles habitualmente para una ciudad particular. Un gobierno local en una ciudad de un país en desarrollo puede tener poco conocimiento sobre los consultores internacionales a quienes podría confiárseles el proyecto. Las organizaciones internacionales están involucradas con frecuencia en muchas ciudades y por ende pueden identificar los consultores de mejor desempeño. De manera similar, algunos líderes expertos no trabajan directamente para los gobiernos municipales por miedo a que no se les pague. Al ser contratados directamente por la organización internacional, el consultor tendrá más confianza para aceptar la misión.

Las organizaciones internacionales también pueden asegurar que los equipos de consultoría locales e internacionales trabajen como un equipo unido. Como se mencionó anteriormente, los consultores locales poseen el conocimiento crítico del contexto local y los consultores internacionales pueden tener mayor experiencia en BRT. Los consultores locales e internacionales pueden no trabajar de forma complementaria si cada grupo siente que el otro no es adecuado, por su falta de conocimiento sobre el contexto local o por su falta de experiencia en BRT. La presencia de una organización internacional respetada, como una agencia bilateral o un banco para el desarrollo, puede mediar en tales diferencias y crear mayor armonía y cooperación en el equipo.

La desventaja principal de involucrar fuentes internacionales de *apoyo financiero* puede ser la cantidad de esfuerzo requerida en el proceso de solicitud. Las organizaciones internacionales pueden necesitar un análisis extenso de la historia del transporte en la ciudad, garantías de todas las agencias y departamentos, cálculos de beneficios en las emisiones y un marco lógico detallado que conecte objetivos con productos. Este proceso también puede involucrar seminarios y talleres de entrenamiento y hacer más clara la premisa del proyecto. Si bien este proceso de solicitud puede ser una parte útil de la preparación del proyecto, la cantidad de tiempo y esfuerzo involucrados pueden enlentecer el desarrollo global del proyecto. Más aún, pueden ser necesarias varias de estas solicitudes antes de que se reciba el apoyo y el compromiso por parte de una organización internacional.

3.5.2.1 Organizaciones multilaterales

Organizaciones multilaterales como el Banco Mundial, bancos regionales de desarrollo y agencias de Naciones Unidas suelen ofrecer subvenciones para apoyar actividades de planificación y demostraciones iniciales. Al contrario de los préstamos, los mecanismos de apoyo financiero de tipo subvencionado no requieren ser pagadas. Uno de estos mecanismos de subvención es el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). El GEF fue creado en 1991 para asistir a los gobiernos y a las organizaciones internacionales en sus metas de superar las amenazas ambientales globales. Por ende, los fondos de GEF se utilizan para tratar temas tales como la degradación de aguas internacionales, la biodiversidad, el cambio climático global, el agotamiento del ozono y los contaminantes orgánicos persistentes (POPS, por sus siglas en inglés). A través del programa de cambio climático global y el programa operacional número 11 del GEF, el transporte es un sector elegible para *apoyo financiero*. Los proyectos de BRT califican

Figura 3.9
Las organizaciones multilaterales han apoyado bastante a los proyectos de BRT hasta la fecha. En muchos casos hay subvenciones disponibles para apoyar las actividades de planificación.

según el artículo 11.10(a) del programa operacional 11: «Los cambios modales hacia formas de transporte público y de carga más eficientes y menos contaminantes a través de medidas como gestión del tráfico y aumento en el uso de combustibles más limpios».

Para poder aspirar a un proyecto de GEF, una municipalidad necesitará el apoyo del punto focal nacional del GEF, que usualmente está en un ministerio nacional del medio ambiente o un ministerio nacional de relaciones exteriores. Adicionalmente, el proyecto necesitará que una de las agencias de implementación de GEF sea líder y apoye el proyecto a través del proceso de solicitud. Las agencias de implementación elegibles incluyen el Banco Mundial, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y los bancos regionales de desarrollo (p. ej. Banco Africano de Desarrollo, Banco Asiático de Desarrollo, Banco Interamericano de Desarrollo). Hasta la fecha, el GEF ha aprobado muchos proyectos relacionados con BRT incluyendo proyectos en Cartagena, Dar es Salaam, Hanói, Lima, Ciudad de México y Santiago, así como también iniciativas en múltiples ciudades de Colombia y China.

El tamaño de la subvención de GEF depende del tipo de solicitud y de la naturaleza del proyecto. Los mecanismos de *apoyo financiero* de GEF incluyen:

1. Programa de pequeñas subvenciones (fondos de menos de US$ 50.000);
2. Programa de empresas pequeñas y medianas;
3. Facilidad para preparación y desarrollo de proyectos (PDF);
   - PDF Bloque A (hasta US$ 25.000 para preparación del proyecto);
   - PDF Bloque B (hasta US$ 350.000 para preparación del proyecto);
   - PDF Bloque C (hasta US$ 1 millón para preparación del proyecto);
4. Proyectos de mediano tamaño (hasta US$ 1 millón para el proyecto);
5. Proyectos de gran tamaño (grandes subvenciones de hasta más de US$ 10 millones).

En un proyecto de una ciudad grande o en un proyecto multi-ciudad probablemente se requerirá un proyecto GEF de gran tamaño. Por esta razón, los proyectos de transporte en Hanói, Lima, México, Santiago, Colombia y China son todos proyectos de gran tamaño. Ciudades de mediano tamaño como Cartagena y Dar es Salaam han recibido fondos como proyectos de tamaño mediano (MSPs).

Los recursos de GEF probablemente no financien directamente la infraestructura, pero son útiles para la asistencia en el proceso de planificación. Adicionalmente, el *apoyo financiero* de GEF puede ser también un medio efectivo para atraer financiación complementaria de otras fuentes.

Otras organizaciones internacionales también pueden apoyar las actividades de planificación de BRT. Por ejemplo, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) ha jugado un papel en el desarrollo de proyectos de BRT en Pereira (Colombia) y Cartagena (Colombia) a través de actividades de asistencia técnica. La Iniciativa de Aire Limpio para las Ciudades Asiáticas (CAI-Asia) también está jugando un papel en el desarrollo de BRT a través de su programa conocido como Movilidad Urbana Sostenible en Asia (SUMA, por sus siglas en inglés). El programa SUMA es una provisión de subvenciones de US$ 5 millones hecha posible a través de recursos de Suecia (Sida) y el Banco Asiático de Desarrollo (ADB). De forma similar, la Unión Europea (UE) posee su propia financiación para asistencia al desarrollo en el exterior. En algunos casos, los fondos de la UE se han aplicado a estudios de factibilidad en los cuales hay consorcios europeos en posición de capturar los contratos.

Si bien los bancos de desarrollo están asociados de forma más cercana con la financiación de la infraestructura, también se han usado subvenciones para la preparación de los proyectos.

Figura 3.10

Las agencias bilaterales también pueden ser fuente de apoyo técnico y financiero potencial durante la fase de planificación de un proyecto.

Estas subvenciones son comunes cuando se está considerando un préstamo posterior para infraestructura. Ciudades como Dar es Salaam (Banco Mundial) y San José (Costa Rica) (BID) se han beneficiado de tales subvenciones.

3.5.2.2 Agencias bilaterales

Adicionalmente, se puede solicitar a agencias bilaterales como la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA), la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (SIDA) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) que brinden asistencia en la provisión de apoyo y recursos técnicos. GTZ ha jugado un papel importante en el apoyo para el desarrollo de BRT en ciudades como Bangkok (Tailandia), Buenos Aires (Argentina), Cartagena (Colombia) y Surabaya (Indonesia). SIDA ha apoyado la sensibilización hacia el BRT en Bangalore (India) y Dhaka (Bangladesh), y más recientemente ha ayudado a darle fondos al programa de Movilidad Urbana Sostenible en Asia (SUMA), de US$ 5 millones. USAID ha estado activa con el apoyo para BRT en Accra (Ghana), Dar es Salaam (Tanzania), Dakar (Senegal), Ciudad del Cabo (Suráfrica), Johannesburgo (Suráfrica), Delhi (India), Hyderabad (India) y Yakarta (Indonesia).

JICA ha otorgado fondos a numerosos planes maestros y proyectos de modelación de demanda del transporte en países en desarrollo. Con frecuencia, JICA, junto con el Banco Japonés para la Cooperación Internacional (JBIC), insta a las ciudades a obtener tecnología japonesa basada en ferrocarriles o a hacer uso de firmas de construcción japonesas para proyectos de vías (Figura 3.11). En Bogotá, JICA recomendó la construcción de un sistema de metro y un sistema de vías elevadas (Figura 3.12). Afortunadamente el alcalde Enrique Peñalosa rechazó esta visión y optó por el camino del transporte sostenible caracterizado por el sistema TransMilenio S.A. de la ciudad, ciclorrutas y zonas peatonales. Sin embargo, algunos de los estudios y planes maestros de JICA han hecho referencia a la posibilidad de un BRT.

Como lo indica el ejemplo de JICA, las ciudades deben ser cuidadosas cuando los gobiernos proporcionan ayuda «condicionada», en la cual las opciones de tecnología están limitadas a

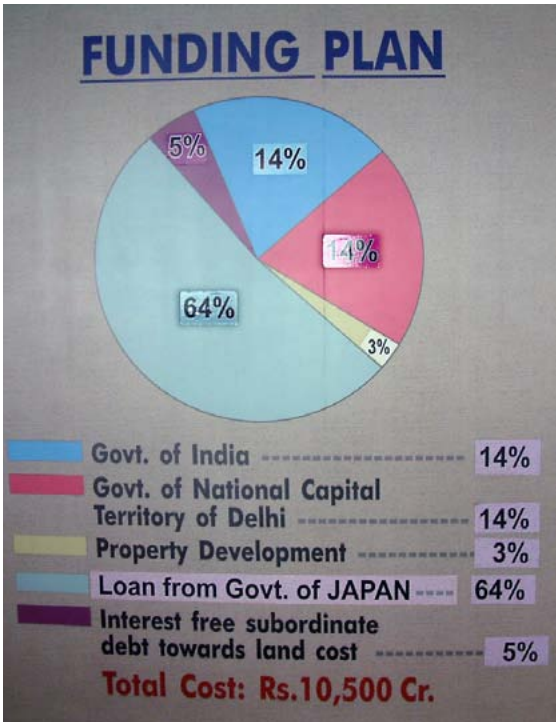


Figura 3.11
Con ayuda de JICA y JBIC, el metro de Delhi se benefició de préstamos concesionarios del Gobierno de Japón.
Foto de Lloyd Wright

Figura 3.12
Un dibujo de JICA que muestra una visión de Bogotá con vías elevadas. Por fortuna, el alcalde Enrique Peñalosa rechazó esta visión y optó por construir TransMilenio S.A. en vez de autopistas elevadas.
Imagen cortesía de la municipalidad de Bogotá

firmas de un solo país en particular. Por ende, una ciudad puede tener que limitarse a elegir consultores de una nacionalidad particular o a usar vehículos o equipos de recolección de tarifa construidos en una nación desarrollada específica. Tales prácticas pueden tener como resultado soluciones tecnológicas que no son óptimas. Adicionalmente, dichas restricciones hundirán los esfuerzos de desarrollar habilidades y capacidades de manufactura local. El BRT representa una forma práctica para fomentar

la transferencia apropiada de tecnología y la manufactura local. Un paquete de ayuda «condicionada» puede significar que los consultores y productos de la nación desarrollada tienen prioridad sobre las fuentes locales.

3.5.2.3 Bancos bilaterales de importación-exportación

El vínculo con la exportación de productos de naciones desarrolladas es aún más explícito con los bancos bilaterales de importación-exportación. Estas entidades han sido creadas en su mayoría por los gobiernos de América del Norte, Europa Occidental, Oceanía y Japón con el propósito de promover la exportación de sus propios bienes y servicios de manufactura. Existen ejemplos de bancos bilaterales de importación-exportación de sus propios productos como los siguientes:

- *Kreditanstalt für Wiederaufbau* (KfW) alemán;
- Banco japonés para la cooperación internacional (JBIC);
- Banco estadounidense de importación-exportación (EX-IM Bank);
- Corporación estadounidense para la inversión privada en el extranjero (OPIC);
- Programa de préstamo garantizado para vivienda de USAID (*USAID's Housing Guaranteed Loan program*).

Como es el caso con algunas ayudas bilaterales, este tipo de contrato «amarrado» puede ir en detrimento de la producción local. Más aún, el uso exclusivo de los productos de una sola nación sin duda reducirá la competencia global y tendrá como resultado una solución que no es óptima.

Sin embargo, no todos los fondos de los bancos bilaterales de importación-exportación están tan sólidamente atados a un fabricante particular. Algunos bancos bilaterales de importación-exportación extenderán fondos para estudios de factibilidad y para trabajo de planificación si sus firmas nacionales tienen alguna oportunidad de ganar un contrato, pero puede no haber una garantía absoluta de que a sus firmas se les dé un contrato automático. Por ello, los bancos bilaterales de importación-exportación también pueden ser una opción aun cuando la preferencia de la ciudad sea la licitación completamente competitiva.

3.5.2.4 Fundaciones privadas

Las fundaciones privadas como la Fundación Blue Moon, la Fundación Hewlett, la Fundación Shell, la fundación Volvo y la antigua fundación W. Alton Jones también han apoyado actividades de BRT. La Fundación Hewlett ha apoyado actividades de BRT en Beijing (China), Rio de Janeiro (Brasil), São Paulo (Brasil) y Ciudad de México (México). La Fundación Shell, a través del Instituto Mundial de Recursos (WRI), está ayudando al desarrollo del BRT en Ciudad de México y en otras ciudades tanto en América Latina como en Asia. En algunos casos, estas fundaciones pueden no dar fondos directamente para el trabajo de planificación. En lugar de ello, algunas fundaciones se enfocan en actividades de preparación del mercado, como talleres y otros ejercicios de construcción de capacidad, para ayudar a las ciudades a que tomen la decisión de proceder con un proyecto de BRT.

3.5.3 Ejemplos de apoyo financiero y financiación

3.5.3.1 Bogotá, Colombia

Quizás el principal sistema de BRT en el mundo hoy, el TransMilenio en Bogotá, se benefició de una de las mejores asistencias en consultoría ofrecidas hasta la fecha. Como se habían implementado pocos proyectos de alta calidad antes de TransMilenio S.A., Bogotá pagó por el desarrollo de muchos conceptos innovadores en el campo del BRT. Con la experiencia de Bogotá ya establecida y bien conocida, nuevos proyectos se han beneficiado de este conocimiento. Los costos de planificación de nuevos proyectos se han reducido sustancialmente debido a los esfuerzos de Bogotá. En total, la municipalidad de Bogotá invirtió aproximadamente US$ 5,2 millones en el proceso de planificación de BRT. Si bien esta cantidad parece costosa, el sistema de Bogotá es altamente rentable y no requiere subsidios para operar ni para comprar vehículos.

La Tabla 3.5 menciona los consultores usados en el proyecto TransMilenio S.A. y las fuentes de los gastos de consultoría.

En Bogotá, el contrato más grande fue para una firma de consultoría en administración (McKinsey) para que proporcionara la gerencia global del proyecto, así como para creación de TransMilenio S.A., la autoridad a cargo de la operación. La participación de McKinsey fue

Tabla 3.5: Costos de planificación para la Fase I de TransMilenio en Bogotá

Compañía contratada	Cantidad (US$)	Fuente
McKinsey & Co. (consultores estratégicos)	3.569.231	Programa para el Desarrollo de Naciones Unidas
Banco de inversión	192.308	Secretaría de Transporte de Bogotá
Steer Davies Gleave (consultores técnicos)	1.384.615	Secretaría de Transporte de Bogotá
Consultores de diseño ambiental	115.385	Secretaría de Transporte de Bogotá
Total	**5.261.538**	

financiada por la municipalidad a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Durante casi tres años la Municipalidad de Bogotá tuvo un acuerdo de asistencia técnica con PNUD, a través de una cuenta pagada por la municipalidad y administrada por PNUD. Estos fondos eventualmente se aplicarían a la asistencia técnica internacional. Como estos fondos ya estaban comprometidos, la municipalidad simplemente reservaba el dinero para el proyecto BRT.

Los contratos de consultoría restantes también estuvieron respaldados por financiación municipal. La planificación, diseño y trabajo de ingeniería (otros US$ 1,5 millones) fueron pagados en gran medida por las asignaciones presupuestales en curso de la Secretaría de Transporte de la municipalidad. Este trabajo fue contratado a una firma internacional líder en planificación, Steer Davies Gleave. A su vez, Steer Davies Gleave subcontrató parte del trabajo a expertos brasileños de la firma Logit. Debido a los esfuerzos del equipo de consultoría, el sistema TransMilenio S.A. ha probado ser completamente auto-financiado e incluso rentable y ha representado el mejor ejemplo a nivel mundial. Por ende, los grandes gastos en planificación han ayudado a preservar los recursos financieros de la ciudad hasta la perpetuidad.

3.5.3.2 Quito, Ecuador

Como Bogotá, Quito usó recursos presupuestales en curso para financiar toda la planificación. Sin embargo, más allá de un experto internacional de PNUD traído para la Fase II del proyecto, toda la planificación y el trabajo de diseño fue realizado de forma local por el Departamento de Planificación de la Municipalidad de Quito. Los costos fueron mucho menores que en Bogotá y son difíciles de definir con precisión, puesto que fueron cubiertos por el presupuesto normal en curso del Departamento de Planificación. Los costos totales de planificación se estiman en aproximadamente US$ 300.000.

Si bien Quito representa un esfuerzo admirable para una ciudad con recursos limitados, el uso exclusivo de personal local puede haber contribuido a algunos de los problemas operacionales y dificultades financieras del sistema. En el primer corredor, la línea «Trole», la selección de la tecnología del trolebús eléctrico ayudó a minimizar los impactos ambientales; pero la tecnología ha socavado la rentabilidad global del sistema. El uso de trolebuses eléctricos y la infraestructura requerida que los acompaña significó que los costos totales del corredor fueran de aproximadamente US$ 5,1 millones por kilómetro. Esta cantidad representa un costo de casi US$ 4 millones más que los corredores subsiguientes que no utilizaron tecnología de trolebús eléctrico. Como la línea Trole no ha sido

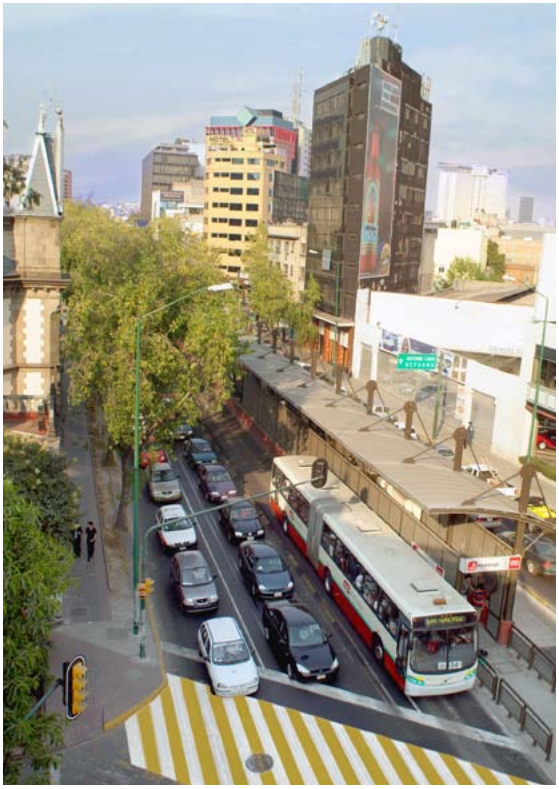


Figura 3.13
El sistema Metrobús en Ciudad de México se ha beneficiado de la asistencia de muchas organizaciones internacionales, incluyendo GEF, Banco Mundial, WRI-Embarq e ITDP.
Foto cortesía de Volvo Bus Corporation

auto-financiada, el corredor ha permanecido en manos de una compañía pública. Sin embargo, Quito actualmente está intentando privatizar este corredor.

Los dos nuevos corredores de Quito también han sufrido dificultades operacionales, especialmente con respecto a la estructura de negocios. Los contratos de concesión dados a los operadores existentes para las líneas «Ecovía» y «Central Norte» han limitado el control municipal sobre la calidad y la efectividad. Más aún, dado que ninguno de los corredores de Quito está integrado con los demás, el sistema ofrece poco en términos de conveniencia para el cliente. Es posible que muchos de los problemas de Quito pudieron haber sido evitados si la ciudad hubiera recogido algunas ideas de las experiencias de expertos internacionales. Por consiguiente, Quito está en el proceso de reorganizar los arreglos contractuales en los corredores «Ecovía» y «Central Norte».

3.5.3.3 Ciudad de México, México

La planificación para el sistema BRT de la Ciudad de México ha atraído un considerable apoyo de donantes internacionales. La cantidad total dedicada a la planificación del sistema se estima en más de US$ 1 millón. El trabajo detallado de planificación para dos corredores de BRT en el Distrito Federal y un análisis muy preliminar en el Estado de México fue financiado por una subvención del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), administrada por el Banco Mundial. El Distrito Federal utilizó este dinero para contratar consultores locales que desarrollaran diseños en los corredores de Insurgentes (Getisa) y Eje 8 (Eteysa). La Fundación Shell y la Fundación Hewlett pagaron expertos internacionales para que revisaran los planes del Distrito Federal. Este proceso de revisión internacional fue manejado en gran medida por el Centro para el Transporte Sostenible de WRI-Embarq, junto con el apoyo de ITDP para revisar los temas de acceso peatonal.

La Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) dio los fondos para los planes del Estado de México, que fueron desarrollados por la firma de consultoría «Cal y Mayor». A su vez, ITDP dio fondos para que expertos internacionales revisaran estos planes y para preparar un plan de financiación para el sistema. El Estado de México también contrató al Instituto Jaime Lerner, la organización encabezada por el ex alcalde de Curitiba, para que desarrollara otro estudio de pre-factibilidad del sistema.

Figura 3.14
El proceso de planificación de TransJakarta fue apoyado por una variedad de organizaciones locales e internacionales.
Foto de Karl Otta, cortesía del CD-ROM de fotos de GTZ SUTP

3.5.3.4 Delhi, India

En Delhi se han invertido aproximadamente US$ 500.000 en la planificación del Sistema de Buses de Alta Capacidad de Delhi (HCBS). La financiación del plan ha emanado de tres fuentes: los ingresos generales por impuestos del Gobierno de Delhi, una subvención de USAID para ITDP, y una subvención general de la Fundación Volvo para el Programa de Investigación en Transporte y Prevención de Lesiones del Instituto Indio de Tecnología (IIT TRIPP, por sus siglas en inglés). Los fondos del Gobierno de Delhi (aproximadamente US$ 300.000) fueron usados para contratar al IIT TRIPP y a diversas firmas privadas de planificación.

En el caso de Delhi, la mayor parte del trabajo de planificación se ha enfocado en un diseño de ingeniería de operaciones y detallado. Se ha hecho poca o ninguna inversión inicial para un análisis de demanda. Como resultado, los corredores planeados congestionan los carriles de tráfico mixto sin proporcionar ahorros sustanciales de tiempo a los usuarios de transporte público. El «costo» de esta falla de diseño asumirá la forma de congestión impuesta al tráfico mixto (consumo de combustible y tiempo perdido).

3.5.3.5 Yakarta, Indonesia

El sistema TransJakarta de Yakarta fue planeado con fondos principalmente del gobierno provincial (DKI Yakarta). El gobierno contrató tres firmas consultoras locales, Pamintory Cipta, Ernst and Young y el Centro de Estudios sobre Transporte de la Universidad de Indonesia para elementos diferentes de la planificación. Con fondos adicionales de USAID, ITDP ha organizado una revisión de los planes por parte de consultores internacionales. Adicionalmente, los fondos de USAID han apoyado visitas de estudio para personal clave, trabajo en modelación de demanda, actividades de relaciones públicas y esfuerzos de ONGs para facilitar la participación pública.

3.5.3.6 Dar es Salaam, Tanzania

Los esfuerzos de planificación en BRT de Dar es Salaam han sido financiados hasta la fecha a través de cuatro fuentes diferentes. La mayor parte, aproximadamente US$ 1 millón, es parte de un paquete de préstamos del Banco Mundial conocido como el proyecto de mejoramiento del Central Roads Corridor. US$ 500.000 adicionales se han entregado a través de un proyecto de GEF patrocinado por UNEP, que ha sido manejado por ITDP. Con fondos del GEF, este componente se está enfocando en la planificación del modelo institucional y de negocios, la construcción de capacidad, y facilidades de transporte no motorizado. La municipalidad misma está contribuyendo con US$ 600.000 para el proceso de planificación de dos años. Otros US$ 100.000 se han entregado a través de una subvención de USAID que está siendo administrada por ITDP.

Dar es Salaam es uno de los mejores ejemplos de cómo la diversidad en la financiación puede ser la clave para armar un proyecto. Al haberse aproximado a múltiples fuentes, Dar es Salaam no depende de una sola organización. Más aún, dado que varias fuentes de financiación tienden a enfocarse en diferentes aspectos del proyecto, esta diversidad de fondos también trae dos ventajas adicionales:

1. Proporciona acceso a múltiples fuentes de experticia en consultoría; y,
2. Asegura que todos los aspectos del proceso de planificación sean abordados adecuadamente.

Figura 3.15
Varios nuevos proyectos de BRT en China, incluyendo el nuevo corredor en Hangzhou (foto), se han beneficiado de la asistencia de la Energy Foundation.
Foto de Karl Fjellstrom

Construir un conjunto sinérgico de fuentes de financiación debería entonces ser una prioridad en cualquier estrategia de financiación.

3.5.3.7 China

En China, el apoyo técnico para el primer sistema de BRT en Kunming vino originalmente del gobierno Suizo a través del Proyecto de Ciudades Hermanas de Zúrich, con fondos correspondientes de los ingresos presupuestales generales del gobierno municipal. El apoyo técnico para Shejiazhuang vino de los ingresos del presupuesto general del gobierno municipal, con algunos fondos en préstamo del Banco Mundial. El apoyo técnico posterior para Beijing, Chengdu, Xian, Jinan, Hangzhou y Kunming se originó en fondos de la Fundación Hewlett y la *Energy Foundation*, siempre con los fondos municipales correspondientes para el personal del proyecto y para el trabajo de investigación y encuestas. El apoyo técnico para Guangzhou fue originalmente proporcionado por el Fondo de Rockefeller Brothers, pero recientemente el proyecto está siendo apoyado a través de la asistencia financiera de la Fundación Hewlett.

3.6 Fases del proyecto

«Aquellos que planean hacen mejor las cosas que aquellos que no planean, aun cuando rara vez se ciñan al plan.»

—Winston Churchill, ex primer ministro británico, 1874–1965

3.6.1 Beneficios de dividir el proyecto en fases

Un BRT puede dividirse en distintos períodos o puede ser construido como un único esfuerzo masivo. Generalmente las ciudades eligen construir un sistema a lo largo de una serie de fases. La aproximación por fases se necesita por diversas razones:

- La financiación para todo el sistema puede no estar inmediatamente disponible;
- Los resultados de la fase inicial pueden ayudar a mejorar el diseño en las siguientes fases;
- El número limitado de firmas locales de construcción puede no ser suficiente para construir un sistema en toda una ciudad;
- La construcción en fases reduce la interrupción que el proceso de construcción trae a los flujos de tráfico en la ciudad.

La visión inicial del sistema global probablemente evolucionará según cambien las circunstancias. Sin embargo, el concepto global será válido aunque la naturaleza cambiante del paisaje urbano significa que los corredores y los conceptos pueden ser alterados. Los tipos de factores que pueden cambiar a lo largo del horizonte de desarrollo del proyecto incluyen:

- Cambios demográficos en población y densidad poblacional;
- Nuevos desarrollos de propiedades que alteran significativamente la frecuencia;
- De los viajes alrededor de orígenes y destinos principales;
- Factores de costo en la infraestructura y en las operaciones.

Adicionalmente, las lecciones aprendidas durante las primeras fases del sistema sin duda afectarán los diseños futuros. El proceso de desarrollo de un sistema BRT debe ser de mejoramiento constante para poder servir mejor las necesidades de los clientes.

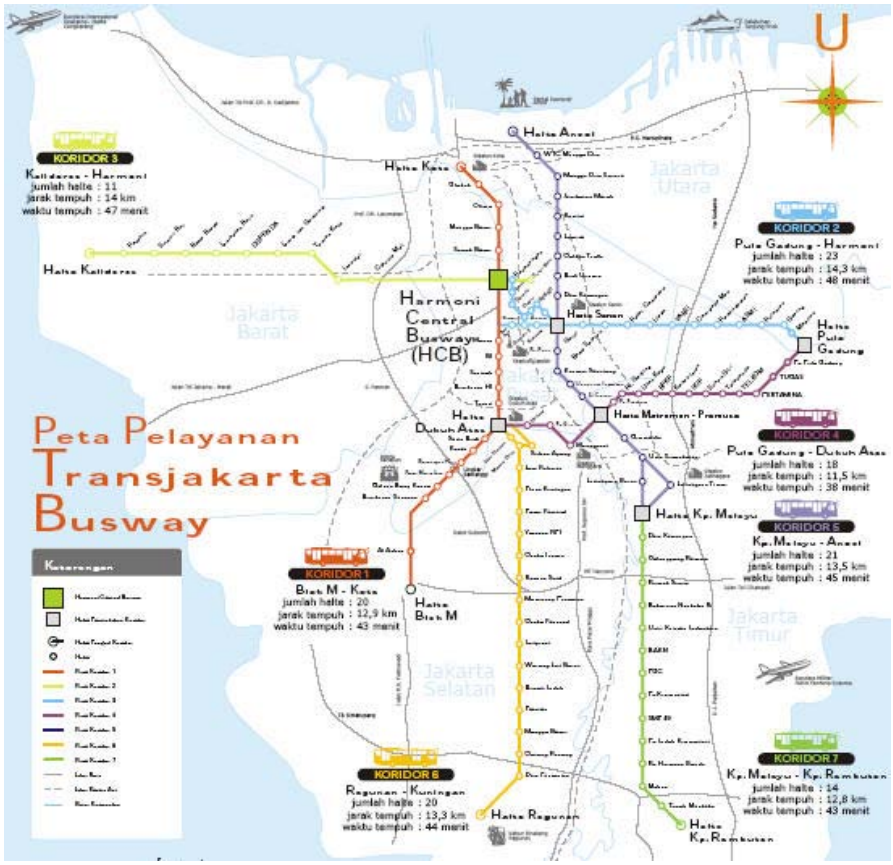
Por otro lado, la implementación en fases tendrá como resultado distintos tipos de operaciones que coexisten con diferentes reglas, actores y condiciones. Una adaptación en gran escala del nuevo sistema a lo largo de la mayoría de la ciudad puede reducir la confusión y las inconsistencias creadas por un enfoque en fases. Si bien una aproximación de gran escala no es probable debido a las restricciones físicas y presupuestales, algunas ciudades pequeñas y medianas pueden ser capaces de entregar la mayoría de la red total en una sola fase.

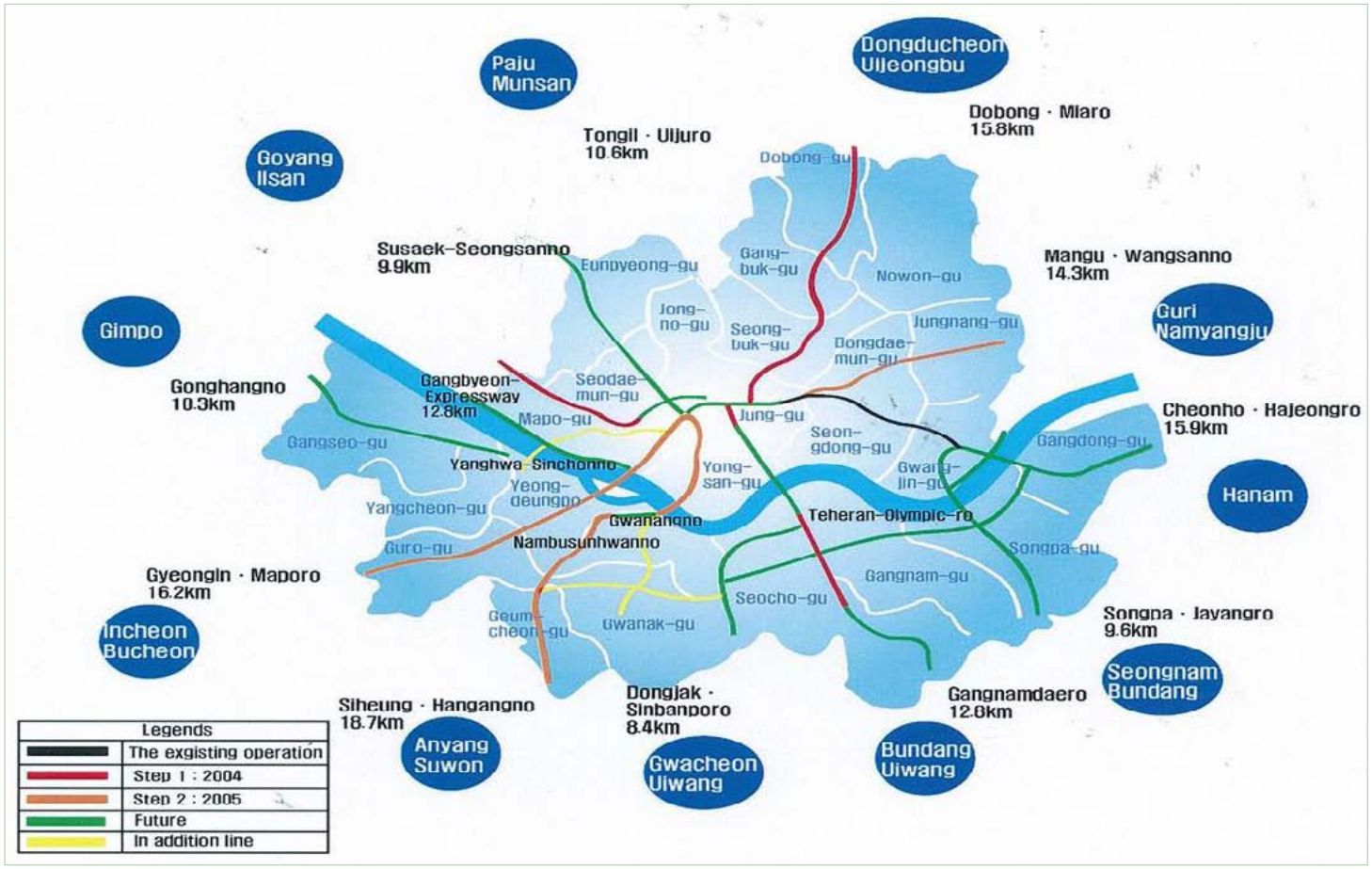
3.6.2 Una visión de sistema total

Si se va a construir un sistema en fases, todavía es valioso crear una visión para el sistema total (Figuras 3.16 y 3.17). Tal visión puede consistir simplemente en un mapa de ruta que muestra dónde se pretenden poner todos los corredores planeados. Así, incluso los residentes y los involucrados que no se beneficien inmediatamente de las fases iniciales del sistema verán el valor a largo plazo por sí mismos.

Además, el establecimiento de una visión global para una red será visto como un legado de la administración política actual para administraciones futuras. Si el concepto de una red existente se instaura firmemente, habrá menor probabilidad de que las administraciones futuras renuncien a la implementación del sistema completo. La pérdida de voluntad política siempre es un riesgo cuando se hace una transición de una administración política a la siguiente. En muchos casos, los instintos políticos de la administración entrante son echar por la borda todo lo propuesto por la anterior administración.

Un enfoque en fases no debe ser una excusa para una primera fase demasiado tímida. Una fase inicial extremadamente limitada puede no producir los resultados necesarios para justificar fases posteriores. Un BRT en un sólo corredor puede no atraer suficientes pasajeros para ser financieramente sostenible. Si el modelo financiero falla en la primera fase, puede que nunca haya una segunda. Una estrategia de un sólo corredor depende de que haya gente que trabaje, compre y viva en el mismo. Estas limitaciones generalmente significan que un sólo corredor simplemente no puede lograr suficiente flujo de clientes. La utilidad limitada de un sistema de un sólo corredor también reducirá sustancialmente el apoyo público hacia el futuro del sistema.





Figuras 3.16 y 3.17

Aunque los sistemas en Yakarta (imagen superior) y Seúl (imagen inferior) se están construyendo en múltiples fases a lo largo de varios años, los desarrolladores del sistema han establecido una visión completa para el futuro sistema.

Imágenes cortesía de TransJakarta y el Instituto de Desarrollo de Seúl

Figura 3.18
La excelencia en el servicio y el diseño de TransMilenio S.A. han producido un sistema de calidad de metro.
Foto de Shreya Gadepalli

3.6.3 Evolución versus revolución

El asunto aquí es cómo desarrollar el BRT, bien sea mediante una estrategia de «revolución» o una de «evolución». Una estrategia revolucionaria implica que la ciudad se comprometa a un plan audaz para un sistema de transporte enteramente nuevo que abarque toda la ciudad. Una estrategia evolutiva implica que la ciudad empieza a desarrollar su nuevo sistema lentamente, implementando proyectos relativamente pequeños uno por uno. La estrategia revolucionaria depende de un líder político altamente motivado y carismático que pueda fomentar una visión más amplia. Una estrategia revolucionaria implementará todos los aspectos de un sistema completo de BRT de una vez. La estrategia evolutiva quizás puede implementar sólo un sistema limitado, y con unos pocos elementos de BRT de una sola vez. Esta estrategia es característica de líderes municipales que tienen una moderada cantidad de interés político hacia el transporte público.

3.6.3.1 Calidad del sistema y motivación política

Bogotá y Curitiba fueron exitosas con líderes altamente carismáticos que desarrollaron una visión revolucionaria. Los corredores iniciales de estos sistemas fueron construidos en pocos años y tenían el tamaño suficiente como para lograr sostenibilidad financiera, incluso desde el comienzo. Bogotá implementó casi todos los elementos del BRT en la primera fase del proyecto. Curitiba implementó la mayoría de aspectos físicos del BRT en la primera parte de la década de 1970, pero muchos de los elementos críticos de gerencia de BRT emergieron gradualmente.

En contraste con una estrategia revolucionaria, Yakarta inició su proyecto de BRT con un único corredor limitado de sólo 12,9 kilómetros. La naturaleza limitada del sistema de Yakarta fue exacerbada por la falta de servicios integrados de alimentadores. No sorprende que la demanda en el corredor inicial haya estado por debajo de las expectativas. Con base en los ejemplos observados de BRT hasta la fecha, el alcance y la fuerza de la visión inicial probablemente darán la pauta para la calidad última del proyecto.

3.6.3.2 Calidad versus cantidad

Hasta cierto punto, muchos de los últimos sistemas de BRT han hecho sacrificios entre la calidad y la cantidad del sistema. La cantidad de recursos empleados por kilómetros afectará en última instancia el número de kilómetros que se construirán en un momento determinado. Si bien el BRT es mucho más rentable que otras tecnologías de transporte público, todavía hay límites para la financiación de la infraestructura. Por ello, las ciudades que desarrollan proyectos de muy alta calidad pueden reducir efectivamente el número de kilómetros construidos, por lo menos en el corto y mediano plazo.

Bogotá representa quizás el sistema de BRT de más alta calidad desarrollado hasta ahora. Los vehículos limpios y modernos, la arquitectura estéticamente agradable y el uso de tarjetas inteligentes se unen para darle al sistema una apariencia similar a la de un metro (Figura 3.18). Hasta la fecha, Bogotá ha completado dos de las fases del proyecto, que han cubierto un período entre 1998 y 2006. En este período se han creado un total de 84,33 kilómetros de corredores exclusivos. En el largo plazo, Bogotá planea construir más o menos 380 kilómetros de corredores exclusivos. Sin embargo, la alta calidad del sistema TransMilenio S.A. se traduce en costos de construcción un poco más altos que limitan la velocidad con la cual se puede obtener financiación para el sistema. El tamaño global del sistema afecta directamente la demanda porque la red de orígenes y destinos de un sistema afecta la facilidad de uso. Con base en encuestas de análisis de viajes del año 2006, TransMilenio S.A.

sirve aproximadamente el 19% de los viajes que se toman en la ciudad. Los buses que no son de BRT, los minibuses y las vans, atendieron aproximadamente al 51% de todos los viajes. En el primer año completo de operación de TransMilenio S.A. (2001), sólo prestaba servicio para aproximadamente 6% de todos los viajes (Bogotá Como Vamos, 2005). Por ello, es posible que la decisión de construir un sistema de muy alta calidad haya reducido un poco la velocidad a la cual se puede construir una red completa.

En contraste con el enfoque de Bogotá, ciudades como Santiago, São Paulo y Seúl están dejando de lado algo de la calidad de TransMilenio S.A. con un enfoque orientado a la totalidad de la ciudad en el desarrollo del sistema. Los sistemas Transantiago e Interligado de alguna manera están intercambiando calidad por cantidad. Tanto el sistema de Santiago como el de São Paulo han decidido efectivamente reestructurar y reorganizar todo el sistema de buses de una vez. Toda la red de estas ciudades está siendo licitada y puesta en concesión al mismo tiempo. Estos sistemas han tendido a incorporar más de la operación existente de buses al nuevo sistema, mientras que en Bogotá hay una clara distinción entre el sistema de BRT (TransMilenio S.A.) y el sistema no BRT (buses y minibuses viejos y de pobre calidad).

En el comienzo, solamente una porción relativamente pequeña de toda la red de Santiago, São Paulo y Seúl se está convirtiendo en carriles exclusivos. En Santiago, sólo 22 kilómetros de carriles segregados se incluyen en la Fase I. Otros 59 kilómetros de vías recibirán algunas mejoras de infraestructura. Al dejar los carriles y las vías mejoradas, los buses viajarán en rutas de buses estándar. Los buses existentes también serán incorporados al sistema e integrados como servicios alimentadores.

Al mismo tiempo, Santiago ha dejado de lado muchos de los atributos que normalmente constituirían un sistema BRT de alta calidad. La infraestructura de las estaciones es algo modesta en diseño y en escala (Figura 3.19). La verificación de tarifas se hace al interior de los vehículos, y por ende se reduce en gran medida la eficiencia de las paradas y las velocidades promedio de los vehículos. Adicionalmente, Santiago está utilizando estaciones alineadas al costado que causarán que los buses se vean afectados negativamente al desviar el tráfico mixto.

Hasta cierto punto, los sistemas de Santiago, São Paulo y Seúl podrían verse como híbridos entre BRT y un servicio estándar de buses, semejantes a la definición de sistema «BRT lite» presentada en la sección introductoria de esta Guía de Planificación.

Si bien el enfoque adoptado por Santiago, São Paulo y Seúl puede interpretarse como una compensación entre cantidad y calidad, las motivaciones reales pueden deberse más a los límites de la reforma del sector en estas ciudades. Bogotá y Curitiba se beneficiaron de alcaldes altamente motivados que revolucionaron los servicios de transporte público en sus ciudades al reestructurar los sistemas en torno al cliente. En el caso de Santiago, São Paulo y Seúl, el grado de cambio fue un poco menor para no afectar de forma drástica las operaciones de los dueños de la flota existente. Sin embargo, el resultado de este enfoque es un sistema que está lejos del nivel de calidad de un metro que se logró en otros sitios. Si bien Bogotá puede requerir más tiempo para crear una red completa del sistema, el producto final claramente será competitivo con el automóvil y atractivo para el público en general.

Hay razones políticas y técnicas para que los nuevos sistemas como el de Santiago, São Paulo y Seúl se hayan embarcado en un camino diferente al de Bogotá. Ninguno de los enfoques es inherentemente correcto o incorrecto. Debido a los límites

Figura 3.19
Los diseños de infraestructura y de estaciones más básicos utilizados en Transantiago han reducido los costos y han hecho al sistema más compatible con las operaciones de bus estándar de la ciudad.
Imagen cortesía de Transantiago

de recursos de financiación y capacidades de construcción, siempre habrá la necesidad de hacer algún sacrificio entre calidad y cantidad. Los líderes políticos y los funcionarios locales deben decidir qué camino se ajusta mejor a sus realidades políticas, culturales, sociales y financieras.

3.7 Errores comunes de planificación

«Si al comienzo tienes éxito, trata de no parecer sorprendido.»

—Anónimo

Al comienzo del proyecto, el equipo de planificación debe hacer mucho esfuerzo para seguir las lecciones aprendidas hasta la fecha de esfuerzos de BRT anteriores. Se le debe prestar atención tanto a los éxitos como a los fracasos de proyectos anteriores. Los problemas y errores encontrados por esfuerzos pasados pueden ser, de muchas maneras, incluso más instructivos que los éxitos. Reconocer y evitar los errores más comunes puede ahorrar a la ciudad recursos y tiempo considerables.

El Cuadro 3.1 resume algunos de los errores más comunes, identificados por los consultores líderes en sistemas BRT. Los capítulos restantes de esta Guía de Planificación ofrecerán ejemplos de cada uno de estos errores.

Casi siempre es menos costoso hacer funcionar bien un sistema desde el comienzo, que tratar de corregir problemas futuros. Cuando los

Cuadro 3.1: Errores de planificación de BRT más comunes

1. Sistema diseñado alrededor de una tecnología y no del cliente;
2. Sistema diseñado alrededor de los operadores existentes y no del cliente;
3. Muy poca inversión en el proceso de planificación;
4. Concursos no competitivos para seleccionar consultores de planificación;
5. Muy poco personal de tiempo completo dedicado a la planificación del sistema;
6. Primera fase muy limitada en alcance;
7. No reorganizar las rutas de bus existentes;
8. No reorganizar las estructuras regulatorias existentes;
9. Permitirle a todos los operadores de bus usar la infraestructura de buses, dando como resultado una grave congestión en las vías de buses;
10. Concursos no competitivos para seleccionar operadores de buses;
11. No hacer concesión independiente para la recolección de tarifas;
12. Obtención de vehículos del sector público (en vez de obtención del sector privado);
13. No proporcionar servicios alimentadores o directos a las áreas residenciales;
14. Sistema construido en corredores de baja demanda para facilitar la construcción;
15. No proporcionarles a los peatones un acceso seguro y de calidad a las estaciones;
16. No proporcionar integración con otros modos de transporte (p. ej. estacionamiento de bicicleta, paraderos de taxi, instalaciones de parque y diversiones);
17. No hay integración del plan de BRT con la planificación de usos del suelo y provisiones para desarrollo orientado al tránsito (TOD);
18. Reducir el tamaño de los vehículos y/o de la infraestructura para la demanda determinada;
19. Muy pocas puertas en los vehículos/estaciones para el abordaje y el descenso;
20. Falta de un plan de comunicación, campaña de mercadeo o marca del sistema para promover el nuevo sistema.

Figuras 3.20 y 3.21
Brisbane hizo un mal cálculo de la demanda en una estación principal que produjo congestión significativa del carril (foto izquierda). El problema eventualmente tuvo que corregirse a través de una actualización bastante costosa de un carril de sobrepaso en la estación (foto derecha).
Fotos cortesía del Queensland Busway

Figura 3.22
Bangkok propuso desarrollar una línea de BRT sobre el corredor Kaset Nawamin expresamente porque había poca demanda o tráfico en el corredor.
Foto de Lloyd Wright

contratos de operadores ya están firmados, se hace muy difícil y costoso negociar cambios posteriores. Los intentos para integrar tres corredores de carriles operados independientemente han sido frustrados por los arreglos contractuales existentes. De forma similar, las actualizaciones de la infraestructura pueden ser tanto física como financieramente difíciles (aunque la naturaleza de la infraestructura de BRT hace más fácil realizar ajustes que la mayor parte de las otras formas de sistemas de transporte masivo). En Brisbane, un error de cálculo de la demanda y el uso de vehículos de tamaño estándar produjo una congestión severa de los carriles en una estación principal (Figura 3.20). La creación de un carril de sobrepaso a través del área de la estación representó un costo adicional de US$ 11,4 millones (Figura 3.21).

Bangkok propuso construir su sistema de BRT en la Fase I a lo largo del corredor Kaset Nawamin, específicamente porque no había tráfico o congestión en el corredor (Figura 3.22). La falta de demanda a lo largo del corredor era atractiva, porque significaba que el sistema de BRT no tendría efecto sobre los flujos de tráfico mixto. Sin embargo, tampoco había casi ninguna demanda de transporte público en el corredor. Si bien construir un sistema de BRT de alta tecnología podría ser un laboratorio de pruebas para el concepto, probablemente no sería financieramente viable. La construcción de un sistema sólo donde es fácil hacerlo probablemente no servirá a los intereses de los usuarios de transporte público.

El plan de BRT de largo plazo de Bangkok también ha prestado poca atención a la conveniencia para el usuario. El sistema propone que todos

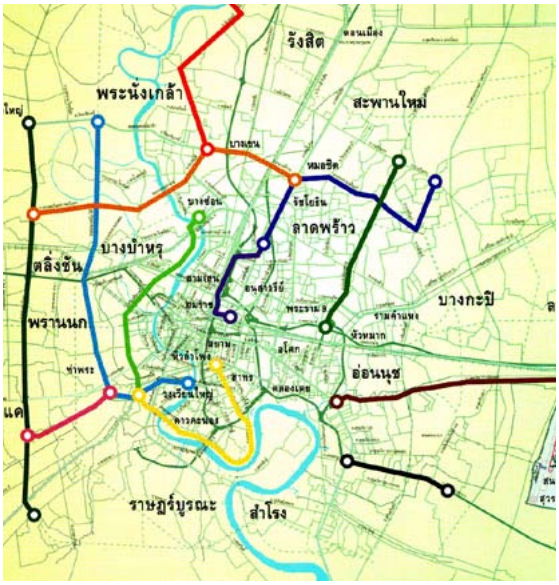


Figura 3.23
El sistema BRT de Bangkok propuesto por la Administración Metropolitana de Bangkok (BMA, por sus siglas en inglés) tiene como característica un plan de corredores que obliga a los usuarios a hacer transbordos a otros modos de transporte antes de llegar al centro de la ciudad.
Imagen cortesía de BMA

Figura 3.24
Vehículos pequeños, ingreso por una sola puerta y estaciones pequeñas contribuyeron a los problemas de hacinamiento en el corredor de la Fase I de TransJakarta.
Foto cortesía de ITDP

los corredores terminen antes de llegar al centro de la ciudad (Figura 3.23). Adicionalmente, las rutas del sistema obligan a la mayoría de usuarios a hacer múltiples transbordos antes de llegar a la estación final, que está fuera de los principales destinos del centro de la ciudad. Al llegar a la periferia del área central, se espera que los usuarios hagan transbordo al sistema de ferrocarriles (que sólo atiende algunos pocos corredores) o a otras opciones como los taxis.

La primera fase del sistema de Yakarta y la fase de demostración del sistema de Beijing sufrieron problemas de diseño que perjudicaron el desempeño de estos sistemas. La lista de problemas iniciales del sistema de Yakarta incluyó:

- Se le permitió a los buses existentes continuar operando en los carriles de tráfico mixto a lo largo del corredor, lo que produjo mucha congestión para los vehículos privados;
- Falta de concurso competitivo para elegir los servicios de consultoría;
- Falta de concurso competitivo para elegir el sistema de tarjeta inteligente, dando como resultado un sistema de tarifas no funcional;
- No se ofrecieron servicios de alimentadores integrados al corredor relativamente corto de la Fase I;
- Un intento posterior de integrar las tarifas del BRT y de los buses existentes falló debido a que los operadores existentes no aceptaron los pasajes de transferencia;
- La adquisición pública de los vehículos resultó en vehículos muy pequeños para la demanda existente;
- Los tamaños de las estaciones también fueron demasiado pequeños para la demanda (Figura 3.24);
- Los tiempos de abordaje y descenso eran lentos debido a la existencia de una puerta única en los vehículos.

Figura 3.25
Los vehículos iniciales de Beijing tenían 2 sillas que solo tenían espacio razonable para 1,5 personas.
Foto de Karl Fjellstrom

Los problemas asociados con la fase de demostración de Beijing incluyeron:

- Construcción del sistema en un corredor con poca demanda de transporte público (aproximadamente 1.000 pasajeros por DÍA);
- El único segmento de corredor que podría haberse beneficiado de un corredor exclusivo fue el único donde no había un corredor exclusivo;
- El diseño interior de las sillas del vehículo proporcionaba espacio para 1,5 usuarios, lo

Figura 3.26
El corredor de cinco metros de ancho en Beijing era bastante amplio para un corredor de un solo carril, pero insuficiente para operación de dos carriles.
Foto de Karl Fjellstrom

Figura 3.27
En noviembre de 2002, la provincia de Cabo Oeste (Ciudad del Cabo) envió una gran delegación a Bogotá. Los cambios políticos posteriores significaron que ningún proyecto se materializó en Ciudad del Cabo en los siguientes cinco años.
Foto cortesía de Ciudad Humana

que significaba que el vehículo articulado de 18,5 metros tenía aproximadamente la misma capacidad de pasajeros que un bus estándar de 12 metros (Figura 3.25);

- Los corredores de cinco metros de ancho eran bastante amplias para un carril estándar de buses, pero insuficientes para dos carriles (Figura 3.26).

Afortunadamente los esfuerzos de las siguientes fases, tanto en Yakarta como en Beijing, han ayudado a revertir o mitigar muchos de los problemas. Sin embargo, los problemas en las fases iniciales pueden hacer mucho daño a la imagen del sistema hacia el futuro. Pequeños «fracasos» en un BRT pueden dañar el concepto en una región entera. Por ello, se insta a las ciudades a estudiar de cerca las lecciones aprendidas hasta la fecha.

Tal vez el problema más serio de implementación se relaciona con la continuidad política. Hay un puñado de proyectos que comenzaron de forma promisoria y luego colapsaron debido a una falta de voluntad política, o debido a un cambio en el liderazgo. En muchos casos, las ciudades gastan recursos significativos para enviar delegaciones a viajes de estudio y para contratar consultores que desarrollen estudios de alcance. Al final, muchos de estos proyectos son bastante factibles, pero el movimiento hacia la planificación como tal nunca ocurre por varias razones.

En el final de 2002, la provincia de Cabo Oeste (Ciudad del Cabo) empezó un proceso para desarrollar un proyecto de BRT. Una delegación grande de personas fue enviada a Bogotá a un viaje de estudio (Figura 3.27). El gobierno identificó un corredor, Klipfontein Road, e invirtió recursos en la planificación inicial. Incluso se produjo un video del proyecto. A la iniciativa contribuyeron también donantes internacionales (USAID a través de ITDP) con recursos de consultoría. Sin embargo, cuando el abogado político líder fue trasladado a otra sección dentro del gobierno provincial, hubo una pérdida de la iniciativa. Posteriormente, la provincia tuvo otros dos ministros de transporte en el curso de tres años. En muchos casos, los nuevos alcaldes o ministros rechazan los proyectos anteriores, simplemente porque no desean completar proyectos comenzados por otro político.

De forma similar, han colapsado o se han estancado seriamente esfuerzos de proyectos en ciudades tales como Dhaka (Bangladesh), Shanghái (China), Hyderabad (India), Puebla (México) y Virginia Beach (EE.UU.). En muchos casos, los funcionarios políticos y técnicos empeñaron grandes recursos en visitas de estudio e investigación. Sin embargo, por una u otra razón, los proyectos simplemente no pudieron ir más allá de los primeros pasos básicos.

4. Análisis de la demanda

«La esencia de las matemáticas no es hacer complicadas las cosas simples, sino hacer simples las cosas complicadas.»

—S. Gudder, matemático

El análisis de la demanda potencial de pasajeros para el sistema BRT es la base técnica para gran parte del subsecuente trabajo de desarrollo del diseño del sistema. Las estimaciones de la demanda son críticas para diseñar el sistema, planificar las operaciones y predecir la viabilidad financiera del sistema. El hecho de saber dónde y cuándo requieren los usuarios servicios de transporte va a ayudar a formar un sistema basado en las necesidades del usuario.

A menudo, los tomadores de decisión van a querer construir un sistema BRT en una vía amplia o en una vía circunvalar en la que hay suficiente espacio, pero poca o una demanda nula. Otras veces, los tomadores de decisión van a escoger corredores para el BRT por razones políticas, como poner un corredor en cada distrito, sin tener en cuenta la importancia del corredor para los usuarios, o localizar el sistema BRT donde sus impactos beneficiarán a personas con poder político. Considerando que dichos factores van a ser parte inevitable del proceso de toma de decisión, los planificadores del BRT deben esforzarse por lograr un sistema que sirva a la mayor cantidad de pasajeros de la mejor manera posible. Esto requiere proponer no sólo un corredor individual, sino eventualmente una red de rutas de BRT. Si el sistema no forma una red, la demanda va a ser una fracción de su potencial real.

En primera medida, el sistema necesita ser diseñado con la suficiente capacidad para manejar una demanda futura estimada razonable, manteniendo altas velocidades vehiculares. Esta demanda futura proyectada debe comenzar con un análisis de la demanda existente del transporte público y luego ser expandida con expectativas razonables de aumento de pasajeros. Siendo conservadores, el sistema necesita ser diseñado con suficiente capacidad adicional, ya que desde una perspectiva del diseño es mejor errar por exceso (sobreestimando la cantidad futura de pasajeros). Las estimaciones de demanda pueden ser bastante aproximadas al principio, pero entre más pronto se logre una estimación más precisa, mejor el diseño. Si el sistema se diseña con más capacidad de la que se necesita va a ser innecesariamente costoso y va a consumir una innecesaria del escaso derecho de vía que podría ser utilizado mejor en aceras, vías para bicicletas, espacio público, estacionamientos o vehículos privados. Por otra parte, si la capacidad es demasiado baja, los vehículos de transporte público tendrán sobrecupo y las velocidades pueden ser más bajas que las velocidades actuales incluso con una demanda muy baja, alienando a los pasajeros. Cualquiera de estos errores va a comprometer significativamente la calidad del servicio y la rentabilidad del sistema.

La estimación de demanda también es requerida para optimizar las operaciones. Un sistema BRT puede mantener las rutas existentes de buses totalmente iguales, pero tal vez el sistema sea mucho más rentable si estas son modificadas significativamente. Las estimaciones de demanda van a aportar bastante información crucial para optimizar las operaciones de servicio del BRT.

Finalmente, la estimación de demanda es de vital importancia para las proyecciones financieras. Por esto, las estimaciones de demanda deben pecar al tomar una posición más conservadora, para tener credibilidad ante los bancos e inversionistas. El factor crítico es que los bancos e inversionistas confían en las estimaciones, y por esto entre mayor sea la exactitud de la proyección —y su credibilidad metodológica— mejor.

Cuando se desarrollan las estimaciones de la demanda, existe un ajuste y balance entre costo, exactitud y tiempo. Un ejercicio de modelación de demanda completo y detallado va a producir resultados más exactos, pero desarrollar un modelo completo de tráfico puede ser demorado y costoso. Los planificadores generalmente no tienen el tiempo o los recursos para construir un modelo completo de una sola vez. Las técnicas de evaluación rápida pueden producir una exactitud aceptable de manera rápida y con bajos costos. Una modelación parcial, de sólo el sistema de transporte público en vez del sistema de tráfico entero, puede proporcionar un estimativo aún más preciso de la demanda proyectada, proporcionando información útil para toda clase de asuntos operacionales. Un modelo completo de

tráfico de cuatro pasos va a proporcionar una mayor exactitud, estimaciones más robustas de los impactos del tráfico y mejores proyecciones de los posibles cambios modales. Sin embargo, dicho modelo va a costar más y consumirá más tiempo.

La autoridad responsable de desarrollar el sistema BRT debe desarrollar con el tiempo la capacidad para hacer modelaciones completas de demanda de transporte multi-modal. Sin embargo, si esta capacidad no existe es poco probable que vaya a ser desarrollada durante el mismo tiempo en que la agencia está comprometida en un proceso de planificación que depende de tiempos y ritmos políticos.

En la mayoría de países en desarrollo, el tiempo y el dinero están generalmente restringidos al principio, y la capacidad local de modelación es limitada. En dichas circunstancias, es mejor desarrollar la capacidad de modelación de la agencia paso por paso, con tiempo para que los actores locales aprendan cómo recoger y usar la información. Aún con un comienzo limitado del proceso de modelación, el equipo de diseño por lo menos va a tener alguna información preliminar acerca de la demanda en el momento adecuado para influenciar las decisiones críticas del comienzo.

El sistema BRT de Curitiba fue diseñado sin modelación formal del tráfico alguno, entonces esto puede hacerse. Sin embargo, Curitiba cometió ciertos errores de diseño que comprometieron la eficiencia del sistema, lo cual lamentan hoy los líderes locales. Con las herramientas de modelación disponibles en la actualidad, no hay excusa para repetir estos costosos errores.

Este capítulo esboza una aproximación paso a paso que proporciona gradualmente un mejor análisis de demanda, a medida que el proceso evoluciona. Los temas a ser presentados en este capítulo son:

4.1 Análisis situacional y de contexto

4.2 Evaluación rápida de la demanda

4.3 Estimación de la demanda sin modelación

4.4 Estimación de la demanda con un modelo de transporte público

4.5 Estimación de la demanda con un modelo completo de tráfico

Aunque este capítulo se centrará principalmente en el análisis de la demanda de transporte público, también es importante que haya una comprensión más amplia de cómo el sistema de transporte público de la ciudad se entrelaza con los tejidos demográficos, económicos, ambientales, sociales y políticos existentes. Los planificadores del sistema deben hacer frente a toda clase de preguntas acerca de cómo el sistema va a afectar las diferentes partes y personas de la ciudad, aunque no todas las preguntas pueden ser resueltas ni por el mejor modelo de tráfico. Incluso la modelación de mayor calidad técnica finalmente reside en el juicio de los planificadores. Por esto es importante desarrollar datos básicos sobre la ciudad. La sección 4.1 presenta la información básica demográfica, económica, ambiental, de empleo y política recolectada normalmente antes de un análisis de demanda completo.

La sección 4.2 presenta la *evaluación rápida de la demanda*. Esta va a proporcionar una idea aproximada de la demanda del sistema BRT en los corredores principales, haciendo uso solamente de conteos de tráfico y mediciones de ocupación en ubicaciones clave, acompañados de algunas encuestas de velocidad de buses. Con sólo esta información, un planificador de BRT calificado puede ser capaz de llegar a una estimación de demanda dentro del 20 por ciento de la demanda actual a la terminación del sistema.

La sección 4.3 discute una metodología para estimar la demanda sin modelación. En las ciudades donde la estructura de rutas de buses está claramente definida, los buses están razonablemente bien regulados y las rutas bien optimizadas hay una manera para *estimar la demanda sin modelación* con una precisión razonable. Esta técnica de estimación requiere una serie de datos

exactos sobre itinerarios de rutas, abordaje y desembarque, provenientes de mediciones en todas las paradas clave.

La sección 4.4 explica entonces cómo desarrollar un modelo básico de transporte público. El modelo de transporte público simula solamente el sistema de transporte público, y requiere además una encuesta de origen y destino de pasajeros. Con un modelo básico de transporte public, la mayoría de las decisiones críticas sobre el sistema BRT y muchas decisiones operacionales críticas se pueden hacer, pero donde los impactos del sistema sobre el tráfico mixto y cambio modal se pueden estimar inicialmente. La mayoría de los planificadores de BRT, incluyendo el equipo que diseñó el TransMilenio S.A., utilizaron principalmente un modelo de transporte público.

Por último, la sección 4.5 discute los temas básicos de desarrollar un *modelo multimodal de demanda de tráfico* para el BRT. Un modelo como este dará flexibilidad completa para probar distintos escenarios de rutas y precios, un estimado más completo de cambio modal factible, impactos de emisiones, optimización de rutas de bus y varias herramientas adicionales.

4.1 Análisis situacional y de contexto

«Tú piensas que por entender UNO debes entender DOS, porque uno y uno hacen dos. Pero también debe existir Y.»

—Proverbio Sufi

El sistema de transporte público de una ciudad está entrelazado íntimamente con sus condiciones demográficas, económicas, ambientales, sociales y políticas. Entender estas condiciones da al planificador de BRT la posibilidad de alinear mejor la prospectiva del sistema de transporte público con las realidades locales. Algunos de estos elementos van a ser incluidos en los modelos de transporte para proyectar necesidades futuras. Otras partes de esta información de contexto van a ayudar al planificador a ver el sistema de transporte público propuesto en su contexto socioeconómico más amplio.

Por ejemplo, entendiendo las principales zonas concentradoras de empleo en la ciudad, se puede proyectar mejor la ubicación y tiempos del día en que el transporte público va a ser requerido. Además, conocer la capacidad adquisitiva relativa de los habitantes de la ciudad puede ayudar a desarrollar más adelante tarifars realistas. Los datos demográficos de población, densidades de población y proyecciones de población futura van a ser insumos clave en el proceso de modelación del transporte.

Las tendencias de las condiciones ambientales van a ayudar a determinar la clase de objetivos que el sistema BRT puede ayudar a alcanzar, en cuanto a la calidad del aire y ruido. Cuantificar los niveles de equidad social en la ciudad puede ayudar a reconocer los distritos que se van a beneficiar más por el mejoramiento en los servicios de transporte público. Finalmente, mapear los actores políticos y las fechas de próximas elecciones puede ayudar a establecer cronogramas realistas para el proyecto. A veces es difícil ganar apoyo político para iniciativas de BRT si las próximas elecciones son relativamente cercanas. Sin embargo, si la administración siente que hay suficiente tiempo para demostrar un resultado tangible, las perspectivas para el apoyo político tienden a mejorar.

El tipo de información de contexto a ser recolectada puede incluir:

- Población, densidad poblacional;
- Actividad económica general (Producto Interno Bruto);
- Actividad económica por grupos sociales;
- Niveles de empleo (desempleo y subempleo);
- Condiciones ambientales;
- Niveles de equidad social;
- Calendario de elecciones locales, regionales y nacionales.

A menudo, estos temas de contexto pueden dar forma a un proyecto en aspectos que un análisis de demanda no puede abarcar por sí mismo. Por lo tanto, un equipo de trabajo debe incluir también profesionales que entiendan el contexto urbano y económico de una ciudad, adicionalmente a las características locales de transporte.

Los sistemas de información geográfica (SIG o GIS en inglés) pueden ser la herramienta ideal para integrar información socioeconómica y ambiental con los datos de transporte. El software de GIS permite a los usuarios sobreponer distintos tipos de datos, unos sobre otros. A su vez, el equipo del proyecto puede visualizar los datos de demanda de transporte simultáneamente con otro tipo de información. Por lo tanto, el nuevo sistema de transporte público

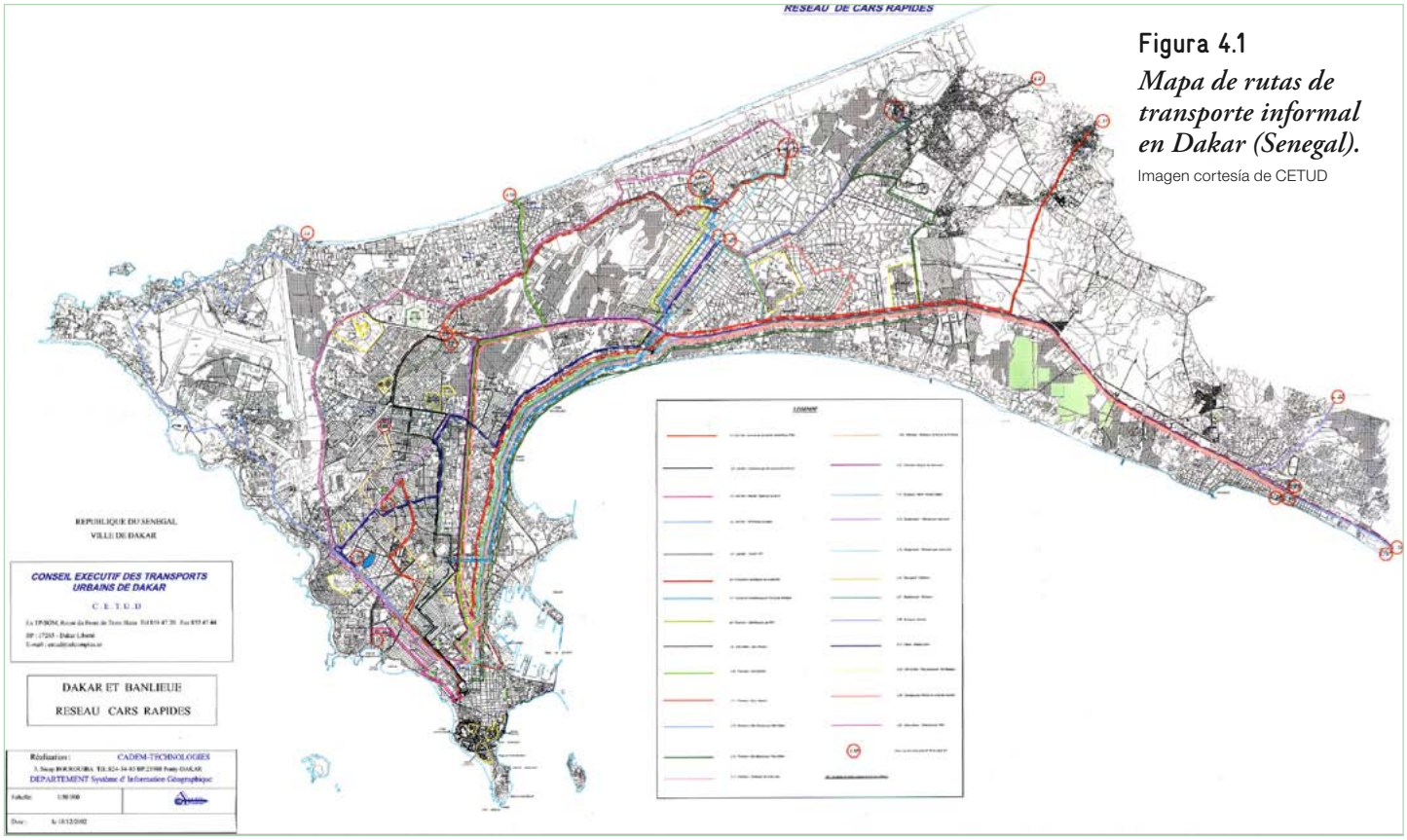


Figura 4.1
Mapa de rutas de transporte informal en Dakar (Senegal).
Imagen cortesía de CETUD

puede ser priorizado en áreas de bajos ingresos y/o en ubicaciones con los problemas más serios de calidad del aire.

4.2 Método de evaluación rápida de la demanda

«Las predicciones son difíciles, especialmente acerca del futuro.»

—Yogi Berra, ex jugador de beisbol, 1925–

Si una ciudad no tiene historia previa en mapear la demanda de transporte a través de software de modelación, el primer paso es la recolección de la información básica sobre los desplazamientos. Al catalogar el número de vehículos y usuarios en los sistemas existentes de buses y transporte informal, los desarrolladores del sistema pueden crear una base para estimar las características requeridas para el nuevo sistema. Una evaluación rápida de las condiciones existentes puede ser un medio efectivo en términos de costos, a través del cual las ciudades pueden comenzar a construir una base de datos analítica para ir evolucionando a técnicas de análisis más sofisticadas.

En este sentido, el método de evaluación rápida no es necesariamente una alternativa distinta a la modelación de transporte completa. Al contrario, el método de evaluación rápida representa los primeros pasos en un proceso que después puede convertirse en una modelación completa. Los mismos pasos utilizados en el método de evaluación rápida van a proporcionar la base para un ejercicio de modelación.

Analizar los servicios existentes de transporte y las condiciones en las que operan es el primer paso en una evaluación rápida de demanda. Los principales datos que se necesita recoger son:

1. Las rutas de los sistemas actuales de transporte público;
2. El número de pasajeros que utiliza cada ruta;
3. Las velocidades de los vehículos de transporte público en cada ruta.

4.2.1 Mapas de rutas

«Todo lo que necesita es el plano, el mapa de vías, y el coraje para llegar a su destino.»

—Earl Nightingale, autor, 1921–1989

Mapear las rutas existentes de transporte público provee una indicación inicial de las áreas con la mayor demanda de pasajeros. Mientras que las vías que tienen la mayor cantidad de rutas de bus o transporte informal no siempre corresponden al mayor número de pasajeros de

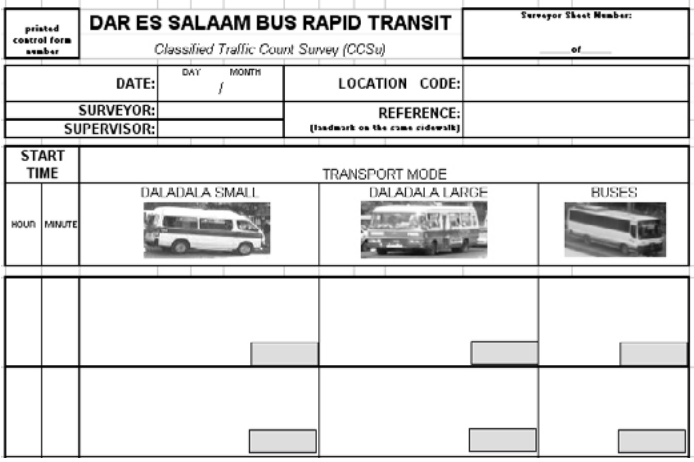


Figura 4.2
Ejemplo de un formato de recolección de datos sobre demanda utilizado en Dar es Salaam.
Imagen cortesía de ITDP

transporte público en un corredor dado, usualmente hay una fuerte correlación entre grandes cantidades de rutas de transporte público y altos flujos de pasajeros. Si las rutas de transporte público están bien reguladas, los funcionarios municipales probablemente van a tener información detallada y procesada sobre las rutas e itinerarios a partir de registros. En algunos casos, un mapa de rutas existentes puede estar también disponible.

Sin embargo, en muchas ciudades de países en desarrollo, la mayoría de pasajeros de transporte público pueden ser servidos por operaciones de transporte informal que están débilmente reguladas. En estos casos, puede haber pocos registros de rutas específicas. En otros casos, las rutas registradas podrán tener poca semejanza con las rutas existentes. Por lo tanto, un paso inicial debe involucrar el simple mapeo de la estructura existente de rutas de buses y servicios de transporte informal. Un primer paso crucial en el proceso de mapeo puede incluir entrevistas con los operadores existentes y recorrer físicamente algunas rutas.

El mapa en la Figura 4.1 es uno de los primeros esfuerzos para mapear el transporte informal existente (*Car Rapide* y *Ndiaga Ndiaye)* en Dakar (Senegal). Esta actividad es, a menudo, un primer paso crucial para llevar dichos servicios a un marco regulatorio transparente.

4.2.2 Conteos de tráfico

Con la estructura básica de rutas a la mano, el siguiente paso en el proceso de evaluación rápida son los *conteos de tráfico* y las *mediciones de ocupación de buses*. El número de buses (u otros tipos de vehículos de transporte público) sumado a sus tasas de ocupación estimada van a arrojar una información básica la demanda de un corredor (Figura 4.2).

La selección estratégica de puntos para llevar a cabo el conteo del tráfico y la medición de ocupación va a determinar la medida en la que los resultados de la medición representan la situación actual. Determinar dónde realizar los conteos de tráfico puede ser más un arte que una ciencia, pero algunas reglas generales pueden ser aplicadas.

Idealmente, la ubicación de las mediciones puede permitir la fácil captura de la mayoría de los viajes, con un mínimo de recursos y

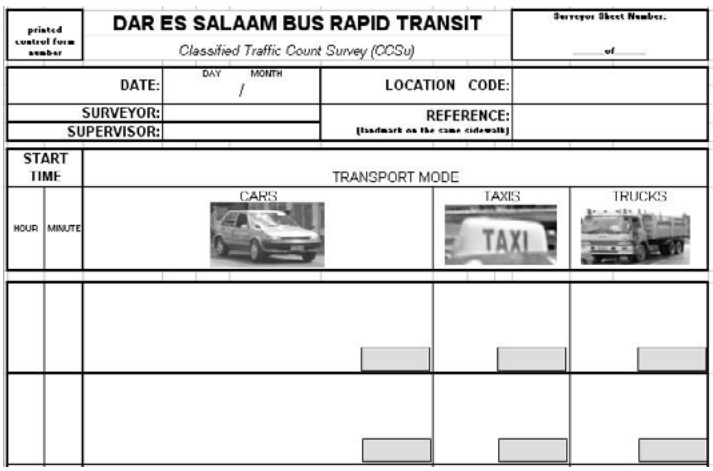


Figura 4.3
Formato de medición para automóviles y camiones en Dar es Salaam.
Imagen cortesía de ITDP

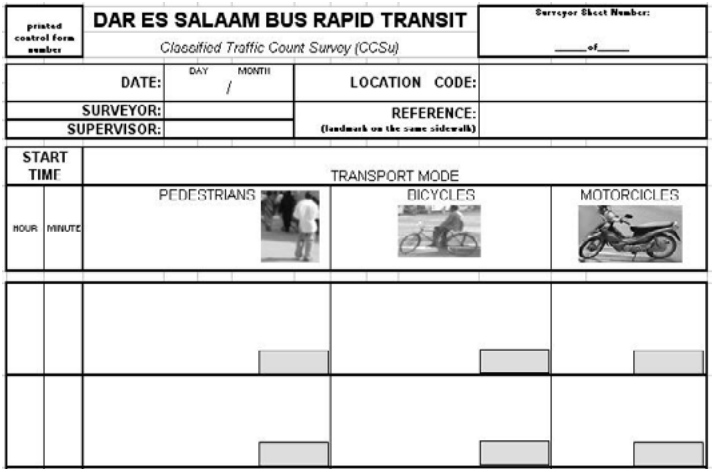


Figura 4.4
Formato de medición para modos no motorizados y motocicletas en Dar es Salaam.
Imagen cortesía de ITDP

esfuerzo. Si una ciudad tiene un distrito central de negocios (DCN) definido y la mayoría de viajes terminan en el DCN, entonces puede ser posible realizar conteos de tráfico en los puntos de entrada a lo largo de un «cordón» alrededor del DCN. Por ejemplo, en Dar es Salaam, el DCN sólo puede ser accedido a través de seis vías arterias principales, y muy pocos viajes tienen su origen y su destino dentro del DCN. Realizando conteos de tráfico sólo en esos seis puntos de entrada fue posible obtener unos datos preliminares de demanda del DCN para cada vía arteria, así como agregados totales.

Si el desplazamiento hacia un área está concentrado en una sola dirección —de norte a sur o de este a oeste—, las condiciones pueden permitir una aplicación más selectiva de los conteos. Dakar, por ejemplo, es una península con el DCN al final, y un conteo o conteos de cordón abierto simples pueden capturar la mayoría de viajes pendulares diarios. Con los conteos en cordones y los conteos de cordón abierto el principio general es el mismo, pero el énfasis en la ubicación del conteo es diferente para recoger el movimiento predominante del desplazamiento.

Idealmente, los conteos no deben involucrar solamente observación de buses y vehículos de transporte informal. Tiene también gran valor contar el tráfico de todos los vehículos (por ejemplo automóviles, motocicletas, bicicletas, camiones, peatones). Los diseñadores del sistema pueden enfrentar elecciones difíciles con respecto a la asignación del escaso derecho de vía y conocer completamente el tráfico mixto, incluyendo el no motorizado, lo cual va a ser extremadamente útil al establecer prioridades (Figuras 4.3 y 4.4).

Con los datos de cantidad de vehículos privados, los desarrolladores del sistema también van a ser capaces de estimar el impacto del cambio modal en la demanda del sistema. Estos datos pueden ser utilizados más adelante para estimar el impacto del nuevo sistema en los niveles de congestión del corredor. Si posteriormente se toma la decisión de utilizar un modelo completo de demanda de tráfico, los datos existentes ya estarán en un formato listo para ser adaptados a un paquete analítico más inclusivo.

A medida que la complejidad del proceso de conteo incrementa, los recursos requeridos para obtener un conteo exacto también incrementan (Figura 4.5). Para identificar todos los vehículos y producir un conteo válido a lo largo de múltiples líneas de tráfico, una estrategia de conteo se vuelve vital. Una opción es emplear equipos de conteo que involucren muchas personas en una sola localización, para registrar correctamente todos los tipos de vehículos en cada uno de los carriles. Alternativamente, puede utilizarse tecnología de video para grabar el movimiento del tráfico y permitir un conteo más preciso después. La grabación de video permite también hacer un muestreo para control de calidad, asegurando que el equipo de conteo esté funcionando con un nivel de exactitud aceptable. Con todas las estrategias de conteo debe haber un entrenamiento apropiado del personal que aplica, para que todos los participantes tengan una comprensión común de la tarea a realizar.

Figura 4.5

Un conteo de tráfico efectivo requiere establecer adecuadamente el personal y los recursos necesarios.

Foto cortesía de la Municipalidad de Osaka

Figura 4.6

La alta tasa de flujo de taxis de tipo minibus a lo largo de la Soweto Highway en Johannesburgo requiere una estrategia de conteo organizada para obtener un estimado exacto de vehículos y niveles de ocupación.

Foto por Lloyd Wright

4.2.3 Mediciones de ocupación

El número de vehículos sólo es una parte de la ecuación de la demanda. Saber la cantidad promedio de pasajeros en los vehículos en un período de tiempo dado proporciona la otra mitad de los datos de la demanda. Dada la diversidad de tamaños de vehículo posible, los datos de ocupación deben ser categorizados y recogidos por tipo de vehículo. La medición debe entonces identificar vehículos de acuerdo con su número de puestos o capacidad máxima. Para vehículos de transporte público y transporte informal, algunas de las posibles categorías pueden incluir:

- Buses de 70 puestos;
- Buses de 35 puestos;
- Minibuses de 16 puestos (Figura 4.6);
- Vans de 7 puestos.

Los encargados de la medición usualmente cuentan cada tipo de vehículo de transporte público y escriben «lleno», «¾», «½», «¼» o «vacío». Con el registro de estos dos tipos de datos (tipo de vehículo y nivel de ocupación) se establece la base para una estimación bruta de demanda. El nivel promedio de ocupación se multiplica por el número total de vehículos de cierto tipo, en un período de tiempo determinado. A menor intervalo de tiempo, más detallado se vuelve el análisis de demanda en cuanto a la identificación de períodos pico y valle significativos. Registrar el número de vehículos en intervalos de 15 minutos proporciona un nivel razonablemente detallado para identificación de picos. Un intervalo de una hora va a proporcionar menos comprensión de las condiciones pico y valle.

4.2.4 Registro de datos

Los datos del número de vehículos y los niveles de ocupación pueden ser recogidos de manera separada o simultánea. La habilidad de recoger los dos tipos de datos al mismo tiempo depende del personal o de los recursos técnicos que se aplican en el estudio y el volumen del tráfico. Si todos los tipos de vehículo están siendo contados junto con todos los niveles de ocupación, el conteo va a requerir entonces de un equipo coordinado o el uso de tecnología de video. La efectividad de la tecnología de video en la identificación de niveles de ocupación de vehículos depende de la calidad de dicha tecnología y de la ubicación de la cámara.

Si no está siendo utilizado un modelo formal de transporte en la aproximación de evaluación rápida, los datos preliminares probablemente van a ser introducidos en un programa de hojas de cálculo como Microsoft Excel®. Estos datos van a ser utilizados para producir tablas y gráficas de resumen (Figura 4.7). Los datos van a ser mostrados para cada dirección del movimiento de tráfico en períodos pico y valle.

Si la ruta de cada vehículo de transporte público puede ser determinada por números o señales en el vehículo, los conteos y las mediciones de ocupación pueden efectuarse para cada ruta. Esta técnica no sólo producirá un dato de demanda total para un corredor determinado, sino también alguna indicación sobre cuáles rutas están transportando la mayoría de pasajeros.

4.2.5 Conteos a nivel de ciudad

Como en la mayoría de las ciudades los viajes al DCN no son las únicas rutas importantes y puede que ni siquiera sean los viajes más importantes para los pasajeros de transporte público, normalmente es insuficiente hacer solamente conteos de tráfico en un cordón alrededor del DCN. Adicionalmente, algunas ciudades no tienen un DCN claramente definido.

Por esta razón, normalmente se realizan conteos en una selección más amplia de puntos críticos alrededor de la ciudad, escogidos estratégicamente por expertos locales e internacionales que se basan en un estimado preliminar de las ubicaciones en las que tienen lugar la mayoría de viajes diarios. Sin embargo, este proceso de selección no necesariamente tiene que llevar a un impagable número de sitios para hacer conteos. Por ejemplo, en la ciudad de Dar es Salaam (población aproximada de 4 millones

Figura 4.7
Ejemplo de gráfica de movimiento de pasajeros y vehículos en períodos pico y valle.

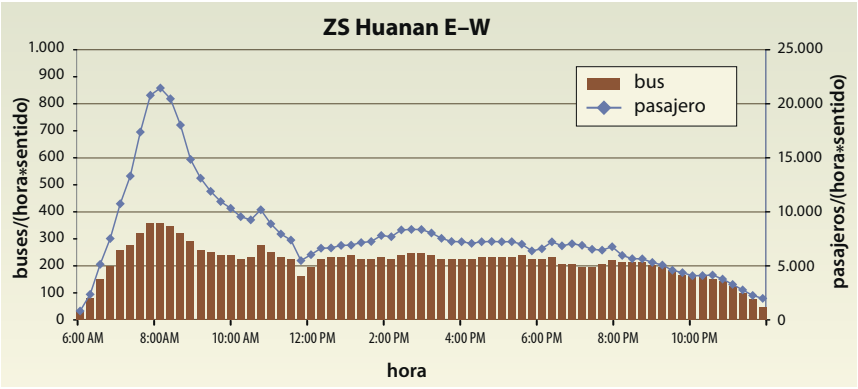


Figura 4.8
El mapeo de demanda en Johannesburgo ayuda a identificar los tramos críticos.
Imagen cortesía de la Ciudad de Johannesburgo

de habitantes), los conteos de tráfico de aproximadamente 30 ubicaciones capturaron la gran mayoría de los viajes, y en Yakarta (población aproximada de 9 millones de habitantes) fueron suficientes cerca de 65 ubicaciones. Si los viajes están fuertemente concentrados en ciertas horas, serán suficientes conteos de una sola dirección. Los conteos bidireccionales son mejores si los patrones de desplazamiento no muestran condiciones claras de horas pico.

4.2.6 Implicaciones de los resultados de demanda

Multiplicando simplemente el total de vehículos de transporte público en la hora pico por el promedio total de pasajeros por vehículo, los desarrolladores del proyecto obtienen una estimado razonable sobre el tamaño probable de la demanda total del transporte público, en la mayoría de los corredores principales. En este punto, los corredores y rutas BRT más probables comienzan a ser evidentes. Correlacionando aproximadamente este perfil de demanda con itinerarios específicos de transporte público, se obtiene una estimación básica de los segmentos de corredores con los mayores volúmenes de pasajeros. Efectivamente, los planificadores buscan una estimación de la «máxima carga en

Tabla 4.1: Soluciones típicas para los distintos niveles de demanda

Pasajeros de transporte público por hora por sentido	Tipo de solución BRT
Menos de 2.000	Simplemente priorización de buses, normalmente sin segregación física, posiblemente carriles exclusivos para buses en tiempo parcial.
2.000 a 8.000	Carriles exclusivos segregados utilizados por servicios directos para reducir la necesidad de transferencias.
8.000 a 15.000	Carriles exclusivos centrales segregados utilizados por servicios troncales que requieren transferencias pero se benefician de un abordaje rápido y velocidades de operación. Priorización del transporte público en las intersecciones mediante señalización.
15.000 a 45.000	Carriles exclusivos centrales segregados, con sobrepaso en las estaciones; posible uso de servicios expresos y servicios que se detienen en todas las paradas. Uso de separación a desnivel en algunas intersecciones y alguna forma de priorización por señalización en otras.
Más de 45.000	Este nivel de demanda es bastante escaso en los sistemas de bus existentes. Es posible, sin embargo, diseñar un sistema BRT que pueda servir hasta casi 50.000 pasajeros por hora por dirección. Esto puede lograrse con segregación completa, carril exclusivo doble, una alta proporción de servicios expresos y de paradas múltiples. Esta capacidad puede ser manejada también mediante la dispersión de la carga en dos o más corredores cercanos.

el tramo crítico», usualmente medida en «pasajeros por hora pico por sentido» (phpps). La carga máxima en el tramo crítico es la sección del corredor potencial BRT que transporta el volumen más alto de pasajeros de transporte público (Figura 4.8).

Una tabla que clasifique los corredores según la demanda de pasajeros puede ayudar mucho en el proceso de selección de corredores. La demanda de usuarios es uno de los determinantes clave al escoger el corredor BRT. Mientras el proceso de selección de los corredores avanza, los corredores más deseables probablemente pasarán a análisis más profundos. Esta actividad incluye conteos de vehículos adicionales y mediciones de ocupación a lo largo del corredor. Los demás elementos en la selección del corredor se discuten en el Capítulo 5 (*Selección de corredores*).

Con una estimación del phpps en la carga máxima del tramo crítico, los planificadores pueden tomar algunas determinaciones preliminares acerca de la naturaleza del sistema prospectivo. Si bien estos conteos de tráfico iniciales no determinan directamente cuántos pasajeros van a utilizar un nuevo sistema BRT en diferentes escenarios, si proporcionan alguna indicación de cuántos pasajeros de transporte público están usando actualmente el corredor en las horas pico. La Tabla 4.1 esboza una matriz de decisiones preliminar que correlaciona ciertas demandas de pasajeros con el tipo de sistema apropiado. Un análisis adicional y la toma de decisiones sobre la operación son los que van a determinar finalmente qué tipo de sistema es el más apropiado.

Figura 4.9

Los conteos básicos de vehículos privados ayudan a estimar el potencial de cambio modal, así como a indicar posibles impactos de los carriles exclusivos en el congestionamiento.

Foto por Lloyd Wright

Como se mencionó anteriormente, los resultados del trabajo de evaluación rápida pueden alimentar posteriormente un modelo formal de transporte. Los conteos de tráfico y las mediciones de ocupación pueden ser utilizados para calibrar potencialmente el modelo.

4.2.7 Conteos de vehículos privados

En la medida de lo posible, los vehículos privados (automóviles, motocicletas, camiones y otros) y los viajes no motorizados (bicicletas, peatones) deben ser incluidos en las mediciones de conteo (Figura 4.9). El conteo de vehículos privados y no motorizados se vuelve importante cuando se necesita tomar decisiones difíciles acerca de la distribución del escaso derecho de vía. Primero, el número y tipo de dichos vehículos puede dar una indicación del impacto probable de dedicar carriles para buses en el tráfico. Segundo, va a proporcionar una indicación inicial de cuántos pasajeros pueden potencialmente cambiar de medios de transporte privados a transporte público.

Saber los niveles de vehículos privados y transporte público va a ser realmente instructivo para determinar los impactos de tráfico. Si tres cuartas partes de los vehículos en una vía de tres carriles son buses, entonces una vía segregada para buses está claramente justificada. De hecho, un hallazgo así también puede indicar que son justificables vías de varios carriles para buses; de otra manera, los pasajeros podrían experimentar retrasos debido a la congestión de buses a lo largo de un sólo carril. En condiciones en las que los vehículos de transporte público sobrepasan ampliamente en número a los privados, la segregación de buses en una vía exclusiva puede incluso liberar espacio para los vehículos privados. Dichas condiciones pueden finalmente lograr resultados «gana-gana», tanto para los usuarios de transporte público como para los de vehículos privados.

Si los resultados muestran que pocos usuarios de la vía son vehículos de transporte público, el desarrollo de una vía para buses probablemente llevará a un período inicial de mayores niveles de congestión para los vehículos privados.

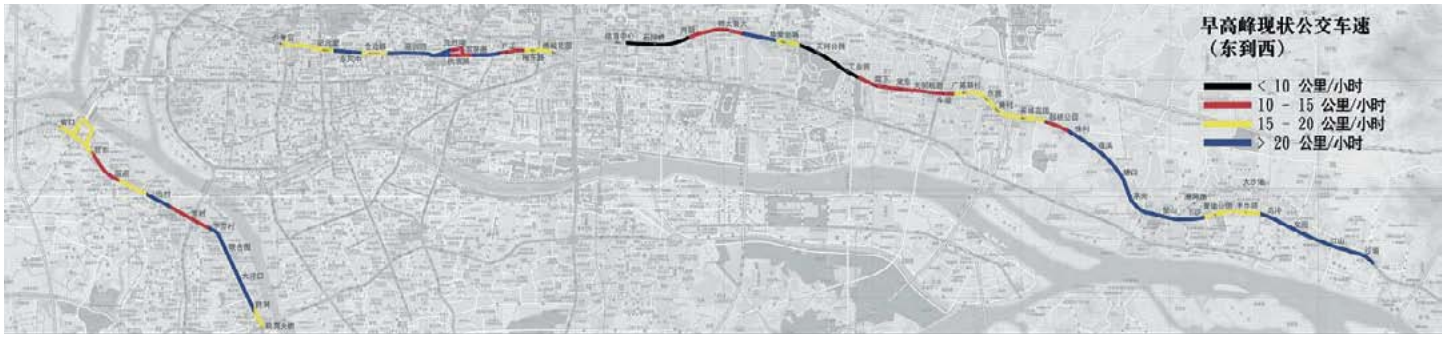


Figura 4.10

Velocidades de bus existentes en tres corredores potenciales de BRT en Guangzhou. Una línea negra indica tramos con velocidades promedio menores a 10 km/h, una línea roja indica velocidades de buses entre 10 y 15 km/h, una línea amarilla indica velocidades entre 15 y 20 km/h y una línea azul representa velocidades mayores a 20 km/h. La separación física del carril exclusivo en el corto plazo sólo traerá beneficios en las secciones negras, rojas y amarillas.

Imagen cortesía de ITDP

Esta información va a proporcionar también una primera pista importante de cómo muchos pasajeros pueden cambiar de vehículos privados o motocicletas a transporte público, como resultado del nuevo sistema BRT. Dichos datos van a ser importantes para la estimación de las emisiones de gases efecto invernadero, los cuales van a ser cruciales para la elegibilidad de una financiación del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF).

Proyectar el cambio modal del proyecto es tan complejo, que las técnicas simples para hacer estimaciones pueden ser casi tan confiables como una modelación detallada. La experiencia de otras ciudades puede aportar alguna base para predicciones. En la mayoría de sistemas bien diseñados, entre el 5 y el 20 por ciento de los usuarios del vehículo particular cambian a BRT en un corredor determinado.

Si la mayoría de los vehículos en un corredor son buses, los beneficios de tráfico del proyecto van a ser distribuidos entre los pasajeros de bus y el tráfico mixto, pero el impacto del cambio modal va a ser menor. Si la mayoría de los vehículos en el corredor son privados, un carril exclusivo va a tener un impacto negativo más fuerte en las velocidades del tráfico mixto, un impacto positivo más fuerte en las velocidades de buses y, de esta manera, un mayor potencial de cambio modal.

Tomar una determinación final acerca de los beneficios potenciales del sistema y el cambio modal potencial requiere información adicional sobre las velocidades vehiculares actuales y los puntos de congestión.

4.2.8 Mapeo de puntos de congestión y velocidades vehiculares

Pese a que a menudo es más fácil seleccionar las rutas del BRT en vías anchas, algunas veces los planificadores cometen el error de priorizar el BRT en vías que no tienen congestión, pensando que esto va a hacer, políticamente, su implementación más fácil. Sin embargo, una de las razones principales por las que el BRT es más eficiente que otros sistemas es que el carril segregado retira los buses de la congestión del tráfico. Si no hay congestión, el carril segregado no tiene sentido.

Los sistemas BRT deben, por lo tanto, ser localizados no en las vías menos congestionadas sino

Figura 4.11

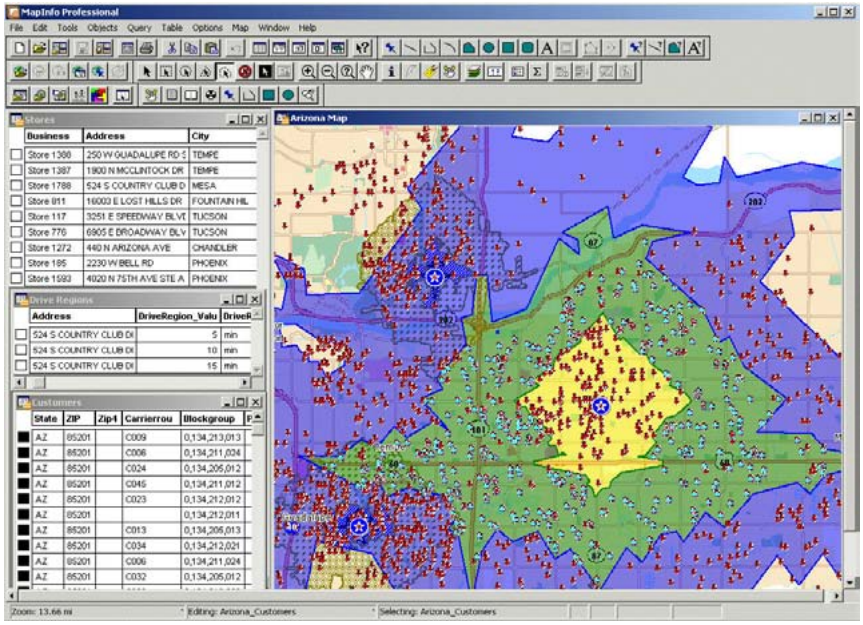
El carril exclusivo de Sao Paulo proporciona un derecho de vía dedicado al transporte público afuera del centro de la ciudad, pero una vez en el CDN la mayoría de vehículos de transporte público ya no prestan servicio con tratamiento prioritario.

Foto por Lloyd Wright

en las más congestionadas, si se quiere maximizar el beneficio para los pasajeros de transporte público. La elección de vías congestionadas tiende también a incentivar el cambio modal de vehículos privados a transporte público.

De esta manera, un elemento importante de la evaluación rápida es observar las velocidades de buses existentes a lo largo de los corredores de BRT posibles (Figura 4.10). Esta información va a ser crucial para el cálculo de beneficios del nuevo sistema. Si las velocidades de buses promedio en un corredor son altas (por ejemplo, por encima de 20 km/h), cambiar a un sistema

Figuras 4.12 y 4.13
Los paquetes de software como MapInfo (arriba) y TransCAD (abajo) dan al proceso de modelación una interfaz visual más amigable para el usuario.
Imágenes cortesía de MapInfo y TransCAD



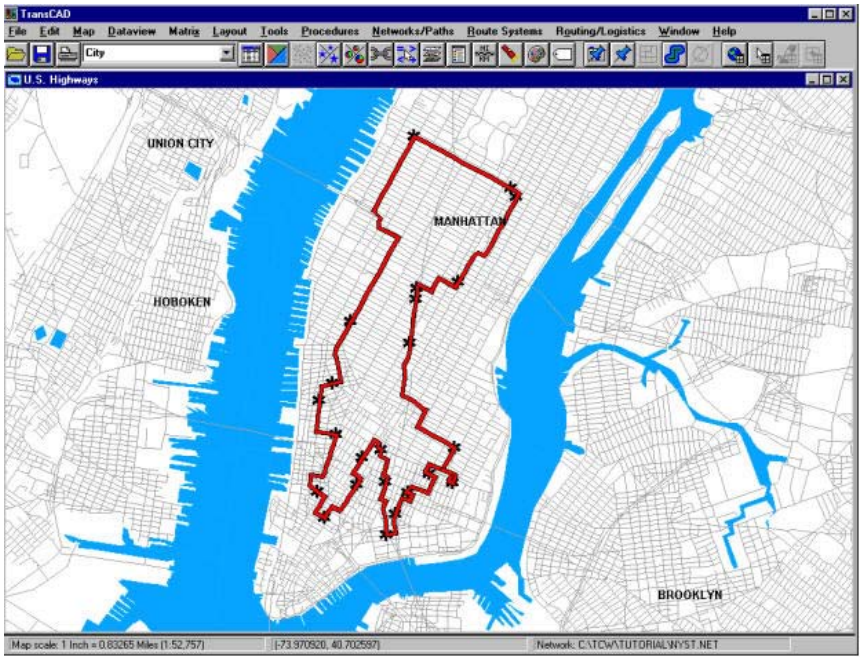


Tabla 4.2: Impactos proyectados en el cambio modal por tipos de corredores BRT

Tipo de Corredor BRT	Cambio modal proyectado de vehículos privados a transporte público
Poca congestión, buses > 30% de la flota de vehículos	5%
Alguna congestión, buses alrededor de 25% de la flota de vehículos	10%
Muchos tramos congestionados, buses alrededor de 15% de la flota de vehículos	15%
Mucha congestión, pocos buses en el corredor	20%

BRT probablemente no va a provocar mejoras significativas en las velocidades de buses. En dichas condiciones, se puede esperar un pequeño cambio modal a raíz de la mejoría en los tiempos de viaje, aunque los cambios modales pueden ocurrir por otras razones como la imagen mejorada del sistema y la comodidad. Si, de otra parte, las velocidades son muy bajas (por ejemplo, por debajo de 12 km/h), un sistema BRT puede provocar mejoras significativas en los tiempos de viaje para los pasajeros y se puede esperar un mayor nivel de cambio modal de vehículos privados y buses corrientes.

Este punto puede parecer obvio, pero para evitar problemas políticos, una cantidad sorprendente de nuevos sistemas BRT están siendo construidos en vías con poca o nula congestión. La fase de demostración del sistema BRT de Beijing, por ejemplo, fue construida en una vía nueva sin rutas de buses, sin demanda de buses y sin congestión. En la única parte de la vía en la que existía congestión los buses se reinsertaban al tráfico mixto, suprimiendo cualquier beneficio posible del sistema BRT. En Delhi, el nuevo sistema de buses de alta capacidad (HCBS) inicialmente sólo se aprobó para la parte del corredor de la Fase I que no estaba congestionada. En contraste, la segunda parte del corredor de la Fase I pasa por áreas congestionadas de la ciudad antigua, por lo que enfrenta mayor resistencia política al correr el riesgo de empeorar la congestión. Incluso en Sao Paulo, aunque

muchas rutas tienen carriles exclusivos que pasan por el DCN, una vez los vehículos entran al centro de la ciudad la mayoría de las rutas se ven forzadas a volver al tráfico mixto, minando los beneficios de la segregación física en el punto más crítico (Figura 4.11). Normalmente, el DCN es la zona más congestionada de una ciudad. Por lo tanto, es de crucial importancia que un sistema BRT nuevo sirva y penetre el congestionado DCN.

Recoger información de las velocidades de buses existentes y mapearla generalmente no es muy difícil. Muchos operadores de buses ya tienen recogida esta información o la tienen disponible. Si se conoce el itinerario de la ruta de bus y las distancias entre paraderos, se trata simplemente de recorrer las rutas de bus claves durante la hora pico, tomando el tiempo en cada parada y relacionando este tiempo con la distancia, calculando la velocidad para cada tramo.

A menudo, para la financiación del GEF se debe tomar una decisión sobre los impactos en el cambio modal de un sistema BRT, antes de que el sistema esté claramente definido. Para dichas circunstancias, la Tabla 4.2 proporciona estimaciones basadas en los impactos observados en sistemas BRT alrededor del mundo. Esta combina información sobre la composición de vehículos en cada corredor y el nivel de congestión en los mismos.

Figura 4.14
Un conteo de abordajes y descensos en cada estación va a arrojar información invaluable para priorizar corredores y establecer el tamaño de vehículos y estaciones.
Foto por Lloyd Wright

4.3 Estimación detallada de la demanda sin modelación

«Los computadores son inútiles. Sólo pueden dar respuestas.»

—Pablo Picasso, artista, 1881–1973

El primer paso para ir más allá del análisis de la demanda previamente realizado en el método de evaluación rápida es mapear un itinerario muy detallado y preciso de todas las rutas de transporte público existentes. El software que emplea sistemas de información geográfica (SIG) puede ser bastante útil para este fin. Esto pudo haberse realizado ya en la fase de prefactibilidad, pero es una

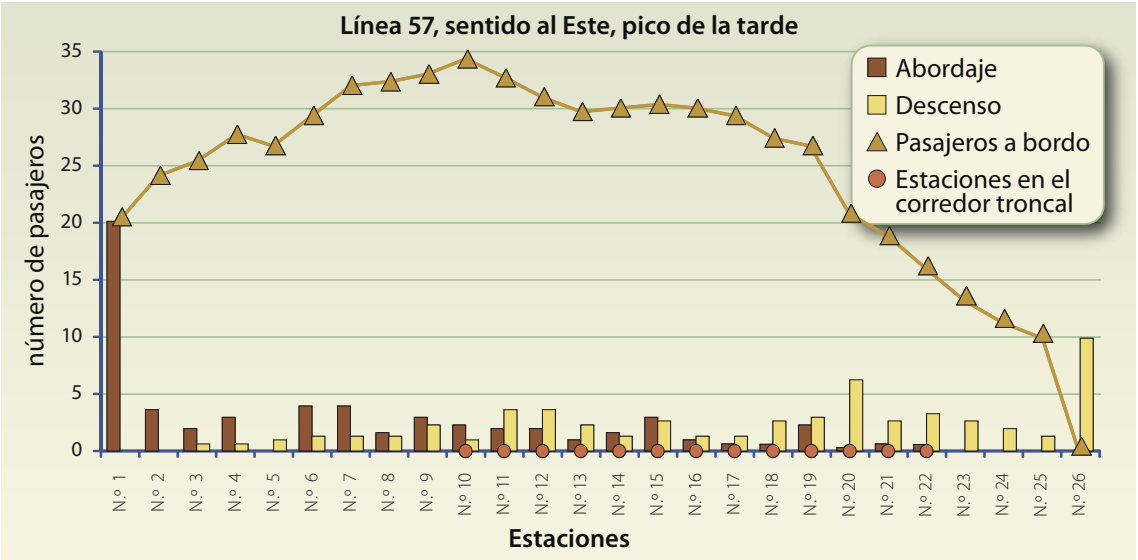


Figura 4.15
Resultados de mediciones de abordaje y descenso en la ruta de bus 507 en Guangzhou (China). Las paradas con puntos amarillos conectados por una línea roja son paradas a lo largo del recientemente planeado sistema BRT en Zhongshan Road.
Imagen cortesía de ITDP

buena idea en este punto introducir los itinerarios en un programa de SIG como MapInfo, AutoCAD o TransCAD. Este mapeo puede realizarse en un mapa de papel, pero hacerlo en un sistema SIG va a ahorrar mucho tiempo; si los datos están previamente georeferenciados va a ser fácil colocar posteriormente las rutas en un modelo de tráfico como TransCAD, EMME II o Visum.

En algunas ciudades, donde una proporción significativa de la demanda de transporte público es manejada por vehículos de transporte informal, taxis compartidos y otras formas de transporte colectivo que no tienen itinerarios fijos, esta metodología no va a funcionar. En otras ciudades, los vehículos de transporte informal usualmente siguen rutas relativamente predecibles entre un origen y un destino conocidos, y los itinerarios básicos pueden ser estimados. En ciudades donde todas las rutas de autobuses son públicos que siguen rutas asignadas por un departamento de transporte o una autoridad de transporte público, el mapeo de las rutas puede haberse realizado previamente y, si no se ha hecho, debe ser fácil hacerlo.

Durante la evaluación rápida, el equipo técnico debe haber realizado una cantidad significativa de conteos de vehículos de transporte público y mediciones de ocupación en ubicaciones estratégicas que va a capturar la mayor parte de la demanda de transporte público en la ciudad.

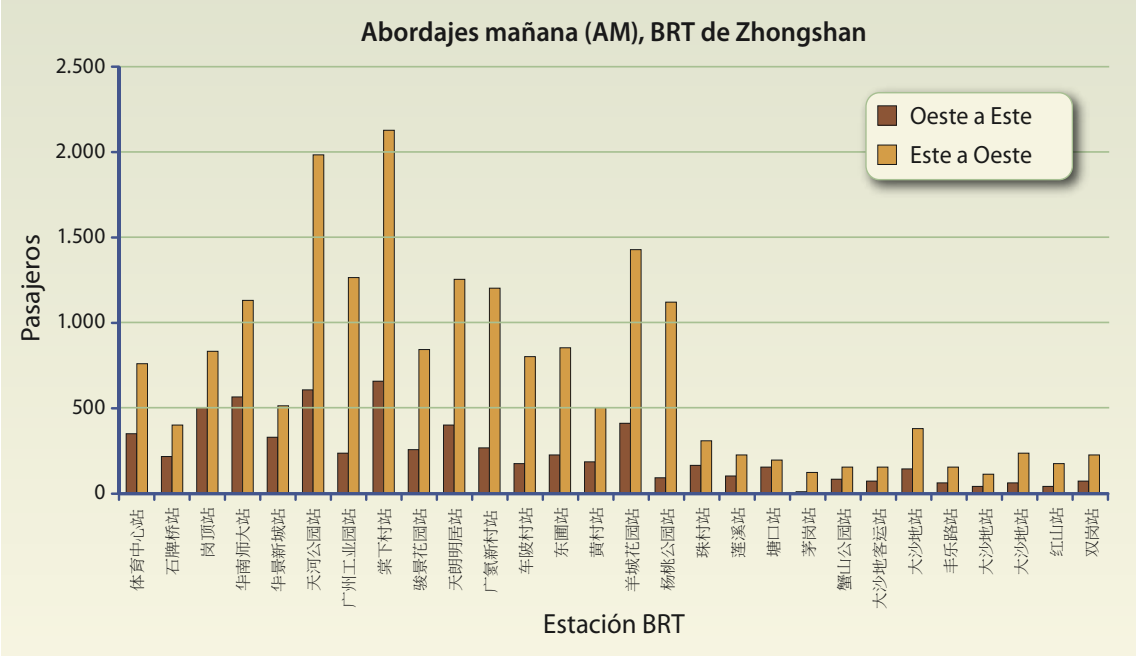


Figura 4.16
Datos agregados para abordajes y descensos.

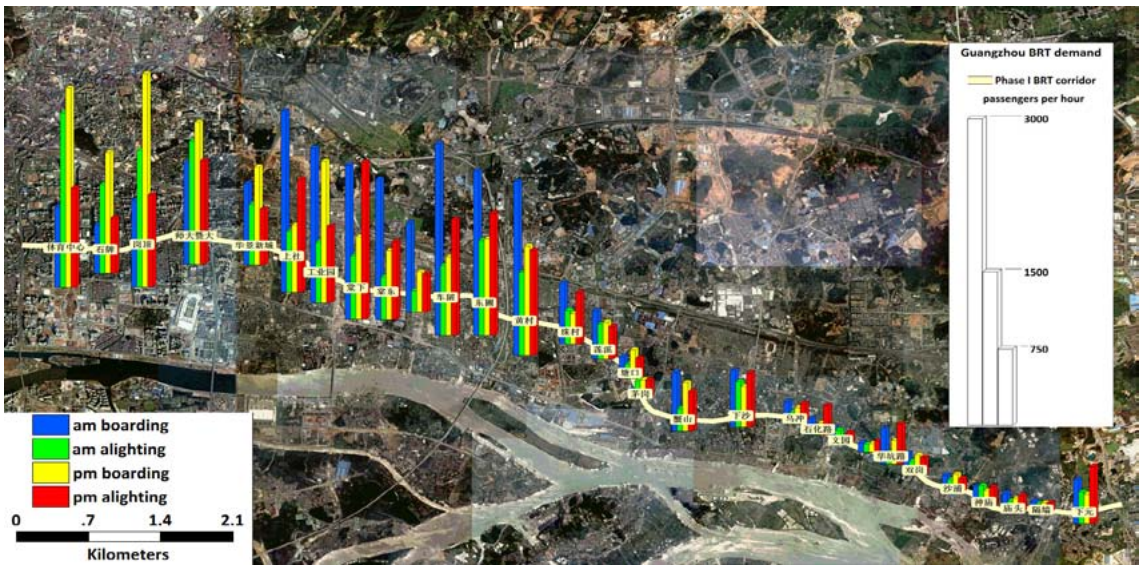


Figura 4.17
Demanda por ruta de bus por parada.

Una vez se han seleccionado los corredores críticos, los conteos de tráfico y las mediciones de ocupación de vehículos deben ser completados para tener un panorama de la demanda a lo largo de dichos corredores. Si esto no se ha hecho antes debe ser realizado ahora.

En este punto, debe hacerse una medición adicional de abordajes y descensos en cada línea de transporte público (Figura 4.15). Los que realizan este tipo de medición deben recorrer la longitud total de cada línea principal de transporte público durante la hora pico, registrando cuántas personas entran y salen del vehículo en cada parada. Al mismo tiempo, se puede registrar también la velocidad del vehículo. Si se utiliza un SIG, y las distancias exactas se registran en el itinerario, el encargado solamente necesita registrar el tiempo de cada parada y la velocidad puede ser calculada con base en la distancia.

La medición de abordajes y descensos va a arrojar un panorama de cuántos pasajeros hay en cada ruta de bus. Los abordajes y descensos proyectados en cada nueva estación de BRT constituirán una información útil para permitir a los diseñadores evitar la congestión en las estaciones. Agregando los datos de abordajes y desembarques como en la Figura 4.16, la estación puede ser diseñada para soportar la cantidad específica de pasajeros que probablemente la utilizarán.

Sumando la demanda en cada parada a lo largo de todas las rutas existentes, se puede determinar el total de pasajeros que probablemente utilizarán el sistema en un punto determinado. El mapa resultante va a mostrar la *carga máxima en los tramos críticos* (Figura 4.17).

Con una idea de la carga máxima en el tramo crítico, derivada de agregar los datos de demanda de cada ruta, se pueden hacer muchos juicios preliminares acerca del diseño básico del sistema y de cuáles rutas deben ser incorporadas en el nuevo sistema BRT. Esta información va también a indicar cuáles rutas no van a ser prioritarias para su inclusión en las primeras fases del proyecto. Este proceso es más un arte que una ciencia y, comúnmente, dos factores son utilizados:

- Porcentaje de la ruta existente que atraviesa el corredor, y
- Frecuencia de los vehículos por ruta en cada dirección

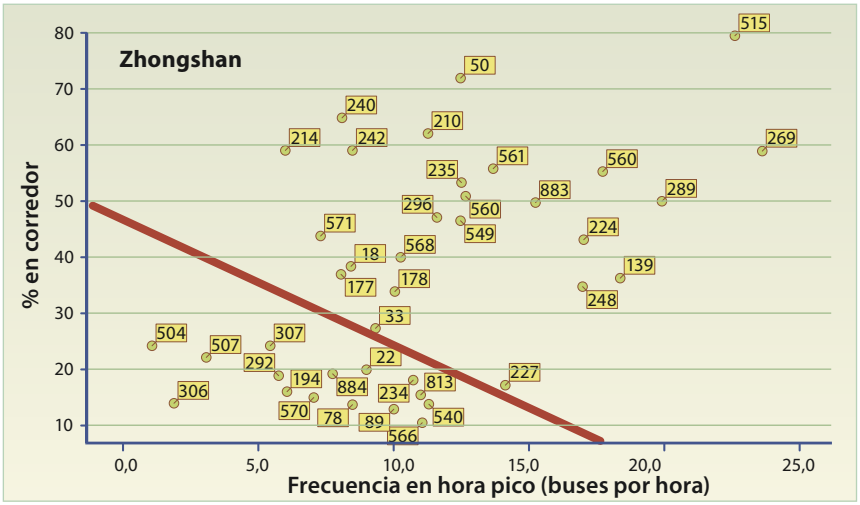


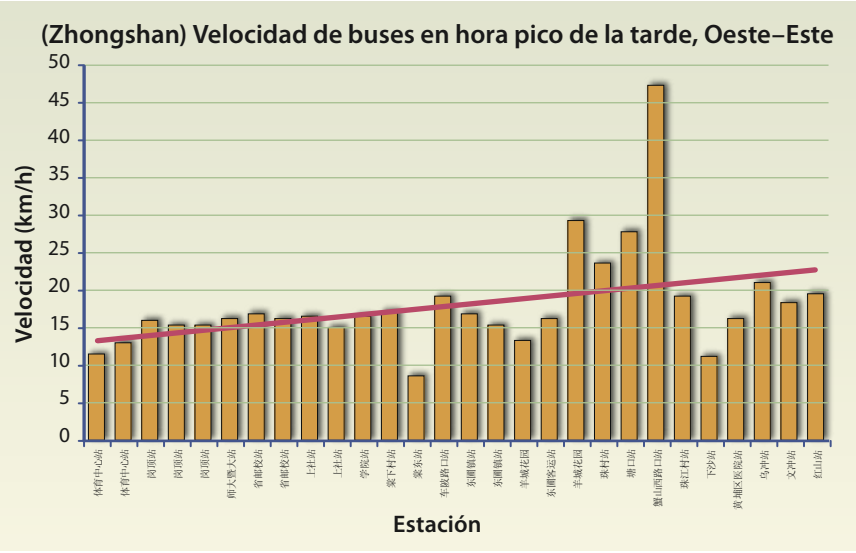
Figura 4.18
Frecuencia de horas punta y porcentaje de rutas que atraviesan el corredor.
Imagen cortesía de ITDP

Para analizar cuáles rutas deben ser incluidas en el sistema y cuáles rutas deben ser retiradas para operar (si es el caso) afuera del sistema, puede ser utilizada una metodología gráfica como la que se muestra en la Figura 4.18.

La Figura 4.18 indica la frecuencia y porcentaje de las rutas que utilizan el corredor propuesto en Zhongshan Road en Guangzhou. Todas las rutas con altas frecuencias que están altamente concentradas en el corredor deben ser incorporadas en el sistema, pues de lo contrario el sistema BRT no va a capturar el grueso de la demanda de transporte público en el corredor. Entre más rutas se superpongan con la longitud total del corredor, más fácil resultará el diseño del corredor.

Los planificadores han llegado a una primera estimación de la carga máxima en el tramo crítico dentro de la proyección de demanda

Figura 4.19
Velocidades promedio de buses en el corredor.



propuesta del BRT, intercalando sólo la demanda de transporte público de las rutas que se incluirían en el nuevo sistema BRT. Esta cantidad va a ser una fracción de la carga máxima total del tramo crítico en el corredor. En este nivel de análisis de demanda se pueden evitar muchos de los errores de diseño más serios que se encuentran comúnmente.

Utilizando la misma medición de abordajes y descensos, las velocidades promedio de los vehículos pueden ser calculadas y agrupadas en una gráfica, como se muestra en la Figura 4.19. El nuevo sistema BRT, si se diseña correctamente, debe ser capaz de alcanzar velocidades de hasta 29 km/h a lo largo del corredor en un contexto urbano. Multiplicar la cantidad de pasajeros actuales por la diferencia entre las velocidades actuales agregadas y la velocidad proyectada del BRT va a arrojar los beneficios proyectados en cuanto a tiempos de viaje del corredor.

Este nivel de análisis va a dar una buena idea de cuántos de los pasajeros del sistema de transporte público existente va a capturar el nuevo sistema BRT, asumiendo que el precio del servicio es el mismo. Este resultado es una línea base muy buena para una estimación de la demanda mínima.

Sin embargo, los planificadores todavía necesitan hacer algunos supuestos sobre cuántos nuevos pasajeros van a ser atraídos desde otros modos. Para obtener un estimado adecuado se requiere un modelo de tráfico, pero una pista importante puede ser la información sobre las velocidades de los autobuses existentes. Si las velocidades de transporte público son iguales o mayores a 26 km/h se puede asumir con seguridad que el nuevo sistema no va a proporcionar un beneficio significativo en tiempos de viaje. Esta falta de ahorro en tiempo va a limitar la cantidad de nuevos pasajeros atraídos por el sistema, aunque los usuarios pueden ser atraídos por otras razones (seguridad vial y personal, comodidad, precio del pasaje, etc.). Entre más bajas sean las velocidades del transporte público existentes, mayor va a ser el cambio modal proyectado (Figura 4.20).

Es muy poco probable que el cambio modal a corto plazo vaya a ser mayor al 25 por ciento de la demanda base para viajes del transporte público existente, aunque el sistema debe ser diseñado para acomodar un aumento del 50 por ciento por encima de la demanda de transporte público. Sin embargo, puede haber excepciones. Si al sistema de buses de una ciudad sólo le falta colapsar, y hay una cantidad considerable y difícil de contar de viajes en taxis compartidos, puede ser que el cambio modal sea mayor. En casos de dicha incertidumbre, se recomienda una modelación de demanda completa.

Figura 4.20
Si los servicios de transporte público existentes son lentos o ineficientes, el cambio a BRT va a producir un aumento significativo de pasajeros para el nuevo servicio.
Foto por Lloyd Wright

4.4 Estimación de la demanda con un modelo de transporte público

«La mejor manera de predecir el futuro es inventarlo.»

—Immanuel Kant, filósofo, 1724–1804

Esta sección describirá cómo construir un modelo básico de tráfico referido solamente al sistema de transporte público. Con este modelo básico de transporte público será posible desarrollar una estimación mucho más contundente de la demanda en el sistema existente. También va a permitir al equipo de planificación probar fácilmente la demanda en diferentes escenarios alternativos para tarifas, hacer pequeños cambios en las rutas y optimizar las características de la operación.

En muchas ciudades ya existe alguna clase de modelo de tráfico, pero en el mundo en desarrollo es relativamente raro tener el sistema de transporte público ya codificado en uno de estos modelos. A menudo, si hay un modelo de tráfico sólo es utilizado para vehículos motorizados y

tiene una capacidad muy limitada para modelar sistemas de transporte público. Si existe un buen modelo de tráfico debe ser posible introducir simplemente el sistema de transporte público y el escenario de BRT propuesto en el modelo existente. De lo contrario, el equipo de BRT debe comenzar por modelar el sistema de transporte público primero, que va a ser la información más importante para la planificación del BRT.

4.4.1 Elección de un software de modelación

El primer paso en la construcción de un modelo de transporte público es obtener el software de modelación del tráfico. El desarrollo de este tipo de software ha ayudado en gran medida al proceso de la oferta de transporte y a las proyecciones de demanda. Los modelos de software actualmente pueden facilitar el proceso de modelación, e incrementar su exactitud y precisión. Sin embargo, con una gama de productos de software en el mercado, el planificador de transporte puede ser enfrentarse a una abrumadora cantidad de opciones. No existe una única solución de software que sea inherentemente correcta. Una variedad de variables va a guiar el proceso de selección del software. Estas variables incluyen costo, familiaridad de los funcionarios municipales y consultores locales con un producto en particular, grado de facilidad y amigabilidad para el usuario, grado de precisión requerido y los objetivos particulares de la tarea de modelación. A continuación, la tabla enumera algunos de los paquetes de software comúnmente utilizados que se encuentran actualmente en el mercado.

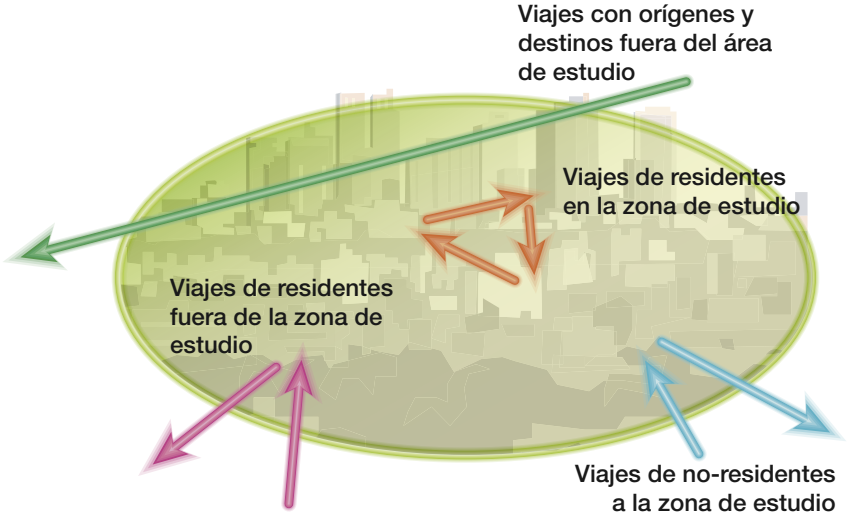
Los paquetes más completos para planificación y diseño de sistemas BRT son Emme/2, Cube/Trips, y Visum con TransCad, los cuales ofrecen características similares. Todos estos son paquetes relativamente costosos. Sin embargo, en la actualidad, los costos más significativos son los de entrenamiento al personal para familiarizarse con el paquete de software. Los modeladores más sofisticados prefieren la flexibilidad de Emme/2, que les permite generar fácilmente sub programas llamados «macros». Sin embargo, el Emme/2 no tiene todavía una interfaz con Microsoft Windows (está en desarrollo) y su capacidad gráfica es relativamente débil. Cada vez más consultores están usando ahora Emme/2 en combinación con otros programas con mayores capacidades de SIG, como TransCAD. Saturn, TMODEL y QRS II no tienen componentes para transporte público o son relativamente débiles al modelar la demanda de transporte público, y no se recomiendan para BRT.

Amsun2, Paramics, y Vissim simulan los viajes con un alto nivel de detalle, vehículo a vehículo. Estos son paquetes muy potentes para estudiar

Tabla 4.3: Opciones para software de modelación de transporte

Nombre del software	Vendedor	Comentarios
EMME/2	INRO Consultants Inc.	Bueno para fines generales.
CUBE/Trips	Citilabs	Bueno para fines generales.
TransCAD	Caliper Corporation	Buena integración con SIG, fácil uso.
VISUM	Ptv/ITC	Bueno para fines generales.
AMSUN2		Modelo de microsimulación útil para animaciones para diseño de intersecciones.
Paramics	SIAS	Paquete de microsimulación, animaciones muy útiles para el diseño del tráfico.
VISSIM	Ptv	Paquete de microsimulación, buenas animaciones, buena integración con VISUM.
QRS II	AJH Associates	Bajo costo pero débil en tareas de transporte público.
TMODEL	TModel Corporation	Bajo costo pero débil en tareas de transporte público.
SATURN	Atkins-ITS	Bueno para tareas de congestión vehicular, pero no para transporte público.

Figura 4.21
Representación del área de estudio para análisis.



Fuente: Adaptado de Ortúzar y Willumsen, 2002

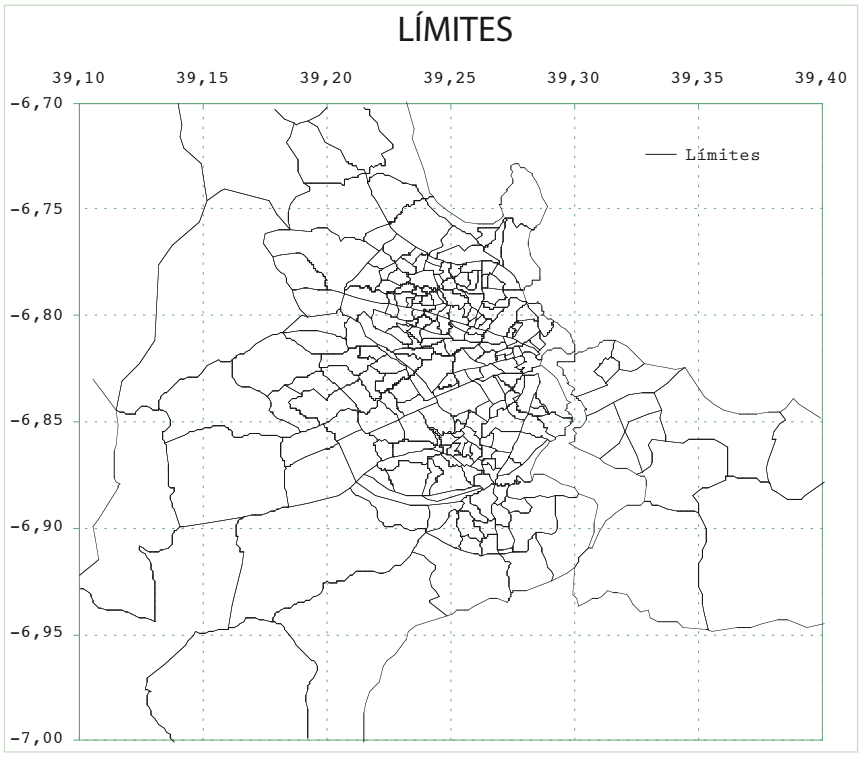


Figura 4.22
Área geográfica dividida en zonas para la modelación. Sistema de zonificación para el estudio de factibilidad del BRT de Dar Es Salaam.

las prioridades en intersecciones y las interacciones en las paradas. Sólo deben ser utilizados con estos propósitos y en combinación con los modelos de macro demanda listados arriba, pues no son apropiados para análisis de rutas BRT.

4.4.2 Definición del área de estudio y sistema de zonificación

Normalmente, las áreas de estudio para un sistema BRT van a ser las actualmente servidas por buses y servicios de transporte informal. Si el tomador de decisiones ya preseleccionó un corredor particular como el primer corredor de BRT, entonces el área de influencia de este corredor va a ser el área de estudio.

Para analizar los desplazamientos en el área de estudio, el área entera, junto con algunas áreas fuera de ésta deben ser divididas en cierto número de zonas (Figura 4.21). Como todos los datos de origen-destino van a ser recogidos y codificados según este sistema de zonificación, establecer las zonas es un primer paso importante. Usualmente, las zonas están basadas en sectores censales o subdivisiones políticas que han sido usadas como base de información censal existente o de estudios de origen destino previos. Usar zonas censales o aquellas que ya existen administrativamente en la ciudad va a incrementar la compatibilidad para sobreponer información de distintos tipos.

La información necesaria para modelar, sin embargo, no es exactamente la misma información requerida por la oficina de censo, por lo que algunas zonas censales se pueden agrupar en otras más grandes o dividir en zonas más pequeñas. Los modeladores de tráfico generalmente están menos preocupados por la información fuera del área de estudio. Como resultado, tienden a consolidar zonas fuera del área de estudio en menos zonas más grandes. Esta consolidación es, simplemente, un asunto de añadir los datos asociados con cada zona.

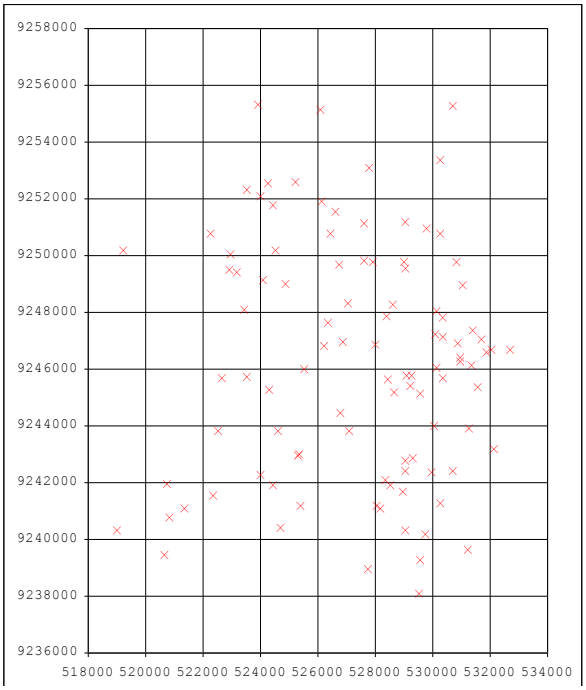
Típicamente, los modeladores necesitan información detallada en el centro de la ciudad y/o a lo largo del corredor BRT propuesto. Entonces los modeladores van a dividir zonas censales en unas más pequeñas usando información censal detallada de ser posible o simplemente dividiendo las zonas, usando su propio juicio basado en fotografías aéreas (Figura 4.22). Algunas veces, las residencias y los empleos van a estar concentrados en algunas partes de una gran zona y no en otras, y es importante dividir la zona para capturar esta concentración geográfica.

La selección del tamaño y la cantidad de zonas implica encontrar la mejor combinación posible entre exactitud, tiempo y costo. El tamaño y número de zonas va a depender también en parte de cómo se recolectaron los datos y cómo van a ser utilizados. Para sistemas BRT,

Tabla 4.4: Cantidad de zonas utilizadas para estudios de modelación

Ubicación	Población	Número de zonas	Comentarios
Bogotá (2000)	6,1 millones	800	Zonas para proyecto BRT
Yakarta (2002)	9,0 millones	500	Zonas normales
Dar es Salaam	2,5 millones	300	Zonas para proyecto BRT
Cali	2,0 millones	203	Zonas normales
Londres (1972)	7,2 millones	2.252 ~1.000 ~230 52	Subzonas para nivel detallado; Zonas normales en GLTS Distritos GLTS Oficinas de tráfico
Marseille (2001)	1,5 millones	562	Zonas normales
Montreal (1980)	2,0 millones	1.260	Zonas pequeñas
Ottawa (1978)	0,5 millones	~120	Zonas normales
Santiago (1986)	4,5 millones	~260	Zonas para estudio estratégico
Washington (1973)	2,5 millones	1.075 134	Zonas normales Nivel Distrital

Fuente: Ortúzar y Willumsen (2002) e ITDP



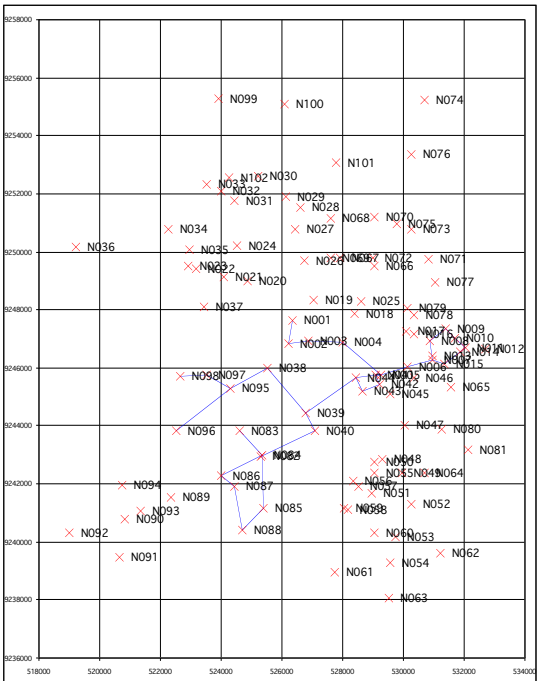


Figura 4.23
Nodos y tramos del modelo de transporte público de Dar es Salaam utilizados para diseñar el sistema BRT DART.
Imágenes cortesía de la Ciudad de Dar es Salaam

para una ciudad grande como Yakarta, fueron utilizadas casi 500 zonas para analizar los corredores BRT más relevantes. En una ciudad más pequeña como Dar es Salaam, sólo fueron necesarias 300 zonas para el análisis de los principales corredores de BRT, aunque para el análisis detallado de impacto del tráfico el centro urbano fue dividido más adelante en 20 zonas adicionales.

La Tabla 4.4 lista el número de zonas que han sido desarrolladas para varias ciudades. Nótese que algunas ciudades como Londres tienen distintos niveles de zonificación, que permiten niveles de análisis tanto agregados como detallados.

Estas zonas y la red vial deben ser codificadas en el modelo de tráfico si no se ha hecho previamente. Este proceso no se va a describir aquí en detalle, pues es una función estándar de la modelación de tráfico y se describe en la documentación de cualquier modelo de demanda de tráfico disponible comercialmente. Sin embargo, los puntos básicos de este proceso se resumen abajo.

Los datos son usualmente introducidos en un modelo de tráfico, ya sea como un punto, usualmente denominado un «nodo» que tiene unas coordenadas «x» y «y» específicas, o como un «tramo» que es una línea que conecta dos nodos. Normalmente, para cada intersección y cada cruce principal en una vía se asigna un nodo separado. Los nodos generalmente están numerados. Idealmente, las coordenadas *x* y *y* de cada nodo deben corresponder a su latitud y longitud. Este proceso se denomina georeferenciar. La georreferenciación va a asegurar que los datos de distintas fuentes sean espacialmente consistentes.

Normalmente las vías están divididas en distintos tramos. Los tramos reciben su nombre generalmente según su nodo de origen y de destino.

En Dar es Salaam, por ejemplo, había un mapa SIG. Si no existe un mapa SIG, el personal debe

Tabla 4.5:
Coordenadas de nodos en Dar es Salaam

Número de identificación del nodo	Coordenada X	Coordenada Y
13	16340	26375
14	16835	26370
17	17212	26440
23	16433	26090
24	16835	26090
27	17339	26185
28	17580	26300
33	16435	25810
34	16835	26805
127	17110	26060
128	17540	25930
134	17285	25675

utilizar un dispositivo de Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS en inglés) para registrar las coordenadas de cada uno de los puntos (Figura 4.23). En Dar es Salaam, el equipo definió inicialmente 102 nodos y más adelante los aumentó a 2.500 nodos importantes. Al final, los nodos representaban la mayoría de las intersecciones importantes en la ciudad. Cada nodo va a ser registrado en una hoja de cálculo sencilla (Tabla 4.5).

Conectando estos nodos, se define una serie de tramos que representan distintas vías. Por ejemplo, en Dar es Salaam, la Morogoro Road entre Sokoine Drive y Samora Avenue es un tramo (el tramo entre los nodos Morogoro Road X Sokoine Drive y Morogoro Road X Samora Avenue). Los datos sobre tramos también pueden ser introducidos en el modelo de tráfico desde una hoja de cálculo de Excel (Tabla 4.6).

Tabla 4.6: Datos sobre tramos en el modelo de tráfico (ejemplo Dar es Salaam)

Tramo	Nodo A	Nodo B	Bidireccional
1	13	14	Si
2	14	17	Si
3	13	23	Si
4	14	24	Si
5	17	27	Si
6	23	24	Si
7	24	127	No
8	127	27	No
9	27	28	No
10	23	33	Si
11	24	34	Si
12	33	34	Si
13	28	128	No
14	128	134	No
15	134	34	No

Luego, estos tramos se definen con base en la cantidad de carriles y otras características, pero para la planificación de transporte público no es realmente necesario llegar más allá de este punto.

Las zonas se introducen generalmente en el modelo de tráfico, con base en los nodos de todos los puntos que se necesitan para definir la frontera. En una hoja de cálculo de Excel, cada zona va a aparecer solamente como una serie de nodos definidos por sus coordenadas x y y.

Una vez los datos son introducidos en el modelo, la zona se representa con un tipo especial de nodo llamado el centroide de la zona. Este centroide es un nodo que se utiliza para representar las características promedio de una zona en particular. En Dar es Salaam, por ejemplo, en adición a los 2.500 nodos a lo largo de las vías, existían otros 300 nodos centroides. Los viajes son generados y atraídos por estos centroides. Por tanto, es importante saber cómo se conectan estos centroides con la red real, en particular con las estaciones en el diseño de un BRT nuevo. Normalmente estos centroides se encuentran en el centro de la zona, pero si toda la población se concentra en una parte más pequeña de ésta, es mejor mover el centroide más cerca de la concentración de población.

4.4.3 Encuesta y matriz de origen-destino

«Si tiene que pronosticar, pronostique a menudo.»

—Edgar R. Fiedler, economista

La siguiente encuesta requerida para construir el modelo de transporte público es llamada algunas veces una «encuesta origen-destino a bordo». Esta encuesta es parte de la familia de «encuestas de intercepción», en las que los individuos son entrevistados sobre su origen y destino (el lugar donde comienza su viaje y donde termina).

4.4.3.1 Recolección de datos

Toda la información de orígenes y destinos recolectada va a ser codificada como si estuviera entre los centroides de dos de estas zonas, y agregada con base en estas. Un viaje entre dos zonas es denominado un «par origen-destino» o *par OD*. La tabla de todos los viajes entre cada par OD en cualquier modo dado, en este caso transporte público, se llama *matriz OD*.

Para conducir una encuesta OD a bordo, los usuarios de transporte público son entrevistados ya sea a bordo de un bus o vehículo de transporte informal (en este caso no es un punto de intersección sino una sección de la vía entre dos intersecciones) o en las paradas e intercambios. Algunas veces, con la cooperación de la policía, los pasajeros de transporte informal pueden ser entrevistados eficientemente, logrando que el conductor se detenga y permita que los pasajeros sean entrevistados.

En Dar es Salaam, con la cooperación de la policía, el equipo de planificación, usando camisas del DART (Dar es Salaam Rapid Transit), detenían los *Daladalas* (vehículos de transporte informal) y entrevistaban a todos los pasajeros dentro del vehículo (Figura 4.24). Otros datos además de la información de OD pueden ser recolectados, si es apropiado. Otra información útil puede incluir las tarifas pagadas y los servicios utilizados, pero las preguntas deben ser tan simples como sea posible. Aunque es tentador indagar sobre tiempos de espera, estos muy pocas veces son reportados por los individuos con exactitud y se pueden estimar mejor con otros métodos.

Las encuestas OD a bordo a pasajeros de buses intentan, generalmente, centrarse en los flujos de pasajeros durante el período pico de la mañana. Sin embargo, puede ser difícil evitar capturar viajes de periodos valle, por lo que normalmente los datos son recolectados por aproximadamente cuatro horas alrededor del pico de la mañana, y se calculan o estiman los promedios.

Las ubicaciones de la encuesta deben corresponder a las ubicaciones en las que se realizaron anteriormente los conteos de tráfico, si estos puntos fueron bien seleccionados. En el caso de Dar es Salaam, los puntos donde se condujeron las encuestas origen-destino fueron los mismos 34 puntos de los conteos de tráfico originales. Esta precisión fue posible debido a la asistencia de la policía para detener los vehículos en ubicaciones particulares. En Yakarta, las encuestas fueron conducidas a bordo de los buses a lo largo de tramos clave, que correspondían lo más cercanamente posible a los puntos donde se realizaron los conteos de tráfico.

4.4.3.2 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra para encuestas de intersección depende de la exactitud requerida y de la población de interés. El error para una encuesta OD de intersección es una función de la cantidad de zonas posibles por las que un pasajero puede viajar pasando a través de un punto en particular. Como una regla simple, Ortúzar y Willumsen (2001) sugieren la siguiente tabla para un nivel de confiabilidad de 95% en un error de 10% para flujos de pasajeros.

Figura 4.24
La recolección de datos de orígenes, destinos y tarifas pagadas de pasajeros que utilizan los «Daladalas» de Dar es Salaam ayudó a definir las características operacionales del sistema BRT propuesto.
Foto por Lloyd Wright

Tabla 4.7: Tamaño de la muestra para encuestas origen destino

Flujo de pasajeros esperado (pasajeros/periodo)	Tamaño de la muestra (%)
900 +	10,0%
700 – 899	12,5%
500 – 699	16,6%
300 – 499	25,0%
200 – 299	33,0%
1 – 199	50,0%

Usualmente en corredores BRT los flujos son mucho mayores que 900, luego una muestra del 10 por ciento del flujo total de pasajeros en un punto dado de la encuesta es una regla general razonable. En el caso de Dar es Salaam, el flujo promedio de pasajeros en hora pico estaba alrededor de 10.000, luego 1.000 pasajeros fueron encuestados en cada punto o 34.000 en todos los puntos. En Yakarta, 120.000 encuestas fueron conducidas, de las cuales 20.000 fueron inútiles. Otros datos de encuesta no fueron tomados durante el pico de la mañana, luego sólo aproximadamente 65.000 encuestas fueron útiles finalmente. Esta cantidad era todo lo que era posible con el presupuesto disponible y constituía aproximadamente el 3 por ciento de los flujos en hora pico. En Yakarta, los números de la encuesta fueron estimados con base en los flujos del corredor.

Los orígenes y destinos deben ser registrados de la manera más exacta posible como, por

ejemplo, la intersección más cercana u otro identificador clave. Estas ubicaciones tienen que ser atribuidas entonces a la zona en las que están localizadas, luego el origen y el destino pueden ser codificados de acuerdo con los centroides de las zonas.

4.4.3.3 Tipos de errores

El proceso de recolección de datos es propenso a dos tipos de errores: *errores de medición* y *errores de muestreo*. Los errores de medición emergen de malentendidos y percepciones equivocadas entre las preguntas realizadas y las respuestas de los sujetos de la muestra. Las malinterpretaciones del encuestador pueden resultar en la selección equivocada de la respuesta. Frecuentemente, durante una encuesta OD una persona va a identificar el origen y destino de su viaje, pero ni el encuestado ni el encuestador son capaces de ubicar alguna de las zonas en un mapa. Algunas veces los encuestadores pueden no hacer el trabajo de manera responsable y van a inventar algunas respuestas. También puede haber un grado de desviación en el que algunos encuestados contestan las preguntas de manera que representan más los deseos que la realidad.

Evitar los errores de medición es un proceso complejo, que requiere bastante conocimiento local y debe comenzar desde la etapa de aplicación de la encuesta. Un método es preguntar al encuestado el sitio más representativo de su zona y hacer que el encuestador identifique lo más preciso posible su ubicación en un mapa. Otro método es hacer que los encuestados seleccionen su origen y destino de una lista preseleccionada de áreas y sub-áreas, y destinos populares específicos. Este último método probablemente va a evitar muchos problemas y confusiones, pero también va a perder algo de detalle con respecto a las distancias que pueden hacerse a pie. En países donde los nombres de las vías y de los barrios están lejos de ser estandarizados, el último método puede ser más efectivo.

Los errores de muestreo ocurren debido al costo y factibilidad de encuestar muestras muy grandes. Los errores de muestreo son inversamente proporcionales al número de encuestas (para reducirlos a la mitad es necesario cuadruplicar el tamaño de la muestra) (Ortúzar y Willumsen, 2001).

4.4.3.4 Matrices OD

Una vez cada par OD se codifica en los centroides de las zonas específicas, se crea una matriz OD separada para cada punto de encuesta. Para cada punto de encuesta y cada sentido, es simplemente cuestión de sumar los viajes encuestados entre cada par OD para la hora pico. Estos datos preliminares van a proporcionar una matriz OD preliminar para cada sentido en cada punto de encuesta. La Tabla 4.8 enumera la forma general de una matriz de viajes bidimensional.

De la Tabla 4.8, «T11» indica la cantidad de viajes que fueron realizados dentro de la zona 1. «Tij» indica el total de viajes registrados entre la zona i y la zona j. «O1» es el total de orígenes de la Zona 1, y «D1» es el total de destinos en la zona 1.

Esta matriz simple no es todavía una matriz OD completa para todos los viajes de transporte público de la ciudad durante la hora pico. Para llegar a ese punto, la cantidad de personas encuestadas debe ser relacionada con el número total de pasajeros de transporte público por sentido por hora, en cada punto de encuesta. Este proceso se denomina *expansión de la matriz*. La cantidad total de pasajeros de transporte público en la hora pico se toma de los datos recogidos anteriormente en los mismos puntos, utilizando las mediciones de ocupación de vehículos de transporte público.

Por ejemplo en algunos corredores de Dar es Salaam, 1.000 de los 10.000 pasajeros de transporte público por hora por sentido fueron recogidos en algunos corredores, lo que arroja un factor de expansión de 10. En esta matriz, los

Tabla 4.8: Forma general de una matriz bidireccional de viajes

Orígenes	Destinos					
	1	2	3	…j	…z	$\sum_j T_{ij}$
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	…T_{1j}	…T_{1z}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	T_{2j}	T_{2z}	O_2
3	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	T_{ij}	O_3
I	T_{i1}	T_{i2}	T_{i3}	T_{ij}	T_{iz}	O_i
Z	T_{z1}	T_{z2}	T_{z3}	T_{zj}	T_{zz}	O_z
$\sum_i T_{ij}$	D_1	D_2	D_3	…D_j	…D_z	$\sum_{ij} T_{ij} = T$

Fuente: Ortúzar y Willumsen, 2001

Tabla 4.9: Matrices OD expandidas por su factor de expansión

Punto	Factor inicial	Muestra	Pax/hora pico	Daladala pequeño	Daladala grande
P 01 W1	12,9295302	298	3853,0		
P 01 W2	1,53046595	558	854,0		
P 02 W1	6,545655774	493	3227,008297	320,5	63,0
P 03 W1	5,833990702	515	3004,505212	68,0	68,0
P 03 W2	2,928214064	522	1528,527741	60,0	54,0
P 04 W1	14,87864833	619	9209,883319	409,5	95,5
P 06 W1	9,375530401	511	4790,896035	65,5	107,0
P 06 W2	4,431338691	358	1586,419251	83,0	62,5
P 07 W1	2,597194766	502	1303,791773	164,0	8,0
P 07 W2	9,968302596	449	4475,767865	210,0	16,0
P 09 W1	12,92116263	470	6072,946436	180,5	65,5
P 09 W2	6,609650125	485	3205,680311	181,0	47,5
P 10 W1	25,42999509	515	13096,44747	628,5	65,5

viajes OD observados deben ser multiplicados por 10 para obtener el total de viajes en transporte público en hora pico. En otros corredores, donde 1.000 encuestas fueron realizadas para sólo 6.000 viajes, el factor de expansión es 6, por lo que los viajes OD encuestados deben ser multiplicados por seis. Cada matriz separada debe ser expandida por su factor de expansión apropiado, como se indica en la Tabla 4.9.

Dado que el punto de cada encuesta OD fue escogido para recoger una serie discreta de pares OD, cada matriz OD individual va a cubrir una parte diferente de la ciudad. Algunas matrices individuales van a tener algunos pares OD con valores y otras van a tener cero viajes (Tabla 4.10 y Tabla 4.11).

Para desarrollar la matriz OD completa para los viajes de transporte público en Dar es Salaam, una simple estimación puede ser tomar el máximo valor para cada par OD en cualquier encuesta realizada. Otros prefieren tomar el promedio de los viajes realizados. Para propósitos de ilustración en la Tabla 4.12, los valores de las dos tablas anteriores han sido combinados para formar una matriz OD completa (asumiendo que sólo dos puntos fueron encuestados).

Esta metodología se utiliza para evitar el conteo doble (o triple) de algunos viajes. Este conteo doble puede suceder porque algunos viajes probablemente han sido interceptados por más de una estación de encuesta, sea potencialmente o en la muestra. En este caso se deben tomar acciones para evitar la exageración de su importancia en la matriz y pesar esas celdas

Tabla 4.10:
Matriz OD #1 Intersección hacia el Este Morogoro Road y United Nations

Orígenes	Destinos					
	1	2	3	4	5	$\sum_j T_{ij}$
1	4	10	6	0	0	O_1
2	12	4	2	0	0	O_2
3	16	5	12	0	0	O_3
4	3	2	0	0	0	O_i
5	0	0	0	0	0	O_z
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Total

Tabla 4.11:
Matriz OD #2 Intersección hacia el sur Old Bagamoyo Road y UN

Orígenes	Destinos					
	1	2	3	4	5	$\sum_j T_{ij}$
1	0	0	0	12	15	O_1
2	0	0	3	15	20	O_2
3	5	2	15	8	10	O_3
4	0	0	0	6	11	O_i
5	0	0	5	12	10	O_z
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Total

Tabla 4.12: Matriz OD de Dar es Salaam

Orígenes	Destinos					
	1	2	3	4	5	$\sum_j T_{ij}$
1	4	10	6	12	15	O_1
2	12	4	3	15	20	O_2
3	16	5	15	8	10	O_3
4	3	2	0	6	11	O_i
5	0	0	5	12	10	O_z
	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	Total

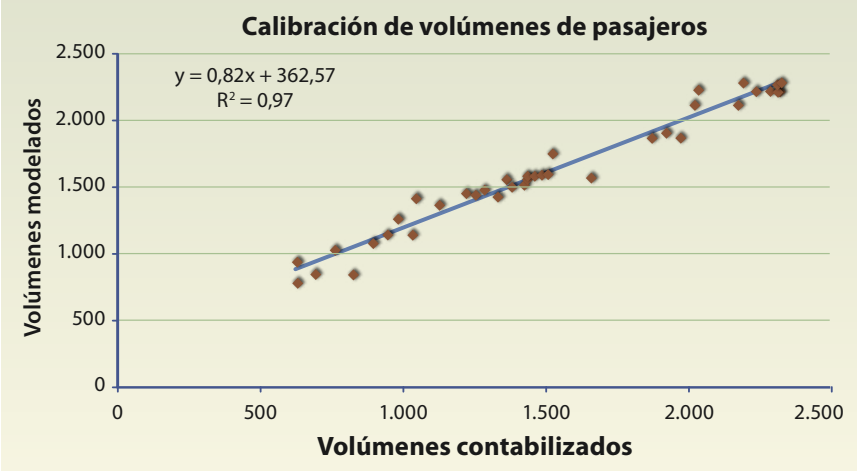


Figura 4.25
Volumen de pasajeros modelado versus contabilizado en Yakarta.
Gráfica cortesía de Remi Jeanneret

apropiadamente, por ejemplo tomando el valor promedio de duplicar las entradas en las celdas. Para mayores detalles, por favor consultar Ortúzar y Willumsen (2001). Por otro lado, algunas veces la gente puede ir en distintas direcciones para alcanzar el mismo punto de destino, entonces utilizar este método va a subestimar la demanda total.

4.4.3.5 Validación

Debido a estas distorsiones, junto con los errores de medición y de muestreo, normalmente es necesario emprender acciones correctivas. El proceso de validación se realiza generalmente hacia el final del proceso de recolección de datos, para proveer un grado de control de calidad.

La validación usualmente se alcanza observando los pares OD ruta por ruta, realizando una asignación informal de viajes, asignando los viajes OD a las rutas específicas de transporte público y comparando el total de viajes con el conteo agregado de viajes desarrollado, a partir de las mediciones de ocupación y los conteos de vehículos de transporte público (Figura 4.25).

Una vez la matriz OD ha sido depurada y calibrada puede ser introducida en el modelo de tráfico, y puede comenzar la evaluación de distintos escenarios. La matriz OD puede ser utilizada también para generar un mapa de origen-destino que proporciona a los tomadores de decisión una visión general de la densidad de orígenes y destinos en la ciudad. El mapa OD va a ilustrar el punto hasta donde los viajes son distribuidos o centralizados en la ciudad. El mapa OD de Bogotá muestra que hay una fuerte concentración de viajes en el centro de la ciudad (Figura 4.26).

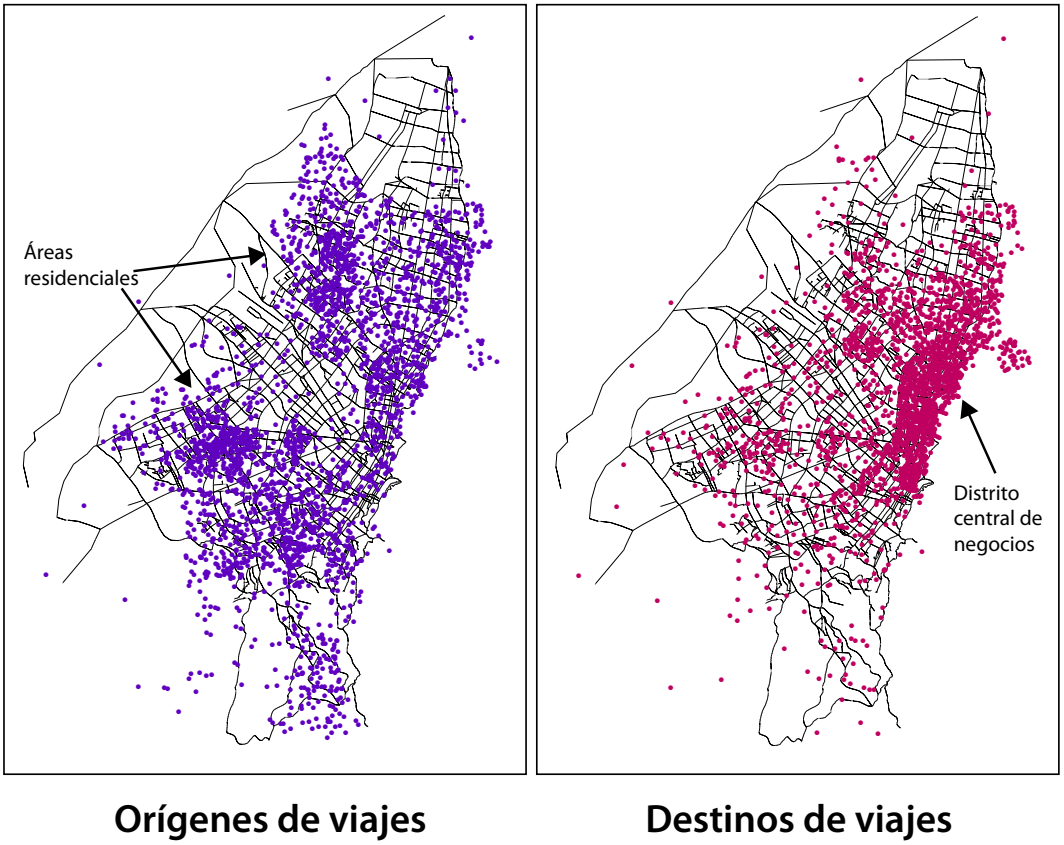


Figura 4.26
Mapa de origen destino para Bogotá.
Imagen cortesía de TransMilenio S.A.

4.4.4 Resultados del modelo de transporte público

«Yo no he fallado. Sólo he encontrado 10.000 maneras que no funcionan.»

—Thomas Edison, inventor, 1847–1931

Una vez el sistema vial y la matriz OD se insertan en el modelo de tráfico, pueden ser aprobados diferentes escenarios para el sistema BRT. Aunque el resultado del modelo de transporte público va a ser utilizado en distintos puntos a lo largo de esta guía, por ahora va a ser utilizado para generar estimaciones de demanda para escenarios específicos del sistema BRT.

Generalmente, el primer paso consiste en echar un vistazo a la demanda de transporte público en hora pico en todos los corredores principales de la ciudad. Estos resultados deben mostrar ahora una estimación mucho más precisa de esta demanda. Este resultado es una herramienta valiosa para priorizar los corredores a ser incluidos en el sistema BRT. La Figura 4.27 ilustra la demanda total de transporte público en los corredores principales de Yakarta.

Estas estimaciones de demanda total, o «líneas deseadas», muestran la cantidad de pasajeros de transporte público *actuales* en cada corredor principal. Esto todavía no dice nada sobre cuántos pasajeros de transporte público estarán en un sistema BRT específico.

Cuando se comienza a codificar el sistema de transporte público existente en el modelo, se requiere la siguiente información adicional:

- Capacidad del vehículo (se usa sólo la capacidad total de pasajeros de pie);
- Transporte público (una serie de tramos; cada dirección debe ser codificada separadamente porque a veces las rutas de buses no van y vuelven por las mismas vías);
- Localización específica de las estaciones (para la mayor parte de la red, se puede asumir simplemente que las estaciones se encuentran en las intersecciones, pero los nodos de corredores BRT deben ser añadidos específicamente a la estación y los tramos entre estaciones deben ser divididos en tramos separados);
- Velocidad en cada tramo (tomada de las mediciones de velocidad, abordaje y descenso de buses);
- Tarifa de buses (usualmente los modelos permiten tarifa según distancia y si existe tarifa plana dejan la distancia en blanco);
- Frecuencia de buses;
- Valor del tiempo (existen varias formas de calcular este valor, pero en la práctica éste está basado en entrevistas con pasajeros de buses o tomando el 50 por ciento del salario por hora del pasajero de bus promedio).

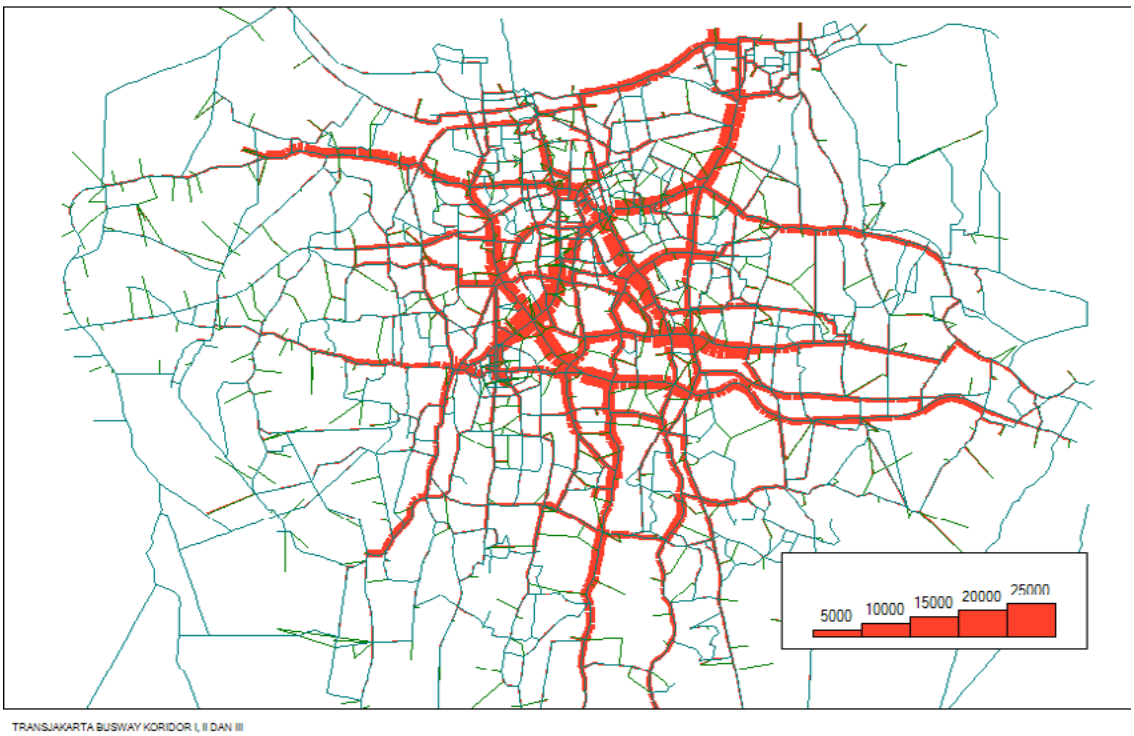


Figura 4.27
Ilustración gráfica de volúmenes de demanda (conocidos también como «líneas deseadas») de Yakarta.
Imagen cortesía de ITDP

En este punto, el escenario a ser probado debe ser cuidadosamente definido. En el caso de TransJakarta, el escenario estaba esencialmente definido a través de una decisión tomada por el gobernador. La decisión de diseño del gobernador era la siguiente:

- TransJakarta va a ir del Blok M a la estación Kota con 24 estaciones en ubicaciones específicas;
- TransJakarta va a tener carriles completamente segregados y con un diseño específico;
- TransJakarta va a tener una tarifa plana de Rp. 2.500 (US$ 0,30);
- No habrá buses alimentadores ni transferencias (funcionales) con descuento en ninguna ruta;
- Diez líneas de bus entre Blok M y Kota van a ser eliminadas; todas las demás rutas de buses van a poder continuar en operación en los carriles de tráfico mixto en las estaciones de lado de la acera;
- 54 buses van a operar en el sistema.

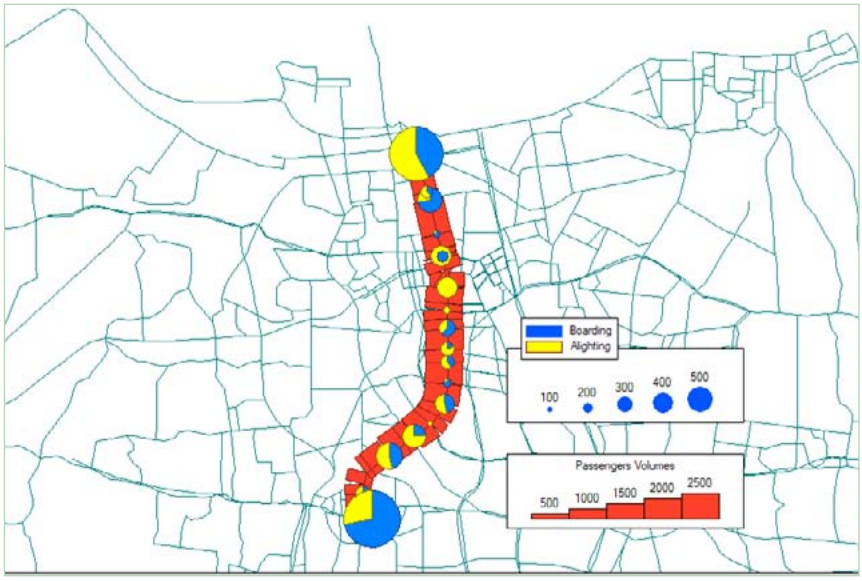
Al codificar este escenario BRT en el modelo de transporte público, hay una pequeña diferencia entre codificar un nuevo tramo de BRT y codificar cualquier otra ruta de autobús. La diferencia principal es que normalmente, para probar algunos elementos particulares del sistema BRT, el tramo de BRT va a ser codificado como un tramo completamente nuevo con *características especiales de BRT, y no se puede asumir que es una línea de bus operando en un tramo de vía existente* que está abierto a vehículos de transporte informal y otros vehículos. En el modelo, este nuevo tramo de BRT va a ser codificado solamente para ser usado por un vehículo BRT específico, que puede ser una nueva categoría de vehículo que no existe aún. En el caso de Yakarta, estos vehículos se usan solamente en el sistema BRT. Esta codificación especial del tramo BRT también tiene que tener ciertas características tarifarias especiales, como la posibilidad de transferencias gratis entre rutas cuando el sistema se expande a más de una ruta. Así, codificar una nueva ruta de BRT no es distinto a codificar cualquier ruta de transporte público, excepto que:

- La velocidad de los buses va a ser más alta que para las rutas en los tramos de tráfico mixto;
- La velocidad de buses BRT debe ser calculada específicamente basándose en el diseño del sistema. En otras secciones de esta guía se explica cómo calcular esto, pero en general es entre 20 y 29 km/h;
- Algunas nuevas estaciones van a ser creadas, lo que va a afectar el tiempo de desplazamientos a pie;
- Las frecuencias de buses van a ser específicas según el número de buses y su velocidad;
- Si un carril de tráfico mixto está siendo removido del tramo existente, la definición de las características de dicho tramo deben ser modificadas para reflejar la pérdida del carril. Este cambio sólo va a ser necesario para correr el modelo de tráfico completo en el futuro;
- Puede ser necesario en el futuro ajustar hacia abajo las velocidades para todas las rutas de buses que corren en los carriles de tráfico mixto. Si sólo hay un modelo de transporte público, esto sólo va a tener un impacto estimado. Si existe un modelo completo de demanda de transporte, el modelo va a ayudar a calcular este impacto.

Después de definir los nuevos tramos BRT y de asignarles una nueva ruta BRT con las características que reflejan la decisión política, la demanda proyectada para este escenario específico puede ser calculada (Figura 4.28).

En el caso de Yakarta, la demanda proyectada en el corredor I para el escenario determinado por el gobernador fue puesta a prueba. Basándose en la falta de un sistema de alimentadores y el deseo de eliminar rutas de buses que corrían paralelamente al nuevo sistema BRT, se sabía que la demanda en el nuevo sistema no iba a ser muy

Figura 4.28
Estimación de demanda para el Corredor I, Escenario I de TransJakarta.
Imagen cortesía de ITDP



alta. También se sabía que dado que un carril de tráfico mixto se eliminó, mientras que muy pocos buses de los que transitan por estos carriles se eliminaron, los carriles de tráfico mixto iban a ser más congestionados. Sin embargo, debido a la falta de un modelo completo de tráfico, la escala precisa de este impacto no era conocida. De esta manera, el equipo de planificación motivó al gobernador a añadir más buses alimentadores con transferencias gratuitas al sistema troncal y a eliminar más rutas de bus existentes.

Nótese que esta estimación de demanda asumió que el nuevo sistema BRT sólo va a recoger los viajes de transporte público existente. No se asumió que algunos viajes pueden ser atraídos de otros modos, dado que el modelo de transporte público en sí mismo no tenía la capacidad de proveer una respuesta a esta cuestión. Sin embargo, este análisis produjo una muy buena primera estimación conservadora de la demanda probable.

Para incluir un posible cambio modal desde vehículos privados, usualmente es suficiente añadir 25 por ciento a la demanda, pero el impacto de este cambio modal va a variar basándose en la diferencia entre las velocidades de buses en el nuevo sistema BRT y las velocidades de tráfico mixto que pueden ser razonablemente esperadas después de que el BRT entre en funcionamiento. A mayor diferencia entre velocidades relativas, mayor el cambio modal proyectado. En Yakarta, por ejemplo, la decisión política de permitir a varios buses continuar en los carriles de tráfico mixto contribuyó a aumentar la congestión en dichos carriles. Esta situación creó inicialmente una gran controversia, pero llevó a un impacto significativo del cambio modal. De acuerdo con las encuestas de pasajeros, casi el 20 por ciento de usuarios de BRT provenía de transportarse en vehículos privados, motocicletas y taxis.

En Bogotá, donde un sistema bien diseñado descongestionó los carriles de tráfico mixto, el impacto del cambio modal en la primera fase fue un modesto 10 por ciento de usuarios de vehículos privados al sistema BRT (Steer Davies Gleave, 2003). La mayoría de usuarios de transporte público se cambiaron al BRT, dado que muchas de las rutas que competían directamente con el sistema fueron eliminadas. Sin embargo, el precio del pasaje un poco más bajo de los operadores anteriores ha significado que cierta cantidad de usuarios haya continuado usando estos servicios en los casos en que siguieron operando. A medida que el sistema se ha expandido, se ha llegado a ver que aproximadamente el 20 por ciento de los usuarios actuales de BRT fueron usuarios de vehículos privados.

Con esta estimación de demanda los planificadores están en mayor capacidad de evaluar si los diseños propuestos van a tener la suficiente capacidad para manejar la demanda proyectada, si las estaciones se van a congestionar y si el sistema va a ser rentable o va a operar a pérdida.

4.5 Estimación de la demanda usando un modelo completo de tráfico

«Quienes tienen conocimiento, no predicen. Quienes predicen, no tienen conocimiento.»

—Lao Tzu, filósofo, siglo VI a.C.

La mayoría de sistemas BRT en el mundo en desarrollo han sido planificados usando solamente un modelo de transporte público, sin tener modelado el sistema de transporte completo. La falta de modelos completos ocurre porque esta modelación es incipiente en la mayoría de países en desarrollo, y requiere tiempo construir los datos, las capacidades y recursos para desarrollar un modelo completo de demanda de tráfico. No obstante, las herramientas proporcionadas por el modelo completo de demanda de transporte son muy útiles para la planificación de BRT y, si el tiempo y los recursos lo permiten, desarrollar un modelo completo de demanda de tráfico vale la pena.

4.5.1 Vista general

Con un modelo completo de tráfico se va a tener una idea más clara de los pasajeros potenciales del sistema BRT que actualmente pueden estar utilizando motocicletas, automóviles privados, bicicletas o pueden desplazarse caminando. Los planificadores también van a tener una comprensión mucho más completa de la congestión en diferentes puntos de la red y una mayor capacidad para evaluar los impactos de tráfico proyectados del nuevo sistema BRT.

La guía sobre cómo construir y operar un modelo de demanda de tráfico completo está más allá del alcance de esta guía. Sin embargo, aquí se incluye alguna información básica sobre

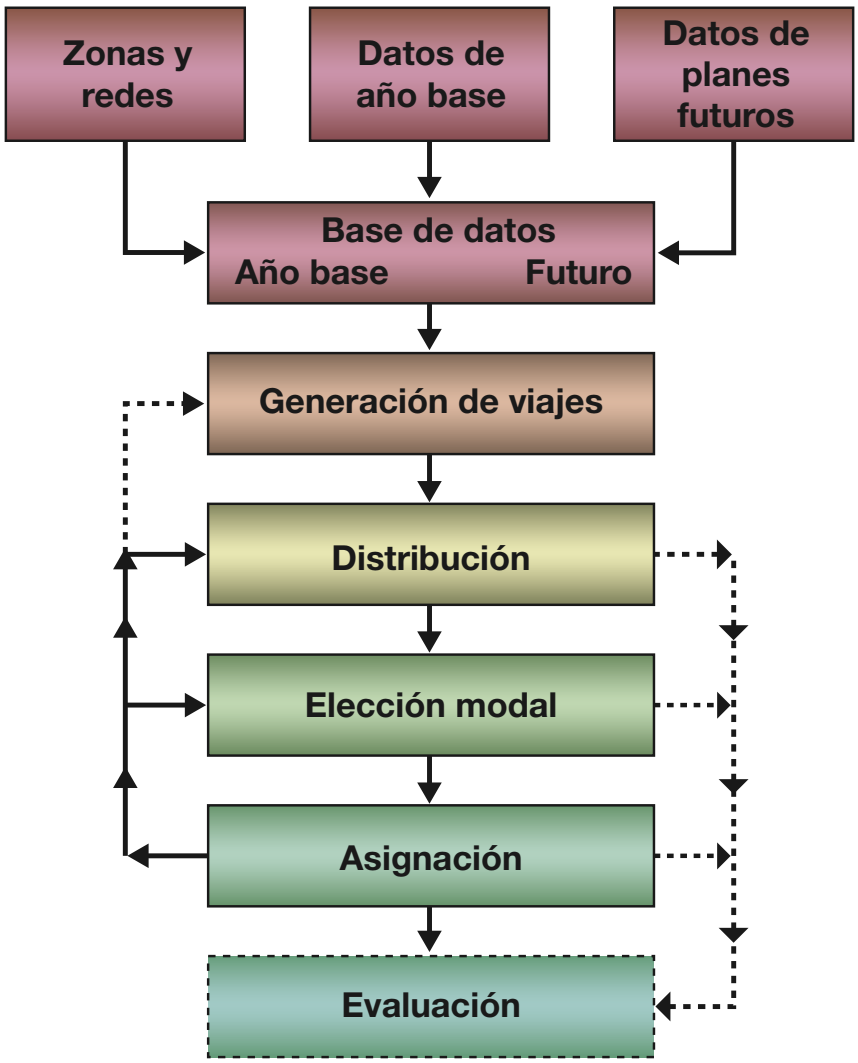
la modelación del tráfico, para proporcionar a los planificadores de BRT una visión general de cómo funcionan estos modelos y algunos ejemplos específicos de dónde son relevantes para la planificación del BRT.

La modelación es una representación simplificada de los sistemas del mundo real, que permite proyecciones de condiciones futuras. La modelación de transporte es comúnmente utilizada para determinar la demanda esperada y las condiciones de oferta que van a ayudar a moldear las decisiones sobre las necesidades futuras de infraestructura y las medidas políticas de apoyo. La modelación ayuda a proyectar el crecimiento futuro del transporte, así como permite a los planificadores correr proyecciones en muchos escenarios distintos.

Sin embargo, debe anotarse que los modelos de transporte no resuelven los problemas del transporte. Más aún, los modelos son herramientas que proveen información a los tomadores de decisión para medir los impactos de distintos escenarios futuros. El tipo de escenario considerado y los tipos de condiciones deseadas en la ciudad son todavía del dominio de la toma de decisiones en la política pública.

Mientras que las relaciones matemáticas complejas fortalecen los modelos de transporte, la premisa básica detrás del análisis de modelación puede ser presentada en una forma entendible para el público general. La Figura 4.29 ilustra el clásico modelo de transporte de cuatro etapas. Este modelo sirve todavía como base para los muchos productos de software que hoy hacen posible la modelación efectiva del transporte.

Figura 4.29
Representación de un modelo de transporte estándar.
Fuente: Ortúzar y Willumsen, 2002



La etapa de Generación de viajes tiene que ver esencialmente con asuntos de crecimiento de la demanda. En este punto, este capítulo sólo ha considerado cuánta demanda va a tener el sistema BRT cuando entre en funcionamiento, pero no proporciona una guía adecuada respecto a las tendencias de la demanda en el largo plazo. Normalmente, la utilización del transporte público al largo plazo va a estar influenciada por el crecimiento de la población, el ingreso y la propiedad de vehículos. Estos cambios son capturados por los mejores modelos de generación de viajes. Si se espera que estos elementos del crecimiento sean diferentes en diferentes partes de la ciudad, vale la pena entonces desarrollar por lo menos un conjunto simple de modelos de generación de viajes. Si, por otro lado, hay una urgencia en el diseño del BRT y se espera que el crecimiento sea más o menos uniforme a lo largo del área urbana, tal vez puede ser utilizado un modelo simple de extrapolación de tendencias.

La etapa de ***Distribución de viajes*** considera situaciones en las que el nuevo modo (BRT) va a cambiar el origen o el destino de los viajes, por ejemplo haciendo más accesibles algunas escuelas o áreas comerciales que otras. En el caso de viajes de trabajo cualquier efecto redistributivo puede tomar algún tiempo, pero los viajes de compras y sociales pueden reaccionar más rápidamente. Como los esquemas BRT pueden ser implementados más rápidamente que los esquemas de riel, puede existir una situación que merezca posponer cualquier consideración acerca de la redistribución de viajes, hasta que el sistema sea completamente operativo.

La etapa de ***repartición o elección modal*** considera el potencial para atraer usuarios de otros modos al BRT, en particular de vehículos privados. De nuevo, esto depende de cuán mejor va a ser el nuevo sistema comparado con los servicios existentes. Si la propiedad de vehículos es baja (debajo del 8 por ciento) y el cambio en la calidad de servicio no es tan diferente, puede ser posible diseñar un sistema BRT sin considerar explícitamente un modelo de elección modal. Una estimación preliminar por parte de un planificador con experiencia de cuántos usuarios de automóvil podrían cambiarse al BRT puede ser suficiente. De otra parte, en algunos casos es necesario tener una buena aproximación a esta cifra de cambio modal, para ajustar el tamaño del sistema y estimar los beneficios por descongestión.

La etapa de ***Asignación*** es esencial en la mayoría de ciudades grandes, y requiere un buen modelo de transporte público y un modelo de la interacción con el resto del tráfico.

4.5.2 Necesidad de datos adicionales

Muchos de los datos requeridos para el modelo completo de demanda ya van a estar recogidos durante el período inicial de análisis. Es bastante común en los departamentos de transporte hacer conteos; si existen conteos recientes en ubicaciones que sirvan, los datos se pueden utilizar. Si no se han hecho conteos de todos los vehículos anteriormente, deben ser realizados para calibrar el modelo de tráfico.

Segundo, cuando la malla vial está codificada en el modelo de tráfico ya no es suficiente identificar simplemente los tramos existentes, sino que la definición de estos tramos (cuántos carriles, etc.) se vuelve importante. Más allá, todos los modos alternativos existentes como las líneas férreas, de metro, etc., deben ser codificados en el modelo.

También, en este punto, los datos demográficos para cada zona definida anteriormente se vuelven importantes, como la población por zona, el empleo por zona, el ingreso promedio por zona, la propiedad de vehículos por zona, etc. Esta información es usualmente obtenida de datos censales. Las tasas históricas de crecimiento de población y empleo por zona son el primer mejor indicador de la tasa probable de crecimiento de viajes futuros en ubicaciones específicas. Conocer los ingresos por hogar y los niveles de propiedad de vehículos motorizados va a ayudar a indicar si la mayoría de personas va a tomar el bus sin importar el precio, o si van a cambiarse a un automóvil o motocicleta. Mapear los niveles de ingresos en la ciudad va a ayudar también a definir la elasticidad de precios y los beneficiarios de menores ingresos, ambos importantes para definir la estructura tarifaria. Así, los modelos de tráfico son construidos normalmente desde los datos demográficos de población, empleo y propiedad de vehículos.

Finalmente, para la modelación completa de demanda de tráfico, el equipo planificador va a necesitar conducir una encuesta completa de origen-destino a nivel de hogar. Esta encuesta es necesaria, dado que el equipo inicialmente sólo va a tener estimaciones de los orígenes y destinos de los viajes de transporte público. En contraste, el modelo completo de transporte requiere matrices OD para todos los modos, incluyendo viajes peatonales y de vehículos privados.

Encuestar a todos los miembros de un hogar respecto a sus prácticas individuales de desplazamiento (destinos, elección de modo, razones para la elección de modo, gastos en transporte, etc.) provee un panorama muy completo de a dónde va la gente, cuándo y algunas veces por qué. Este proceso es denominado ***generación de viajes***. De la misma manera, las encuestas en los lugares de trabajo pueden ser también un mecanismo efectivo. Desafortunadamente, las encuestas de hogares y lugares de trabajo son probablemente las más costosas de las técnicas de encuestas OD. Como resultado, a veces se toman atajos. Las entrevistas de hogares son la mejor manera de obtener información de los

Tabla 4.13: Tamaños de muestra recomendados en las encuestas tradicionales de hogares

Población del área	Tamaño de muestra (unidades de vivienda)	
	Recomendado	Mínimo
Menos de 50.000	1 de 5	1 de 10
50.000 – 150.000	1 de 8	1 de 20
150.000 – 300.000	1 de 10	1 de 35
300.000 – 500.000	1 de 15	1 de 50
500.000 – 1.000.000	1 de 20	1 de 70
Más de 1.000.000	1 de 25	1 de 100

Fuente: Bruton (1985) en Ortúzar y Willumsen (2001)

viajes efectuados por hogar, datos de propiedad de vehículos, viajes conjuntos y niveles generales de gastos en transporte.

La cantidad de observaciones está limitada por los recursos financieros y de personal. Mientas que el tamaño de muestra estadísticamente deseable para las encuestas de hogares puede ser el representado en la Tabla 4.13 (Bruton, 1985), la realidad de lo que es posible es, a menudo, un poco distinta.

En algunos sitios puede ser muy difícil (y costoso) lograr acceso a ciertos tipos de hogares o incluso definirlos sin ambigüedades.

En términos generales, si no se cuenta con datos de encuestas de hogares se deben recoger por lo menos mil entrevistas de hogares o preferiblemente 3.000, para obtener una visión más amplia de la demanda por hogar. Los datos de viajes de estas entrevistas después van a ser combinados con aquellos de las encuestas de intersección para obtener un patrón de viajes más preciso en el área de estudio.

4.5.3 Modelación detallada para BRT

«El análisis de la cosa no es la cosa en sí misma.»

—Aaron Allston, novelista

La segmentación del mercado puede ser un asunto clave para lograr buenos resultados en la modelación. Las personas reaccionan de distintas maneras ante los cambios en el sistema de transporte. Incluso, la misma persona se puede comportar de distintas formas al viajar al trabajo, de negocios o durante el tiempo libre. Estas diferencias afectan el diseño cuando se considera el servicio durante las horas pico (la mayoría de viajes al trabajo y educación) y los períodos valle (la mayoría de viajes de compras, sociales y recreativos). La segmentación apropiada de los datos puede ser costosa, dado que requiere datos recogidos más cuidadosamente y mayor detalle en el proceso de modelación. Sin embargo, el beneficio de la segmentación puede ser un sistema bien diseñado de acuerdo con las necesidades del usuario.

4.5.3.1 Generación de viajes

Los datos recogidos en la sección anterior van a servir como insumos clave en el proceso de modelación. La primera etapa del proceso consiste en utilizar los modelos de demanda para definir las características de generación de viajes. Específicamente, el modelo apunta cruzar los orígenes de un área determinada con destinos específicos. A menudo, los viajes son categorizados según clasificaciones como propósito del viaje, hora del día y tipo de persona. Los propósitos de viajes pueden incluir los siguientes:

- Trabajo;
- Educación;
- Compras;
- Sociales y recreativos;
- Negocios personales;
- Acompañar a otros;
- Otros.

De estos, los primeros dos nunca son omitidos, pero a veces todos los demás se agrupan en la amplia categoría de «otros propósitos».

La clasificación por hora del día debe diferenciar entre el pico de la mañana, el pico de la tarde y los períodos valle. La clasificación por tipo de persona se enfoca típicamente en las características personales como nivel de ingresos, nivel de propiedad de vehículos, tamaño y estructura del hogar. Estas características personales, junto con otros factores como densidad residencial, juegan un papel importante en determinar la cantidad de viajes producidos por hogar. El modelo de transporte seleccionado va a utilizar estos factores para calcular una cantidad estimada de viajes.

4.5.3.2 Distribución de viajes

La siguiente etapa del proceso de modelación involucra obtener la matriz de demanda del año base, para todas las categorías (o segmentos) de usuarios. Así como con los datos de la encuesta OD de transporte público presentados anteriormente, los datos OD de la encuesta de hogares deben ser codificados según zona, pegados y formados en una matriz OD completa para cada modo separado. Al utilizar los datos de la encuesta de hogares para obtener la matriz OD, algunos de los riesgos de doble conteo u omisión de conteo que emergen con una encuesta a bordo pueden ser evitados, luego la matriz OD va a ser generalmente más confiable si el tamaño de la encuesta es lo suficientemente grande y libre de errores.

Dadas las limitaciones en el muestreo, es muy probable que la matriz resultante sea muy escasa.

En otras palabras, es probable que muchas celdas no tengan viajes en ellas. Algunos de estos ceros van a estar ahí, porque las encuestas de intersección nunca pudieron entrevistar a los pasajeros haciendo dicho viaje (no había un punto de encuesta que interceptara el punto OD particular). Otros simplemente van a ser cero porque dicho viaje no fue realizado en la muestra.

En estos casos, puede ser deseable rellenar algunas de estas celdas vacías con un estimado sintético de la cantidad de viajes. El método comúnmente utilizado para estimación de matrices es el modelo gravitacional (ver Ortúzar y Willumsen, 2001). Éste puede ser calibrado desde los datos observados, idealmente desde las encuestas de hogares que captan los viajes de todas las longitudes posibles.

Dado que los modelos se utilizan para proyectar los impactos de escenarios futuros, se debe considerar cómo representar los cambios esperados en la cantidad de viajes. El modelo gravitacional es también útil en este contexto, dado que tiene en cuenta los cambios en los costos de desplazamiento. Finalmente, el modelo de distribución de viajes debe ser calibrado y validado para llegar a la exactitud. Por ejemplo, el modelo debe ser capaz de replicar razonablemente las distribuciones del año base, para mostrar que es relevante para el área de estudio.

4.5.3.3 Distribución modal

Desde un punto de vista de políticas, tal vez la etapa más importante en el proceso de modelación de transporte es la selección de la elección modal para los diferentes viajes. Determinar la cantidad de viajes a ser efectuados por el transporte público, opciones no motorizadas y opciones privadas motorizadas va a tener un profundo impacto en las inversiones municipales futuras. Los factores que afectan la elección modal pueden agruparse en tres (Ortúzar y Willumsen, 2001):

1. Características de quien hace el viaje:
   - Disponibilidad y propiedad de vehículos;
   - Posesión de licencia de conducción;
   - Estructura del hogar (pareja joven, pareja con hijos, retirados, solteros, etc.);
   - Ingresos;
   - Densidad residencial;
2. Características del viaje:
   - Propósito (trabajo, educación, compras, etc.);
   - Hora del día en la que se realiza el viaje;
3. Características del servicio de transporte:
   Cuantitativas:
   - Tiempo relativo de viaje (en el vehículo, tiempos de caminar y espera por modo);
   - Costos relativos (tarifas, combustible y costos directos);
   - Disponibilidad y costo de estacionamiento;

   Cualitativas:
   - Comodidad y conveniencia;
   - Confiabilidad y regularidad;
   - Protección, seguridad.

El modelo de elección modal va a incluir generalmente estos factores en la estimación de niveles de uso en los distintos modos. La segmentación va a ser muy importante. Sólo se deben incluir elecciones que estén realmente disponibles para cada tipo de usuario. Por ejemplo, conducir un automóvil solamente es opcional en los hogares que tienen un automóvil disponible. En algunos casos, los viajeros con automóvil proporcionado por su empresa son cautivos de dicho modo, dado que no tienen opción.

Si se ha decidido que el diseño BRT debe considerar a los usuarios atraídos de otros modos, la modelación de la elección modal va a ser esencial. Sin embargo, esta es una actividad especializada que usualmente requiere buenas técnicas de modelación y especialistas entrenados. Si no es posible conducir un proceso de modelación completo puede ser apropiado hacer una conjetura simplificada de los incrementos potenciales en la demanda, debido al cambio modal. Este cambio probablemente no va a representar más del 5 al 20 por ciento de la demanda en el nuevo sistema.

4.5.3.4 Asignación

Las etapas previas al proceso de modelación se centran principalmente en el lado de la demanda de servicios de transporte público. La etapa de «asignación» es donde la oferta de servicios de transporte público se cruza con las condiciones de demanda. Dentro de un sistema BRT, la etapa de asignación también ayuda a identificar los niveles de uso entre distintas opciones de rutas y servicios. Por ejemplo, en términos de planificación es bastante útil saber la cantidad de pasajeros que van a estar utilizando las rutas expresas versus las rutas locales.

Para modelar con exactitud la elección de rutas de transporte público es necesario representar la malla con un buen grado de realismo. Los centroides y los conectores de los centroides deben ser utilizados para representar los tiempos de acceso a las estaciones. Más aún, hay un tiempo adicional para llegar a la plataforma correcta en un sistema BRT o metro. Los tiempos de transferencia y de espera para el siguiente servicio disponible también van a ser representados en el costo generalizado de viajar a lo largo de una ruta en particular. A la gente no le gusta hacer transferencias porque esto involucra algo de incertidumbre, luego existe usualmente una penalidad de transferencia a considerar además del tiempo gastado en el cambio de servicios.

Las tarifas también deben ser representadas con exactitud y esto puede resultar bastante complicado en algunos casos. Si no hay integración tarifaria, cada cambio de servicio va a involucrar el pago de una nueva tarifa. Este costo adicional puede ser representado como un «cargo de abordaje». Si la tarifa tiene un elemento proporcional a la distancia, esta cantidad debe ser añadida al viaje. Para tarifas integradas y zonales el asunto puede ser más complicado de manejar, pero el software más moderno puede manejarlo si se utiliza hábilmente.

Es importante adoptar un modelo realista de asignación para el transporte público. Esto es particularmente importante al manejar corredores en los que convergen varias rutas de buses. Si todos los servicios de bus tienen velocidades de operación similares (lo que ocurre comúnmente en un corredor), los modelos anteriores van a tender a ubicar todos los viajes en el servicio de mayor frecuencia. La gente probablemente va a escoger el primer bus que pase, por lo que es mejor ubicar los viajes en los servicios proporcionalmente con las frecuencias, más que basados en una asignación «todo o nada» al servicio con la mayor frecuencia. Los paquetes contemporáneos de software, especialmente aquellos desarrollados y probados para uso de transporte público como Emme/2, Cube/Trips y VISUM, se desempeñan mejor a este respecto.

Las condiciones de equilibrio dentro de la asignación son alcanzadas cuando cada pasajero tiene asignada la ruta más eficiente, basándose en factores como los costos monetarios y el tiempo de viaje. El equilibrio es muy importante en cuanto a la asignación de vehículos privados, pero tiene una representación equivalente en la elección de rutas de transporte público. Los efectos de congestión pueden darse porque los buses están muy llenos y los usuarios van a experimentar pérdidas en la comodidad (incrementos en los costos generalizados) similares a conducir bajo condiciones de congestión. Emerge un problema adicional cuando los pasajeros no pueden abordar un autobús (o metro, vehículo LRT) porque está lleno y deben entonces esperar al siguiente servicio. El primero de estos problemas (aglomeración) es más fácil de modelar con exactitud que el segundo, pero ambos pueden ser importantes al replicar las condiciones actuales.

Para el propósito de diseñar un nuevo sistema BRT se debe evitar la aglomeración excesiva y las demoras para pasajeros que no logran abordar un bus. De esa manera, la asignación en el transporte público congestionado puede no ser importante para el diseño. En todo caso, la asignación en transporte público congestionado es complicada y requiere el buen uso de una plataforma de software adecuada; no debe intentarse sin por lo menos un mínimo de experiencia.

4.5.3.5 Evaluación

Las etapas previas de modelación han combinado factores de oferta y demanda para desarrollar una simulación general de los servicios de transporte público de una ciudad. La etapa final del proceso es evaluar la robustez de la solución particular que se propuso en el modelo. Se espera que el modelo produzca condiciones de equilibrio que lleven a una única solución identificable para los factores introducidos. Al evaluar el modelo, algunas iteraciones deben ser realizadas para determinar si los resultados del modelo convergen hacia un punto de equilibrio. Si se produce dicha convergencia, entonces la solución propuesta se considera lo suficientemente robusta. La falta de convergencia implica que se deben realizar cambios en la estructura del modelo antes de proceder.

4.5.4 Evaluación de la factibilidad del sistema

Una vez se ha desarrollado alguna clase de modelo de transporte público o de tráfico, y se ha definido un escenario claro para el sistema

BRT, debe ser posible hacer una evaluación preliminar de la factibilidad del sistema.

Una buena prueba *litmus* de si un sistema BRT nuevo tiene sentido es comparar el costo generalizado de algunos viajes populares (pares origen-destino) existentes antes del sistema BRT y cuál puede ser su costo con el nuevo sistema BRT. Como un proxy de ahorro de costos, el valor del ahorro de tiempo puede ser utilizado. Sin embargo, debe reconocerse que el ahorro de tiempo es sólo una de las muchas razones para motivar el uso del transporte público. Otros factores incluyen beneficios ambientales, ahorros en costo de combustible, beneficios de diseño urbano y beneficios sociales. Un análisis de factibilidad de costos más completo va a incluir estos factores. Más aún, los ahorros de tiempo pueden ser experimentados no sólo por los pasajeros de transporte público sino tambwién por los usuarios de vehículos privados.

Ecuación 4.1: Costo generalizado de tiempo

El costo generalizado (CG) de desplazarse entre dos puntos usando uno o más servicios de bus puede ser descrito como sigue:

$$GC = a * IVT + b * WTM + c * WAT + d * TTM + e * NTR + f * FAR$$

Donde:

IVT es el tiempo en minutos gastado en el(los) autobús(es);

WTM es el tiempo total de espera para el abordaje;

WAT es el tiempo total de caminar desde y hacia las estaciones;

TTM es el tiempo total gastado en las transferencias (si las hay);

NTR es el número total de transferencias requeridas para el viaje (si las hay);

FAR es la tarifa total pagada para todo el viaje.

Los factores *a, b, c, d, e* y *f* son parámetros que representan el peso atribuido a cada uno de estos elementos en el viaje. Este costo generalizado puede ser representado en tiempo o unidades monetarias. Por ejemplo, dividiendo toda la formula por *f* el costo generalizado va a ser expresado en unidades monetarias. Es mejor dividir la fórmula por *a* y luego medir los costos generalizados en unidades de tiempo.

Un buen punto de partida para investigar qué tan mejor va a ser el nuevo sistema es asumir que *b, c* y *d* van a ser tan grandes como *a* y que *e/a* son aproximadamente 3 minutos[1)].

Esta fórmula provisional puede ser escrita como:

$$GC = IVT + 2\,WTM + 2\,WAT + 2\,TTM + 3\,NTR + \alpha * FAR$$

En este caso, α es igual que *f/a* y es a menudo interpretada como el inverso del valor del tiempo (ahorro)[2)]. Los costos generalizados en este caso van a ser medidos en minutos en bus.

Puede ser deseable considerar esta relación y bosquejar cómo un nuevo sistema BRT va a reducir el costo generalizado de desplazamiento para un grupo de orígenes-destinos relevantes. Este cálculo puede ser logrado usando información ya disponible en servicios existentes, tarifas, frecuencias y tiempos de desplazamiento comparados con un nuevo sistema que puede tener menores tiempos de desplazamiento en un corredor troncal, pero requiere transferencias y tal vez mayores tiempos de desplazamiento peatonal. Esto va a dar una idea de qué tan rápido deben operar los buses en el corredor troncal para compensar a la mayoría de los pasajeros por la necesidad de añadir una o más transferencias.

Por ejemplo, si se está considerando la introducción de un sistema de troncal y alimentadores que va a reemplazar una cantidad de servicios directos, se puede hacer la siguiente estimación para comprobar si este escenario va a mejorar el desplazamiento de los usuarios. Se puede asumir que los servicios alimentadores van a tener un

[1)] Los resultados de investigaciones concuerdan que los tiempos de caminar, esperar y de transferencia son entre 1,5 y 3 veces más onerosos que los tiempos dentro del bus. Los valores precisos dependen de las condiciones culturales y locales como el clima. Igualmente, la necesidad de transferencia es percibida por los usuarios como añadir 3 a 6 minutos a su viaje.

[2)] Una estimación inicial para α puede bien ser el tiempo de trabajo requerido para ganar una unidad de una moneda específica, por ejemplo cuántos minutos necesita el trabajador promedio para ganar un dólar. El trabajador promedio en cuestión es el tipo de usuario que el BRT intenta beneficiar más. Por ejemplo, si el salario promedio por hora de la población de interés es US$ 2, entonces α es 30 minutos por dólar.

desempeño similar a los servicios actuales, pero tal vez una mayor frecuencia para el par OD relevante. Por ejemplo, se puede asumir que el tiempo de espera va a ser reducido en dos minutos por sentido y que el tiempo de desplazamiento peatonal va a seguir igual. El servicio de troncal y alimentador va a requerir un promedio de 1,5 transferencias por viaje, cuando anteriormente no había ninguna. Cada transferencia va a requerir un tiempo adicional de espera para el nuevo servicio (digamos 2 minutos cada uno), luego el ahorro de tiempo original se va a perder. La vía troncal va a tener que proporcionar un ahorro de tiempo de 3 veces 1,5 minutos (4,5 minutos) para ser mejor que el sistema anterior; esto, si las tarifas siguen iguales. Así, sólo si se puede proveer un ahorro promedio de tiempo en la troncal de 5 minutos va a valer la pena introducir un sistema tronco-alimentador. Estos cálculos deben ser repetidos para una cantidad de viajes representativos para sustentar la decisión.

El sistema de transporte público existente va a ser utilizado para identificar algunos corredores clave donde se concentrarán elementos significativos de demanda. La observación directa de la cantidad de buses con una estimación razonable de sus pasajeros en períodos pico va a permitir una definición inicial del tamaño del nuevo sistema. Esta determinación puede ser alcanzada en un corto período de tiempo y sin información detallada de patrones origen-destino.

5. Selección de corredores

«Mira cada camino de cerca y deliberadamente, y luego hazte esta pregunta crucial: ¿Tiene corazón este camino? Si lo tiene, el camino es bueno. Si no, no sirve para nada.»

—Carlos Castañeda, autor, 1925–1998

La elección de corredores de BRT, y de las vías específicas en las cuales se construiría el sistema BRT, no sólo tendrá impacto sobre la posibilidad de uso del sistema por parte de amplios segmentos de la población, sino que también tendrá profundos impactos en el desarrollo futuro de la ciudad. El factor principal que determina la selección de un corredor es el nivel de la demanda de transporte público, que fue considerada en el Capítulo 4 (*Análisis de la demanda*). Este capítulo discute, en primer lugar, las diferentes opciones de vía y de diseño que indican la idoneidad de un sistema BRT para un corredor en particular. En segundo lugar, discutirá opciones para un BRT a través de corredores con un derecho de vía estrecho. En tercer lugar, se presentará un modelo de costo-beneficio para evaluar cuantitativamente los aspectos positivos de un corredor particular.

Aunque la importancia de un corredor cambia según las circunstancias, las prioridades de la elección de una vía particular como parte de una red de BRT deben establecerse de acuerdo con las siguientes consideraciones:

1. Maximizar el número de beneficiarios del nuevo sistema BRT;
2. Minimizar los impactos negativos sobre el tráfico general;
3. Minimizar los costos operacionales;
4. Minimizar los costos de implementación;
5. Minimizar los impactos sobre el medio ambiente;
6. Minimizar los obstáculos políticos para la implementación;
7. Maximizar los beneficios sociales, especialmente para los grupos de bajos ingresos.

Aunque un nuevo sistema de transporte masivo tiene profundos impactos en los patrones de viajes y en la calidad de vida de los habitantes de una ciudad, algunas veces los funcionarios toman decisiones cruciales basándose en criterios puramente políticos con poca previsión de las consecuencias. Por consiguiente, esta sección busca proporcionar una guía con fundamentos para la toma de decisiones sobre los corredores y las rutas del sistema. Si bien las preocupaciones políticas son legítimas, con frecuencia pueden llevar a malos resultados si los temas técnicos no se consideran. Un análisis comparativo detallado de cada uno de los factores discutidos en este capítulo brinda a los que están a cargo de desarrollar el proyecto la mejor oportunidad para producir un servicio de transporte público rentable y útil.

Los contenidos de este capítulo son:

5.1 Identificación de corredores

5.2 Análisis de las opciones de corredores

5.3 Opciones para vías estrechas

5.4 Guía para comparar corredores

5.5 Longitud de los corredores

5.6 Número de corredores

5.7 Ubicación de estaciones y carriles

5.1 Identificación de corredores

«Muchas vías conducen al camino, pero básicamente solo hay dos: razón y práctica.»

—Bodhidharma, monje budista, siglo XI

El punto de partida para las decisiones sobre los corredores son los perfiles de demanda generados durante el proceso analítico, esbozados en el Capítulo 4 (*Análisis de la demanda*). Este proceso ayudó a identificar los patrones de viajes diarios en términos espaciales y temporales.

5.1.1 Áreas de alta demanda

Una consideración importante es minimizar las distancias y los tiempos de viaje para el segmento más grande de la población. Este objetivo generalmente tendrá como resultado unos corredores cercanos a los principales destinos, como los lugares de trabajo, universidades, colegios y áreas comerciales. Los resultados de los perfiles de demanda y de O–D (origen–destino) arrojados por el conteo y modelación de tráfico hechos anteriormente guiarán idealmente la toma de decisiones sobre los corredores.

Además de revisar los resultados del trabajo de análisis de demanda, otros indicadores clave que ayudan a la toma de decisiones sobre los corredores incluyen la ubicación de:

- Servicios ya existentes;
- Distrito central de negocios (CBD, por sus siglas en inglés) (Figura 5.1);
- Centros educativos;
- Grandes centros comerciales;
- Parques de negocios y áreas industriales;
- Áreas de rápida urbanización.

Figura 5.1

Como lo indica esta imagen del centro de Bogotá, los distritos centrales de negocios son una parte lógica de cualquier red de BRT completa.

Foto cortesía de Oscar Díaz y Por el País que Queremos (PPQ)

En esta fase inicial de la selección de corredores, todas las opciones deben ser exploradas completamente. En vez de descartar inmediatamente ciertos corredores por razones políticas o por falta de un ancho suficiente de la vía, las personas a cargo del sistema deben intentar pensar más allá de la sabiduría convencional existente. Olvidar estas posibilidades desde el principio puede llevar a la pérdida de posibilidades de conexiones de red no previstas. El sistema de BRT propuesto debe complementar los patrones existentes de usos del suelo y también reflejar las aspiraciones futuras de los ciudadanos, líderes y planificadores de la ciudad.

Más aún, quienes están a cargo de desarrollar el sistema no deben enfocarse únicamente en identificar los corredores probables de la Fase I. Aunque es verdad que un sistema BRT que abarque toda la ciudad probablemente se implementará en una serie de fases que durarán varios años de esfuerzos distintos, desarrollar un mapa completo de la ciudad y de todos los corredores futuros puede ser útil por varias razones. Primero, es difícil evaluar la utilidad de un corredor particular sin visualizar su conectividad futura con otras partes de la ciudad. Segundo, los tomadores de decisión y las agencias de financiación suelen tener la voluntad de apoyar un sistema de Fase I que no sea enteramente viable, desde el punto de vista financiero, si ya se ha articulado claramente una Fase II que generará una rentabilidad financiera para el proyecto. Tercero, desarrollar un mapa completo de BRT puede ser bastante útil desde el punto de vista financiero y de mercadeo para asegurar el apoyo público a largo plazo.

5.1.2 Arterias o vías principales

Si bien los sistemas BRT algunas veces utilizan todo tipo de vías, los corredores troncales de BRT usualmente se ubican en vías arterias primarias que prestan servicio a los distritos centrales de negocios y a otras ubicaciones populares; las rutas de buses alimentadores (si las hay) tenderán a dar servicio a las arterias secundarias y a algunas calles locales. Las arterias primarias son usualmente aquellas vías que prestan servicio a viajes de larga distancia en la ciudad, y las arterias secundarias usualmente prestan servicio

a una mezcla de viajes de larga y corta distancia. Un BRT rara vez se desarrolla en autopistas de acceso limitado, las cuales están diseñadas en principio para los viajes entre ciudades y cuyo acceso es generalmente difícil. Las rutas troncales de BRT frecuentemente están localizadas en arterias principales porque:

- Las densidades de población generalmente son mayores cerca de las arterias principales;
- Las arterias principales tienden a servir los viajes de distancias medianas y grandes intramunicipales, que son ideales para un BRT;
- En países en desarrollo, sólo las arterias principales forman conexiones claras y lógicas con otras arterias principales para formar una red integrada;
- Las arterias principales tienden a tener una concentración de rutas de bus existentes o de transporte informal;
- Las arterias también tienden a tener una concentración de destinos principales como áreas de negocios y de compras.

La elección de vías arterias principales también puede generar una menor preocupación sobre los impactos de ruido y tráfico, puesto que estas vías ya tienen una presencia significativa de vehículos motorizados. Generalmente el objetivo de los sistemas BRT es lograr servicios de alta velocidad, y las altas velocidades en las calles residenciales o en calles comerciales densas son incompatibles con la seguridad de los peatones. Elegir vías con concentraciones de vehículos de transporte público significa que la ubicación de estos vehículos en un carril exclusivo ayudará a descongestionar los demás carriles de tráfico mixto.

5.1.3 Vías secundarias

«No vayas donde el camino te guíe, mejor ve donde no hay camino y deja una huella.»

—Ralph Waldo Emerson, autor y poeta, 1803–1882

Las vías secundarias suelen tener la ventaja de que tienen un «tráfico más calmado» para la conversión a carriles exclusivos. En algunos casos, una vía secundaria puede ser convertida completamente para el uso BRT, prohibiéndose el acceso a los vehículos privados. La factibilidad de un enfoque como ese depende de los patrones de uso existentes en el área. Si el área es mayoritariamente comercial, el carril exclusivo puede coexistir bastante bien, especialmente porque proporciona una concentración de clientes para los negocios. Los centros históricos también pueden necesitar este enfoque, porque las vías angostas pueden no permitir que haya unos carriles exclusivos para el transporte público y otros para el uso de tráfico mixto. Ciudades como Bogotá, Curitiba y Quito han decidido que ciertas porciones de los corredores de su sistema BRT sólo presten servicio a los usuarios de transporte público y al tráfico no motorizado (Figuras 5.2 y 5.3). Muchos destinos clave, como los centros históricos, no poseen una infraestructura arterial; no obstante, deberían ser una prioridad para el servicio de transporte público.

Figuras 5.2 y 5.3

Las arterias principales no son la única opción para los corredores de BRT. Ciudades como Bogotá y Quito han hecho uso de vías estrechas en el centro de la ciudad para dar acceso exclusivo al transporte público y a los peatones.

Foto izquierda de Shreya Gadepalli
Foto derecha de Lloyd Wright

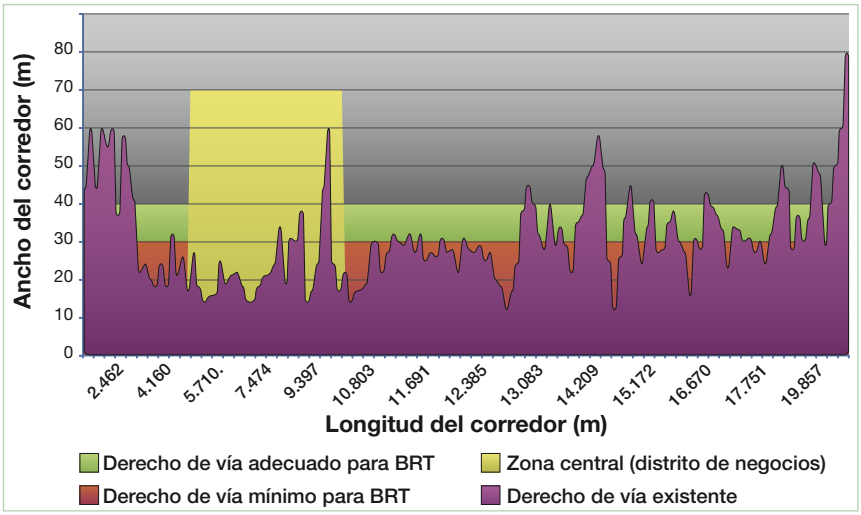


Figura 5.4
Hacer mapas de los anchos de la vía y derechos de vía es un primer paso básico para analizar el potencial de BRT de un corredor. Este ejemplo muestra problemas con pociones estrechas en el distrito central de Hyderabad (India).
Imagen cortesía de ITDP

Sin embargo, si no hay vías paralelas, los individuos y los negocios pueden requerir acceso con vehículos privados a sus propiedades a lo largo de un corredor de transporte público. Por ejemplo, el transporte de carga es crítico para la supervivencia de las pequeñas tiendas. Esos conflictos pueden resolverse con el establecimiento de horas de acceso durante las horas valle, aunque este enfoque no siempre es posible. Otra solución es expropiar legalmente esas propiedades para su adquisición pública, pero dichas compras pueden ser bastante costosas y algunas veces también políticamente perjudiciales.

Sin embargo, las vías secundarias se consideran comúnmente como rutas de alimentadores. Las rutas de alimentación generalmente operan en el tráfico mixto, como los servicios normales de bus. Debido a que hay amplios sitios residenciales ubicados a lo largo de las vías secundarias, darle servicio a estas áreas es esencial para operar un sistema viable.

5.2 Analizar las opciones de corredores

«El éxito es un viaje, no un destino.»

—Ben Sweetland, autor

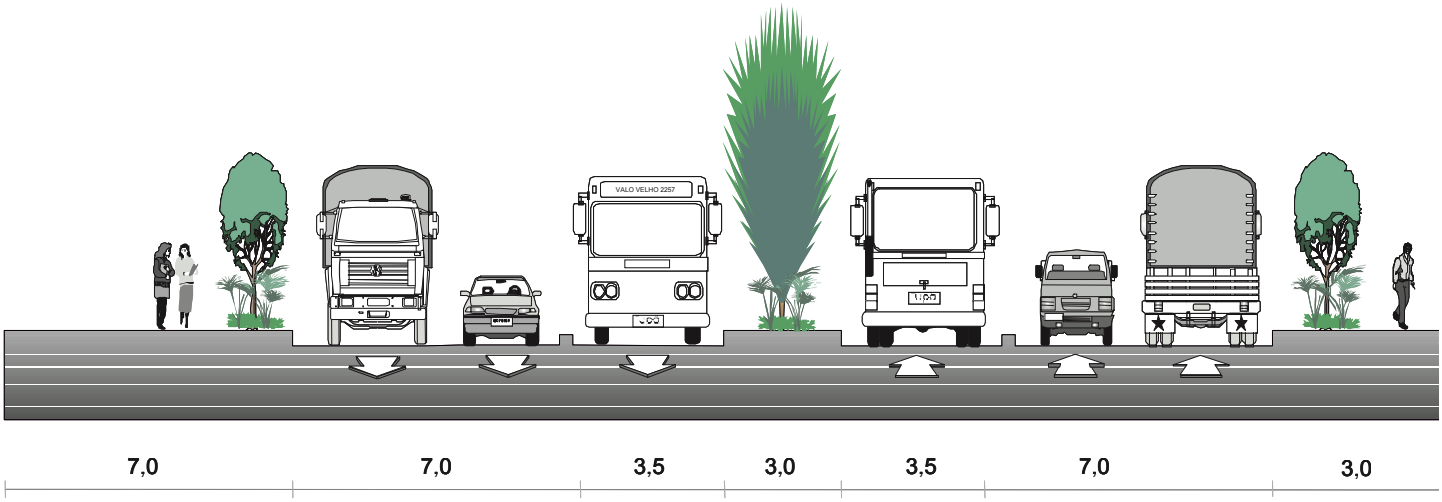
5.2.1 Midiendo el ancho de vía y el derecho de vía

Un punto lógico para analizar las opciones de corredores es registrar el ancho de la vía y el derecho de vía en cada corredor potencial. Si bien ambas pueden ser constantes a lo largo de grandes extensiones de un corredor, puede haber fluctuaciones. Por ejemplo, a medida que los corredores entran en distritos centrales y en centros históricos más densos, puede haber menos ancho de vía disponible. Igualmente, en ciertas intersecciones e intercambios, puede haber mayor o menor espacio de la vía disponible.

Tanto el ancho de vía como el derecho de vía pueden mostrarse gráficamente en un dibujo de ancho contra ubicación del corredor. La Figura 5.4 muestra un dibujo para un corredor de BRT propuesto en Hyderabad (India). La franja en amarillo muestra el distrito central de la ciudad, donde los anchos de la vía y entre fachadas son bastante estrechos. El ancho de la vía se refiere al área actual utilizada por los vehículos motorizados.

Además de fijarse en las dimensiones físicas de una vía, un estudio inicial también debe notar otras características, tales como la condición actual del área del separador central y las áreas peatonales. ¿El área del separador central es relativamente abierta o tiene bastante infraestructura (como esculturas o postes de servicios) o zonas verdes (como grandes árboles)? ¿Son las

Figura 5.5
Una configuración típica de vía para un corredor BRT.



vías peatonales adecuadas para dar acceso a un sistema de transporte público o probablemente requieren ampliación? ¿Hay intersecciones difíciles a lo largo del corredor, como glorietas con fuentes o piezas de arte? En muchos casos hay soluciones prácticas para estos retos, pero un estudio preliminar puede ayudar mucho en la categorización de los principales asuntos que necesitarán posterior consideración.

5.2.2 Anchos de las vías para buses BRT

No hay reglas absolutas acerca del ancho necesario de la vía. Se han construido sistemas BRT exitosos en áreas donde el ancho total de la vía es de sólo 3 metros (por ejemplo, algunas porciones del centro histórico de Quito). En una situación ideal el ancho de la vía será suficiente para una estación en el separador central, una o dos vías para BRT, dos carriles de tráfico mixto y espacio adecuado para peatones y ciclistas (Figura 5.5). Como se anotó anteriormente, muchas arterias principales encajan en esta descripción. Gran parte de los corredores Ecovía (Figura 5.6), Trole y Central Norte en Quito se basan en esta configuración.

Un carril estándar para vehículos tiene aproximadamente 3,5 metros de ancho. Sin embargo, los carriles pueden llegar a ser tan estrechos como de 3,0 metros; un carril más estrecho tenderá a reducir las velocidades y los riesgos de accidentes serios. Un vehículo de BRT y muchos vehículos grandes generalmente tienen 2,6 metros de ancho, y un automóvil estándar tiene aproximadamente 2,2 metros de ancho.

Los dos carriles de tráfico mixto ofrecen varias ventajas. Si un automóvil se daña, si un taxi se detiene a recoger un pasajero o si hay un vehículo que se mueve muy lentamente, otros vehículos pueden evadir esos obstáculos usando el segundo carril. En este sentido, un segundo carril hace más que duplicar la cantidad de capacidad de la vía proporcionada por un sólo carril.

Sin embargo, en las circunstancias apropiadas, los sistemas de tráfico también pueden funcionar

Figura 5.6
El corredor Ecovía en Quito ofrece un ejemplo de una configuración estándar de vía para BRT.
Foto de Lloyd Wright

bastante bien con un sólo carril de BRT y un sólo carril de tráfico mixto. Rouen (Francia) opera su sistema de BRT en una calle de 14 metros de ancho (Figura 5.7). El problema con los daños de los vehículos lo resuelve una barrera semipermeable entre el carril de BRT y el carril de tráfico mixto. Generalmente el divisor está de forma tal que los vehículos no pueden entrar en el carril de BRT. En Rouen se desestimula el uso no autorizado del espacio de BRT mediante resaltos en la vía y la pintura brillante del carril de BRT; la naturaleza semipermeable del resalto le permite a los vehículos ingresar en caso de bloqueo en el carril de tráfico mixto.

El sistema Metrovía de Guayaquil también emplea un sistema con un sólo carril de tráfico

Figura 5.7
Los corredores de BRT pueden funcionar también de forma adecuada con sólo un carril de tráfico mixto, como muestra este ejemplo de Rouen (Francia).
Foto cortesía de la biblioteca de fotos de TCRP

mixto en las áreas centrales de la ciudad. Sin embargo, en este caso se utiliza una barrera no permeable para separar la vía del bus del carril de tráfico mixto. El grado de separación física puede estar determinado culturalmente; depende en gran medida del comportamiento más probable de los automovilistas. Si es probable que los conductores violen una barrera semipermeable y regularmente ingresen a la vía del bus, la ciudad podría no tener más opción que la de usar una barrera no permeable. En Guayaquil los planificadores del sistema decidieron darle prioridad al transporte público sobre los vehículos privados, debido a los limitados arreglos espaciales.

Como demuestran claramente las experiencias de Guayaquil, Quito y Rouen, un espacio estrecho de la vía no es un obstáculo insuperable para desarrollar un sistema de BRT. En algunos casos, puede verse un espacio limitado en la vía como un atributo positivo desde el punto de vista de frenar el «tráfico inducido». Si el sistema de BRT se construye en un derecho de vía completamente inutilizado, no hay incentivos espaciales para el cambio modal desde el vehículo privado. Los estudios de investigación a partir de los cierres de vías indican que un porcentaje de tráfico vehicular simplemente desaparece cuando no hay más espacio disponible en la vía (Goodwin *et al.,* 1998). Este fenómeno, conocido como «evaporación del tráfico» o «degeneración del tráfico», ocurre debido a que los conductores equilibran el tiempo disponible con las opciones disponibles. Por ende, muchos conductores pueden cambiarse al transporte público u otras alternativas, como reacción al espacio vial más limitado. Se desprende de estos estudios que los niveles globales de tráfico pueden permanecer aproximadamente iguales antes y después de los cambios en los anchos de las vías.

5.3 Opciones para vías estrechas

«O encontramos un camino, o lo hacemos.»

—Aníbal, comandante militar y político, 247 a.C.–183 a.C

Las áreas con anchos de vía estrechos, como los distritos centrales de negocios (CBD) y los centros históricos, presentan muchos retos a quienes desarrollan sistemas BRT. La densidad de la actividad y la naturaleza arquitectónica de estas áreas puede implicar que haya menos espacio disponible de la vía para un sistema de transporte público de superficie. Al mismo tiempo, los CBD y los centros históricos son destinos principales para los clientes, y por ello estas áreas deben estar incluidas en la red del sistema. Sin acceso a los destinos centrales, el sistema entero se vuelve considerablemente menos útil para la base de clientes potenciales.

Hay por lo menos diez soluciones para diseñar un sistema BRT a través de un área con anchos de vía extremadamente estrechos:

1. Carril exclusivo en el separador central y un sólo carril de tráfico mixto (p. ej. Rouen, Francia);
2. «*Transit malls*» y corredores únicamente para el transporte público;
3. Rutas divididas (dos servicios de un sólo sentido en vías paralelas);
4. Uso del espacio en el separador central;
5. Ensanchamiento de vías;
6. Separación de nivel;
7. Guías fijas;
8. Operación con un sólo carril;
9. Estaciones escalonadas/estaciones alargadas;
10. Operación con tráfico mixto.

5.3.1 Carril exclusivo en el separador central y un sólo carril de tráfico mixto

Como se señaló anteriormente, Rouen ha tenido éxito operando un carril exclusivo sobre el separador central en una vía con solamente un carril reservado para tráfico mixto en cada sentido. Una barrera semipermeable entre la vía de bus y el carril de tráfico mixto permite que los vehículos privados ocupen temporalmente la vía de bus, en caso de obstrucción del carril. Guayaquil ha implementado exitosamente la opción de un sólo carril, incluso con una barrera impermeable entre la vía de bus y el carril de tráfico mixto.

Esta solución asume que un corredor tiene derecho de vía disponible de por lo menos 14 metros para los vehículos, además de una cantidad apropiada de espacio para los peatones. Se requiere también espacio adicional en áreas con estaciones, que probablemente necesitarán por lo menos otros 2,2 metros de ancho.

Esta solución permite conducir operaciones de BRT sin cambios significativos en los niveles de

servicio. El sistema funciona de manera similar a las operaciones de BRT en los sectores con corredores que disponen de un mayor derecho de vía. Sin embargo, esta opción sólo es viable donde el espacio de la vía es de por lo menos 14 metros. Más aún, esta opción requiere un clima cultural o un mecanismo de cumplimiento de las normas que prevengan que los vehículos privados abusen del acceso al espacio de la vía del bus. Será más fácil de implementar si las frecuencias de los vehículos BRT son altas, de modo que el carril no parezca vacío. Un carril vacío de BRT será muy tentador para ciclistas, motociclistas, taxis y otros vehículos.

5.3.2 «Transit malls» y corredores exclusivos para transporte público

En algunos casos puede existir la oportunidad de restringir el acceso a un segmento destinado sólo para vehículos de transporte público. Se prohíben los automóviles privados, las motocicletas y los camiones en el segmento del corredor de manera permanente, o durante las horas en las que opere el transporte público. Un «transit mall» es un segmento de corredor comercial en el que se permite sólo transporte público y transporte no motorizado. De forma más amplia, un corredor exclusivo para transporte público es cualquiera de tales segmentos, en un área comercial o residencial.

Los *transit malls* con frecuencia son una solución efectiva, cuando un corredor clave sólo tiene dos carriles de espacio disponible. Por ende, los segmentos con sólo siete metros de espacio de la vía pueden ser apropiados para un *transit mall*. Sin embargo, un *transit mall* de un sólo sentido puede operar en tan sólo tres metros de espacio, como el caso del segmento «Plaza del Teatro» del Trole en Quito.

Los *transit malls* son particularmente apropiados cuando el servicio de transporte público mejora la actividad comercial y se integra bien en los patrones existentes de usos del suelo. En tales casos el *transit mall* crea un ambiente «calmado» en la calle, desprovista de congestión. Los *transit malls* permiten que un número máximo de clientes acceda a las tiendas y al mobiliario urbano. Por ello, los *transit malls* generalmente están en ubicaciones en las cuales las ventas de tiendas son bastante rentables. La inexistencia de tráfico mixto fomenta un ambiente amable para los peatones y la actividad en la calle.

Los ejemplos de *transit malls* exitosos incluyen el centro de Zurich, donde el sistema de tranvía proporciona fácil acceso a las tiendas, oficinas y restaurantes (Figura 5.8). De forma similar, el

Figuras 5.8, 5.9, y 5.10

Los transit malls, como se implementaron en Zurich (foto superior), Bogotá (foto centro) y Pereira (foto inferior), son una opción viable para un corredor y una adición atractiva al entorno urbano.

Las fotos de Zurich y Bogotá son de Lloyd Wright;
La foto de Pereira es cortesía de la municipalidad de Pereira

Figuras 5.11 y 5.12
En Pittsburgh (foto izquierda) y Ottawa (foto derecha), se dedican vías enteras para la operación de BRT.
Fotos de Lloyd Wright

corredor Avenida Jiménez del sistema TransMilenio en Bogotá representa un ejemplo de alta calidad de la mezcla de regeneración urbana con un sistema de BRT (Figura 5.9). El distrito central de Pereira también emplea un enfoque de sólo buses. De forma parecida, el 16th Street Mall en Denver (EE.UU.) combina un corredor de sólo bus con un espacio peatonal atractivo.

Sin embargo, los corredores exclusivos de transporte público no están restringidos a los distritos centrales de negocios o de compras. Por ejemplo, algunas vías están limitadas al uso de buses. La *West Busway* en Pittsburgh transita a través de un corredor de sólo buses en áreas principalmente residenciales (Figura 5.11). Del mismo modo, algunos segmentos del servicio Transitway en Ottawa operan a través de destinos residenciales en una vía de bus exclusiva (Figura 5.12). Tanto en el caso de Pittsburgh como en el de Ottawa, las vías de autobús van por corredores con amplias zonas verdes. Por ello no hay entradas residenciales que ingresen directamente en el corredor. De lo contrario, estos esquemas probablemente no serían viables.

La interacción abierta entre los peatones y el servicio de transporte público en un *transit mall* comercial tendrá impacto en la velocidad de viaje en el sistema. De otro modo podrían ocurrir accidentes o el sistema perjudicaría la utilidad del espacio público. Por ende, el uso del diseño de *transit mall* probablemente reducirá la velocidad promedio de los vehículos y por consiguiente aumentará los tiempos de viaje del transporte público para los pasajeros que cruzan el distrito. Sin embargo, el segmento «Plaza del Teatro» del Trole en Quito evita el problema separando físicamente el área peatonal de la vía del bus (Figura 5.13). Si bien esta separación reduce el riesgo de accidentes, también hace que el paisaje de la calle sea menos atractivo para los peatones.

Figura 5.13
El derecho de vía estrecho y los altos volúmenes de pasajeros en la estación «Plaza del Teatro» en Quito han necesitado la separación física de la vía de bus y el espacio peatonal.
Foto de Lloyd Wright

Figura 5.14
El volumen de peatones en la Calle Oxford en Londres es tal que la calle podría utilizarse mejor como área únicamente peatonal.
Foto de Lloyd Wright

En casos en los que el movimiento peatonal en un *transit mall* es bastante alto, la presencia de vehículos de transporte público puede ser perjudicial para la calidad global de la calle. Las condiciones en el corredor de la calle Oxford en Londres se han vuelto difíciles, debido a que el volumen de peatones excede el espacio proporcionado por las aceras (Figura 5.14). En este caso, el espacio dado a los vehículos de transporte público (y a los taxis) puede reservarse de forma completa para los peatones. Por consiguiente, con ciertos volúmenes de peatones, una calle puede utilizarse mejor como un *mall* peatonal en vez de un *transit mall*.

Quizás el mayor reto para hacer *transit malls* y otros corredores exclusivos para el transporte público es el acceso para los vehículos de reparto y para los residentes locales. El deseo de algunos comerciantes de tener acceso de entregas todo el día, es un obstáculo político y técnico para implementar un *transit mall*. La pérdida de estacionamiento en la calle y del acceso directo para los clientes a través de vehículos privados puede ser también fuente de preocupación para algunos comerciantes. En general, la experiencia ha indicado hasta la fecha que los *transit malls* y los *malls* peatonales tienden a mejorar las ventas en las tiendas y los valores de las propiedades. Así que, si bien los comerciantes tienden a objetar las restricciones vehiculares al comienzo:

«…ellos virtualmente nunca hacen campaña para abandonar un esquema cuando ha empezado a operar. Es notable que una vez que un esquema se ha puesto en su lugar, los comerciantes suelen ser la mayoría de quienes formulan el deseo de extender sus límites o su período de operación.» (Hass-Klau, 1993, p. 30).

Una solución común es definir el acceso de entregas de mercancías para las tiendas durante horas en las que no hay servicio de transporte público. Así los comerciantes podrán movilizar los bienes grandes tarde en la noche y en las primeras horas de la mañana. Los bienes más pequeños pueden ser entregados en cualquier momento a través de pequeñas carretas y servicios de entrega que operen desde el área peatonal (Figura 5.15).

Si el área es en gran medida residencial, los conflictos usualmente se dan con individuos que buscan acceso con vehículos privados, a sus propiedades y a estacionamientos. Tales conflictos pueden resolverse en ocasiones con el establecimiento de estacionamientos y acceso durante horas en las cuales el sistema de transporte público no opera. Tanto en el caso del acceso residencial como de las entregas a las tiendas, lograr un *transit mall* exitoso probablemente requiere de una cuidadosa negociación política.

5.3.3 Rutas divididas

Como alternativa al *transit mall*, las ciudades frecuentemente consideran dividir cada sentido del servicio de transporte público en dos vías diferentes (y generalmente paralelas). Por ende, el sistema de transporte público opera como dos enlaces de un sólo sentido y cada vía de bus opera en el costado de la calle. En este caso, generalmente se puede preservar un carril de tráfico mixto.

La principal ventaja de dividir la ruta es el impacto sobre el tráfico mixto, el estacionamiento y las entregas por camión. Los vehículos privados retienen alguna forma de acceso directo a las propiedades en el corredor. Este tipo de configuración suele ser igual a la de las rutas de bus existentes y por eso es potencialmente más aceptable para los operadores existentes. Guayaquil ha utilizado con éxito una configuración de ruta dividida en las áreas centrales de la ciudad (Figura 5.16). Por fuera del denso centro de la ciudad, ambas direcciones del sistema de BRT

Figura 5.15
Los sistemas de entrega no motorizados, como se muestra aquí en Santiago, pueden ayudar a que los transit malls sean viables para los dueños de tiendas locales.
Foto de Lloyd Wright

Figura 5.16
A través del área del centro de la ciudad, más densa, el Metrovía de Guayaquil utiliza una configuración de ruta dividida en la cual cada sentido del viaje se ofrece en calles paralelas.
Foto de Carlos González

Figuras 5.17 y 5.18
Dar es Salaam consideró dos opciones para las rutas en el centro de la ciudad: 1.) Una configuración de transit mall con ambas direcciones en la misma calle; 2.) Una ruta dividida en la que cada sentido usa una calle diferente. Dar es Salaam eligió la configuración de transit mall debido a que se parece más a una superficie similar a un metro.
Imágenes cortesía del Concejo de la Ciudad de Dar es Salaam

se vuelven a combinar en una configuración más convencional de dos direcciones.

Sin embargo, se usa con menos frecuencia la configuración de ruta dividida que el diseño de *transit mall*. Si bien un *transit mall* prohíbe el acceso de vehículos privados durante las horas de operación, tiene varias ventajas clave sobre las rutas divididas:

1. Los *transit malls* le dan al sistema una apariencia de «metro», por tener ambas direcciones alineadas en el mismo corredor;
2. Fomentan un entorno callejero y una sociabilidad mejorados al prohibir los automóviles y las motocicletas;
3. Crean menor confusión para los usuarios del sistema al tener ambas opciones de sentido en el mismo lugar;
4. Reducen los costos de infraestructura al permitir que una sola estación preste servicio en ambas direcciones;
5. Permite que los clientes cambien de sentido fácilmente si es necesario;
6. Permite transferencias directas más fáciles cuando dos corredores se cruzan entre sí.

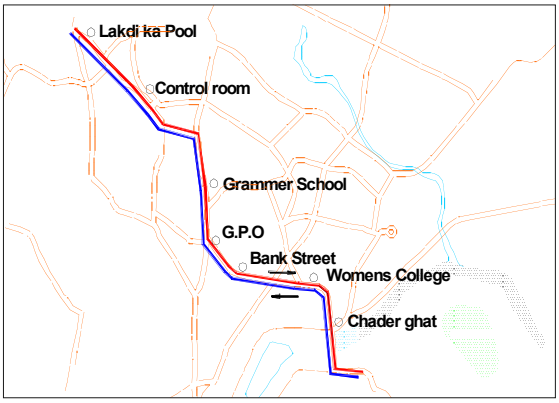
En el desarrollo de su nuevo sistema de BRT «DART», la ciudad de Dar es Salaam está

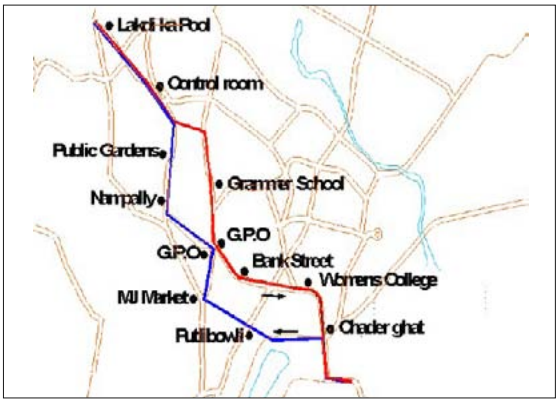
diseñando una vía de bus a través de su estrecho centro de la ciudad. La ciudad había considerado tanto la opción de *transit mall* como la de ruta dividida. Las Figuras 5.17 y 5.18 ilustran ambas opciones.

Al final, el alcalde prefirió la configuración de *transit mall* porque se parecía más a un sistema de metro. Además, el equipo técnico sintió que el *transit mall* funcionaría, porque había volúmenes pequeños de tráfico mixto en la vía que se reconfigurarían para acceso del transporte público y de peatones solamente.

Las personas a cargo de desarrollar el sistema de BRT propuesto para Hyderabad también consideraron tanto la opción de *transit mall* como la de ruta dividida para los servicios a través del distrito central de la ciudad. Las Figuras 5.19 y 5.20 ilustran ambas opciones.

En este caso la ciudad decidió que ninguna de las dos opciones resolvía de forma satisfactoria sus limitaciones de espacio. La presión política para retener espacio de la vía para los vehículos privados minó el proyecto. En este momento, los planes de BRT de Hyderabad han sido archivados, debido al tema de espacio y de una propuesta alternativa hecha por un consorcio de metro. La experiencia de Hyderabad demuestra claramente la sensibilidad de las decisiones de asignación del espacio de la vía. Para más información sobre temas de asignación de espacio vial, Litman (2005) es un documento que da una visión general útil.





Figuras 5.19 y 5.20
Hyderabad también consideró las opciones de corredor sencillo y de ruta dividida, pero al final se suspendieron sus esfuerzos de BRT debido a las preocupaciones sobre el espacio de la vía en el centro de la ciudad.
Imágenes cortesía de ITDP

5.3.4 Uso del espacio en el separador central

Los impactos adversos sobre el tráfico obviamente se minimizarán si el nuevo sistema de BRT añade capacidad adicional a una vía existente, y no tiene que convertir un carril de tráfico en un carril exclusivo para buses. En el caso de Bogotá, por ejemplo, la mayor parte del sistema BRT TransMilenio fue construido sobre los separadores centrales de un derecho de vía existente sumamente amplio, el cual estaba libre de invasiones ilegales en la década de 1960. Por consiguiente, en la mayoría de los corredores el nuevo sistema de BRT no redujo el número de carriles para el tráfico mixto.

En muchas ciudades del mundo en desarrollo, existen vías en las cuales el derecho de vía es mucho más amplio que la vía existente. El separador central del corredor VDN en Dakar (Senegal) tiene potencial para alojar carriles de BRT (Figura 5.21). En tales casos se puede construir un BRT sin impactos adversos en el tráfico mixto. Normalmente las autoridades nacionales o regionales programan la ampliación de esas vías; es vital que los planificadores de BRT coordinen los esfuerzos de desarrollo

Figura 5.21
El corredor VDN en Dakar probablemente hará uso del espacio del derecho de vía disponible en el separador central para construir los carriles de BRT.
Foto cortesía de ITDP

Figuras 5.22 y 5.23
Yakarta pudo minimizar el impacto del sistema sobre los árboles del separador central mediante un diseño cuidadoso.
Foto izquierda de Karl Otto, cortesía del CD-ROM de GTZ-SUTP;
Foto derecha de Karl Fjellstrom

de BRT con cualquier iniciativa nacional de desarrollo de vías.

Sin embargo, el uso de separadores centrales existentes puede crear otro tipo de problemas. Un separador central puede representar una de las pocas áreas urbanas con zonas verdes. En algunos casos, los árboles plantados en el separador central serán activos y altamente apreciados por las organizaciones cívicas y ambientales, los funcionarios públicos y el público en general. Acomodar los hermosos árboles del corredor Sudirman en Yakarta significó que el sistema BRT tuviera que minimizar su impacto sobre el área del separador central (Figuras 5.22 y 5.23). Algunas estaciones pueden incluso construirse alrededor de los árboles y ofrecer así un entorno atractivo para los usuarios (Figura 5.24). En muchos casos, el sistema BRT puede aumentar las zonas verdes, al proporcionar un amortiguador protector contra la contaminación del tráfico mixto. Sin embargo, el acceso al espacio del separador central para propósitos de vías puede limitarse, debido a la necesidad de preservación de las zonas verdes.

Figura 5.24
El diseño de la estación puede incluso hacerse sobre la preservación de las zonas verdes existentes.
Imagen cortesía de la Municipalidad de Barranquilla (Colombia)

5.3.5 Ensanchamiento de las vías

Si no está disponible un espacio del separador central utilizable y si la vía existente muestra no ser suficiente, ensanchar la vía es una opción a considerar. En casos en los que un corredor propuesto está bordeado por tierra sin usar o por desarrollos de poco valor intrínseco, el ensanchamiento de las vías puede ser una solución viable.

Sin embargo, ampliar las vías en los distritos centrales puede ser bastante difícil por razones políticas, financieras y arquitectónicas. Adquirir propiedades en corredores densos con torres de oficinas, probablemente será excesivamente costoso. Más aún, cualquier proceso de expropiación puede llevar implícitas dificultades sociales y legales. Para mayor discusión sobre la adquisición de tierras, ver el Capítulo 17 (*Financiación*).

Adicionalmente, cualquier ensanchamiento de las vías en un centro histórico probablemente enfrentará la oposición de grupos que desean preservar la naturaleza arquitectónica del área. Asegurarse de que el nuevo sistema de transporte público es físicamente congruente y complementario con el área que lo rodea, debe ser una prioridad para los diseñadores del sistema. Entrometerse en el tejido cultural de un área reemplazando arquitectura con vía vehicular, probablemente no es consistente con este objetivo.

La Fase II del sistema TransMilenio en Bogotá ha visto muchos ensanchamientos de las vías y adquisición de propiedades en el nuevo corredor

«Norte-Quito-Sur» (Figura 5.25). Si bien la vía en realidad era suficientemente ancha para tener carriles de BRT y de tráfico mixto, la municipalidad deseaba retener el mismo número de carriles de tráfico mixto después de que el sistema BRT entrara en operación. Sin embargo, la cantidad de gastos en adquisición de tierras ha elevado el costo del corredor de forma considerable. La Fase II de TransMilenio S.A. representa casi la triplicación de los costos de la Fase I del sistema. En este caso, el costo del ensanchamiento de la vía quizás debe compararse con la idea de usar esos mismos fondos para extender el sistema a otros corredores necesarios.

En contraste, las adquisiciones selectivas de tierras en puntos de cuello de botella, lejos de los distritos centrales, pueden tener sentido. Lejos de las áreas centrales los precios de las tierras son más asequibles y es menos probable que haya conflictos con edificios históricos e infraestructura. En particular, las áreas con tierras sin desarrollar, estacionamientos, edificios en ruinas y/o ocupaciones ilegales son blancos más rentables para un proceso de adquisición que las áreas con altas torres de oficinas y apartamentos lujosos.

Sin embargo, el costo de la tierra no debe ser el único criterio para tomar decisiones sobre adquisición de tierras. Si el valor del suelo es el único factor de decisión, el ensanchamiento de la vía tenderá a generar impactos adversos en los grupos de bajos ingresos más que a otros. Si bien puede ser económicamente óptimo ampliar las vías a través de un barrio pobre cuando se construye un sistema BRT, los mecanismos para compensar a las familias de bajos recursos que tienen derechos informales sobre sus tierras serán generalmente débiles. La reubicación forzada de estas familias causará grandes penurias que deben evitarse. Por ello, también se debe incluir algún criterio social en cualquier toma de decisiones sobre la adquisición de tierra o la expropiación de propiedades.

5.3.6 Separación a desnivel

Los sistemas de BRT subterráneos o elevados pueden tener sentido para segmentos cortos, en los cuales hay pocas opciones alternativas para conectar sectores clave. Sin embargo, en una distancia más larga, una infraestructura como esa erosiona las ventajas del BRT en términos de costos, en comparación con otras tecnologías de transporte público. La separación a desnivel puede tener sentido en un BRT en las siguientes circunstancias:

- Glorietas;
- Intersecciones congestionadas;
- Segmentos de áreas centrales y densas.

Figura 5.25
El ensanchamiento de la vía en el corredor «Norte-Quito-Sur» en Bogotá hizo que aumentara el costo total de la infraestructura.
Foto de Carlos Pardo

Una ventaja del BRT sobre algunas formas de transporte sobre rieles es la posibilidad para cambiar de viajes sobre la superficie a viajes subterráneos o elevados en distancias relativamente cortas. La posibilidad de los vehículos de BRT para sortear los cambios en la inclinación se presta para este tipo de flexibilidad.

La separación a desnivel puede mejorar dramáticamente el promedio de las velocidades comerciales y de los tiempos de viaje. El sistema Trole de Quito construyó de forma retroactiva un túnel en una de las glorietas más congestionadas del sistema (Figuras 5.26 y 5.27). El túnel «Villa Flor» redujo inmediatamente los tiempos de viaje entre terminal y terminal de 55 o 45 minutos a 10 minutos aproximadamente. La eliminación de las discontinuidades de la glorieta tuvo un efecto dominó en toda la operación del sistema y produjo ahorros de tiempo mayores a los esperados.

El uso de la separación a desnivel también trae consigo mejoras en seguridad, ya que los

Figuras 5.26 y 5.27
La construcción de un segmento subterráneo para el Trole de Quito en el área de «Villa Flor» ayudó a reducir significativamente los tiempos de viaje para los usuarios.
Fotos de Lloyd Wright

vehículos de transporte público dejan de ser vulnerables a los accidentes en las intersecciones. Durante la fase de apertura del sistema de tren ligero de Houston en 2003 y de la Línea Naranja de Los Ángeles (línea de BRT), ambos sistemas presentaron varios accidentes entre los vehículos de transporte público y los automóviles. Los conductores pueden no estar acostumbrados a la presencia del sistema de transporte público y por ello las violaciones a las normas de tráfico (como girar con luz roja) pueden convertirse en graves accidentes. Si bien dichos accidentes podrían ocurrir aun sin el nuevo sistema de transporte público, los eventos tienden a convertirse en grandes historias en los medios de comunicación cuando involucran un vehículo de transporte público. La mala publicidad resultante puede dañar la imagen global del sistema y reducir el entusiasmo de los nuevos usuarios potenciales. El uso de un túnel en una intersección elimina este riesgo.

Del mismo modo, la separación a desnivel elimina los peligros de los vehículos de transporte público para los peatones. La separación permite que los vehículos transiten a una velocidad normal a través de áreas que de otra forma exigirían reducciones de velocidad por razones de seguridad.

El uso de un túnel en una intersección sí impone restricciones sobre la ubicación de la estación cercana. En esos casos la estación generalmente estará localizada lejos de la intersección, en un punto en el cual la vía del bus nuevamente suba al nivel de la superficie. Sin embargo, hay excepciones para esta restricción ya que la estación Villa Flor de Quito está por debajo y por dentro de la glorieta.

Si la intersección involucra dos corredores BRT que se cruzan entre sí en rutas perpendiculares, el túnel podría complicar las opciones de intercambio. No obstante, hay soluciones incluso para este conjunto de circunstancias que pueden permitir tanto la separación a desnivel como la facilidad para las transferencias de los usuarios (Figura 5.28).

Si el segmento sobrepasado es más grande que una simple intersección o glorieta,

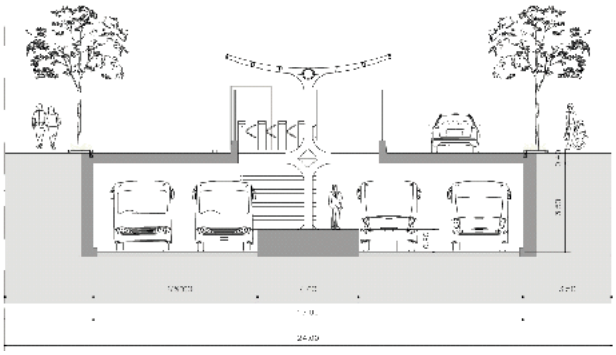


Figura 5.28
Este sistema utiliza un sistema de escalera mecánica para permitirle a los usuarios acceder a la plataforma bajo tierra y tiene la entrada a la estación y la recolección de tarifas a nivel de la superficie.
Imagen cortesía Logit Engenharia

puede requerirse de un túnel completo en lugar de un pequeño cambio a desnivel. Los sistemas de Seattle (EE.UU.) y Boston (EE.UU.) hicieron uso de túneles para evitar la densa infraestructura del centro de la ciudad (Figura 5.29). El túnel de bus de Seattle (Seattle Bus Tunnel) se está convirtiendo en un túnel de tren ligero. En el caso de Boston, se usan túneles para sistema de BRT Línea Plateada (Silver Line) en el segmento a lo largo del frente de agua, para permitir a los vehículos ir por debajo de la bahía de la ciudad. La llegada de estos experimentos con segmentos de BRT por debajo de la tierra ha hecho que los términos «metro de superficie» y «BRT» ya no sean sinónimos, y han contribuido a hacer aún más difusa la división entre los sistemas basados en rieles y en llantas de caucho.

Los sistemas de BRT elevados también son una posibilidad. El uso de puentes en cortas distancias para evitar intersecciones congestionadas se está considerando en la planificación actual del sistema de BRT de Bangkok. En los casos de puentes de dos carriles, el sistema de BRT ganaría uso completo de la infraestructura de puentes dejando que el tráfico mixto sorteara la intersección a nivel de superficie. Si bien este diseño no sería popular entre los conductores, sí mejoraría mucho la ventaja que el sistema de transporte público tiene en el tiempo relativo de viaje.

En el caso de puentes de cuatro carriles, la estructura elevada tendría espacio suficiente tanto para carriles dedicados al transporte público como para un carril de tráfico mixto en cada sentido. Los puentes comparten las mismas complicaciones de los túneles, en términos de ubicación de las estaciones de abordaje y descenso. Las estaciones probablemente estén ubicadas lejos de la intersección en un punto en el cual la vía de bus esté al nivel de la superficie de la calle.

En general, los puentes probablemente serán una solución menos favorable que la de un túnel, especialmente debido al impacto estético negativo que dichas intrusiones visuales tienen sobre un área urbana. Sin embargo, a diferencia de los túneles, los puentes evitan las complicaciones de los sistemas de drenaje.

También son posibles segmentos más largos (como los de monorriel o de sistema de rieles elevados). La línea Yutorito de Nagoya es un sistema elevado de BRT de 10 kilómetros

Figura 5.29
El «Big Dig» de Boston incluyó prioridad para infraestructura de BRT.
Foto cortesía de la librería de fotos de TCRP

que presta servicio a un corredor residencial y comercial, y también se enlaza con el sistema regional de rieles y el sistema de metro (Figura 5.30). El acceso a las estaciones elevadas en el corredor se hace través de escaleras mecánicas y elevadores. En un punto, una infraestructura de conexión lleva a los pasajeros directamente desde la estación de BRT a la instalación deportiva Domo Nagoya. La naturaleza elevada del sistema significa que no habrá demoras en la ruta debidas al tráfico mixto o a los semáforos en intersecciones. Sin embargo, con un costo de aproximadamente US$ 22 millones por kilómetro, la línea Yurikamone es uno de los corredores de BRT más caros del mundo.

Figura 5.30
La línea Yutorito en Nagoya utiliza una estructura de vía elevada para evitar conflictos con el tráfico al nivel de la calle.
Foto de Lloyd Wright

Figuras 5.31 y 5.32
Quito hace amplio uso de túneles en las principales intersecciones, y como muestra la experiencia de Quito, esos túneles no siempre son excesivamente costosos.
Fotos de Lloyd Wright

São Paulo también empezó a construir una vía de buses elevada en la década de 1980, que probablemente se complete finalmente en 2007[1)]. La vía elevada «Furo Fila» se está construyendo sobre un río. Como ocurre con otros segmentos del sistema de vías de buses de São Paulo, el corredor Furo Fila no penetra el centro de la ciudad, así que los ahorros de tiempo que resulten de la elevación no serán tan significativos. No obstante, hecha ya la inversión, el alcalde Serra hizo rediseñar parte del corredor como un BRT de superficie y decidió completar el sistema en 2007. Los problemas de evacuación de pasajeros durante los daños de los vehículos, mayor construcción y costos de mantenimiento, entre otros asuntos, pueden limitar la aplicabilidad de los corredores elevados.

En síntesis, las soluciones de separación a desnivel (túneles, puentes y corredores elevados) sí ofrecen ventajas sustanciales de velocidad y seguridad. No obstante, el costo de estas estructuras puede minar la ventaja en términos de costos de un BRT con respecto a los sistemas de rieles. Las ciudades que empleen esa infraestructura pueden encontrar que un sistema de rieles tiene un costo similar.

Sin embargo, la nueva línea de BRT «Central Norte» de Quito logró desarrollar un proyecto de separación a desnivel con un precio notablemente económico. Casi todas las intersecciones principales en la sección central del corredor tienen un túnel de BRT (Figura 5.31). El costo promedio para esta infraestructura fue bastante económica: US$ 1 millón por túnel (Figura 5.32). Usando cálculos de beneficios de ahorros de tiempo para los usuarios de transporte público y los impactos reducidos en la congestión en el tráfico mixto, los túneles de Quito

[1)] N. del T.: Debe anotarse que este documento fue publicado inicialmente en inglés en Junio de 2007, de ahí que se mencione el 2007 en futuro.

Figuras 5.33 y 5.34
La línea elevada de BRT de Nagoya utiliza un sistema de guía mecánica para reducir el ancho requerido de la vía.
Fotos de Lloyd Wright

han retornado la inversión rápidamente. Más aún, la cifra aproximada de US$ 1 millón por túnel no afectó de forma apreciable el costo global de la infraestructura del corredor. Por ende, en el contexto de las naciones en desarrollo, en los cuales los costos de construcción pueden ser significativamente más bajos, la separación a desnivel puede ser una opción válida para considerar en las circunstancias apropiadas.

5.3.7 Guías fijas

Como un vehículo de BRT generalmente tiene 2,6 metros de ancho, es posible que un carril que sea sólo un poco más amplio sea suficiente. Bajo condiciones normales de operación, un conductor requerirá un ancho de vía de aproximadamente 3,5 metros para mantener su posición con seguridad en el carril y 3 metros en la estación, pues el conductor debe parar adyacente a la plataforma de abordaje en cualquier caso. Sin embargo, si un vehículo tiene la restricción física de un mecanismo de guía, es posible un ancho de vía de 2,7 o 2,8 metros.

Los sistemas de guía física se emplean en sistemas de BRT en Adelaida, Bradford, Essen, Leeds y Nagoya. Una rueda de guía montada en el costado mantiene la posición del vehículo en el carril (Figuras 5.33 y 5.34). También se ha usado exitosamente una pequeña zanja en el balasto en Holanda, para secciones cortas. De forma similar, también son posibles sistemas de guías ópticos o magnéticos.

Por ello, en casos en los que la reducción del ancho de la vía en aproximadamente 0,9 metros es de gran valor, un sistema de guía fija puede ser una opción a considerar. Los sistemas de guía proporcionan otras ventajas, como una operación más segura del vehículo y velocidades de operación mayores. La principal desventaja es el costo añadido a la infraestructura por la rueda lateral y la pista de guiado.

Algunas ciudades como Bangkok están considerando el sistema de guía en áreas con anchos de vía extremadamente estrechos. Por ejemplo, las estaciones restringen el espacio vial debido al ancho del piso de la estación. Por consiguiente, Bangkok está considerando guías mecánicas sólo en el área de la estación. La guía fija en la estación también ofrece la ventaja de alinear con precisión el vehículo y las puertas de la estación.

5.3.8 Operación con un sólo carril

En algunos casos especiales, una corta extensión de una estrecha vía de buses puede operarse con un sólo carril. Así, un sólo carril le da servicio a ambas direcciones de forma alternante. Para asegurar que los dos vehículos no intenten usar el segmento en un sólo sentido al mismo tiempo, suele emplearse un sistema especial de control de tráfico.

La operación en carriles únicos ha sido estudiada para aplicaciones en Seúl y Eugene (Figura 5.35). Esta opción funciona mejor cuando se limita a segmentos cortos y las frecuencias de los buses son bajas. A medida que se aumenta la longitud de la operación de un sólo carril, es más probable que haya interrupción de la operación de todo el sistema. Esta opción probablemente tampoco es viable en sistemas con altas frecuencias de vehículos y alta demanda de pasajeros.

Sin embargo, en algunas circunstancias la operación de un sólo carril puede usarse para superar obstáculos que se extienden en tramos cortos de vía. Un túnel o un puente de un sólo carril o una estrecha calle histórica pueden parecer obstáculos insuperables y por ende causar que los planificadores abandonen un corredor que de otra forma sería ideal. La operación en un sólo carril puede ser una opción para considerar en dichas situaciones.

Figura 5.35
Eugene ha considerado una operación de un sólo carril en porciones de su corredor.
Imagen cortesía del Distrito de Tráfico en Carriles (Lane Transit District)

5.3.9 Estaciones escalonadas/estaciones alargadas

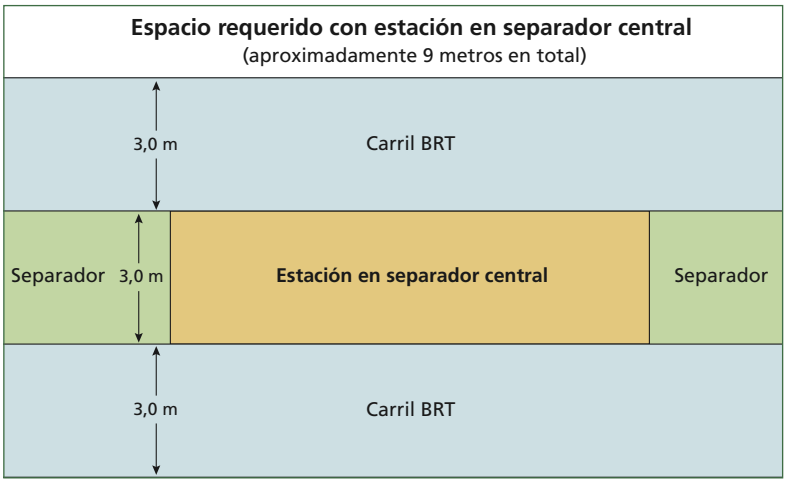
La ubicación y las dimensiones físicas de las estaciones pueden manipularse para reducir los requisitos del ancho espacial. El área de la estación probablemente será el punto crítico en términos del ancho en el corredor. Esta área debe acomodar no sólo el ancho de las vías, sino también el ancho del piso de la estación. Como se señaló anteriormente, el ensanchamiento de las vías y las guías fijas son opciones para tratar el tema de las restricciones espaciales en las áreas de las estaciones. Sin embargo, en muchos casos estas opciones pueden no ser posibles o suficientes para superar las limitaciones espaciales. Alterar la ubicación o el diseño de las estaciones puede ser entonces otra opción para superar las restricciones espaciales de las áreas de las estaciones.

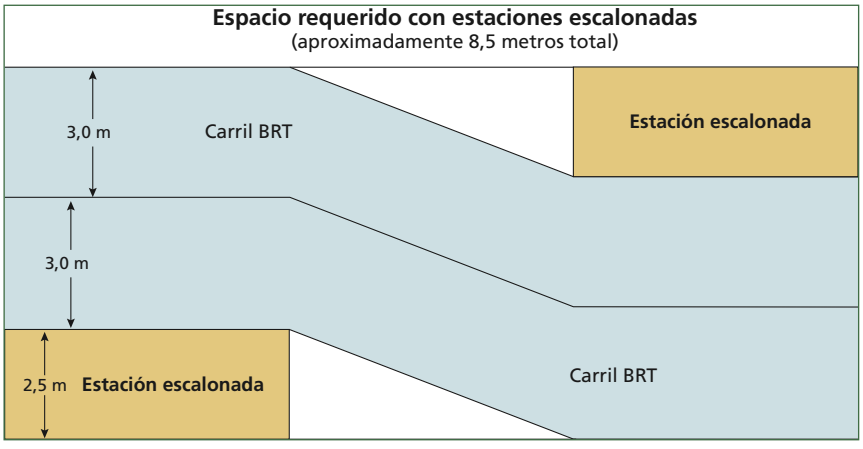
5.3.9.1 Estaciones escalonadas

Históricamente, la configuración de vías para las estaciones de BRT ha tomado una de dos opciones diferentes. En un caso, una única estación en el separador de la vía puede actuar para dar servicio a ambas direcciones de viaje en el corredor (Figura 5.36). Una alternativa es dividir las estaciones, de modo que una estación diferente atienda cada sentido de viaje (Figura 5.37). En esta segunda opción, el escalonamiento de estaciones para cada sentido, probablemente proporcionará ahorros marginales de espacio en términos del ancho de la vía. La estación tendrá que acomodar solamente la mitad de los pasajeros para un sólo sentido y así es posible una reducción en el ancho.

Si bien requiere un área de piso un poco mayor, una única estación en el separador es la más útil en términos de conveniencia para los usuarios y para el diseño del sistema. Con una única estación que atienda ambas direcciones, los usuarios pueden cambiar de sentido simplemente cruzando la plataforma de la estación. Las estaciones separadas requerirán infraestructura complicada de conexión (túneles peatonales bajo tierra o puentes peatonales) o un sistema de tarifas más costoso, para reconocer a los usuarios que dejan el sistema y reingresan a él desde estaciones cercanas. Adicionalmente, construir dos estaciones en vez de una sola en el separador tenderá a aumentar los costos globales de construcción.

Por ello, el ancho marginal que se gana con una configuración escalonada usualmente no es un beneficio significativo en comparación con las desventajas de operación asociadas con este tipo de arreglo.





Figuras 5.36 y 5.37
Requisitos de espacio relativo para configuraciones de vías con estaciones en separador y estaciones escalonadas.

5.3.9.2 Estaciones alargadas

El ancho necesario para una estación es, en gran medida, función del volumen proyectado de pasajeros en la hora pico. La cantidad de pasajeros en la hora pico que abordan y descienden determinará el espacio del piso de la estación necesario para acomodar confortablemente a todos los usuarios. Con una configuración de estación en separador, existe la posibilidad de que dos vehículos se detengan al mismo tiempo, exacerbando así la carga de la estación en la hora pico. Si las puertas de la estación están situadas frente a frente para cada sentido, el espacio estará muy solicitado con una llegada simultánea de vehículos. En esos casos, el ancho de la estación debe aumentar para ajustarse a la demanda de capacidad.

De forma alternativa, la estación misma puede alargarse para compensar la ubicación de las puertas de la estación para cada sentido de servicio. Así, en vez de que las puertas de la estación estén frente a frente para cada sentido del corredor, las puertas están escalonadas (Figura 5.38). Para poder acomodar esta configuración de puertas, las estaciones deben ser un poco más largas que una estación con puertas que están frente a frente. Sin embargo, la ventaja es una reducción en el ancho requerido de la estación. El corredor Ecovía de Quito hace uso de esta técnica para hacer que el sistema quepa en una vía relativamente estrecha (Figura 5.39). Así, una configuración alargada permite una estación bastante estrecha con los beneficios de una ubicación en el separador central.

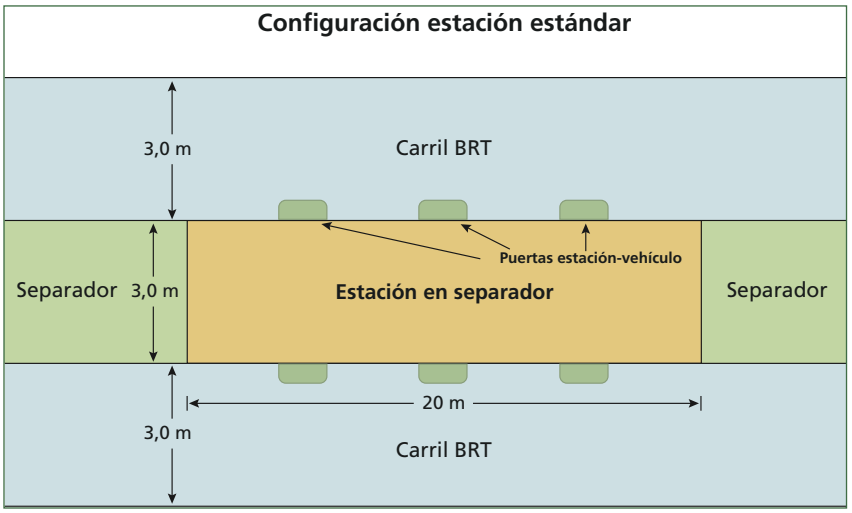
5.3.10 Operación de tráfico mixto

Quizás como última opción cuando hay un espacio estrecho en la vía, un sistema de BRT puede operar en tráfico mixto en ciertos segmentos de un corredor. Si el corredor no está congestionado y se puede controlar la congestión futura, o si la voluntad política para restringir el acceso al tráfico mixto simplemente no está presente, una mezcla temporal de vehículos BRT con el tráfico puede ser inevitable. Sin embargo, si el segmento está congestionada, esta opción tendrá un impacto perjudicial sobre los tiempos de viaje, el control del sistema y la imagen global del mismo.

Cerca del terminal de Usme, en el sistema TransMilenio en Bogotá, los vehículos de BRT operan en carriles de tráfico mixto. Esta opción de diseño se debe a dos factores: 1. Espacio limitado en la vía (dos carriles en cada sentido) y derecho de vía limitado; y 2. Niveles de tráfico mixto relativamente bajos. Dado que la terminal de Usme no ve altos niveles de congestión, el sistema BRT coexiste con el tráfico mixto sin afectar las operaciones de transporte público. En este caso, la operación de tráfico mixto tiene un impacto insignificante sobre el desempeño del sistema.

En contraste, en Beijing el segmento de BRT con tráfico mixto está cerca de la famosa porción de la Ciudad Prohibida del corredor; esta área tiene considerable congestión de tráfico mixto y un volumen de pasajeros de transporte público bastante elevado. El resultado es un impacto significativamente alto sobre el desempeño en los tiempos de viaje del sistema BRT (Figura 5.40). Sin embargo, actualmente Beijing está examinando opciones para ampliar la vía en esta área y/o crear un *transit mall* que prohíba el acceso al tráfico mixto. Como el BRT era un concepto novedoso para Beijing, la confianza

Figura 5.38 y 5.39
Comparación entre una configuración estándar y de estación alargada.



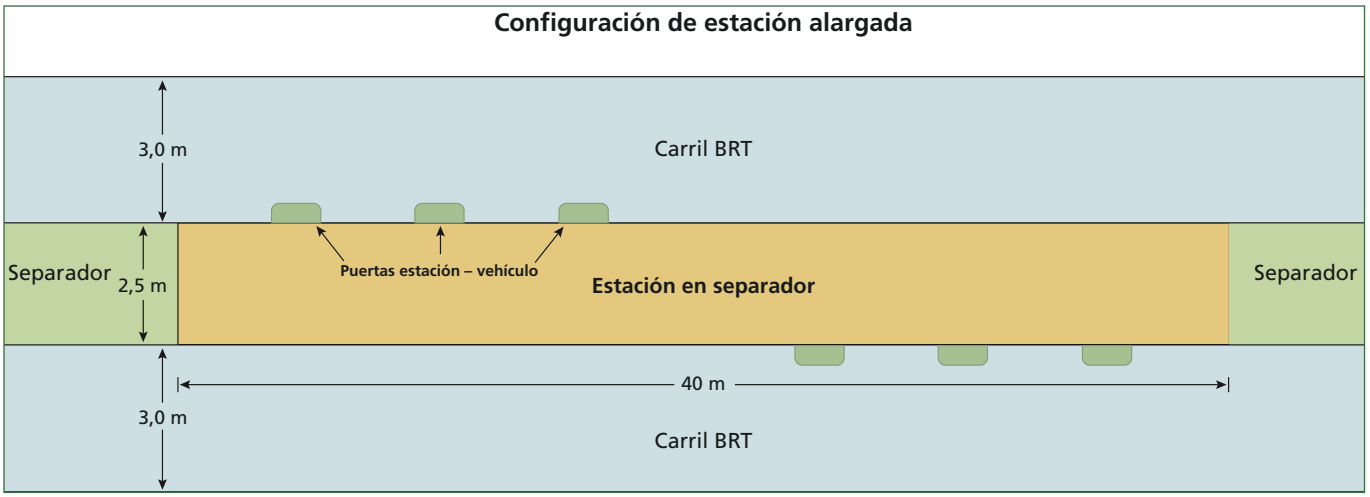


Figura 5.40
Beijing opera su sistema de BRT en carriles de tráfico mixto en un segmento crucial del corredor, y por ello los tiempos de viaje y el control del sistema se ven afectados negativamente.
Foto de Karl Fjellstrom

Tabla 5.1: Factores que comparan los corredores potenciales de BRT

Factor	Impactos/indicadores
Beneficio de ahorro de tiempo para los usuarios del transporte	■ Productividad laboral ■ Calidad de vida
Beneficio de ahorro de tiempo para los vehículos de tráfico mixto	■ Productividad laboral ■ Eficiencia en la entrega de bienes y servicios
Ahorro de combustible en las operaciones de transporte	■ Gastos en combustible
Ahorro de combustible para los vehículos de tráfico mixto	■ Gastos en combustible
Mejoras en la calidad del aire (CO, NO_x, PM, SO_x)	■ Salud humana ■ Preservación del ambiente construido ■ Preservación del ambiente natural ■ Productividad laboral
Reducciones en la emisión de gases efecto invernadero	■ Ambiente global
Reducciones en el ruido y las vibraciones	■ Salud humana ■ Productividad laboral y escolar ■ Ambiente construido
Consideraciones de desarrollo urbano	■ Mejoras en el paisaje de la calle ■ Desarrollo orientado al tránsito ■ Valores de las propiedades, ventas en las tiendas, etc.
Consideraciones sociales	■ Igualdad para los grupos de bajos ingresos
Costos de planificación e infraestructura	■ Costos de planeación ■ Costos de infraestructura
Consideraciones políticas	■ Tiempo requerido para aprobación política ■ Tiempo requerido para construcción

política inicial no existía para desarrollar una solución completamente segregada al comienzo del proyecto.

La operación de tráfico mixto también se puede volver necesaria cuando un vehículo de BRT debe circular alrededor de un puente u otro obstáculo. La gran cantidad de puentes en Bangkok probablemente hará que este tipo de cruce de carriles sea necesario en el diseño del sistema. Mientras el vehículo de BRT transita hacia el centro, debe mezclarse con los automóviles bajando del puente. Si bien estas circunstancias son indeseables desde el punto de vista de los tiempos de viaje y del control del sistema, la congestión generalmente no ocurre en el cuello de botella o en el puente, sino antes de ellos. Darle a los vehículos de transporte público instalaciones separadas hasta el puente les permitirá «saltar la fila» con poco perjuicio para los tiempos globales de viaje.

En síntesis, algunos puntos cortos y seleccionados de operación de tráfico mixto pueden ser tolerados, sin minar la funcionalidad del sistema entero. Sin embargo, períodos más largos de operación de tráfico mixto pueden dejar al sistema BRT indistinguible de un sistema estándar de autobuses. El impacto de un diseño así no sólo se da en el desempeño y en el control operacional, sino también en la imagen psicológica del sistema. El carril exclusivo y prioritario que se le da a un vehículo de BRT es la característica física principal que lo distingue como una forma de transporte de más alta calidad. El carril segregado es lo que le permite a los usuarios desarrollar un «mapa mental» del sistema en sus mentes. Quitar esta segregación en porciones significativas del sistema disminuye gravemente la naturaleza similar a un metro del BRT y lo hace mucho menos atractivo para los pasajeros discrecionales.

5.4 Guía para comparar corredores

«La única prueba relevante de la validez de una hipótesis es la comparación de la predicción con la experiencia»
—Milton Friedman, economista, 1912–2006

El paso inicial en el proceso de selección de corredores ha sido identificar las áreas con orígenes y destinos clave. Un estudio de las características de los corredores en estas áreas ayuda a informar a los tomadores de decisión sobre la

factibilidad de las operaciones de BRT. En el próximo paso, cuando se identifica el corredor potencial de BRT, las personas a cargo de desarrollar el proyecto pueden intentar cuantificar los beneficios relativos de cada corredor.

Esta sección presenta entonces una guía para evaluar diferentes corredores. Al usar una guía como esta, las personas a cargo del desarrollo del sistema pueden jerarquizar de manera general cada corredor, en términos de sus beneficios cuantitativos y cualitativos.

La Tabla 5.1 resume los factores potenciales que comprende un análisis comparativo de las cualidades del corredor.

En muchos casos puede ser posible monetizar el factor. La monetización puede permitir la conducción de un análisis de costo-beneficio para muchos factores diferentes. Se pueden calcular factores como ahorros de tiempo de forma bastante sencilla.

En contraste, los factores tales como la sociabilidad en la calle y la seguridad del tráfico son más difíciles o problemáticos para monetizarse. Sin embargo, los factores cualitativos todavía pueden tener un papel en los procesos de selección de corredores y de rutas. La municipalidad de Quito eligió el corredor «Seis de diciembre» para la línea Ecovía debido, en gran parte, a la presencia de un hospital infantil. La contaminación de la flota existente de buses viejos creó un problema serio de calidad del aire en el interior y alrededor del hospital. El nuevo corredor Ecovía permitió que todos esos vehículos fueran desplazados lejos del área y el nuevo sistema creó un ambiente más saludable para los pacientes del hospital. Si la selección del corredor se hubiera basado sólo en un parámetro, como el ahorro de tiempo, el valor de la salud de los niños no habría sido parte del proceso de toma de decisiones.

Por ello, la disposición final de cualquier corredor bajo consideración probablemente sea el producto de un análisis cuantitativo y subjetivo. Se puede dar un puntaje a los corredores según un *ranking con pesos* y los valores estarán basados en la importancia que la ciudad le da a cada factor.

5.4.1 Beneficios de ahorro de tiempo para los pasajeros del transporte público

Los beneficios relativos de un corredor sobre otro serán, principalmente, función de la demanda afectada de pasajeros en el corredor, y del grado en el que el servicio de transporte público y las condiciones urbanas mejoren. Las mejoras en el servicio de transporte público son el resultado de la reducción de las demoras por congestión, por abordaje y descenso. Por ende, entre mayor sea la congestión y más grande el número de pasajeros existente en el corredor, mayor será el beneficio de implementar un sistema de BRT. Los impactos económicos de estos efectos generalmente se calculan a través de un análisis de ahorros de tiempo.

Para calcular los beneficios de ahorro de tiempo para los usuarios del transporte público, se necesitan estimaciones sobre los números de pasajeros y las velocidades de los vehículos tanto antes como después de la adopción del nuevo sistema. Las velocidades promedio de los vehículos están directamente relacionadas con la cantidad de tiempos de viaje para una travesía particular. La Ecuación 5.1 proporciona un marco para calcular los ahorros de tiempo para los pasajeros.

Ecuación 5.1

Ahorros de tiempo para los pasajeros

$$\text{Ahorro total de tiempo} = P * (T_p - T_f)$$

P = número de pasajeros
T_p = tiempo actual de viaje
T_f = tiempo futuro de viaje

Dado que los beneficios varían bastante, no sólo entre corredores sino al interior de los mismos, es necesario añadir los beneficios en cada segmento del corredor. Estos beneficios probablemente cambiarán de acuerdo con la hora del día y el día de la semana. Un cálculo de este tipo se logra fácilmente con la ayuda de un modelo de tráfico. Sin embargo, un análisis simple con una hoja de cálculo en la cual se ingresan los datos de un estudio puede ser suficiente. La fórmula más completa de ahorro de tiempo se da en la Ecuación 5.2.

Ecuación 5.2

Cálculo detallado del ahorro de tiempo

$$\text{Ahorro total de tiempo} = \Sigma_i \Sigma_h P_{ih} * \Delta H_h * (Tp_{ih} - Tf_{ih})$$

Donde:

i = segmento
h = período (pico de la mañana, horas valle, noche, etc.)

Pih = flujo de pasajeros en el eslabón (pas/hora)
ΔHh = duración del período h en horas
Tpih = tiempo actual de viaje en el segmento I período h
Tfih = tiempo futuro de viaje en el segmento I período h

Pih*ΔHh produce el número total de pasajeros en un segmento particular durante un período particular. Este valor multiplicado por el ahorro estimado de tiempo por segmento produce el número total de horas ahorradas a los pasajeros del transporte público. Este valor puede multiplicarse luego por un valor monetario del tiempo, o puede establecerse como horas ahorradas.

Las velocidades actuales de los vehículos y las cantidades de pasajeros deben haberse recopilado durante el trabajo de análisis de demanda descrito en el Capítulo 4 (*Análisis de la demanda*). Del mismo modo, los estudios de abordaje y descenso durante esta fase de análisis deben producir valores tanto para los períodos de hora pico como para los periodos valle.

Las velocidades y demanda de pasajeros promedio en el futuro dependerán del diseño del sistema. Si no se conoce el valor de la velocidad futura promedio de los vehículos como primera aproximación, se puede usar como estimación conservadora la velocidad en horas valle para el sistema de transporte público presente. Los volúmenes futuros de pasajeros deben basarse en una combinación de los volúmenes existentes de pasajeros, en conjunción con el tamaño de cualquier cambio modal esperado.

5.4.2 Beneficios de ahorro de tiempo para el tráfico en general

La selección de corredores tendrá un impacto significativo sobre si un sistema de BRT puede mejorar el flujo de tráfico mixto, no tiene impacto sobre él o lo empeora. Los tres indicadores más importantes de los impactos probables son la mezcla actual del tráfico, el derecho de vía disponible con relación a la vía existente, y los cambios probables en el comportamiento y en los viajes de los conductores una vez que el nuevo sistema de transporte público esté en su lugar.

5.4.2.1 Combinación actual de tráfico

Normalmente, para que se considere un sistema de BRT como opción, hay congestión significativa por lo menos en parte del corredor. Como regla general, a mayor contribución de los vehículos de transporte público sobre el problema actual de congestión, mayor la probabilidad de que un nuevo sistema de BRT en realidad descongestione los carriles de tráfico mixto. Si la congestión actual está causada principalmente por los vehículos motorizados privados, hay un alto riesgo de que el nuevo sistema de BRT no mejore significativamente esta situación, por lo menos en el corto plazo (Figuras 5.41 y 5.42).

En los países en desarrollo, los vehículos de transporte público con frecuencia tienen un impacto desproporcionado sobre la congestión con respecto a los vehículos privados. Este impacto ocurre por los altos volúmenes de buses, porque los buses suelen detenerse y arrancar en paraderos de bus no señalados, y porque

Figuras 5.41 y 5.42
Una vía exclusiva para buses en la vía de la izquierda (Dallas) probablemente empeorará la congestión para el tráfico mixto. Una vía exclusiva para buses en la vía de la derecha (Bangladesh) probablemente reducirá la congestión en el tráfico mixto.
Foto izquierda de Richard Stouffer (iStockphoto); Foto derecha de Karl Fjellstrom

los vehículos a veces se detienen en grupos de dos y hasta tres vehículos a recoger pasajeros. Traer estos operadores de transporte público a un nuevo sistema de BRT suele ofrecer la oportunidad de descongestionar los carriles de tráfico mixto, incluso si uno o dos carriles completos pasan a ser usados exclusivamente por buses. En tales casos, el nuevo sistema de BRT puede producir con facilidad un resultado que parece ir en contra de lo intuitivo: *quitar espacio de la vía y darle un carril de prioridad al transporte público puede en realidad darles a los conductores más espacio y producir menos congestión global*.

El impacto específico del sistema BRT sobre la congestión depende de qué vehículos de transporte se incorporan en el nuevo sistema BRT, y cuáles se excluyen. Entre más viajes de transporte público se puedan incorporar en el sistema BRT, menor será el impacto adverso que los demás viajes de transporte público tengan sobre los carriles de tráfico mixto.

5.4.2.2 Metodología para estimar los impactos sobre el tráfico mixto

Como estimación general, se puede calcular el impacto probable de una vía de autobús exclusiva planeada sobre el tráfico mixto de la siguiente forma. El flujo de tráfico existente en el punto más congestionado de la vía (basado en conteos de tráfico) debe convertirse en unidades de automóviles de pasajeros (*passenger car unit* – PCU, por sus siglas en inglés) para cada carril disponible en la vía. Si los carriles de la vía no están delineados, esta conversión a PCU debe hacerse para cada 3 metros de ancho de la vía.

Normalmente, los carriles con un ancho entre 3,0 y 3,5 metros pueden manejar aproximadamente 2.000 PCU por hora. Entre más PCU haya sobre ese número de 2.000 por carril, más congestionada estará la vía.

Este nivel de congestión debe compararse con un escenario con sistema BRT funcionando. Algunos de los vehículos de transporte público actuales serán reubicados en el nuevo sistema de BRT y otros permanecerán en los carriles de tráfico mixto. Todos los vehículos que no sean incorporados en el sistema BRT, incluyendo los buses que no se incorporen, tendrán que convertirse en PCU y asignarse al número restante de carriles (o de anchos de vía de 3 metros). La Tabla 5.2 proporciona un ejemplo de este tipo de análisis.

Tabla 5.2: Cálculos PCU para escenario BRT

Tipo de vehículo	Volumen de tráfico	Promedio de pasajeros por vehículo	Total de pasajeros	Equivalente en PCU	Total PCU
Automóviles	1.200	2,5	3.000	1,00	1.200
Taxis	500	1,2	600	1,00	500
Motocicletas	170	48	8.160	2,00	340
Demás buses	300	1,5	450	0,25	75
Total	**2.170**	**-**	**12.210**	**-**	**2.115**

Si las PCU del escenario con BRT son más altas que las PCU del escenario sin BRT, el nuevo sistema de BRT tenderá a aumentar la congestión de los carriles de tráfico mixto. Si son menores, llevará a niveles de congestión más bajos. Como las PCU de los buses generalmente son el doble de las de los automóviles privados y los taxis y ocho veces más altas que las de las motocicletas, entre más buses de la corriente existente de tráfico se reubiquen en el nuevo sistema BRT, mayor será el grado en el cual se descongestionen los restantes carriles de tráfico mixto. Un cálculo más detallado y preciso de los impactos sobre la congestión en el tráfico puede obtenerse mediante un software de modelación de tráfico.

Cuando se ha estimado el nivel de tráfico tanto para el caso de línea de base como para el de BRT, se puede calcular la cantidad de ahorros de tiempo para los ocupantes de los carriles de tráfico mixto. El Cuadro 5.1 ofrece un panorama del cálculo del ahorro de tiempo.

5.4.3 Costos de implementación

En general, entre más complicados sean los aspectos físicos de un corredor, más costosa será la planificación y la construcción. Cualquiera de los siguientes componentes de la infraestructura en un corredor propuesto puede causar el aumento de los costos:

- Ensanchamiento de vías;
- Uso del separador central;
- Reubicación de infraestructura de servicios – mobiliario;
- Túnel;
- Puente o segmento elevado;
- Puentes;
- Grandes glorietas.

Cuadro 5.1
Calcular ahorros de tiempo para los ocupantes de vehículos del tráfico general

En algunas secciones críticas (I), el volumen general actual de tráfico en períodos pico (j) excederá la capacidad de la vía en cierta cantidad: ΔS_{ij}. El perjuicio total para el tráfico general se estima entonces con la ecuación 5.3.

Ecuación 5.3: Ahorro de tiempo para el tráfico en general

$TGC_j = \Sigma_i(\Delta S_j * Tcong_{ij}\text{^}2/2*K_i)*np_i$

i = punto de evaluación donde alguno de los siguientes efectos tiene lugar:

1. El punto es el cuello de botella del corredor
2. El punto no es el cuello de botella, pero la capacidad futura (después del BRT) caerá por debajo del volumen actual

j = alguna hora pico específica. Normalmente hay dos períodos pico, uno en la mañana y otro en la tarde. Un estudio de velocidad de los automóviles identificará con mayor precisión dichos períodos pico.

TGC_j = Ahorro total de tiempo para el tráfico en general

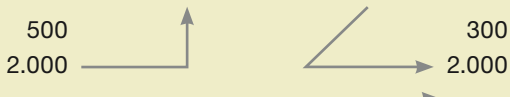
ΔS_j = cantidad de cambio en capacidad del nuevo esquema. Este valor será negativo si hay reducción en la capacidad; y positivo si hay un aumento.

$Tcong_{ji}$ = duración del período de congestión que se considera. El período pico puede estimarse mejor con estudios de velocidad del tráfico que muestran cuando aumentan los tiempos de viaje de forma más dramática. Los valores usuales están entre 0,5 y 3 horas.

K_i = refleja un grupo de factores derivados del análisis de la red y la elasticidad de la demanda.

Debe notarse que las reducciones de capacidad en dos puntos cercanos sucesivos no son independientes. Sin embargo, usualmente se considera que el punto más congestionado es el más importante.

Ejemplo:



Si por ejemplo en este caso de dos puntos conectados A y B, B tiene una mayor reducción de capacidad que A, debemos considerar que:

K_B =1 y

K_A = 500 / (500 + 2.000) = 0,2 porque el 2.000 estará congestionado en cada sentido en el punto B.

Np_i= número promedio de pasajeros por PCU.

El ensanchamiento de vías puede ser particularmente costoso, especialmente si la adquisición de propiedades es un factor en la ecuación.

Al mismo tiempo, la necesidad de estos tipos de componentes de la infraestructura no debe negar automáticamente una opción de corredor. Como Quito ha demostrado, en algunos casos se pueden utilizar túneles y glorietas complicadas sin costos extravagantes. Si un corredor tiene importancia significativa para proporcionar un conjunto completo de orígenes y destinos, puede ser valioso un pequeño esfuerzo de ingeniería para hallar una solución rentable a los retos de infraestructura. Sin embargo, los corredores con desafíos físicos altamente complejos, incluso si son vitales para la red global de tránsito, pueden no ser la mejor opción para la primera fase de un proyecto. Los equipos de desarrollo y construcción tendrán un proceso de aprendizaje de una fase a la otra. Un corredor inicial físicamente más fácil puede mejorar la capacidad técnica necesaria para asumir corredores más desafiantes.

En contraste, convertir un carril de tráfico mixto en una vía BRT sin ninguna de estas complicaciones puede reducir los costos, tanto de planificación como de infraestructura. Los corredores con una base de concreto en vez de asfalto pueden hacer de la implementación de un BRT una empresa menos costosa. Sin embargo no se deben seleccionar corredores con base en la facilidad de construcción. En muchos casos, dichos corredores «fáciles» no alojan una demanda significativa. El corredor BRT Kaset Narawin propuesto en Bangkok fue elegido expresamente porque no tiene problemas de congestión. Los funcionarios sintieron que el sistema de BRT no tendría impactos negativos sobre el tráfico mixto en este corredor. Desafortunadamente, también hay una demanda extremadamente limitada de transporte público en este corredor. El corredor eventualmente se conectará con áreas residenciales, pero a través de la porción Kaset Narawin el valor para el usuario será relativamente poco.

Del mismo modo, varias ciudades chinas están contemplando ubicar vías de BRT en anillos viales periféricos. Nuevamente, gran parte del razonamiento está relacionado con el espacio existente de derecho de vía y la relativa facilidad de construcción. Sin embargo, el acceso de los usuarios a una estación en un anillo vial periférico (en términos de distancia de viaje tanto horizontal como vertical) puede ser difícil. Construir estos proyectos «fáciles» de infraestructura puede minar eventualmente el concepto de BRT. Un sistema de BRT con pocos usuarios parece poder operar fácilmente, pero no será rentable y probablemente no desplazará la opinión pública hacia el apoyo para la expansión futura.

5.4.4 Consideraciones políticas

Si bien este capítulo ha hecho énfasis en la necesidad de un proceso de toma de decisiones racional, se reconoce que las decisiones de corredores y rutas se basan con frecuencia en fundamentos mucho más subjetivos, algunas veces con poca consideración analítica. Algunos fundamentos para la toma de decisiones en el pasado han incluido:

- «En este corredor tendremos algún día un metro… así que elegimos otro»;
- «El presidente u otro funcionario político importante vive en este corredor… así que debemos evitar… o debemos construir aquí»;
- «Este corredor puede no tener mucha demanda pero tiene mucho espacio… así que los construiremos aquí»;
- «Conectar estas ubicaciones será un símbolo importante de integración».

Las decisiones caprichosas como esas, sin fundamento en un análisis de la demanda real de transporte, pueden dar como resultado errores costosos que hacen poco para apoyar un servicio de calidad para el usuario (p. ej. el Tren Eléctrico de Lima). Al mismo tiempo, se reconoce que las consideraciones políticas pueden ser bastante apropiadas para aumentar los datos técnicos. De hecho, los funcionarios elegidos democráticamente tienen la responsabilidad de utilizar sus juicios para tomar determinaciones entre diferentes conjuntos de costos y de beneficios. Algunas de las instancias clave que requieren aportes políticos incluyen:

- Preferencia para ubicar corredores iniciales en una ubicación de alta visibilidad para promover más ampliamente el concepto de BRT;
- Preferencia para ubicar corredores inicialmente en comunidades de bajos ingresos para promover mayor equidad social;
- Evitar corredores que puedan entrar en conflicto con otros planes de infraestructura o con otras entidades gubernamentales;
- Evitar corredores que necesiten una reorganización amplia de muchos operadores existentes de transporte público formal e informal.

Un análisis puramente técnico de los atributos del corredor puede olvidar algunas de las consideraciones políticas más sutiles que pueden afectar de gran forma la viabilidad del proyecto.

Sin embargo, la existencia de planes de infraestructura en competencia o un ambiente complejo de operadores no significa que un corredor no deba ser considerado. Puede haber soluciones a estas dificultades o puede haber todavía muchas razones para considerar corredores en una fase posterior del proyecto.

Con frecuencia, el problema más difícil es que los corredores con los volúmenes existentes de transporte público más altos ya han sido incluidos en un plan maestro para un proyecto de metro en el futuro. Los tomadores de decisión son reacios a planificar un BRT en un corredor futuro de metro, por miedo a cerrar la posibilidad de financiación de nivel nacional. En tales

casos, es mejor proponer primero la ubicación de un BRT en el corredor como medida temporal, para que se actualice a un metro o tren ligero en alguna fecha futura no especificada. Esta forma de pensar fue usada con éxito en el corredor I de TransJakarta, así como también en Kunming y Curitiba. Los bajos costos de infraestructura de un sistema de BRT pueden convertirlo en una tecnología transicional bastante efectiva para un sistema de rieles en el futuro. Más aún, la infraestructura de BRT puede ayudar a preparar físicamente el área para un corredor de rieles futuro. Por ejemplo, un sistema LRT va a requerir un derecho de vía similar al de un sistema de BRT. De modo similar, un sistema elevado de rieles necesitará espacio en el separador central para columnas de apoyo.

En otros casos, el ambiente político simplemente puede no permitir la consideración de un BRT en un corredor de metro futuro, aun si no es probable que la línea de metro se materialice en un horizonte de tiempo previsible. La mejor solución que sigue es elegir un corredor que complemente el sistema de metro planificado. Los sistemas de BRT en consideración en Guangzhou (China), Ahmedabad (India) y Delhi, y algunas líneas de BRT en São Paulo, han sido planeados intencionalmente por fuera de potenciales corredores futuros de metro. Sin embargo, estos sistemas de BRT han sido diseñados expresamente para ofrecer integración complementaria con los sistemas de rieles planeados.

Los aportes políticos pueden ser particularmente apropiados cuando entran en juego asuntos culturales o sociales. En Hyderabad, la presencia de un cementerio musulmán en ambos lados de la vía creó un cuello de botella desafortunado en la autopista principal, que divide en dos la ciudad desde el noroeste hasta el sureste. Una solución de ingeniería puede sugerir la expropiación de algunas partes del cementerio para ampliar la vía. Sin embargo, para un gobierno primordialmente hindú, reubicar este cementerio podría ser peligroso política y socialmente. Por ello se necesita un juicio político razonado para abreviar cualquier discusión sobre el ensanchamiento de la vía.

En Yakarta, las rutas planeadas inicialmente para el segundo corredor de BRT lo llevan directamente a través de la Estación de Buses de Senen. Este diseño probablemente habría requerido la remoción de varios cientos de vendedores informales que están ocupando el espacio público de forma ilegal, pero que de todos modos están organizados en un cierto tipo de mafia. Muchos policías murieron tratando de reubicar a los vendedores y se tomó la decisión de elegir una ruta que no era óptima. Este obstáculo político le costará al nuevo sistema de BRT aproximadamente 25.000 pasajeros al día. El ejemplo de la estación de Senen no es único, pues hay muchas vías arterias usurpadas ilegalmente y políticamente «conectadas» en los países en desarrollo, tanto por los ricos como por los pobres. La negociación política para reclamar estas áreas para el sistema de BRT puede añadir, con frecuencia, demoras significativas y aumentar el riesgo de revueltas.

También es aconsejable que en la Fase I no se afecten demasiadas rutas del transporte público existente que no serán incorporadas dentro del nuevo sistema. Las negociaciones con los operadores existentes del transporte público son una parte delicada de la planificación de un BRT y generalmente es aconsejable no enfrentar de una vez a toda la industria del transporte del sector privado. Los corredores con un gran número de distintos operadores de bus existentes harán unas negociaciones para reformar el sistema mucho más complejas que los corredores donde sólo hay un pequeño número de operadores. Esta consideración fue un factor determinante en el corredor Insurgentes de Ciudad de México y también es un factor en la planificación del sistema de Dar es Salaam.

5.4.5 Consideraciones sociales

Las consideraciones sociales pueden ser un determinante principal en la toma de decisiones sobre corredores. Los sistemas de transporte público desempeñan muchas funciones sociales clave en una ciudad y con frecuencia han tenido un papel central en los esfuerzos de regeneración. Por eso, los líderes políticos y los desarrolladores de proyectos pueden buscar las áreas que más se beneficiarían de una inversión en transporte público.

Enfocar una fase inicial en una comunidad de bajos ingresos puede producir muchos beneficios económicos y de igualdad social. El nuevo

sistema de transporte público conectará a los ciudadanos con trabajos y servicios públicos en las áreas centrales de la ciudad. El sistema mismo también producirá oportunidades de empleo directo e indirecto para la comunidad. Unos estudios recientes de Bogotá indican que las significativas reducciones en los costos de viaje, resultado de TransMilenio S.A., han ampliado en gran medida el mercado potencial de trabajo para residentes de bajos ingresos, aumentando el empleo y los salarios de los mismos.

Un nuevo sistema de transporte público puede hacer mucho para atraer inversión a las áreas de bajos ingresos. Adicionalmente, la presencia del sistema puede infundir un sentido de orgullo y de comunidad en áreas que anteriormente se sentían abandonadas e ignoradas. Por estas razones, Bogotá ubicó intencionalmente su corredor inicial de BRT entre el área central y el sur de la ciudad, las zonas de más bajos ingresos.

El acceso a un BRT también puede aumentar el valor del suelo, lo cual puede ser una espada de doble filo para las personas de menores recursos. Estudios recientes indican que TransMilenio S.A. condujo a aumentos significativos en los valores de la propiedad en áreas atendidas por un bus alimentador de TransMilenio S.A. Para las familias pobres sin título de la propiedad, los beneficios de menores costos de transporte pueden perderse por causa de mayores costos del alquiler. Por ello, es buena idea darle prioridad a los esfuerzos para otorgar títulos de propiedad a las familias pobres en corredores de BRT planeados, de modo que los resultantes aumentos en el valor de las tierras puedan ser capturados por las familias y no por los especuladores de tierra.

Al mismo tiempo, hay razones sociales y ambientales para incluir comunidades de medianos y elevados ingresos en las fases iniciales de un proyecto. Si bien Bogotá estableció como blanco el sur de la ciudad, el alcalde también incluyó de forma intencional una extensión de un corredor hacia el sector donde vivía población de mayores ingresos (norte) de la ciudad. En las áreas más ricas de una ciudad se encuentra la mayor cantidad de vehículos privados. Por ello, desde el punto de vista de cambiar los usuarios de automóviles al transporte público, hay mayor potencial de reducción de emisiones y congestión si se apunta a los hogares dueños de automóviles. Más aún, el alcalde Enrique Peñalosa de Bogotá también vio beneficios sociales significativos en el fomento de interacciones entre las clases económicas. Peñalosa ha señalado que: «Un sistema de transporte público puede ser el único lugar en el que ricos y pobres interactúen entre ellos». En términos de propagar la comprensión y la sensibilización entre grupos sociales, un sistema de transporte

Figura 5.43
El sistema TransMilenio en Bogotá ha atraído exitosamente usuarios de un amplio espectro de la sociedad.
Foto de Lloyd Wright

público de alta calidad puede ser entonces un unificador social potencial en una ciudad (Figura 5.43). Hacer que el nuevo sistema sirva a los grupos de más altos ingresos puede ayudar a fomentar la voluntad y compromiso político con el sistema, por parte de familias influyentes.

Los temas sociales y de igualdad también pueden ser importantes para los pre-requisitos, para préstamos de grandes organizaciones internacionales de financiación. La mayoría de instituciones de desarrollo, como el Banco Mundial, justifican las inversiones en términos de alivio de la pobreza. Por ello, asegurar que un número razonable de pasajeros de BRT están por debajo del ingreso promedio es importante, para vincular el sistema con metas más amplias de alivio de la pobreza.

5.4.6 Análisis de criterios múltiples para la selección de corredores

Como se ha señalado a lo largo de esta sección, la selección final de un corredor la hará un tomador de decisión política, que probablemente incorporará consideraciones políticas y sociales en la decisión. No obstante, una guía analítica puede contribuir mucho a este proceso. Un análisis de costo-beneficio que incorpore los beneficios de ahorro de tiempo, ahorro de combustible y las mejoras ambientales puede hacer mucho para ayudar a darle forma a la eventual decisión. Cuantificar estos beneficios también mejorará el atractivo del proyecto para muchas instituciones financieras.

Como lo implica el nombre, un análisis de costo-beneficio calcula la tasa de los beneficios de un proyecto frente a sus costos. Entre más grande sea esta tasa, más atractivo será el proyecto para los tomadores de decisión y para las organizaciones de financiación. La ecuación 5.4 proporciona una guía para calcular la tasa costo-beneficio.

Ecuación 5.4: Tasa costo-beneficio

$$BC = (Btp + Btm + Bfp + Bfm + Be)/Ci$$

Donde:

BC = Tasa total de costo del beneficio
Btp = Ahorro de tiempo para los pasajeros de transporte
Btm = Ahorro de tiempo para los ocupantes de vehículos en tráfico mixto
Bfp = Ahorro de combustible para vehículos de transporte
Bfm = Ahorro de combustible para vehículos de tráfico mixto
Be = Beneficios ambientales
Ci = Costo de implementación.

EL Cuadro 5.2 ofrece un ejemplo de un análisis de múltiples criterios usando dos de los factores presentados en esta sección.

5.5 Longitud del corredor

«El tiempo es la distancia más larga entre dos lugares»

—Tennessee Williams, dramaturgo, 1911–1983

Una vez se han seleccionado los corredores principales, surge la pregunta por la longitud óptima de los mismos. En general, la demanda de pasajeros tenderá a caer a medida que la distancia desde los destinos en el centro de la ciudad aumenta. En cierto punto, la demanda será insuficiente para mantener operaciones rentables y la justificación para la inversión en infraestructura en una vía exclusiva para buses podría ser más difícil. Adicionalmente, a partir de un cierto punto, otros servicios como los alimentadores pueden ser económicamente más prácticos. Finalmente, es probable que entre más lejos la congestión sea, menos severa, lo que hará menos necesarios los carriles segregados. Por ello, el servicio del corredor puede continuar, pero a partir de este punto podrá operar en tráfico mixto y no con el beneficio de una vía de bus exclusiva.

En sistemas que utilizan servicios de alimentador, la decisión de dónde terminar la vía exclusiva para buses (es decir, el corredor troncal) puede depender, en alguna medida de la disponibilidad de tierra para un lote de terminal (Figura 5.44). Se requiere de una terminal para facilitar las transferencias entre las operaciones de alimentador y de línea troncal. Adicionalmente, los depósitos para estacionamiento de vehículos y mantenimiento normalmente están ubicados cerca del lote del terminal para facilitar el ingreso rápido y rentable de los vehículos al servicio. Dada la gran cantidad de tierra requerida para las instalaciones de la terminal y del depósito, los costos de adquisición serán una parte principal de la decisión de dónde ubicar los sitios. Las consideraciones sociales también tienen un papel en la longitud de un corredor.

Cuadro 5.2: Calcular la tasa de beneficio frente al costo

Como ejemplo simplificado de este cálculo, la tabla siguiente presenta un ejemplo hipotético de los beneficios de ahorro de tiempo para vehículos BRT y de tráfico mixto. El factor de peso/valoración (weighting) indica qué tanta consideración se le da a cada grupo de interesados (usuarios de transporte y de automóvil). En este primer caso a cada grupo se le asigna un peso o valor igual.

Tabla de beneficios de ahorro de tiempo, escenario 1

Corredor	Beneficios de ahorro de tiempo			Costo	Tasa beneficio-costo
	BRT	Automóviles	Total		
Peso /valor	1	1			
A	50	-6	44	10	4,4
B	2	0	2	5	0,4

En este escenario, el corredor A atrae un alto volumen de pasajeros. Los beneficios concedidos a los usuarios del transporte público en este caso excederán con creces los costos para los usuarios de automóviles. El corredor B es un área de baja demanda pero con poca congestión y, por ende, sin impacto para los usuarios de automóviles en términos de tiempo. En este caso, el beneficio de tiempo para los usuarios del transporte es muy pequeño. De estos dos corredores, la tasa de beneficio a costo para el corredor A es 11 veces mayor que la misma tasa para el corredor B. Por ello, desde la perspectiva de ahorro de tiempo, el corredor A sería el elegido.

Si los funcionarios políticos estuvieran preocupados por las reacciones de los dueños de automóviles, la valoración para este grupo podría aumentarse hasta cinco. Sin embargo, como indica la tabla siguiente, incluso con esta cantidad de prioridad para los intereses de los automóviles no se modificaría el resultado global.

Tabla de beneficios de ahorro de tiempo, escenario 2

Corredor	Beneficios de ahorro de tiempo			Costo	Tasa beneficio-costo
	BRT	Automóviles	Total		
Valoración	1	5			
A	50	-6	20	10	2,0
B	2	0	2	5	0,4

Sin embargo, si los funcionarios estuvieran muy preocupados por las reacciones de los dueños de automóviles y le dieran entonces una prioridad de 10 a los vehículos privados, el resultado cambiaría.

Tabla de beneficios de ahorro de tiempo, escenario 3

Corredor	Beneficios de ahorro de tiempo			Costo	Tasa beneficio-costo
	BRT	Automóviles	Total		
Valoración	1	10			
A	50	-6	-10	10	-1,0
B	2	0	2	5	0,4

Bajo este escenario, el corredor A sería una elección menos deseable que el corredor B. No obstante, con la tasa baja de beneficio para los usuarios de transporte público, el corredor B tendría el riesgo de promover poco los prospectos futuros de un desarrollo de BRT en la ciudad.

Una tabla expandida de beneficios sería construida para también tomar en cuenta como factores los impactos de ahorros de combustible y mejorías ambientales.

Figura 5.44
La disponibilidad de tierra para el espacio de la terminal y del depósito puede ser una consideración sobre el punto final de un corredor específico.
Foto cortesía de TransMilenio S.A.

Si por razones de igualdad social se va a prestar servicio en las comunidades de bajos ingresos, en la periferia de la ciudad, el corredor puede ser extendido para atender a estos grupos. Así, si bien la demanda de pasajeros será un determinante principal, otros factores como los sitios de la terminal y el depósito, y las consideraciones sociales, también tendrán un papel en la determinación de la longitud de un corredor.

Sin embargo, el punto de partida para determinar la longitud de un corredor es un análisis de costo-beneficio relacionado con la demanda de pasajeros. Cuando se ha determinado la longitud óptima del corredor con base en la demanda de pasajeros, la decisión puede ajustarse para dar cuenta de otros factores tales como los sitios de terminales y depósitos, así como también factores de equidad social.

La base para el análisis costo-beneficio de la longitud del corredor es, generalmente, el ahorro de tiempo generado por la vía exclusiva para buses. Cuando la vía exclusiva para buses deja de proporcionar un beneficio neto de ahorro de tiempo en comparación con los costos de construcción, se ha alcanzado el punto en el cual la vía exclusiva para buses ya no puede justificarse en términos de costo. A medida que se reduce el número de pasajeros con la distancia desde el centro de la ciudad, se reduce el beneficio total de ahorro de tiempo. Más aún, como los niveles de congestión desde el centro de la ciudad serán probablemente menores con la distancia, la ventaja en términos de tiempos de viaje de una vía exclusiva para buses también disminuirá. La Tabla 5.3 ofrece un ejemplo de resultados de costos y beneficios analizados en contraste con la longitud de un corredor.

Por supuesto, el beneficio de ahorro de tiempo tenderá a incrementar con el tiempo, a medida que la congestión empeora. Debido a que un sistema de BRT dura un tiempo largo, es una práctica estándar estimar de forma gruesa la congestión probable en el corredor en los siguientes diez a veinte años, en vez de asumir que las condiciones actuales de congestión perdurarán durante muchos años.

En el ejemplo ofrecido en la Tabla 5.3, el corredor terminaría después del segmento «H» si la decisión se basara sólo en las consideraciones de beneficio contra costo. Después del segmento «H», la tasa de beneficio contra costo cae por debajo de un valor de 1,0, lo que quiere decir que los costos de extender el corredor exclusivo para buses son mayores que los beneficios de ahorro de tiempo.

5.5.1 Longitud del servicio de alimentadores

Si se van a emplear servicios alimentadores en el sistema, la longitud de estos servicios estará basada tanto en un análisis de costo-beneficio similar, como en muchas otras consideraciones, como factores de equidad social. Como los servicios de alimentadores generalmente emplean vehículos más pequeños y no requieren vías exclusivas de buses, el costo de extender este

Tabla 5.3: Análisis de costo-beneficio de la longitud de un corredor

Segmento de corredor	Longitud del segmento (km)	Demanda en el segmento (x 1000)	Ahorro de tiempo (minutos)		Costo		Beneficio	Tasa beneficio / costo (B / C)
			Total	/ km	Total	/ km	/ km	
A	3,0	13,0	6,0	2,00	5	1,67	26,00	15,61
B	2,0	12,0	4,0	2,00	4	2,00	24,00	12,00
C	1,5	13,0	5,0	3,33	3	2,00	43,33	21,67
D	3,0	11,0	4,0	1,33	4	1,33	14,67	11,00
E	1,8	9,0	1,2	0,67	2	1,11	6,00	5,40
F	3,1	7,5	2,5	0,81	4	1,29	6,05	4,69
G	2,3	6,0	0,5	0,22	3	1,30	1,30	1,00
H	1,5	4,5	0,6	0,40	2	1,33	1,80	1,35
I	3,1	3,0	1,0	0,32	5	1,61	0,97	0,60
J	1,9	2,2	0,2	0,11	3	1,58	0,23	0,15

servicio se basa principalmente en los costos de operación, tales como el combustible y los salarios de los conductores. A cierta distancia de la terminal, un servicio de alimentación dejará de ser económicamente viable a medida que la demanda de pasajeros se reduce de un valor determinado.

Sin embargo, en muchos casos, los servicios de alimentadores pueden extenderse a áreas de menor densidad por razones de equidad social. Algunas comunidades pueden no tener otros servicios de transporte y la existencia de servicios alimentadores puede ser vital para conectar a la gente con oportunidades de empleo y servicios sociales, como la educación y el cuidado de la salud. Sin embargo, en estos casos, los servicios de alimentadores pueden ser sólo una de muchas opciones para conectar a los residentes con los principales corredores de transporte. Como se discutirá en el Capítulo 13 (*Integración modal*), otras opciones como bicicletas, bicitaxis y servicios de taxi pueden ser también consideradas como formas de enlazar el sistema con áreas con menores densidades de población.

5.6 Número de corredores

«Hay muchos caminos que se pueden tomar, pero no todos están abiertos para ti.»

—Claire Bloom, actriz, 1931–

Un segundo corredor en el plan inicial no se traduce simplemente en una duplicación de los posibles destinos. En vez de eso, las matemáticas de los corredores de transporte tienden a comportarse de forma exponencial. Las matemáticas de los corredores de transporte público quieren decir que uno más uno no es igual a dos, sino a cuatro. Este resultado se debe a las permutaciones añadidas de los viajes posibles en cada sección del corredor. La Figura 5.45 ilustra la progresión de posibilidades de destino, cada vez mayores, que se logran sumando cada nuevo corredor.

Claramente, los escenarios (a) y (b) en la Figura 5.45 le dan al usuario relativamente pocas opciones de destinos. En estas instancias, muchos usuarios continuarán usando las opciones de transporte existentes, incluso si usan parte del tiempo de sus viajes en el único corredor del nuevo sistema de transporte. Sin embargo, los escenarios (c) y (d) comienzan a proporcionar un servicio que competirá bastante bien con otras opciones modales. En estos escenarios, muchos usuarios podrán satisfacer todas sus necesidades de viaje dentro del nuevo sistema BRT. Si sólo se siguen los escenarios (a) y (b) en la primera fase del proyecto, habrá un gran riesgo sobre el futuro del sistema.

5.7 Ubicación de la estación y del carril

«Las tres cosas más importantes en la propiedad son la ubicación, la ubicación y la ubicación.»

La ubicación de la vía exclusiva para buses segregada dentro de una vía específica es una decisión de diseño que tiene más opciones de lo que

podría parecer inicialmente. Los carriles pueden ubicarse en el separador o en los costados de la vía. Adicionalmente, ambas direcciones del carril pueden ponerse en el mismo lado de la vía. En algunos casos se le puede dar a los buses todo el espacio de la vía, como en el caso de los *transit malls*.

5.7.1 Estaciones y carriles en el separador central

La opción más común es ubicar la vía de buses en el separador central o en los dos carriles centrales (Figura 5.46). Esta configuración reduce los conflictos de giro hacia la derecha (en países en los que se conduce en el lado derecho de la vía). La ubicación en el separador también permite que una estación central atienda ambas direcciones en la vía de buses. Una sola estación reduce los costos de infraestructura en comparación con la construcción de estaciones separadas para cada sentido.

La estación basada en el separador también permite una integración más fácil entre las rutas

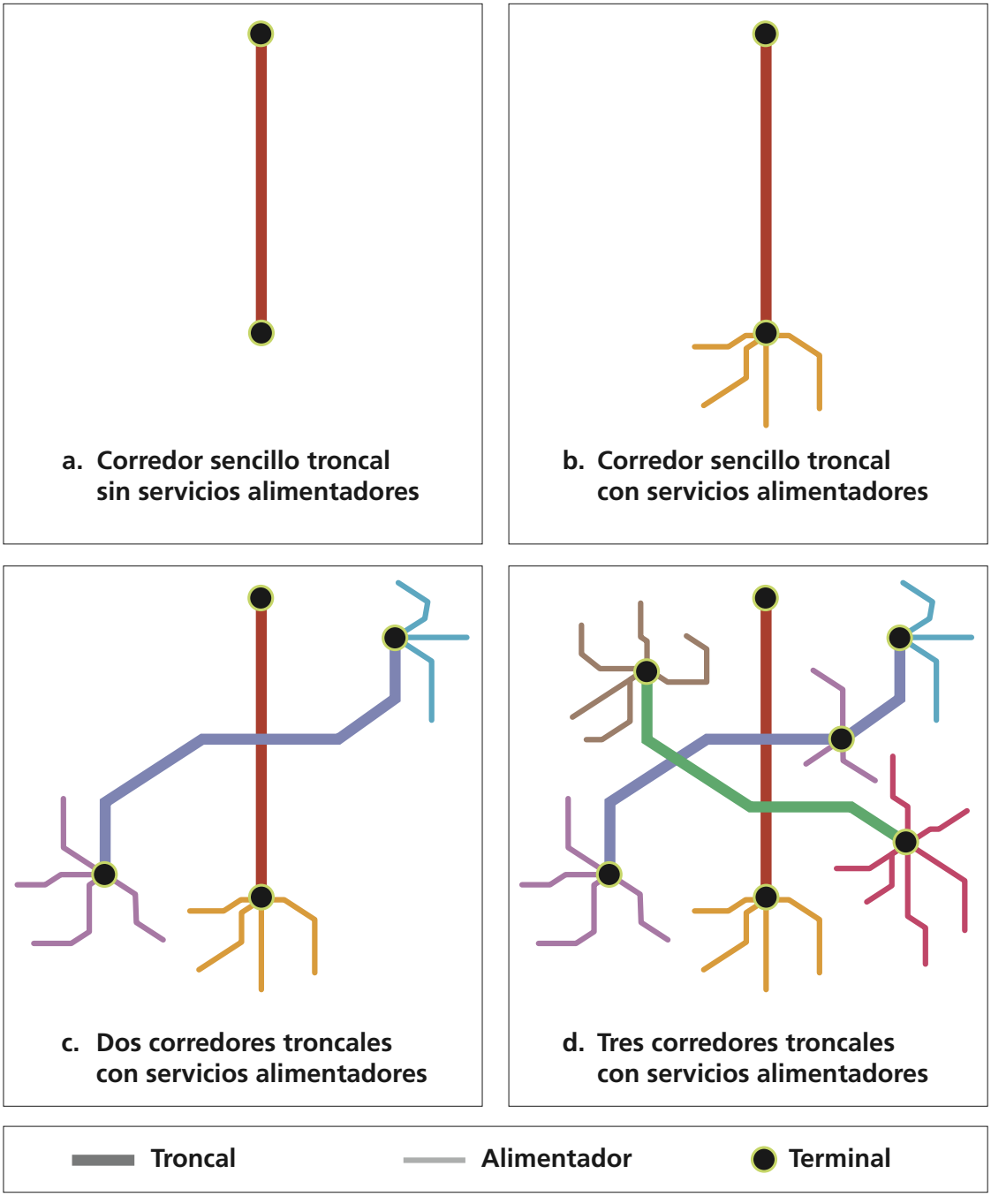


Figura 5.45
El impacto de añadir nuevos corredores.

de las vías de autobuses, en particular cuando dos rutas se cruzan en vías perpendiculares. Es mucho más simple conectar dos estaciones en el separador a través de túneles o puentes, que tratar de conectar cuatro estaciones ubicadas en los costados de la vía. En el caso de las vías de autobús en los lados de la vía o con estaciones escalonadas en el separador de la vía de bus, las dificultades para proporcionar infraestructura peatonal que conecte todas las posibles combinaciones de transferencia pueden ser enormes (Figura 5.47). Una alternativa es proporcionar un conjunto completo de combinaciones de rutas que conecte cada posible ruta desde cada estación. Sin embargo, al intentar conectar todas las combinaciones, la estructura de rutas se vuelve sumamente complicada con un sólo conjunto de intersecciones que se cruzan (Figura 5.48).

Como se señaló anteriormente, el uso de una sola estación en el separador central es mucho más útil para facilitar las transferencias. Una estación en el separador central permite que los usuarios elijan múltiples opciones de rutas desde una sola plataforma de estación. La Figura 5.49 ofrece el mismo número de combinaciones posibles de rutas que el señalado en la Figura 5.48. Sin embargo, el uso de una estación en el separador central simplifica en gran medida las combinaciones de rutas.

Figura 5.46
Una vía para buses en el separador central con una sola estación en el separador se ha convertido en el estándar para sistemas de BRT de alta calidad.
Foto cortesía de TransMilenio S.A.

5.7.2 Estaciones en el costado de la vía

Si bien es normal encontrar las estaciones de bus en el costado de la vía, es raro que los BRT pongan la vía exclusiva para buses a los costados de la vía (Figura 5.50). Los sistemas BRT

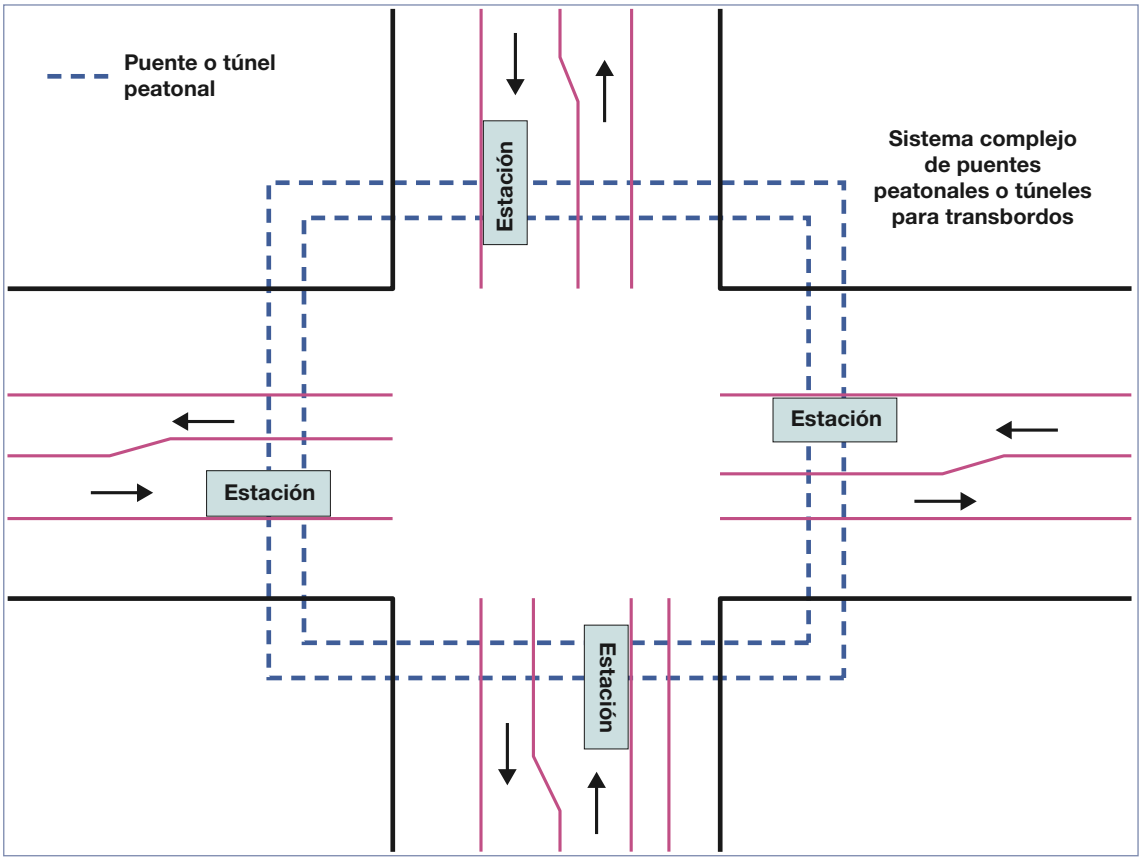


Figura 5.47
Las estaciones divididas y estaciones alineadas a los costados hacen las transferencias muy difíciles para los usuarios. Un conjunto complicado de puentes o túneles sería necesario para hacer posibles las transferencias cerradas en un diseño como ese.

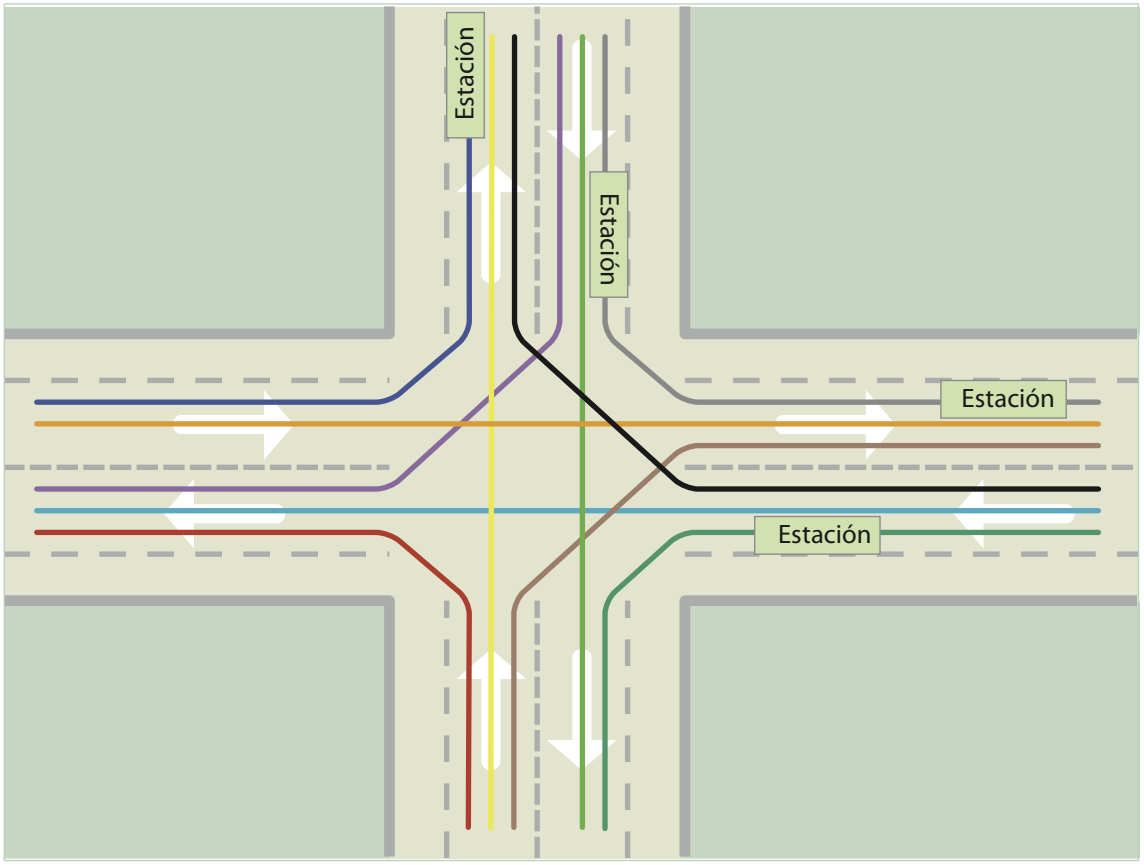


Figura 5.48
Un medio alternativo de conectar estaciones divididas y alineadas a los costados sería proporcionar un conjunto completo de combinaciones de rutas. Sin embargo, el número requerido de combinaciones se vuelve excesivo, incluso para una sola intersección.

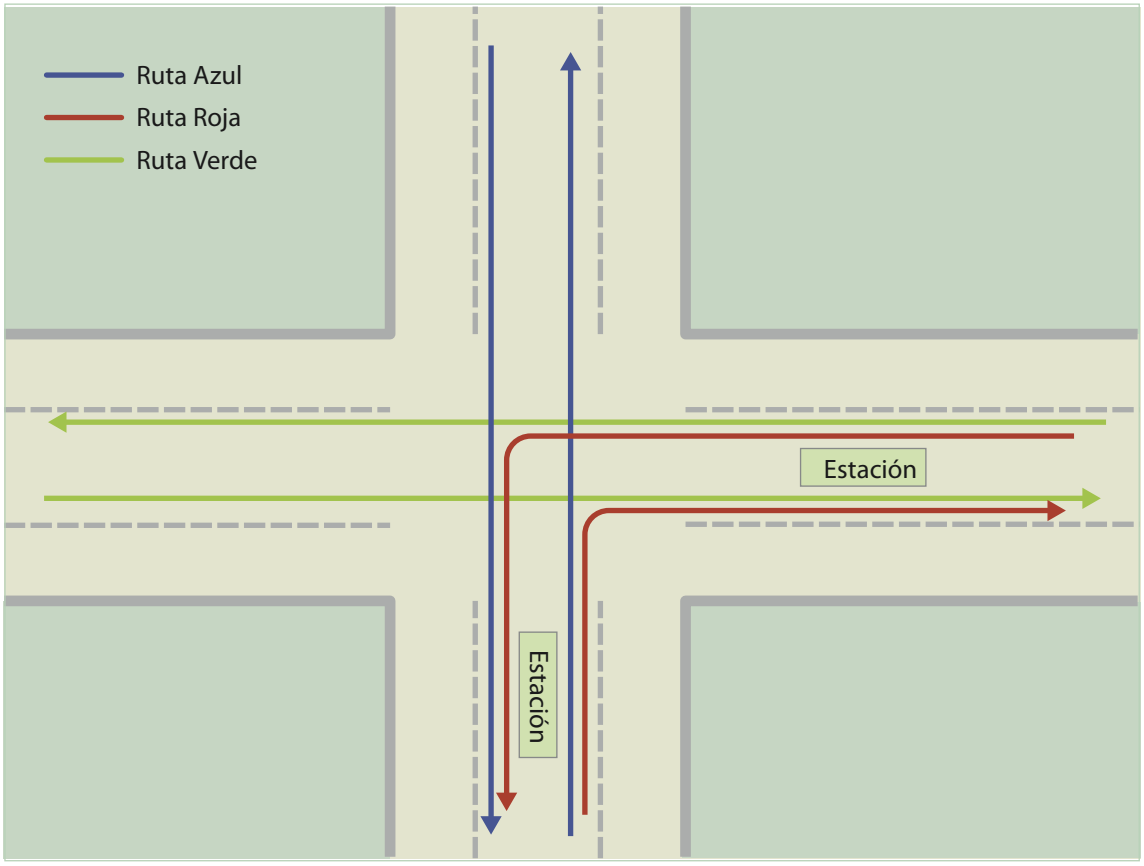


Figura 5.49
Las estaciones en el separador central permiten transferencias más fáciles en las plataformas y múltiples combinaciones de rutas.

generalmente no utilizan esta configuración, principalmente por los conflictos con los giros del tráfico, los taxis que se detienen, los vehículos de carga y el tráfico no motorizado (Figura 5.51). Estos conflictos reducen sustancialmente la capacidad del sistema. Lograr capacidades de más de 5.000 pasajeros por hora por sentido es bastante difícil si hay vehículos que giran interfiriendo con la operación de la vía de autobuses. Las vías de autobuses en el costado de la vía hacen que toda la vía de autobuses se detenga porque un sólo taxi recoge a un pasajero, un policía estaciona temporalmente, hay un accidente, o porque un vehículo que gira queda atrapado entre altos volúmenes de peatones que cruzan.

Una configuración así también crea dificultades cuando se intenta permitir que las transferencias fluyan libremente entre líneas perpendiculares. Para hacerlo, se tendría que construir un conjunto bastante complicado de pasajes peatonales aéreos o subterráneos para mantener cerrado el sistema. De forma alternativa, se podría obligar a los pasajeros a caminar a través de intersecciones concurridas y pagar una segunda tarifa para ingresar en un corredor diferente. Sin embargo, los usuarios claramente no querrán pagar dos veces sólo para cambiar de sentido.

Para sistemas con un sólo corredor, las estaciones del costado de la vía no inhiben las transferencias, ya que no hay otros corredores para que estas se puedan dar. Sin embargo, los sistemas que comienzan con una primera

Figura 5.50
Los carriles de autobuses en el costado de la vía son bastante comunes en los sistemas convencionales de autobuses, pero suelen fallar debido a la congestión del tráfico y a los pobres mecanismos de cumplimiento de las normas.
Foto de Lloyd Wright

Figura 5.51
En esta imagen de Quito, el vehículo de BRT Trole opera en un carril «exclusivo» en el costado de la vía, pero se ve bloqueado por el tráfico que llega de una calle aledaña. Una vía exclusiva de buses en el separador central evitaría en gran medida este tipo de conflictos.
Foto de Lloyd Wright

Figura 5.52
En muchos sentidos, el sistema de Hangzhou es un sistema de vías para buses bien diseñado y moderno. Sin embargo, la elección de estaciones en el costado de la vía limita la flexibilidad para integrar rutas y corredores futuros.
Foto de Kangming Xu, http://www.brtchina.org

Figura 5.53
Una vía exclusiva para autobuses pasa debajo del hospital Mater Hill en Brisbane.
Foto cortesía de Queensland Transport

Figura 5.54
A los vehículos de transporte público se les da uso exclusivo del Mall de la Calle 16 en Denver (16th Street Mall).
Foto cortesía de NBRTI

fase con un sólo corredor crecen de forma casi invariable para incorporar más partes de la ciudad. Por ello, los problemas asociados con las estaciones al costado de la vía pueden hacerse evidentes sólo cuando se construyen corredores adicionales y se hacen necesarias las transferencias. Hangzhou ha diseñado un impresionante sistema de vías de buses en su Fase I, que incluye estaciones y vehículos muy modernos. Sin embargo, la elección de estaciones en el costado de la vía crea limitaciones futuras para el sistema (Figura 5.52).

5.7.3 Corredores solamente con vías de autobuses

Los corredores de «solobús» o *transit mall* son opciones efectivas para dar absoluta prioridad al transporte público. Estos segmentos de corredor se emplean generalmente en áreas centrales, en las que las restricciones de espacio limitan la capacidad de compartir el espacio entre los vehículos de transporte público y los privados. En tales casos, los *transit malls* pueden contribuir en gran medida con un espacio público de alta calidad para los peatones.

Ciudades como Bogotá y Quito emplean corredores de solobús en ubicaciones específicas. De manera similar Brisbane, Denver, Ottawa y Pittsburgh también han desarrollado corredores de solobús por lo menos en ciertos segmentos de la vía (Figuras 5.53 y 5.54).

5.7.4 Carriles múltiples a lo largo del costado del corredor

Si bien las vías de buses alineadas a los costados fallan generalmente debido a los conflictos de giros con el tráfico mixto, ubicar múltiples carriles de vías de bus en el costado de la vía puede funcionar para ciertos segmentos. Si una vía está bordeada por zonas verdes (p. ej. un gran parque), agua (p. ej. océano, bahía, lago o rivera) o por espacio abierto puede no haber conflictos con los giros durante largas distancias, en cuyo caso el alineamiento al costado puede incluso ser preferible al alineamiento en el separador central.

Figura 5.55
En ubicaciones suburbanas, Brisbane puede segregar completamente su vía de autobuses en el costado de una vía existente.
Foto cortesía de Queensland Transport

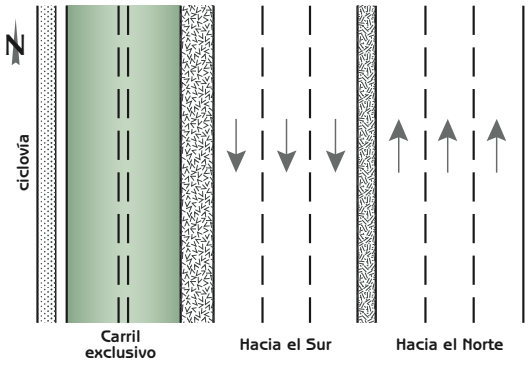


Figura 5.56

La vía del autobús de Miami está situada enteramente en un lado de una autopista principal.

Imagen cortesía de la US FTA

El sistema de vías de autobuses de Miami ubica los carriles para ambas direcciones de la vía del autobús sobre el mismo lado de la vía. En Brisbane, las vías del autobús que conectan las ubicaciones suburbanas pasan sobre áreas relativamente abiertas, en las cuales es posible una infraestructura completamente segregada en la vía existente (Figura 5.55). En el caso de Miami (EE.UU.), no se permiten en el corredor los movimientos de giro en lugares sin intersección a los vehículos privados (Figura 5.56). En Orlando (EE.UU.), el sistema central Lymno ocupa dos de los tres carriles en el centro de negocios (Figura 5.57). Al tráfico mixto se le da solamente un carril de un sentido. En esta configuración, el acceso a las tiendas en el lado del sistema BRT está limitado a las horas en las que el sistema no está operando. Por ello, las tiendas deben hacer las entregas de productos con vehículos al anochecer.

5.7.5 Opciones «con el flujo» y en «contraflujo»

Además de las diferentes configuraciones de vías, los diseñadores del sistema pueden optar por movimientos de autobús «con el flujo» o «contraflujo». «Con el flujo» significa que los vehículos operan en el mismo sentido del tráfico mixto en los carriles adyacentes.

Figura 5.57

El sistema Lymmo de Orlando utiliza dos de los tres carriles disponibles en el distrito central de la ciudad.

Foto de Lloyd Wright

Figura 5.58

Un carril de contraflujo usado en el distrito central de Johannesburgo.

Foto de Lloyd Wright

Figura 5.59

Quito empleó brevemente un diseño contraflujo en su línea «Ecovía» puesto que los primeros vehículos tenían las puertas en el lado equivocado.

Foto de Lloyd Wright

Figuras 5.60, 5.61, y 5.62

Curitiba utiliza una variedad de configuraciones de vías. El diseño de cada calle depende de las circunstancias locales.

Las fotos izquierda y derecha de Lloyd Wright;
Foto central cortesía de URBS y la municipalidad de Curitiba

«Contraflujo» significa que los vehículos operan en el sentido opuesto a la del tráfico mixto. El contraflujo se usa cuando las puertas de los autobuses requieren que el autobús vaya por un costado específico. Obviamente es preferible derivar el diseño de los vehículos según el diseño de la vía de autobuses, pero esta situación no siempre es posible.

Los diseños de contraflujo tienen un problema serio con el aumento de los accidentes peatonales. Los peatones pueden no estar acostumbrados a mirar en el sentido del carril de contraflujo y cruzar exponiéndose a una situación peligrosa.

Los carriles de contraflujo se usan en varios sistemas convencionales de bus alrededor del mundo (Figura 5.58). Con frecuencia, los diseños de contraflujo se emplean para desestimular a los vehículos privados a que entren en el carril de los autobuses. Sin embargo, el carril de contraflujo puede producir como resultado congestión de la vía de autobuses, si los vehículos privados deciden ingresar en el área de todos modos.

Los sistemas de contraflujo generalmente no se emplean en los sistemas de BRT, particularmente debido a las preocupaciones sobre la seguridad de los peatones. Quito utilizó brevemente movimientos en contraflujo para su corredor «Ecovía», puesto que los únicos vehículos disponibles tenían puertas en el lado equivocado (Figura 5.59). Sin embargo, cuando llegaron los nuevos vehículos del fabricante, Quito convirtió el corredor para seguir un tránsito «con el flujo».

Figura 5.63

São Paulo utiliza buses con puertas en ambos lados del vehículo para dar servicio tanto a las estaciones en el separador como en el costado de la vía.

Foto de Lloyd Wright

5.7.6 Mezclar diferentes opciones de configuración

Al igual que muchas otras decisiones de diseño asociadas con el sistema BRT, no hay una única solución correcta para la configuración de vías; depende en gran medida de las circunstancias locales. Adicionalmente, es posible usar diferentes configuraciones en un sólo sistema. Curitiba usa tanto carriles centrales, como en ambos costados, y hasta calles exclusivamente para el BRT (Figuras 5.60, 5.61 y 5.62). Curitiba esencialmente adapta la configuración de vías a la situación particular en el segmento de vía dado.

En la mayoría de los casos la única limitación es mantener la puerta en el mismo lado, de modo que se tenga la flexibilidad para usar los mismos autobuses en múltiples líneas. Sin embargo, este obstáculo ha sido sorteado en algunos casos; Eugene, Porto Alegre y São Paulo usan autobuses con puertas en ambos lados para permitir la máxima flexibilidad (Figuras 5.63 y 5.64).

Figura 5.64

Los vehículos con puertas en ambos lados le permiten a Eugene compartir un sólo carril para ambas direcciones en una estación.

Imagen cortesía del Lane Transit District

6. Comunicaciones

«El mejor elogio que jamás me han hecho fue una vez que me preguntaron qué pensaba, e hicieron caso a mi respuesta.»

—Henry David Thoreau, autor, 1817–1862

Las comunicaciones juegan un rol fundamental en la planificación, implementación y operación de un sistema de BRT. Estas también resultan esenciales para atraer al público a que utilice el sistema. Desarrollar un plan de comunicaciones puede ser tan importante como realizar cualquier otra actividad crítica, tal como la ingeniería de vías, modelación de demandas de tráfico o financiación de proyectos. Un amplio plan de comunicaciones facilita la interacción entre los líderes del proyecto y los actores involucrados en el proceso, como por ejemplo los proveedores de transporte, los pasajeros y el público en general. El plan de comunicaciones es una herramienta útil para facilitar la revisión de ideas consolidadas, nociones y percepciones relacionadas con el transporte público. Un consejero del equipo de planificación del Metrobus de Ciudad de México enfatizó:

> «No gaste dinero probando emisiones o combinaciones de combustible /mecanismo de tracción y la economía de la gasolina; gaste todo lo que pueda en promoción» (Lee Schipper, 2003).

Vencer los problemas y afrontar los retos asociados a un sistema de BRT no se limita a la construcción de nuevas vías, la compra de vehículos, la reestructuración de métodos de operación o la modificación de los modelos organizacionales. Para darle un sustento sólido al proyecto, durante el proceso de transformación, resulta fundamental cambiar las nociones y percepciones del público general respecto al transporte público.

Una planificación de transporte efectiva no puede concluirse de forma aislada. En muchos casos las sugerencias del público general, las organizaciones civiles, los operadores existentes, las firmas del sector privado y otras entidades gubernamentales pueden ser más relevantes que aquellas propuestas exclusivamente del equipo de planificación y los consultores del grupo. Los sistemas deben ser diseñados alrededor de las necesidades y requisitos del consumidor. Todos los detalles posteriores respecto a la tecnología y la estructura del sistema pueden derivar de este simple enfoque en el consumidor. Tal como se anotó con anterioridad, los sistemas de autobús hoy en día pierden proporción de viajes porque las preocupaciones de sus clientes respecto a su conveniencia, seguridad y comodidad no están siendo atendidas. En las ciudades de países en vías de desarrollo, los operadores de transporte existentes representan otro grupo clave que puede proveer pistas acerca del proceso de diseño, especialmente en relación con los costos y la estructuración final del negocio.

Este capítulo provee una guía preliminar para ayudarles a los equipos de BRT a desarrollar una estrategia de comunicaciones efectiva y un proceso de participación pública. Los contenidos del este capítulo incluyen:

6.1 Análisis de actores involucrados

6.2 Estrategia de comunicaciones

6.3 Procesos de participación pública

6.1 Análisis de actores involucrados

«Solos podemos hacer tan poco, unidos podemos hacer tanto.»

—Helen Keller, autora y activista, 1880–1968

6.1.1˜Identificación de actores involucrados

El primer paso para desarrollar una estrategia de comunicaciones efectiva es identificar a los actores clave. Por lo general, la barrera más significativa para implementar un sistema de BRT no es ni técnica ni financiera, sino política. Dado que se requiere de una firme voluntad política para solucionar obstáculos de esta índole, una buena estrategia de comunicaciones puede reducir significativamente la oposición política, incrementar el apoyo público del proyecto y mejorar la calidad final del sistema de BRT.

El periodo de pre-planificación es el momento en el cual se deben identificar los grupos clave

y las organizaciones que deben incluirse en la planificación y desarrollo del sistema. Las agencias específicas, los departamentos y los políticos tendrán opiniones e intereses diferentes con respecto al desarrollo de un nuevo sistema de transporte público. Las organizaciones comunitarias o no gubernamentales por lo general también son buenas fuentes de recursos y consulta. Algunas de las organizaciones que deben ser incluidas en el proceso de identificación de actores involucrados son:

- Operadores de transporte existentes, asociaciones de operadores y conductores (formales e informales);
- Proponentes de proyectos de transporte basados en rieles, bien sean servicios que compitan con el proyecto o que sean complementarios;
- Usuarios del automóvil y sus organizaciones;
- Industria de la construcción y otras industrias que sean potenciales aliados del proyecto;
- Clientes (incluyendo usuarios actuales del transporte público, dueños de vehículos, usuarios de transporte no motorizado, estudiantes, grupos de bajos ingresos económicos, discapacitados físicos y adultos mayores);
- Departamentos municipales de transporte público;
- Departamentos ambientales municipales;
- Departamentos municipales de salud;
- Departamentos municipales de desarrollo urbano y obras públicas;
- Agencia de vías;
- Agencias de desarrollo económico;
- Asociaciones de empresarios y comerciantes;
- Asociaciones de residentes;
- Policía de tránsito;
- Agencias nacionales relevantes;
- Expertos y consultores en transporte público;
- Organizaciones no gubernamentales;
- Organizaciones comunitarias o de base;
- Distritos electorales o consejos distritales;
- Medios de comunicación (televisión, radio, prensa, etc.).

Los actores involucrados en el transporte público suelen ser categorizados bien sea como «Población Objetivo – Pública» (usuarios, población en general) o «Población Objetivo – Privada» (proveedores de servicios, conductores y empleados). Los primeros son conocidos como «Población Objetivo Pasiva», y consisten en los usuarios o clientes del servicio y el público en general. Por su parte, el segundo grupo, o «Público Objetivo Activo» incluye los agentes activamente involucrados en la provisión o regulación de los servicios de transporte, sea en el sector privado o en el público (Pardo, 2006).

El análisis de los actores involucrados debe entender cuáles son las principales preocupaciones de cada sector, sus intereses en el proyecto y su capacidad de influenciar, sea de forma positiva o negativa, el desarrollo del mismo (técnicamente se denominan como «recursos» y «mandatos»).

La inclusión y participación activa de los actores involucrados contribuye a evitar mucha de la potencial oposición que un proyecto en desarrollo de esta índole podría tener más adelante. No se debe permitir que algún actor involucrado se apropie del proyecto, o que comprometa el interés público. Por otra parte, la participación no debe ser conducida a cambio de algo. Si las agencias o los grupos sienten que sus aportes no están siendo seriamente considerados, deben ocurrir acciones efectivas en respuesta a la situación. Es más, los actores involucrados pueden contribuir de forma significativa a mejorar la calidad del proyecto. Cada actor involucrado aporta un punto de vista único en los asuntos relacionados con el transporte público y tiene el potencial de contribuir a un producto final mejorado.

6.1.2 Posiciones de los actores involucrados

En términos generales, las posiciones de los actores involucrados pueden resumirse como se muestra en la Figura 6.1. Un interesado puede estar en la posición de dar su completo apoyo al proyecto, o estar en completo desacuerdo. No obstante, todas estas posiciones deben ser consideradas en el análisis de los actores involucrados, dado que el propósito de este ejercicio es conocer

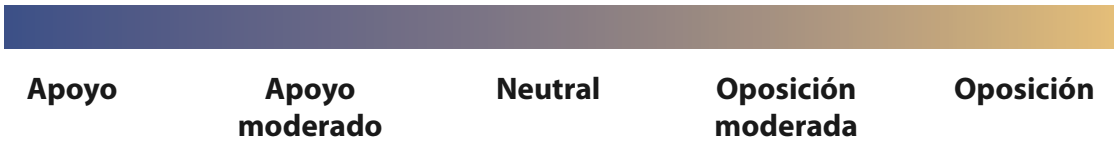


Figura 6.1
Espectro de las posiciones de los actores involucrados.

Tabla 6.1: Actores involucrados en proyectos de BRT y sus posiciones esperadas frente al proyecto

Actores Involucrados	Posible posición
Departamentos municipales	
Departamento de Planeación	Posible partidario de medidas de prioridad de transporte público; su reacción variará dependiendo de su predisposición individual.
Departamento de Transporte	Algunos empleados preferirán los sistemas férreos, mientras que otros verán en el BRT una buena oportunidad para reformar el sector de los buses.
Departamento de Obras Públicas	Algunos ingenieros pueden preferir los proyectos de infraestructura de rieles o para automóviles, pero un proyecto de carriles exclusivos puede resultar interesante.
Departamento de Salud	Es probable que apoyen las medidas que reducen las víctimas en accidentes y aquellas que mejoran la calidad del aire.
Departamento de Medio Ambiente	Es probable que apoyen las medidas que reducen la contaminación atmosférica y auditiva.
Departamento de Deportes y Recreación	Es probable que apoyen las medidas que reducen la contaminación atmosférica.
Departamento de Comercio / Asuntos Internacionales	Se expresará preocupación sobre los impactos económicos, pero es probable que sean persuadidos si se les proporciona suficiente evidencia.
Policía de Tránsito	Pueden no apoyar proyectos de prioridad de transporte público. Pueden creer que este tipo de proyectos crean congestión adicional para el tráfico mixto.
Sector Privado	
Operadores de transporte público existentes	Profundamente preocupados por cualquier cambio del status quo; requerirán de campañas concertadas de información para ser persuadidos. Pueden convertirse en oponentes importantes del sistema si no se manejan adecuadamente.
Proponentes de sistemas sobre rieles	Pueden ser los oponentes más fuertes de un proyecto de BRT, o pueden apoyarlo si este último se integra con una red férrea.
Industria de la construcción	Por lo general resulta partidaria del proyecto.
Industria inmobiliaria	Puede o no apoyar el proyecto.
Cámara de Comercio	Es probable que se pueda persuadir si se obtienen buenos beneficios económicos de las medidas de reducción de tráfico.
Concesionarios de autos, estaciones de gasolina, tiendas de reparación de autos	Se oponen a cualquier iniciativa que pueda resultar en la reducción de vehículos particulares.
Industria de seguros	Apoyan las medidas que reduzcan los accidentes y mejoren la salud en general.
Almacenes de venta al detal	Se expresará preocupación acerca de los impactos en las ventas.
Compañías de telecomunicaciones, agua y alcantarillado	Estarán preocupados por cualquier cambio o desplazamiento de sus redes de servicio.
Complejos grandes de industria y negocios	Apoyarán el proyecto si contribuye al acceso de los empleados y reduce la congestión que dificulta sus actuales envíos.
Servicios Públicos	
Colegios y Universidades	Apoyarán el proyecto si mejora el acceso de los estudiantes; los investigadores pueden contribuir a planear el proyecto y documentar sus impactos.
Hospitales	Pueden apoyar el proyecto si el uso potencial de los carriles exclusivos mejora el tiempo de respuesta de los vehículos de emergencia.
Sociedad Civil	
ONGs ambientales	Apoyan las medidas que reducen la contaminación atmosférica y auditiva.
Organizaciones comunitarias	Apoyan las medidas que mejoran la seguridad y la calidad estética de las vías.
ONGs internacionales y fundaciones	Apoyan a las ciudades que crean experiencias exitosas (buenas prácticas) con potencial para ser replicadas en otras partes del mundo.
Grupos de usuarios	
Dueños de automóviles	Preocupados por la pérdida de espacio en las vías para los vehículos particulares.
Usuarios de transporte público	Apoyan las mejoras de tipo BRT.
Individuos con discapacidad física (movilidad reducida)	Apoyarán el proyecto si se provee un acceso apropiado.

Fuente: http://www.iadb.org

lo que cada interesado piensa acerca del proyecto y saber qué puede hacer cada uno para promocionarlo o detenerlo. También es importante notar que el análisis de los actores involucrados constituye una herramienta útil para conocer la población, más que para convencerla de uno u otro aspecto del BRT.

La Tabla 6.1 lista los actores involucrados que potencialmente se verían afectados (de forma positiva o negativa) por una iniciativa de BRT, así como las posibles posiciones que éstos podrían tomar. Claramente, las posiciones de estos actores involucrados dependerán del contexto local.

Un análisis completo probablemente incluiría los siguientes elementos:

- Identificación de involucrados;
- Intereses y motivaciones de cada involucrado;
- Posición probable dentro del proytecto;
- Recursos y mandatos;
- Problemas percibidos;
- Soluciones a los problemas percibidos.

Al pasar por este proceso analítico, se puede desarrollar una estrategia que enfrenta las preocupaciones de cada involucrado. La Tabla 6.2. presenta un análisis de involucrados parcial que fue desarrollado para un proyecto de transporte público en Palmira (Colombia).

Tabla 6.2: Tabla de análisis de involucrados para un proyecto de transporte público en Palmira

Grupo	Intereses	Recursos (R) y mandatos (M)	Problemas percibidos
Pasajeros	■ Tener un sistema de transporte público confiable y de bajo costo	R: Disponibilidad para pagar por un servicio de transporte de autobús confiable.	■ El servicio de la compañía de transporte no es confiable. ■ Los conductores conducen mal. ■ Accidentes frecuentes. ■ Pasajeros heridos frecuentemente. ■ Frecuentes averías. ■ Los conductores son descorteses.
No pasajeros	■ Reducción de congestión de tráfico	R: Alguna disponibilidad de usar el sistema de transporte público si es confiable.	■ Frecuentes embotellamientos.
Sindicato de conductores	■ Mejores condiciones de trabajo para los conductores de autobús	R: Elevada influencia en los conductores de autobús; afiliación es del 100%. M: Representar los intereses de sus miembros en negociaciones colectivas.	■ Salarios bajos. ■ Jornada prolongada. ■ Vehículos en mal estado. ■ Vías en mal estado.
Compañía Pública de Autobuses	■ Proveer un servicio público seguro y costo-eficiente	R: Flota de autobuses. R: Presupuesto operativo, incluyendo el subsidio municipal. M: Proveer un servicio público seguro y costo-eficiente.	■ Flota vieja. ■ Los autobuses están mal mantenidos. ■ Las tarifas cobradas cubren sólo el 75% de los costos operativos. ■ Disminución de la demanda. ■ Muchas quejas de los pasajeros.
Departamento Municipal de Obras Públicas (DMOP)	■ Mejorar las vías de Palmira	R: Presupuesto anual operativo asignado por el Consejo Municipal/Alcaldesa. M: Construir y mantener vías adecuadas dentro de los límites de la ciudad de Palmira (incluyendo los vecindarios más alejados).	■ Vías en mal estado. ■ El presupuesto es insuficiente. ■ Aumento de la congestión de tráfico.
Alcaldesa de Palmira	■ Tener un sistema de transporte público confiable y de bajo costo ■ Reducir la congestión en la ciudad	R: Tiene el apoyo popular. R: Tiene poder de veto sobre las decisiones del Consejo de la ciudad. M: Servir a los mejores intereses de Ciudad Palmira. M: Servir como ejecutivo y gerente operativo de la ciudad.	■ Aumento de la congestión del tráfico. ■ Muchos ciudadanos se quejan del sistema de transporte público.
Consejo Municipal de Ciudad Palmira	■ Disminuir la congestión en la ciudad ■ Tener un sistema de transporte público confiable	R: Aprueba y supervisa el presupuesto anual de Palmira. M: Servir los intereses de los residentes de Palmira. M: Tomar la decisión final sobre todos los proyectos presentados para ser financiados con el presupuesto de Palmira.	■ Aumento de la congestión de tráfico.

Fuente: http://www.iadb.org

6.1.3 Dueños y empleados del transporte público existente

«Debe tenerse en mente que tener la iniciativa de introducir una nueva forma… es muy difícil y peligroso, y poco probable que tenga éxito. La razón es que todos aquellos que se benefician del orden antiguo se opondrán al innovador, mientras que todos aquellos que pueden beneficiarse del nuevo orden, son, en el mejor de los casos, un apoyo tímido de éste.»

—Niccolo Machiavelli, filósofo político, 1469–1527

6.1.3.1 Dueños de transporte público

Por lo general, las negociaciones más difíciles para desarrollar un sistema de BRT serán con los operadores existentes de transporte público. El cambio nunca es fácil y es probable que se resistan, sin importar los beneficios del cambio que se pretende.

Figuras 6.2, 6.3, y 6.4
Los operadores existentes en Quito protestaron violentamente en 1995, luego de la puesta en funcionamiento del sistema Trole. La semana de disturbios sólo terminó después de la intervención de la fuerza militar ecuatoriana.
Fotos cortesía de El Comercio

Esta serie de circunstancias son particularmente ciertas para el BRT y los operadores de transporte público existentes. El sistema de BRT puede incrementar las ganancias, y mejorar las condiciones de trabajo de los operadores y conductores actuales. No obstante, en muchos países, el sector transporte no está acostumbrado a que el sector público se involucre, vigile, supervise o cree impuestos; con frecuencia los operadores desconfían de las agencias públicas. En ciudades tales como Belo Horizonte (Brasil), Sao Paulo (Brasil) y Quito (Ecuador), la propuesta de formalizar el sector del transporte ha ocasionado brotes de violencia y disturbios civiles. En Quito, los operadores existentes bloquearon las vías del nuevo sistema Trole. Finalmente, se le ordenó a los militares que restablecieran el orden en el lugar (Figuras 6.2, 6.3, y 6.4).

Los operadores de transporte público pueden ser bastante escépticos a cualquier cambio, especialmente a uno que pueda incidir en sus ganancias e incluso en su viabilidad. En muchas ciudades, los operadores privados han presionado a los funcionarios públicos a través de esfuerzos y fuerte cabildeo (*lobby*). No obstante, debe anotarse que la amenaza a los operadores existentes puede ser más percibida que real. Dicho sector puede competir eficazmente para ganar las concesiones de operación en los sistemas de BRT; los operadores de carga y los dueños usualmente se benefician de las sinergias del desarrollo de redes que producen mayores ganancias.

Por tanto, los operadores existentes pueden ver al BRT como una oportunidad de negocios positiva y no necesariamente como una amenaza a su futuro. Sin embargo, la manera como este sector clave logre entender este concepto, depende en gran medida de las circunstancias y la forma como el BRT les sea introducido. La municipalidad debe planear cuidadosamente la estrategia que utilizará con este sector, para garantizar el desarrollo de una relación abierta y de confianza con los operadores existentes. En algunos casos, esta posición puede ser ocupada por un antiguo operador de transporte público o algún otro individuo que tenga credibilidad personal con los operadores actuales.

En muchos casos, un esfuerzo de sensibilización efectivo con los operadores puede contribuir a disolver sus miedos sin fundamento. Las visitas a las ciudades que ya han implementado sistemas de BRT pueden resultar muy apropiadas para los operadores privados de transporte (Figura 6.5). Muchos de los miedos que los operadores tienen frente a los sistemas de BRT pueden desaparecer exitosamente con una visita de primera mano al sistema. Además, los operadores privados pueden convencerse aún más al hablar con operadores de otras ciudades que ya han experimentado la conversión de los sistemas tradicionales al BRT. Las discusiones entre los distintos operadores privados constituyen un efectivo mecanismo para crear una atmósfera de apoyo y confianza.

Habiendo dicho esto, resulta de vital importancia que el líder político del proyecto de BRT no permita que los antiguos operadores de transporte secuestren al interés público. Desarrollar un nuevo sistema requerirá, inevitablemente, difíciles negociaciones con los operadores privados. Dejar que el sistema se defina a partir de los estrechos intereses de los operadores privados puede comprometer significativamente la buena calidad del servicio de transporte público.

Figura 6.5
Victor Raúl Martínez, dueño de la compañía Si99 (uno de los operadores de TransMilenio S.A.), conversa con una delegación de Johannesburgo.
Foto cortesía de ITDP

6.1.3.2 Conductores, cobradores y otros empleados existentes

«Encontrar un buen conductor de autobus es tan importante como encontrar un buen músico.»

—Reba McEntire, cantante, 1955–

Los dueños de las compañías de transporte público no son las únicas personas directamente afectadas por la re-organización del sector. Trabajadores tales como conductores, cobradores y mecánicos estarán preocupados por cómo los cambios afectarán su vida. Dado que estos trabajadores por lo general vienen de comunidades de bajos ingresos económicos, cualquier impacto en su empleo y sus ingresos conlleva a preocupaciones de equidad social considerables.

Una de las preocupaciones más comunes de los empleados es que pierdan sus trabajos o reduzcan sus salarios, una vez entre en operación el sistema de BRT. Dado que los vehículos de BRT por lo general tienen una capacidad de pasajeros mayor que la de los vehículos de transporte público tradicionales, los conductores y otros empleados pueden temer que haya una reducción significativa de personal. Un solo autobús articulado tiene capacidad para 160 pasajeros, mientras que un autobús tradicional o minibús (buseta) tan sólo puede transportar entre 16 y 35 pasajeros.

Figura 6.6
Los trabajadores del sector del transporte en Cuenca (Ecuador) protestan en contra de los cambios regulatorios.
Foto cortesía de El Comercio

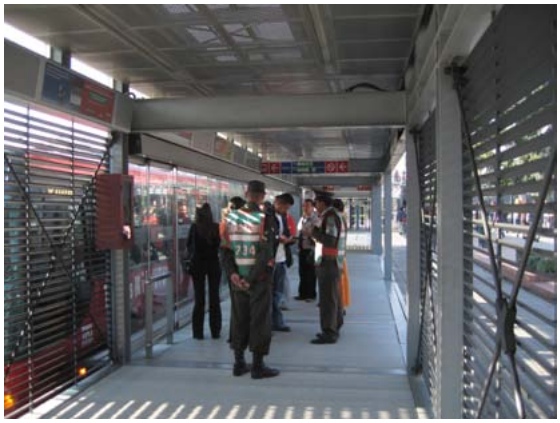
Figuras 6.7, 6.8, y 6.9
El cambio hacia el BRT trae consigo muchas mejoras en el ámbito laboral para los empleados del sistema, tales como instalaciones con casilleros y duchas, salas de descanso y áreas de recreación.
Fotos de Lloyd Wright

Por tanto, un nuevo vehículo de BRT puede terminar reemplazando alrededor de 5 a 10 vehículos existentes. Con el espectro de potenciales reducciones de trabajo, los conductores pueden tomarse las calles para protestar en contra del desarrollo del sistema de BRT (Figura 6.6).

No obstante, cualquier impacto negativo que la reorganización del BRT tenga en las condiciones laborales es usualmente contrarrestado por otros factores y nuevas oportunidades de trabajo. Con mucha frecuencia, los conductores deben trabajar largas jornadas para obtener un ingreso marginal. En muchas ciudades, en países en vías de desarrollo, un conductor toma en arriendo un vehículo por un monto fijo diario. Así, el conductor debe trabajar el mayor tiempo posible para poder recuperar su inversión y tener una ganancia adicional. Como se verá más adelante, en el modelo de negocio para BRT presentado en esta Guía de Planificación, la necesidad de trabajar jornadas excesivamente largas se elimina con el BRT. En este sistema, los conductores tienen un salario fijo y trabajan con un horario por turnos mucho más razonable. Así, en vez de que un sólo conductor trabaje un turno de 16 horas, en el nuevo sistema se pueden emplear 4 conductores diferentes para que trabajen turnos de 6 horas. Además, el rendimiento obtenido de las operaciones del BRT por lo general contribuye a que los conductores ganen un mejor salario, así trabajen menos horas al día. Adicionalmente, el sistema BRT traerá consigo mejores condiciones laborales, seguridad social, entrenamiento, capacitación, uniformes y otros beneficios (Figuras 6.7, 6.8 y 6.9).

La reestructuración del BRT probablemente no sólo traiga consigo mejores trabajos sino también más tipos de trabajos. Existen muchas clases de empleos que los actuales sistemas no pueden incluir en su esquema operativo. Por ejemplo, los servicios existentes pueden no contar con personal de seguridad, o los conductores actuales pueden tener doble empleo como personal de recolección de tiquetes. En las operaciones existentes puede haber sólo un mínimo personal de mantenimiento y administración. Con el cambio hacia el BRT todas estas posiciones sin ocupar, o con bajas ocupaciones, serán plenamente formalizadas (Figuras 6.10 y 6.11). Así, la creación de nuevas posiciones puede contribuir a mitigar las posibles reducciones de puestos de trabajo que se ocasionen.

Por tales motivos, muchos sistemas nuevos de BRT han incrementado y no disminuido sus tasas de empleo. No obstante, no es inconcebible que ocurra una serie de circunstancias que redunden en la reducción de empleos. Dada la sensibilidad del empleo del sector del transporte, es altamente recomendable que las ciudades consideren las posibles circunstancias y tomen



Figuras 6.10 y 6.11
La formalización del sistema de transporte trae consigo nuevas oportunidades laborales que anteriormente no eran parte del esquema operativo. El personal de seguridad (foto izquierda) y los empleados de mantenimiento (foto derecha) trabajan en nuevas posiciones abiertas con la reforma del sistema.
Foto izquierda de Carlos Pardo; Foto derecha de Lloyd Wright

fuertes medidas para mitigar los impactos laborales. Si no se puede evitar alguna reducción en el empleo, al menos las ciudades deben implementar acciones de corrección tales como programas de entrenamiento y apoyo para búsqueda de trabajo.

6.1.4 Interesados en sistemas férreos

Después de los operadores de transporte público, uno de los grupos que probablemente más se oponga al proyecto de BRT será el de los proponentes de proyectos que le compitan al sistema. Con frecuencia, serán equipos proponentes de una tecnología alternativa sobre rieles. Idealmente, la selección de una tecnología de transporte masivo debe ser el resultado de un análisis racional de costos y beneficios de los diferentes sistemas, y de la selección de la mejor alternativa para cada corredor, establecida y fundada en un plan maestro integrado de transporte masivo a largo plazo. En esos casos, los intereses del BRT y los rieles pueden proveer puntos de encuentro críticos para la red de transporte y servir mutuamente de apoyo.

En otros casos, y en particular cuando una ciudad de medianos ingresos está desarrollando su primer sistema de transporte masivo, es probable que exista competencia por los corredores más lucrativos. Los proponentes de un proyecto sobre rieles bien fundamentado pueden difundir información equívoca acerca del BRT, que puede resultar muy convincente a los ojos de los tomadores de decisión y tremendamente dañina para el apoyo público.

Por lo general, una de las decisiones políticas más difíciles que el proponente de un sistema de BRT debe tomar es determinar cómo situar su nuevo proyecto en relación con las propuestas de sistemas sobre rieles, elaboradas con anterioridad en corredores de alta demanda. En últimas, si se encuentra que los corredores son financieramente viables y que tienen aceptación política para ser destinados al BRT y tienen menos oposición que en otros corredores, estos serán considerados en la fase I. Dado que los sistemas de BRT se pueden construir relativamente rápido, la implementación eficaz de un buen sistema de BRT se convierte en uno de los aspectos más importantes de este proceso.

Si se introduce un sistema de BRT como competencia a un proyecto basado en rieles en un corredor similar, por lo general es buena idea sugerir un análisis abierto y transparente entre los funcionarios de gobierno donde ambos proyectos expongan su esquema públicamente y en detalle. Los proponentes del BRT deben estar listos para dar respuestas precisas con datos exactos acerca del potencial de su propuesta, pero también deben demandar una exposición completa y abierta de las propuestas competidoras, y estar preparados para responderle a los argumentos, por lo general exagerados, de la competencia.

Los proponentes de metro, tranvía o monorriel pueden argumentar públicamente que no necesitarán de subsidios del gobierno, que atraerán a grandes cantidades de conductores de vehículos particulares y que no quitarán espacio de las vías para los vehículos privados. Los proponentes del BRT deben estar listos para responder a estos argumentos. En el Capítulo 2, acerca de las opciones tecnológicas en el transporte público, se presentarán algunos materiales que deben darle a los planificadores expectativas razonables acerca de las posibilidades de las tecnologías de transporte público que le son competencia.

6.1.5 Usuarios del automóvil

Mientras que algunos grupos de cabildeo que representan los intereses de los usuarios del automóvil pueden crear oposición política para la implementación del BRT, su posición no debe darse por sentado. Si a los usuarios del automóvil y sus organizaciones se les da información adecuada y oportuna acerca del proyecto de BRT y su impacto esperado en su sector, pueden convertirse en aliados en vez de opositores. Por lo general, los usuarios del automóvil no están contentos con la congestión del tráfico y sienten que se debería hacer algo. Algunos de ellos buscan alternativas de alta calidad para hacer al menos algunos recorridos en transporte público. La mayoría de los usuarios de automóvil apoya el transporte masivo, si existe la posibilidad de que sea usado por otros. De hecho, en algunos casos el BRT mejora las condiciones de desplazamiento del transporte motorizado particular.

Mientras que en el mundo desarrollado los dueños de los automóviles representan la mayoría de la población, en los países en vía de desarrollo este grupo representa menos del 15%. Aunque el poder político de los usuarios del automóvil es totalmente desproporcionado en relación con la cantidad de personas que representa, por lo general incluye a los sectores con mayores ingresos económicos de la ciudad y, por tanto, los grupos sociopolíticos más influyentes. El grado en el cual se organizan los usuarios del automóvil varía mucho de país a país. En algunos casos, los proyectos de BRT han sido implementados sin mayor resistencia por parte de los usuarios del automóvil; en otros, éstos han expresado serias preocupaciones, generalmente a través de los medios de comunicación. Algunos usuarios del automóvil privados verán el desarrollo del BRT como la expropiación de su infraestructura de transporte, mientras que otros estarán entusiasmados por el desarrollo de una alternativa de transporte masivo de buena calidad.

La idea de priorizar el espacio vial para el transporte público puede parecer contraria a los intereses de los propietarios de vehículos particulares. No obstante, a veces separar los vehículos de transporte público de los demás automóviles mejora las condiciones para quienes se desplazan en automóviles particulares. Dado que los vehículos de transporte público se detienen con frecuencia, y en algunos países pueden representar la mayoría de los vehículos en las vías, separarlos del tráfico mixto puede mejorar el flujo vehicular.

A pesar de que el impacto específico en el tráfico mixto dependerá de las circunstancias locales, éste puede predecirse con antelación. Obtener información precisa para el público motorizado puede prepararlo con expectativas razonables acerca del nuevo sistema. Si éste se diseña bien, es probable que se minimicen los impactos negativos en este sector, e incluso puede tener impactos positivos.
Si el nuevo sistema realmente tiene efectos negativos para los usuarios del automóvil, los proponentes del proyecto deben estar listos y preparar una campaña que justifique el proyecto, teniendo en cuenta las consideraciones ambientales y de equidad (Figura 6.12).

Figura 6.12
Empleada del sistema BRT TransJakarta difundiendo información a los usuarios del automóvil acerca del nuevo sistema.
Foto cortesía de ITDP

6.1.6 Usuarios de transporte público

Los clientes actuales del transporte público son aliados obvios para obtener la voluntad política necesaria y el apoyo al proyecto de mejora del transporte público. Los usuarios del transporte público tal vez constituyen el grupo más fuerte que se beneficia de un servicio mejorado. Desafortunadamente, en muchos casos, los usuarios del transporte público no están bien organizados ni representan grupos altamente influyentes. Sin embargo, cuando los usuarios de transporte público se unen a una sola voz, su influencia puede ser bastante significativa. El Sindicato de

Usuarios de Autobuses de Los Ángeles ha sido muy exitoso en hacerse notar por parte de los tomadores de decisión de transporte público (Figura 6.13).

En ciudades como Quito, las demostraciones de los pasajeros han manifestado resistencia frente a las demandas de los operadores públicos. Los grupos de pasajeros pueden protestar en contra de la elevación de las tarifas, mientras que los operadores exigen dichos incrementos para poder proveer un mejor servicio. Hasta cierto punto, estas tensiones pueden estimular un debate sano. No obstante, en otros casos, puede derivar en violencia o puntos de estancamiento (Figuras 6.14 y 6.15).

6.1.7 Departamentos municipales

Sin importar el tipo de proyecto, por lo general la decisión acerca de cuál o cuáles agencias gubernamentales van a estar a cargo del proyecto, constituye un proceso complejo y discutido. Las agencias y empleados que se excluyen del proceso de planificación y desarrollo pueden reaccionar en formas que podrían ir en detrimento de la eventual implementación del sistema. Algunos grupos pueden interpretar su exclusión como evidencia de que el nuevo proyecto de transporte público va en contra de sus intereses. La agencias excluidas también se pueden sentir amenazadas y considerar que su campo de dominio e influencia está siendo erosionado. En estos casos, las organizaciones excluidas pueden oponerse e incluso obstruir el desarrollo del proyecto. Esto resulta especialmente relevante, dado que las autoridades locales pueden contar con herramientas legales y administrativas para detener el proyecto. No obstante, si se toma el enfoque correcto con estos grupos en etapas futuras del proceso de pre-planificación, las mismas herramientas que pueden detener el proceso podrían ser útiles para garantizar el éxito del mismo.

El rol del cuerpo de regulación es usualmente el más complejo y discutido, dado que es el responsable de los operadores del transporte público existente. Con frecuencia, el otorgamiento de licencias de rutas y de operación genera ganancias lícitas e ilícitas para los funcionarios de gobierno, y la potencial pérdida de dichas ganancias es una de las mayores preocupaciones del cuerpo de regulación. Si se le entrega la responsabilidad del proyecto de BRT a esta misma agencia puede suceder que, secretamente, ésta esté tratando de perjudicar el proyecto. Un alcalde poderoso con el apoyo de

Figura 6.13
El Sindicato de Usuarios de Autobuses de Los Ángeles ha comprobado ser muy influyente en las mejoras del servicio de transporte público.
Foto cortesía del Sindicato de Usuarios de Autobuses de Los Ángeles

Figuras 6.14 y 6.15
La propuesta de incrementar las tarifas de los autobuses en Quito terminó en protestas violentas.
Foto izquierda de Alfredo Lagla; Foto derecha de Diego Pallero; Fotos cortesía de El Comercio

grupos de interés público puede, por lo general, solucionar este tipo de problemas con la suficiente voluntad política.

6.2 Desarrollar una estrategia de comunicaciones

«El mayor problema con la comunicación es creer que se ha cumplido.»

George Bernard Shaw, dramaturgo, 1856 – 1950

Las comunicaciones en un proyecto de BRT tienen dos componentes. Primero, se necesita una estrategia para *comunicarse con los actores directamente involucrados* o con el «público objetivo activo», que incluyen:

- Operadores de transporte público;
- Otras agencias gubernamentales involucradas o afectadas por el proyecto;
- Equipo interno del proyecto.

En segundo lugar, se necesita una estrategia para comunicarse con el público en general o con el «público objetivo».

Es recomendable difundir información básica al comienzo del proyecto, tanto a los actores involucrados como al público en general, acerca de lo que es el BRT. Dado que el BRT es un concepto relativamente nuevo, es común que pocos de los actores involucrados tengan un entendimiento detallado. La información acerca de sistemas exitosos tales como los de Bogotá y Curitiba también contribuye a este propósito. Las presentaciones públicas y las notas de prensa de los representantes de sistemas de BRT existentes son con frecuencia buenos mecanismos para poner el tema en la esfera pública (Figura 6.16). Otra estrategia, que ha probado ser exitosa para continuar con el proceso educativo, es invitar a actores clave involucrados y representantes de los medios a visitar otras ciudades donde ya se han implementado exitosamente sistemas de BRT (Figura 6.17).

El anuncio político de que un proyecto de BRT está en desarrollo constituye un hito en el proceso. Una vez las autoridades políticas han anunciado que se construirá un proyecto de BRT, de inmediato habrá un gran interés del público hacia éste. Así, mucho antes de hacer este anuncio se debe articular toda una estrategia de comunicaciones. Se deben considerar con antelación las posibles reacciones de los actores involucrados, antes de poner el proyecto a la luz pública.

6.2.1 Organizar el equipo de comunicaciones

Uno de los empleados de tiempo completo que debe ser seleccionado para el proyecto es el director de comunicaciones. Las comunicaciones dentro del proyecto son una determinante principal para garantizar la efectividad y eficiencia del proceso de planificación. De igual forma, las comunicaciones hacia afuera, con los actores involucrados, son esenciales para determinar si el proyecto será aprobado para su implementación completa.

Figura 6.16
El ex-alcalde de Bogotá, Enrique Peñalosa, discute las ventajas políticas del sistema TransMilenio S.A. con el vicegobernador de Yakarta, Budihardjo. 2001.

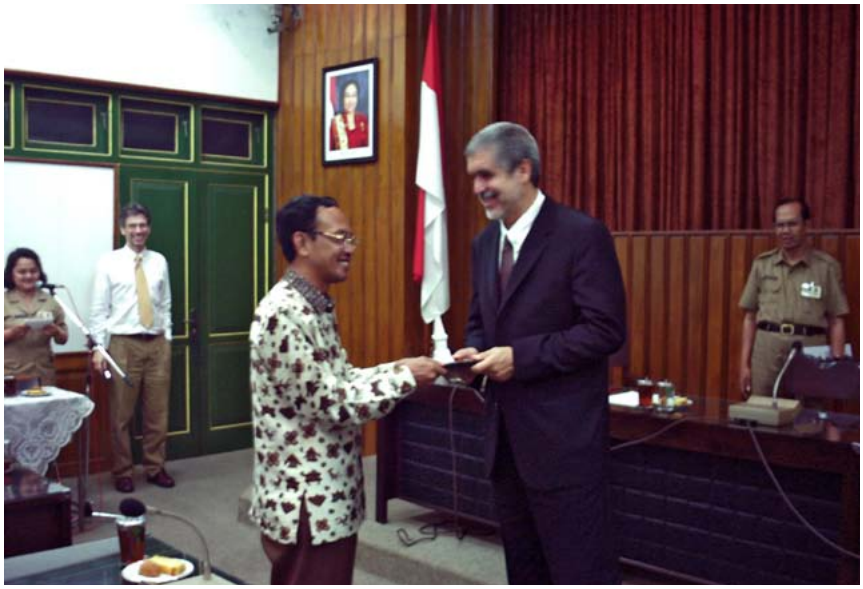


Figura 6.17
Los empleados de TransMilenio S.A. le explican el sistema al gobernador de Yakarta, Sutiyoso. 2003.

Dados los diferentes niveles de las comunicaciones, puede resultar apropiado designar distintos portavoces, especialmente cuando se hace distinción entre comunicaciones internas y externas. Debido a que el sistema BRT constituye un proyecto público de alto perfil, el líder político principal (bien sea el alcalde o el gobernador) tiene un rol importante en el progreso y resultado del proyecto (Figura 6.18). Así, el líder político puede designar un portavoz específico para que maneje los temas clave de comunicaciones, especialmente los referidos a los medios de comunicación. Este portavoz tendrá la autoridad para responder las preguntas relacionadas con el proyecto, en representación del líder político. Este último y su representante designado son, por lo general, responsables de las comunicaciones permanentes entre el comité de dirección del proyecto, los actores clave involucrados y los medios de comunicación.

El portavoz del proyecto puede ser un experto en comunicaciones o uno de los directores de departamento que supervise la planificación. La persona seleccionada debe tener un gran conocimiento sobre los detalles del proyecto, así como una gran capacidad verbal y de comunicación oral. El portavoz (o portavoces) será la cara pública del proyecto y será quien se encargue de hacer las declaraciones oficiales ante la televisión, la radio y los demás medios de comunicación.

Si el portavoz del proyecto no es definido con claridad por parte de los líderes políticos, diversas personas relacionadas con éste pueden tener que responderle al público o los actores involucrados. Si no existe una detallada serie de respuestas a las preguntas de los medios y el público en general, los mensajes enviados pueden ser inconsistentes o aún peor, incorrectos. Al final, la falta de una estrategia de comunicaciones lleva a una gran confusión entre los actores involucrados y reduce la confianza del público hacia el proyecto.

Las comunicaciones internas entre los miembros del equipo del proyecto y el comité directivo también deben ser manejadas con cuidado. Si existe poca comunicación, los miembros del comité directivo se sentirán aislados del proyecto. En esos casos, puede resultar más difícil obtener aprobaciones particulares del proyecto en determinados momentos. Dar informes

Figura 6.18
Dada la cantidad de prensa y atención en medios que recibió la iniciativa de BRT de Yakarta, este proyecto tuvo importantes implicaciones políticas para el Gobernador Sutiyoso.
Imagen cortesía de ITDP

periódicos de avance, bien sea por medios verbales o electrónicos, contribuye a garantizar que todos estén informados e involucrados.

Para algunos grupos de actores clave involucrados, tal como el de los operadores de transporte público existentes, puede resultar apropiado que el proyecto designe una persona específica para que maneje las comunicaciones entre ambas partes todo el tiempo. Este portavoz específico para un sector debe estar en contacto permanente y cercano con el líder político, para asegurar que la dirección de las relaciones entre ambas partes sea consistente con la política pública oficial.

Por lo general, un líder adecuado para la campaña informativa que se dirige al público lo constituye un profesional especializado en relaciones públicas. En una municipalidad grande, este rol también lo puede asumir una oficina de prensa. No obstante, dada la importancia de un nuevo sistema de transporte para una ciudad es recomendable contar con un equipo independiente de profesionales en relaciones públicas. Algunas de las actividades que un equipo de esta índole debe adelantar son:

- Preparar los materiales que serán presentados;
- Organizar ruedas de prensa;
- Desarrollar una estrategia de medios.

Los científicos sociales también pueden ser parte del equipo de relaciones públicas, especialmente cuando existen aspectos sensibles que el análisis de actores involucrados ha identificado con

anterioridad (como por ejemplo la preocupación por la pérdida de trabajos por parte de los actuales operadores).

En el caso de TransMilenio S.A., el director del proyecto era directamente seleccionado por el alcalde y tenía la facultad para hablar acerca de todos los asuntos relacionados con el sistema, cuando él mismo no podía hacerlo. El director contaba con la colaboración del equipo del proyecto, y con el tiempo y los esfuerzos que un banco grande donó para una campaña de relaciones públicas. Este individuo resumió sus actividades de la siguiente manera:

> «Como Director del Proyecto TransMilenio, yo dediqué gran parte de mi tiempo a discutir el nuevo sistema de transporte y a explicar sus beneficios a los líderes políticos, religiosos y empresarios, así como a otras asociaciones y grupos de interesados. Yo asistía a un sinnúmero de mesas de discusión, paneles y conferencias. También fui entrevistado por diferentes medios de comunicación, preparaba los comunicados oficiales y asistía a numerosos debates y foros para discutir todos los asuntos relacionados con el sistema» (de Guzmán, 2005).

En el caso de TransJakarta, no se designó oficialmente a una persona y el público recibió información contradictoria de dos fuentes diferentes: el Departamento de Transporte y la cabeza del grupo de trabajo de TransJakarta. Sin embargo, antes del lanzamiento del sistema, el gobernador contrató a una firma de consultores para organizar eventos con la prensa, y para diseñar y difundir publicidad del sistema en radio y televisión. Las ONGs también jugaron un papel importante en TransJakarta, tanto en la difusión de la información sobre el proyecto como en la crítica a los errores cometidos por el equipo de planificación.

En el caso de Delhi, el equipo del proyecto liderado por el Instituto de Tecnología de la India (IIT por sus siglas en inglés) contrató a una firma de profesionales en relaciones públicas.

En el caso de Dar es Salaam, la unidad de administración del proyecto contaba con un director responsable de manejar el proceso y con un coordinador de proyecto quien debía comunicarse con todos los actores clave involucrados. No obstante, el portavoz oficial del proyecto inicialmente era el alcalde.

Figura 6.19
Esta imagen de una estación de BRT propuesta en Las Vegas ayuda a establecer una visión moderna y positiva entre el público, y contribuye a establecer una relación entre el nuevo sistema y la comunidad local.
Imagen cortesía de la Ciudad de Las Vegas

Se debe asignar una partida presupuestal para la publicidad del proyecto; todos los demás recursos disponibles deben utilizarse para incrementar las oportunidades en el mercado.

6.2.2 Materiales promocionales

La promoción de un nuevo sistema de BRT, que cuenta tanto con los intereses privados como con los del público, por lo general requiere del desarrollo de una serie de materiales publicitarios estandarizados. Aunque este material debe ajustarse a las necesidades políticas específicas del lugar, algunos de ellos son estándar:

- Posicionamiento de marca y diseño de un logotipo;
- Imágenes del nuevo sistema;
- Modelos tridimensionales;
- Mapas de rutas;
- Videos de simulación.

El posicionamiento de la marca del sistema, el logotipo y el lema publicitario deben ser desarrollados con mucho cuidado y conocimiento por parte de una firma de profesionales en mercadeo. En el Capítulo 18 de esta Guía de Planificación se comentará, detalladamente, acerca del desarrollo de un paquete de mercadeo completo.

Dado que es probable que el público en general tenga poco conocimiento sobre el BRT, un paquete de materiales visuales puede ser un mecanismo efectivo para introducir el concepto a la ciudadanía. Las imágenes visuales del nuevo sistema (*renders*) son un elemento clave en cualquier campaña de relaciones. Entre mejor sea la calidad de estas imágenes, más útiles serán para las relaciones públicas. Algunos excelentes ejemplos de las estaciones del BRT de Las Vegas muestran cómo el sistema incorporará los tradicionales avisos de neón evocando el glamur de la ciudad que conectan el sistema planificado con un sentimiento de orgullo municipal (Figura 6.19). Mostrarle a la gente cómo su ciudad será transformada por el nuevo sistema de BRT puede generar mucho entusiasmo y un fuerte deseo por parte del público de ver la implementación del proyecto.

Con el advenimiento de *software* económico y fácil de utilizar, los *renders* pueden ser elaborados relativamente rápido y a costos moderados. En la mayoría de los casos, las estaciones cerradas con sistemas de recolección en la entrada, así como la utilización de vehículos de BRT

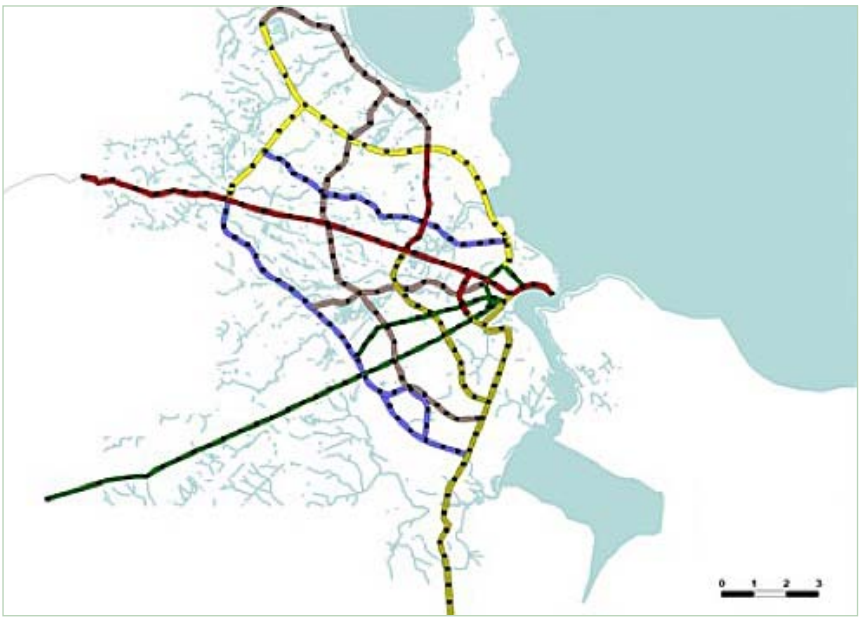
Figura 6.20
Modelo tridimensional del Nuevo sistema de BRT en Dar es Salaam.
Foto cortesía de ITDP

modernos suelen resultar opciones visualmente muy atractivas, especialmente en países en vías de desarrollo donde los usuarios están acostumbrados a servicios de autobús de muy baja calidad. Por tanto, las imágenes sofisticadas de un sistema pueden contribuir a estimular el entusiasmo del público en general.

Los modelos tridimensionales también pueden resultar muy efectivos para explicar, tanto al público en general como a los actores clave involucrados, la forma como el sistema de BRT funcionará y darles una idea aproximada de cómo lucirá (Figura 6.20).

Los *mapas de las rutas* futuras constituyen una parte fundamental de las campañas de relaciones públicas de un sistema de BRT. El mapa de rutas crea una sensación entre los actores involucrados de que, en efecto, el nuevo sistema será implementado (Figura 6.21). Hacer que el

Figura 6.21
Primer futuro corredor completo del sistema DART de Dar es Salaam.
Cortesía de Logit Engenharia



alcalde o gobernador publique el mapa de las rutas propuestas del sistema de BRT, en particular un mapa de rutas que tenga una apariencia similar a la de un metro, constituye una señal de la seriedad política del proyecto y crea una sensación de que éste se llevará a cabo inevitablemente. Esto será clave para tener el respaldo del público en general. El mapa de rutas le muestra a los usuarios cómo se beneficiarán con el nuevo sistema. Por esta razón, es importante no sólo indicar las rutas de la Fase I, sino el trazado general propuesto para la red completa.

Finalmente, cada vez se hace más viable (económicamente) producir un video que simule los problemas del actual sistema de transporte, en contraste con el nuevo sistema de BRT. La empresa TransMilenio en Bogotá elaboró una serie de videos cortos acerca del futuro sistema de BRT y los puso al aire en la televisión nacional. Con frecuencia, dichos videos representaban las condiciones afrontadas por los usuarios del sistema de transporte existente y mostraban imágenes del futuro sistema. Una técnica exitosa es seguir los movimientos de los clientes en su recorrido por el sistema. Un buen video le permitirá al público tener una idea acerca de lo que sería viajar en el nuevo sistema de BRT.

6.2.3 Estrategia de comunicaciones para públicos objetivos activos

Los «públicos objetivos activos» o los «públicos objetivos privados» se refiere a aquellos actores involucrados con intereses financieros directos o involucrados directamente en la planificación del proyecto. Estos actores por lo general tienen un estrecho vínculo con todo el proceso de planificación del proyecto. La comunicación frecuente y detallada con estos grupos resulta esencial para evitar la oposición o demoras del proyecto. Como mínimo, una iniciativa de BRT debe diseñar una estrategia de comunicaciones para cada uno de estos públicos objetivo activos:

1. Los proveedores existentes de servicios de transporte
2. Las autoridades locales
3. El equipo interno del proyecto

6.2.3.1 Proveedores existentes de servicios de transporte

La estrategia de comunicaciones con actores clave involucrados tiene dos funciones principales. Primero, los mensajes dirigidos a este grupo pueden contribuir a disuadir preocupaciones que puedan terminar siendo puntos de resistencia al proyecto. Así, estas comunicaciones pueden ayudar a prevenir obstáculos potenciales en la implementación del sistema. Segundo, las comunicaciones con estos grupos pueden contribuir a un mejor diseño y ejecución del sistema, basadas en sus observaciones y recomendaciones.

En el proceso de transformar el sistema de transporte público de una ciudad existen una serie de proveedores de servicios de transporte, que se constituyen en agentes clave. Aunque éstos mismos pueden convertirse en obstáculos al proceso de transformación, también pueden representar un importante grupo de aliados si se manejan adecuadamente. Es muy probable que los operadores actuales se den cuenta de las mejoras significativas que un nuevo sistema de transporte conlleva, en términos de su rentabilidad en el largo plazo. Es esencial, por tanto, tener una estrategia de comunicaciones efectiva con todas las personas involucradas en su operación (negociantes, comerciantes, dueños de buses, conductores y personal administrativo). Estos operadores también poseen información crítica sobre el sistema y asegurar su apoyo garantizará que el proceso de planificación sea mucho más sencillo. Tener en cuenta sus preocupaciones es fundamental para hacer viable el sistema en el largo plazo (Figura 6.22).

Figura 6.22
El sector de transporte público, tal como era antes del sistema TransMilenio S.A. en Bogotá. Involucrar a los operadores existentes y demostrarles los beneficios de un sistema mucho mejor es fundamental para garantizar el éxito del proyecto de BRT.
Foto de Lloyd Wright

El equipo de comunicaciones debe esforzarse por vincular a los proveedores del servicio en el proceso de transformación, para poder minimizar la oposición al cambio. Los proveedores de servicios de transporte usualmente no están organizados como una coalición homogénea. De hecho, existen numerosos agentes con diferentes intereses en la misma industria del transporte. Es necesario investigar y analizar los intereses de cada agente identificado; sus preocupaciones y recursos disponibles. Por ejemplo, los intereses de los conductores y los dueños de los buses son diferentes y éstos, a su vez, se distinguen de los intereses de los administradores de las compañías de transporte. Es más, cuando se encuentran sindicatos o coaliciones, el líder del grupo puede tener intereses diferentes a los de los miembros individuales de la asociación.

Así como los ingenieros elaboran diseños técnicos y los economistas planifican estrategias financieras, el equipo de especialistas en análisis estratégico, comunicaciones y procesos de negociación debe liderar todas las discusiones con los proveedores de transporte existentes. En el caso de Bogotá, se organizó un equipo de ocho personas conformado por economistas, abogados, psicólogos, sociólogos y expertos en negociación. Este equipo estuvo a cargo del manejo de las discusiones con los proveedores de servicios de transporte existentes, durante un periodo de dos años.

La primera tarea del equipo debe ser aprender todo lo que hay por saber acerca de la industria de transporte en la ciudad, para poder crear un mapa sociopolítico. Dicho mapa constituye una herramienta que provee los perfiles de todos los agentes clave en la industria del transporte, sean individuos, compañías o grupos. Es muy útil analizar las preocupaciones particulares de cada agente y sus implicaciones concretas. El mapa debe contener información sobre el contexto, los intereses, las posiciones en el proceso, las asociaciones, negociaciones, fortalezas y debilidades del sistema. Tener un entendimiento profundo de la forma como opera la industria del transporte en la ciudad es esencial para poder transformarla. Convertirse en un experto es la única forma en que se puede trazar el camino correcto hacia el cambio y desarrollar una estrategia acorde.

En el caso de TransMilenio S.A., se elaboró un portafolio con los perfiles de cada una de las setenta compañías de transporte de Bogotá. Los expedientes incluían información sobre la historia de la empresa, nombres, rutas y estados financieros entre otros documentos relevantes. Los expedientes también contenían datos acerca de los grupos interesados de transporte, las asociaciones y cada uno de sus líderes individuales. Al final del periodo de investigación, se podía afirmar que el equipo conocía mejor a la industria y a los dueños de las compañías, que el mismo gremio de transportadores.

Una vez que se cuenta con un mapa sociopolítico y se ha llevado a cabo un análisis de actores involucrados, se debe desarrollar un plan y una estrategia de comunicaciones. El plan debe ser usado como una guía flexible, dado que necesitará constantes revisiones y actualizaciones. Dicho plan debe listar todas las actividades requeridas y la persona responsable de su ejecución, así como las fechas de entrega respectivas, la duración y correlación de la actividad. Así, esta información resultará indispensable para desarrollar la ruta crítica de actividades del proyecto. Con este plan será más fácil controlar las actividades del equipo de trabajo, así como monitorear todos los progresos obtenidos con relación a las metas y resultados propuestos.

La interacción directa y las discusiones entre los administradores del proyecto y los proveedores de transporte existentes, también es indispensable. No obstante, esta actividad consume mucho tiempo y requiere atención constante. Este proceso requiere que se asista a reuniones con los grupos interesados y a asambleas de sindicatos; también que se realicen discusiones con todos los demás administradores de servicios de transporte y con la junta directiva. Es importante asistir a los eventos mencionados con anterioridad, porque los asuntos que allí se discuten resultan esenciales para los proveedores de transporte actuales y para el nuevo proyecto. Además, las conversaciones directas con los interesados crean una atmósfera de confianza, compromiso y transparencia entre las partes involucradas. La interacción, a su vez, provee a los administradores del proyecto con un entendimiento más profundo de las motivaciones, intereses, posiciones y aspiraciones de las demás partes involucradas. De igual forma, al tener discusiones directas se evitan todos los intermediarios innecesarios, las

Figura 6.23
Los líderes del proyecto de BRT de Dar es Salaam discuten con la asociación de dueños de Daladala, acerca del sistema DART propuesto.
Foto cortesía de ITDP

agendas de los grupos de interés y la mediación política (Figura 6.23).

Todos los asuntos deben ser estudiados con detenimiento antes de que sean discutidos. Además, un miembro del equipo deber ser asignado como responsable del tiempo y de redactar el acta de la reunión, con un resumen de los temas principales discutidos en cada sesión.

La estrategia de comunicaciones debe ser desarrollada en torno a un número seleccionado de temas. En el caso de Bogotá, los mensajes principales fueron:

1. **Fracaso de la industria**
   «La industria de transporte de Bogotá no ha logrado mantenerse al día con los cambios de la industria en otros países y con otras industrias. Actualmente, la industria del transporte emplea tecnología obsoleta y utiliza prácticas de empleo, planes financieros y estrategias de administración anticuadas». Dichas tendencias fueron constantemente explicadas a profundidad, en foros y asambleas. Finalmente, los miembros de la industria por sí solos se dieron cuenta de la naturaleza de la crisis y concluyeron que era necesario un cambio, al menos para el grupo de administradores que creaban una masa crítica.
2. **Forma urbana y eficiencia**
   «Un sistema de transporte, entendido como un servicio público fundamental, afecta significativamente la estructura de la ciudad y su funcionamiento. Los proveedores de servicios de transporte no siempre tienen conciencia del gran impacto que su negocio tiene en la vida diaria de las personas. Una industria de transporte desactualizada, desorganizada y mal manejada afecta negativamente la calidad de vida de los ciudadanos. Los alcaldes y funcionarios públicos deben intervenir en el proceso de transformación, para asegurar que se obtenga un beneficio más grande». Este mensaje debe servir para explicar las razones por las cuales debe realizarse una intervención para transformar la industria.
3. **Bienestar social**
   «El bienestar de la sociedad está por encima del bienestar individual. Este concepto cívico básico da cuenta de que el proceso de transformación se lleva a cabo para responder a los intereses de la sociedad, que están por encima de aquellos algunos pocos, como de los proveedores de servicios de transporte público». Este concepto sienta un precedente para las discusiones futuras con los miembros de la industria de transporte. Les pondrá en claro que imponer las condiciones que sólo favorecen sus intereses y aspiraciones no es aceptable.
4. **Inevitabilidad de la transformación de la industria**
   «El cambio *sí* sucederá, ya sea con o sin el apoyo de los proveedores del servicio de transporte. Es inevitable que ocurra un proceso social de modernización que contribuya a responder a las necesidades de la sociedad. Oponerse a este cambio implicaría asumir riesgos y costos que en últimas resultan más altos que cooperar y hacer parte del proceso.» Este era el mensaje clave de las comunicaciones con la industria del transporte: les decía que podían ser socios claves del proceso, pero que éstos no deberían demorar el objetivo general propuesto.
5. **Oportunidad**
   «En cada crisis hay una oportunidad. En las crisis algunos pueden sufrir; pero otros, que aprovechan las oportunidades exitosamente, pueden emerger de la crisis en una posición más fuerte.» Este mensaje invita a las personas a escoger si quieren salir del proceso de transformación como víctimas o como ganadores.

Todas las actividades, discusiones y negociaciones del plan de comunicaciones deben ser

desarrolladas de acuerdo con un estándar profesional estricto. Lo mejor es seguir alguna de las muchas estrategias de negociación, en vez de dejar que los sentimientos personales se involucren en el proceso.

Las discusiones con los proveedores de servicios de transporte deben ser educativas. El éxito del proyecto depende de si la industria puede realmente cambiar su modo de pensar, y transformar sus prácticas profesionales y métodos operacionales.

Mientras que las discusiones directas son un instrumento efectivo para lograr este propósito, los viajes al exterior a observar otros sistemas de transporte pueden ser un complemento perfecto. De esta manera, los operadores pueden ser testigos de primera mano de ejemplos reales de sistemas alternativos y exitosos. Los operadores también podrán darse cuenta de los medios que pueden contribuir a realizar todos los cambios necesarios, como capacitaciones en análisis financieros, manejo de recursos humanos y servicio al cliente.

6.2.3.2 Autoridades locales

Los nuevos proyectos de esta naturaleza necesariamente requerirán aprobación de al menos uno de los niveles del gobierno, sea municipal, estatal o nacional. Comunicarse efectivamente con los funcionarios del gobierno permitirá que el proyecto se desarrolle tranquilamente y prevendrá la oposición interna.

El objetivo es recibir la aprobación necesaria para el proyecto, las licencias de construcción, los créditos, las facultades legales y los recursos financieros de las entidades gubernamentales, para poder completar exitosamente el proyecto. También se debe buscar autorización para hacer cualquier ajuste o cambio que se considere necesario.

La interacción con los funcionarios del gobierno requiere la vinculación de profesionales especializados que estén familiarizados con todas las formalidades y procedimientos, para que las aprobaciones y permisos de las agencias gubernamentales competentes puedan ser obtenidos oportunamente. También es útil contratar a abogados especializados e individuos con perspicacia política y conocimiento de los actores clave de la ciudad y sus intereses, posiciones y aspiraciones respectivas.

La elaboración de un mapa sociopolítico debe volverse a realizar, esta vez enfocado en las normas ciudadanas, sus procedimientos, formalidades, procesos, requisitos, tiempos de espera y agencias competentes. El mapa sociopolítico es una herramienta esencial para garantizar el éxito del proyecto, tan rápido como sea posible. Incluso los proyectos más extraordinarios han fracasado, debido a que no han podido manejar efectivamente el aparato burocrático. Es necesario contar con un plan de las actividades requeridas, las partes responsables, fechas estipuladas, duración estimada e interrelación para poder trazar la ruta crítica del proyecto. Este mapa también será una herramienta indispensable para monitorear, controlar y ejecutar las tareas o actividades a desarrollar.

El plan de comunicaciones debe diseñarse entorno a asegurar el mayor apoyo político posible, tanto del partido en el poder como de la oposición. El nuevo sistema debe presentarse como un proyecto de la ciudad, dado que su diseño, desarrollo y culminación se darán en diferentes etapas de desarrollo, durante varios años, en distintas administraciones. Se debe recordar que el proyecto no consiste solamente en la construcción inicial de corredores, estaciones o vías. Por el contrario, su punto central es crear un sistema que abarque, coherentemente, la totalidad de la ciudad. Es importante enfocar el proyecto en una perspectiva a largo plazo desde su comienzo, para que los permisos de su futura expansión y las aprobaciones de partidas presupuestales puedan ser incorporadas al plan de desarrollo urbano y así haya cabida para su crecimiento en el futuro.

En el caso de Bogotá, se aseguró la aprobación del proyecto para un periodo de 15 años en un plan que incluía destinar un porcentaje significativo del impuesto al combustible para financiar el nuevo sistema. También se firmó un acuerdo con el gobierno nacional donde éste aprobó financiar el 60%[1)] del costo del proyecto durante ocho años. El acuerdo luego fue extendido a siete años adicionales y permitió que el sistema se expandiera. En el caso de Transantiago en Chile, se diseñó una estructura legal y

[1)] N. del T.: en la versión original en inglés se indica que la financiación del gobierno nacional fue del 60%, pero en realidad esta financiación fue del 70%.

financiera que integró todos los buses, alimentadores y redes de corredores al sistema de Metro de la ciudad.

6.2.3.3 Equipo interno del proyecto

Crear una nueva autoridad de BRT y unos nuevos operadores de buses no implica únicamente tener estatutos corporativos o abrir una cuenta bancaria. Por el contrario implica, antes que todo, organizar a un equipo de individuos capacitados.

Las comunicaciones internas sirven para poner de acuerdo a todo el equipo cuando se necesita apoyar la misión y visión del proyecto. Esto permite que el equipo comparta una filosofía urbana moderna, diseñada alrededor de un sistema de transporte actual y una nueva concepción del espacio público.

El liderazgo individual del director del proyecto, por sí sólo, no es suficiente. El director debe contar con un equipo de trabajo que crea que su sueño es realizable si hay un trabajo fuerte, comprometido, y un sentido de urgencia y prioridad. Provocar cambios sociales requiere de esfuerzo e implica sobrepasar numerosos obstáculos y oposiciones. Además, considerar todos los detalles asociados a la implementación del nuevo sistema de transporte demanda ideas creativas y pensamiento crítico. El éxito depende de la organización de un equipo de trabajo creativo, cohesionado, profesional y dedicado.

Se debe destinar suficiente tiempo y recursos a la selección de los miembros del equipo. Contar con individuos altamente calificados y con experiencia es un buen activo, pero las calidades humanas intangibles tales como tener una mente abierta, ser creativo, optimista, visionario y sin miedo al cambio pueden resultar incluso más importantes.

El trabajo debe ser dividido en diferentes grupos interdisciplinarios debido a que los sistemas de transporte son muy complejos y pueden tener que contemplar asuntos legales, judiciales, económicos, de ingeniería e incluso sociológicos, entre otros. La clave para una exitosa transformación del sistema está en la utilización de un proceso colectivo creativo.

Tal como se anotó con anterioridad, desarrollar un nuevo sistema de BRT constituye un trabajo de tiempo completo. No se puede esperar que los miembros del equipo desarrollen un sistema de calidad, si tienen otras responsabilidades a la vez. Una de las tareas organizacionales más importantes del director del proyecto es, de hecho, lograr enfocar las mentes de todos los miembros del equipo en las actividades que cada uno debe desarrollar. En el caso de Bogotá, fuera del trabajo constante del equipo, se organizaron reuniones regulares de planificación los lunes y viernes para revisar el progreso y planear los pasos a seguir. Los temas de dichas reuniones eran, por lo general, mucho más conceptuales que de evaluación o prácticos. Existió un continuo esfuerzo por instaurar un concepto uniforme de ciudad y una filosofía urbana que inspirara al equipo y fuese reflejado en sus esfuerzos.

6.2.4 Estrategia de comunicaciones para el público general

«El entendimiento de la naturaleza humana es la clave de la capacidad de quien se comunica. Porque mientras que el escritor está preocupado por lo que pone en lo que escribe, quien se comunica está preocupado por aquello que el lector puede obtener de él.»

—William Bernbach, ejecutivo de publicidad, 1911–1982

La estrategia de comunicaciones para el público en general (público objetivo general) es diferente a la estrategia utilizada en el público objetivo «activo», tanto en sus propósitos como en sus objetivos. El propósito de la estrategia pública de comunicaciones es:

- Educar al público acerca de los beneficios del nuevo sistema;
- Preparar al público para las dificultades que probablemente tengan que afrontar durante la construcción y transición;
- Garantizar nuevos usuarios del sistema cuando empiece a operar;
- Aislar las críticas y fortalecer a los diseñadores del proyecto en el proceso de negociación;
- Desarrollar un mecanismo de constante interlocución con el consumidor.

El desarrollo de una estrategia de comunicaciones para el público general es, con frecuencia, manejado por profesionales de relaciones públicas, pero en ocasiones es liderado por la autoridad del BRT o la oficina del proyecto. Bien sea que la estrategia de relaciones públicas esté liderada por una oficina de esta índole de la alcaldía o por una firma privada contratada por

la alcaldía o la autoridad de BRT, la información acerca del proyecto que vaya a ser difundida al público debe ser cuidadosamente desarrollada y revisada antes de emitirse.

Uno de los primeros y más importantes pasos es establecer un cronograma donde se informe cuándo los medios de comunicación pueden esperar información detallada acerca del sistema. Dado que por lo general la preparación de los planes se hace bajo contrato, es posible conocer el cronograma de entrega de resultados y, gracias a esto, se pueden organizar las ruedas de prensa y las conferencias públicas con antelación.

El público general tendrá poco conocimiento del concepto de BRT y, por tanto, los materiales educativos básicos y las campañas son necesarios. El proceso de instrucción requiere del uso de medios especializados, con la capacidad de llegarle a audiencias específicas. El lenguaje utilizado debe comunicar las instrucciones de forma precisa y exacta, y de la manera más sencilla posible para dirigirse a individuos y comunidades particulares. Si es posible, se deben utilizar ilustraciones. Estas comunicaciones también deben incluir información de contacto relevante para aquellos que deseen obtener más detalles.

La información es difundida exitosamente a los públicos objetivos, a través de la televisión, la radio y la prensa escrita. La agencia a cargo de la promoción del proyecto debe proporcionar regularmente a la prensa con imágenes, declaraciones escritas y afirmaciones del personal autorizado, para que la información pueda ser difundida al público general oportunamente.

No obstante, el contacto directo, aunque puede resultar costoso, es probablemente el mecanismo más efectivo para difundir un mensaje que sea recordado. Dada la cantidad de mensajes publicitarios a la que el público está expuesto diariamente, puede resultar bastante difícil para el nuevo sistema de transporte competir por atención. Las campañas en las calles y el contacto directo con el público pueden aumentar la conciencia de la ciudadanía hacia el sistema, más allá del nivel comercial del mercadeo (Figura 6.24).

En el caso de Bogotá, la ciudad utilizó un programa denominado «Misión Bogotá» para contactar al público de forma directa. La ciudad contrató a más de 300 jóvenes de comunidades de escasos recursos económicos, para que

Figura 6.24
Las campañas en las calles organizadas para TransJakarta contribuyeron a tomar conciencia del nuevo sistema de BRT de una manera atractiva y llamativa.
Foto cortesía de ITDP

sirvieran de embajadores del nuevo sistema propuesto. La campaña comenzó seis meses antes de que TransMilenio S.A. fuese inaugurado, y por lo general se llevó a cabo en las estaciones de buses y a bordo de algunos vehículos de transporte público, aunque también incluyó lugares de agrupación cívica y colegios locales. En estos sitios, el equipo de Misión Bogotá podía discutir directamente con el público y responder personalmente a sus dudas e inquietudes. El programa también utilizó formas creativas de contactar al público como los mimos, comediantes y marionetas. Muchas ciudades ahora utilizan estas técnicas para difundir información acerca del transporte, de una manera agradable y divertida (Figura 6.25).

Los funcionarios de Bogotá también hicieron un esfuerzo especial para dirigirse a los niños como público objetivo clave. Por lo general, los niños son más receptivos que los adultos a la nueva información y, por tanto, pueden convertirse en unos verdaderos promotores del nuevo sistema de transporte. La comunicación del proyecto a los niños a través de actividades e iniciativas intra-escolares, también puede ser un buen mecanismo para dirigirse a los padres y otros adultos. Por lo general, a los niños los entusiasma el hecho de explicar nueva información a otras personas. En Bogotá, el equipo de comunicaciones diseñó materiales educativos y organizó actividades tales como concursos de dibujo. Este equipo también elaboró rompecabezas y buses de Lego para que fuesen usados en

Figura 6.25
El enfoque creativo para dirigirse al público, tal como la utilización de mimos y comediantes, puede ser un mecanismo altamente efectivo para difundir información que sea recordada.
Foto de Lloyd Wright

los colegios. Se repartieron plegables, revistas y videos para los maestros, como material educativo complementario.

Adicionalmente, algunos actores sociales clave y determinadas organizaciones pueden ser apropiados para un contacto dirigido con el público. Las organizaciones cívicas, de comercio y comunales representan grupos potencialmente influyentes que pueden incidir fuertemente en un nuevo proyecto. Las sesiones directas e individuales con los líderes de dichas organizaciones, así como con los mismos miembros, pueden dar excelentes resultados en términos de educar a un público más amplio.

Educar al público general y en particular a los usuarios del transporte público constituye un proceso gradual, que debe ser planeado y ejecutado cuidadosamente para que sea realmente exitoso. Los mensajes deben ser repetidos hasta que sean aprendidos y adoptados plenamente en la comunidad.

El proceso educativo no sólo debe buscar la modificación de los hábitos y las costumbres, sino que también debe aspirar a fomentar los valores cívicos, tales como el respeto. Algunos ejemplos de mensajes que incluyen valores son:

- Por respeto a quienes llegaron antes que usted, espere en línea;
- Por respeto a la vida que llevan dentro, ofrézcale su silla a las mujeres embarazadas;
- Ofrézcale su silla a los adultos mayores y a los niños para su comodidad;
- Absténgase del vandalismo y muestre respeto por los bienes públicos;
- Bote la basura en las canecas destinadas para tal fin y mantenga la calidad del sistema;
- Por respeto a la salud de otros, no fume.

El presupuesto de la campaña educativa debe ser calculado durante las primeras etapas del proyecto, para asegurar que contará con los recursos financieros necesarios. Para muchas de estas actividades se debe tener en cuenta la contribución de consultores expertos.

Mientras más fuertes sean los diseñadores del sistema en relación con los operadores de autobús existentes, mejores serán los acuerdos que se negocien para el público. En el caso de TransMilenio S.A., el equipo de comunicaciones difundió noticias en prensa casi a diario, pero no sólo acerca del sistema futuro sino ilustrando muchos de los problemas que el *status quo* suponía para la ciudad. Cada vez que un peatón era atropellado

por un operador privado de buses, o que un operador privado se estrellaba a causa de un mal mantenimiento del vehículo, se elaboraba una nueva nota en la prensa. Esto generó una fuerte presión política para los operadores privados, con el fin de que reformaran el sistema.

Una página en Internet o un *website* también puede ser una herramienta útil tanto para difundir información básica sobre el sistema, como para obtener comentarios y sugerencias por parte de sus futuros usuarios. La página de Internet debe contener una lista con las preguntas frecuentes (*FAQ* por sus siglas en inglés), con el fin de poder dar una respuesta rápida a las inquietudes más comunes del público. En la página web también debe existir un formato para las preguntas de los usuarios acerca del sistema, y debe ser revisada para responder a las preguntas (si es posible en la misma página web). (Figura 6.26).

Figura 6.26
Antes de que el sistema fuese inaugurado, Transantiago publicó una página Web para brindarle a todos los actores involucrados información acerca de las características del sistema.

6.3 Procesos de participación pública

«Dígamelo y lo olvidaré. Muéstremelo y lo recordaré. Involúcreme y lo entenderé.»

—Confucio, filósofo, 551–479 a.C.

Las comunicaciones no sólo son importantes para obtener aprobación pública del proyecto, sino también para tener información acerca del diseño del sistema de parte de sus futuros usuarios. Los aportes de la ciudadanía respecto a los corredores y los servicios alimentadores pueden ser invaluables. Incorporar la visión del público en las características de diseño y servicio al cliente facilitará el hecho de que se pueda garantizar que el sistema será aceptado y utilizado por el público. Los planificadores profesionales y los ingenieros juegan un papel fundamental en el diseño del sistema. No obstante, con frecuencia dichos «profesionales» no utilizan sistemas de transporte público y, por tanto, no tienen en cuenta algunos detalles de diseño que el público general conoce. Hoy en día algunas ciudades exigen que los funcionarios públicos utilicen diariamente el sistema de transporte público, para que tengan un mejor entendimiento de la realidad.

Administrar y fomentar la forma como se involucrará al público es un importante reto para las agencias y los departamentos que no estén acostumbrados a procesos públicos. Con frecuencia, las organizaciones no gubernamentales están bien entrenadas y familiarizadas con este tema. Otra alternativa es un equipo de consultores independientes. El manejo del proceso de participación pública en manos de un tercero es un mecanismo efectivo, para obtener puntos de vista independientes y objetivos respecto al diseño del sistema. En algunos casos, los miembros de la comunidad pueden sentirse más cómodos expresando sus opiniones a las organizaciones locales y no a los funcionarios públicos.

Aunque a veces parezca que la participación pública tiene un enfoque superficial que repercutirá poco en el éxito del proyecto, en realidad constituye un aspecto clave a largo plazo. Por ejemplo, si las preocupaciones de la gente no se resuelven adecuadamente, o si un grupo particular se siente insatisfecho con el proceso pueden ocurrir efectos negativos tales como el vandalismo, los disturbios o la toma de medidas legales en contra del sistema y de su desarrollo. El proceso de comunicaciones constituye un paso para lograr este objetivo, pero existen otras tareas permanentes de la administración del proyecto que pueden asegurar un enfoque más «integrador» a la planificación y desarrollo del sistema.

Una vez que el sistema está en marcha, se debe incluir a un representante del público general en la Junta Directiva del sistema. Éste debe ser seleccionado por una autoridad municipal relevante, por el administrador del sistema o incluso por el mismo público. Esto garantizará que los usuarios estén representados en las decisiones que se tomarán respecto al sistema. La posición del representante del público general debe ser abierta a elección periódicamente.

Figura 6.27
Sesión de participación pública en Manila para un proyecto respaldado por USAID.
Foto de John Ernst

Se pueden utilizar distintos mecanismos para facilitar la participación de los miembros de la comunidad. Algunos de estos son:

- Sesiones informativas barriales;
- Entrevistas con ONGs y organizaciones comunitarias específicas;
- Encuentros en el ayuntamiento o alcaldía;
- Grupos focales;
- Encuestas a pasajeros de transporte público existente;
- Entrevistas por teléfono;
- Comunicaciones a través de la página de Internet y el correo electrónico;

Cada una de estas opciones tiene diferentes implicaciones en términos de costos. En general, entre más personas involucre, el proceso de participación será más costoso. No obstante, en comparación con otros componentes del sistema, los gastos de los procesos de participación pública son relativamente modestos. Además, las sugerencias operativas y de diseño obtenidas de los usuarios del transporte público pueden ser invaluables para el desempeño a largo plazo del sistema.

Las sesiones individuales y directas, con los grupos de usuarios y otras organizaciones interesadas, son algunas de las actividades más productivas en términos de recolección de información. Con el liderazgo de un facilitador hábil, estas sesiones pueden resultar particularmente reveladoras (Figura 6.27).

Una técnica de participación un poco más especializada es conocida como grupo focal. Esta técnica puede incrementar el conocimiento acerca de la población que (de forma activa o pasiva) hará parte del proyecto de BRT. Es similar a una entrevista de grupo en la cual se discuten temas específicos (temas focales) y es dirigida por una persona que modera la discusión entre los participantes.

Las entrevistas en grupos focales son una forma de recolectar rápidamente y a profundidad un volumen significativo de información de buena calidad. Se basa en una discusión dentro de un grupo de personas que son guiadas por un entrevistador, quien busca que cada uno exprese todo su conocimiento y sus opiniones respecto a temas específicos. En el caso del BRT, los grupos focales pueden girar en torno a la satisfacción del usuario, a las características del sistema, a su proximidad al trabajo o al estudio, a los asuntos relacionados con la seguridad, la salud o el desempeño del sistema. Por lo general los grupos focales tienen las siguientes características metodológicas:

- Se organizan a partir de grupos de 6 a 12 personas;
- Las sesiones requieren al menos de dos horas;

El procedimiento más común para llevar a cabo un grupo focal es el siguiente:

- El moderador introduce el tema a tratar;
- Se imparten las instrucciones de la dinámica de la sesión;
- Se enfatiza en que el objetivo es comprender las experiencias e impresiones del grupo;
- Se desarrolla la entrevista: empezando por los temas generales y luego se introduce el tema específico de la sesión, enfocándose en los asuntos más importantes;
- Se cierra la entrevista: se resumen las discusiones y se revisan las notas tomadas durante la sesión.

Para tener un mayor éxito en el grupo focal, éste debe ser organizado y realizado por un grupo de profesionales en ciencias sociales, independientes de la administración y organización del proyecto pero con información suficiente acerca de las características del sistema. También es importante notar que un grupo focal no es una herramienta para convencer a la gente. Por el contrario, se utiliza para conocer los puntos de vista de los individuos, y dirigirse a ellos apropiadamente durante la planificación del sistema y en la campaña de comunicaciones.