



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE
MÉXICO**

**UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL
NEZAHUALCÓYOTL**

Plan de Estudios: Ingeniería en Transporte

Unidad de Aprendizaje: (L40747) Sistemas de Transporte Masivo

Título del Material: “Apuntes de Sistemas de Transporte Masivo”.

Semestre en el que se imparte: Quinto

Responsable de la Elaboración:

Dr. en I. Juan Antonio Jiménez García

Semestre de Elaboración: 2016B

Estado de México, Octubre de 2016 de 2016

ÍNDICE

I Presentación..... 3

II Introducción 3

1.- MOVILIDAD Y TRANSPORTE SUSTENTABLE 4

 1.1 Introducción 4

 1.2 Movilidad Urbana..... 4

 1.3 Movilidad Urbana y Desarrollo Sustentable 7

2.- SISTEMAS DE TRANSPORTE RÁPIDO, BRT 8

 2.1 Introducción al BRT. 8

 2.2 Que es un BRT 9

 2.3 Análisis Iniciales para implementar un BRT 10

 2.3.1 . Análisis de entorno y de la situación del transporte..... 10

 2.3. 2. Análisis de participantes..... 11

 2.3.4. Estudio básico de opciones de transporte público: 11

 2.3.5 Análisis de entorno y de la situación del transporte..... 11

 2.3.6 Estudio básico de opciones en transporte masivo..... 12

 2.4 Estructura de un Sistema TMRB..... 13

 2.4.1 Declaración de principios (visión) 14

 2.4.2 Plan de trabajo y cronograma 14

 2.5 Comunicaciones, Servicio al Usuario y Mercadeo 14

 2.5.1 Procesos de participación pública..... 16

 2.5.2 Plan de servicio al usuario 17

 2.5.3 Plan de seguridad 18

 2.5.4 Plan de Mercadeo 19

 2.6 Ingeniería y Diseño 20

 2.6.1 Opciones de rutas..... 22

 2.7 Tecnología y Equipo 23

 2.7.1. Procesos de compra de equipos 25

 2.7.2 La tecnología de banda magnética..... 25

 2.7.3 tarjetas inteligentes..... 26

 2.8 Integración Modal 26

2.9 Planes para Implantación.....	28
3.- FERROCARRILES.....	29
3.1 Sistemas de trenes para ir al trabajo.....	30
3.2 Transporte público de tren ligero	30
Tabla 3.2.1 Comparación entre distintos tipos de ferrocarril	31
3.3 Evolución y comparación del sector ferroviario.....	32
4.- SISTEMA COLECTIVO METRO.....	36
5.- GLOSARIO DE TÉRMINOS	51
REFERENCIAS.....	52

I Presentación

El presente material, presenta material de apoyo en el aprendizaje para el estudiante de la unidad de aprendizaje de sistemas de transporte masivo, que está enfocada a alumnos de la licenciatura en Ingeniería en Transporte que se imparte en la Unidad Académica Profesional de Nezahualcóyotl de la Universidad Autónoma del Estado de México.

Para el plan de estudios del Ingeniero en Transporte es fundamental el estudio de las alternativas de sistemas de transporte masivo, donde el presente curso se enfoca a sistemas que propicien la movilidad urbana sustentable, y las diferentes modalidades de sistemas de transporte masivo para el traslado de personas.

II Introducción

El presente material de sistemas de Transporte masivo, se estructura empezando por la importancia de dar preferencia a la movilidad de personas en las grandes ciudades, con sistemas de transporte eficientes y sustentables, se analizan las características fundamentales de los sistemas de transporte masivo y posteriormente se desarrollan las características de los sistemas altamente empleados en todo el mundo como son los sistemas de transporte masivo, los sistemas de ferrocarriles y los sistemas colectivos metros.

Al finalizar el material, el alumno obtendrá los conocimientos básicos para interpretar y analizar los sistemas de transporte masivo sus aplicaciones, características y elementos fundamentales para su implementación, operación y administración. Cuidando la movilidad urbana sustentable y la preservación del ambiente y los alrededores.

Como lo señalan ITDP (2010), "...La movilidad es una necesidad en las ciudades, pero también es un derecho². Sin embargo si no se ejerce adecuadamente, este derecho puede vulnerar el de otros. Dados los elementos comunes que tienen entre sí, es obligado un enfoque interdisciplinario

entre movilidad, desarrollo urbano y medio ambiente que resuelva los distintos requerimientos (y consecuencias) de las decisiones en política pública. Por eso hablar de *movilidad + urbana + sustentable* tiene mucho...”

1.- MOVILIDAD Y TRANSPORTE SUSTENTABLE

1.1 Introducción

La movilidad urbana, entendida como la necesidad o el deseo de los ciudadanos de moverse, es, por tanto, un derecho social que es necesario preservar y garantizar de forma igualitaria. “Todos los seres humanos sin excepción tienen derecho a que se establezcan las condiciones necesarias para que el espacio urbano e interurbano sea apto y equitativo para la movilidad interna de todos los habitantes de un territorio” (Caja Madrid, 2010).

1.2 Movilidad Urbana

En los últimos años la movilidad urbana se ha puesto de moda: centra los discursos de las autoridades municipales, se maneja en las tertulias periodísticas, da nombre a nuevos tipos de agentes de tráfico, departamentos municipales e infraestructuras viarias e, incluso, se utiliza en lemas publicitarios, como “Empieza una nueva era de la movilidad”, para promover la venta de automóviles.

Movilidad urbana es un término amplio y complejo, que puede ser interpretado desde ópticas distintas, y al que se dan significados y se asocian valores diferentes, tiene alcance e implicaciones sociales, políticas, ambientales y económicas. Como lo muestra la figura 1.2.1



Figura 1.2.1 Movilidad Urbana

Desde este punto de vista, la movilidad urbana es una necesidad básica de las personas que debe ser satisfecha, y serlo de manera que el esfuerzo que requieran los desplazamientos necesarios para acceder a bienes y servicios no repercuta negativamente en la calidad de vida ni en las posibilidades de desarrollo económico, cultural, educativo, etc. de los ciudadanos.

Por otro lado, en cuanto a necesidad básica, la movilidad urbana es también un derecho fundamental que debe estar garantizado, en igualdad de condiciones, a toda la población, sin diferencias derivadas del poder adquisitivo, condición física o psíquica, género, edad o cualquier otra causa.

Las personas con capacidad para escoger la forma de desplazamiento que más se ajuste a sus necesidades, se moverán con más facilidad y podrán acceder sin restricciones importantes a los servicios y oportunidades que ofrece la ciudad. Por el contrario, las personas que, por algún motivo, tengan restricciones de movilidad, encontrarán mayores dificultades para realizar sus actividades cotidianas y verán limitado su acceso a esos servicios y oportunidades. En este sentido, las políticas de movilidad pueden ser una importante herramienta de inserción y cohesión social o, al contrario, una potente vía de exclusión.

En la actualidad, la configuración urbana y el modelo de movilidad imperante, difícilmente se adapta a las necesidades cotidianas de los sectores sociales más alejados del prototipo de usuario de la ciudad que ha primado hasta la fecha: varón, motorizado, con solvencia económica y plenamente capacitado física e intelectualmente.

El objeto de la movilidad es el movimiento de las personas (también de las mercancías), de todas las personas, independientemente del medio que utilicen para desplazarse: a pie, en transporte público, en automóvil, en bicicleta, etc.

Esta característica hace que movilidad sea un término mucho más amplio, en cuanto a su objeto de estudio e intervención, que transporte o tráfico, términos que, a menudo, se utilizan erróneamente como sinónimos de movilidad. “Transporte” se refiere exclusivamente al sistema de medios mecánicos que se emplea para trasladar personas y mercancía, y solo es una estrategia más para posibilitar la movilidad urbana. Y el objeto del “tráfico” es, básicamente, la circulación de vehículos motorizados.

Transporte y tráfico, por tanto, se refieren exclusivamente a los desplazamientos motorizados y excluyen tanto a los peatones —el sector social más abundante en las ciudades— como a los transportes no motorizados, como la bicicleta, mientras que aquéllos y éstos son fundamentales en las políticas de movilidad.

Para completar esta aproximación al significado del concepto movilidad, es importante introducir el término accesibilidad, ya que la consideración que se haga de ella tiene gran peso en los objetivos y estrategias que se utilicen para mejorar la movilidad urbana.

Accesibilidad es un concepto vinculado a los lugares. Indica la facilidad con que los miembros de una comunidad pueden salvar la distancia que les separa de los lugares en los que pueden hallar los medios de satisfacer sus necesidades o deseos.

Hay dos enfoques supuestos para mejorar la accesibilidad. El primero identifica accesibilidad con facilidad de desplazamiento: un lugar es tanto más accesible cuanto más eficientes sean las infraestructuras y sistemas de transporte para desplazarse hasta él.

Esta perspectiva, que se corresponde con la visión más convencional del transporte, conduce a reforzar continuamente las infraestructuras y el conjunto del sistema de transporte, lo cual repercute en un incremento continuo de la movilidad motorizada y, por tanto, de la producción de transporte, los problemas de congestión, de la contaminación y el ruido, etc.

El segundo enfoque identifica accesibilidad con proximidad: en el plano espacial o geográfico, una necesidad o deseo son tanto más accesibles cuanto menor y más autónomo pueda ser el desplazamiento que hay que realizar para satisfacerlos.

Su objetivo es reducir las necesidades de desplazamiento, sobre todo de los desplazamientos motorizados, tanto en número como en longitud, y aprovechar al máximo la capacidad que tiene el ser humano de trasladarse sin emplear vehículos motorizados. Con esta perspectiva, en los últimos tiempos se están abriendo camino las denominadas políticas de creación de proximidad, que buscan acercar las grandes unidades de servicios y equipamientos hasta el radio de acción que tienen las personas caminando o en bicicleta. Existe una jerarquía para priorizar la movilidad urbana, según se muestra en la figura 1.2.2

JERARQUÍA de la movilidad urbana

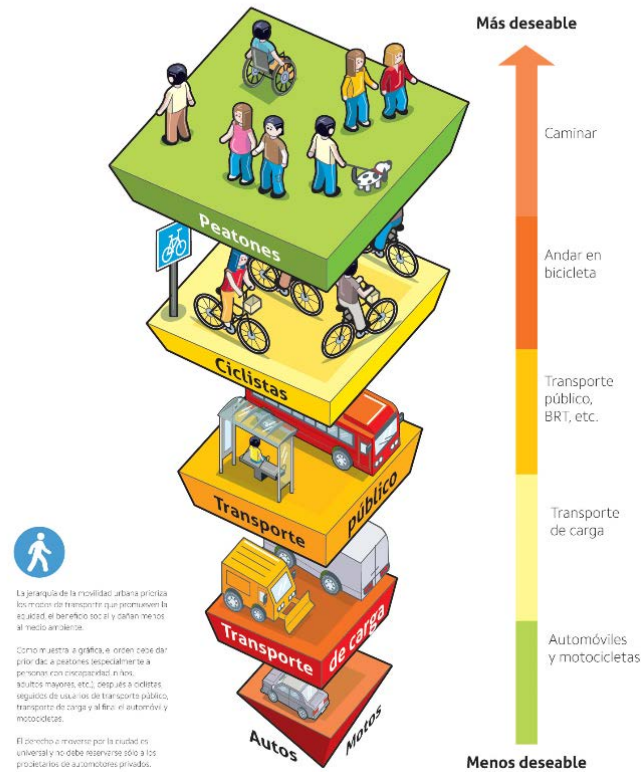


Figura 1.2.1 Jerarquía de Movilidad Urbana, Fuente: www.ITDP.mx

Es decir, se trata de reducir la distancia entre la vivienda y las principales actividades (trabajo, ocio, compras, educación, etc.) para disminuir la movilidad que fuerza el alejamiento y no generar más necesidades de movimiento que las estrictamente necesarias.

1.3 Movilidad Urbana y Desarrollo Sustentable

El término sostenibilidad o desarrollo sostenible fue formalizado por primera vez en el "Informe Brundtland", elaborado en 1987 por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas. En este documento, Desarrollo Sostenible se define como "el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

El Desarrollo Sostenible, por tanto, no se refiere, únicamente a cuestiones ambientales. Debe entenderse en una triple dimensión económica, social y ambiental.

Aplicando estos conceptos y objetivos al ámbito de la movilidad, un modelo sostenible de movilidad urbana tiene que asegurar la protección del medio ambiente, mantener la cohesión social y la calidad de vida de los ciudadanos y favorecer el desarrollo económico.

El modelo actual de movilidad urbana no cumple estas condiciones, antes al contrario: provoca una serie de efectos (ruido, contaminación, accidentes, etc.) que influyen negativamente en la calidad de vida de los ciudadanos, el medio ambiente y el desarrollo económico, que hacen inviable -insostenible- esta forma de movilidad, no solo para las generaciones futuras sino, a medio plazo, también para las actuales.

2.- SISTEMAS DE TRANSPORTE RÁPIDO, BRT

2.1 Introducción al BRT.

El transporte público es un medio crucial por medio del cual los ciudadanos pueden acceder efectivamente a bienes y servicios a través de las ciudades de hoy. Los sistemas BRT (Autobuses de Tránsito Rápido) han demostrado ser uno de los mecanismos con un costo-beneficio favorable para que las ciudades desarrollen rápidamente un sistema de transporte público que pueda completar una red y ofrecer un servicio rápido y de alta calidad. Aunque está en sus primeros años de aplicación, el concepto BRT ofrece un potencial para revolucionar el transporte urbano. El BRT es un sistema basado en buses de alta calidad, que proporciona movilidad urbana rápida, cómoda y con un costo-beneficio favorable a través de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones rápidas y frecuentes, y excelencia en mercadeo y servicio al usuario/cliente. El BRT esencialmente emula las características de desempeño y atractivo de un sistema de transporte masivo moderno basado en rieles, pero a una fracción del costo. Un sistema BRT normalmente va a costar de 4 a 20 veces menos que un sistema de tranvía o tren ligero (LRT) y de 10 a 100 veces menos que un sistema de metro. Hasta la fecha, los sistemas «BRT completo» que incluyen casi todas las características de alta calidad de servicio, han sido desarrollados en Bogotá (Colombia) y Curitiba (Brasil). Otros sistemas líderes en naciones en desarrollo incluyen a Goiânia (Brasil), Yakarta (Indonesia), y Quito (Ecuador). En el mundo desarrollado se han implementado sistemas de alta calidad en Brisbane (Australia), Ottawa (Canadá), y Rouen (Francia). En total, aproximadamente 40 ciudades en seis continentes han implementado sistemas BRT, y una mayor cantidad están en planificación o construcción. Los elementos que constituyen el concepto BRT

incluyen infraestructura de alta calidad, operaciones eficientes, un negocio y acuerdos institucionales efectivos y transparentes, tecnología sofisticada y excelencia en mercadeo y servicio al cliente/usuario. Lo que se muestra en la figura 2.1.1

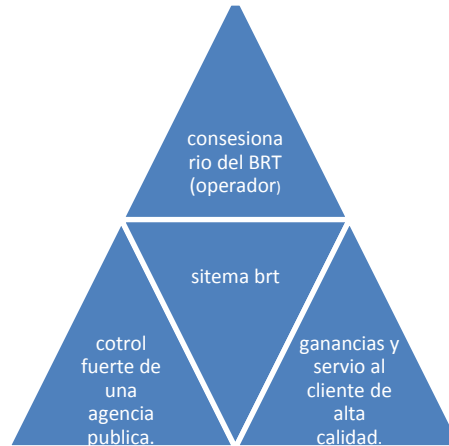


Figura 2.1.1 Estructura del Negocio y Regulación del BRT

2.2 Que es un BRT

El Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT), por sus siglas en inglés de Bus Rapid Transit) es un sistema de alta calidad basado en buses que proporcionan movilidad urbana rápida, cómoda y de relación favorable costo-beneficio a través de la provisión de infraestructura de carriles segregados, operación rápida y frecuente y excelencia en mercadeo y servicio al cliente. El BRT esencialmente emula las características de desempeño y amenidad de un sistema moderno basado en rieles, pero a una fracción del costo. Un sistema BRT costará de 4 a 20 veces menos que un sistema de tren ligero (LRT) y entre 10 y 100 veces menos que un sistema tipo metro. El término BRT ha surgido de su aplicación en América del Norte y Europa. No obstante, el mismo concepto ha sido implantado alrededor del mundo a través de distintos nombres, incluyendo:

- ✓ Sistemas de Bus de Alta Capacidad (High-Capacity Bus Systems),
- ✓ Sistemas de Bus de Alta Calidad (High-Quality Bus Systems),
- ✓ Metro-Bus,
- ✓ Sistemas Expresos de Buses (Express Bus Systems), y
- ✓ Sistemas de carril segregado (Busway Systems)

Lo anterior se ejemplifica de mejor manera en la figura 2.2.

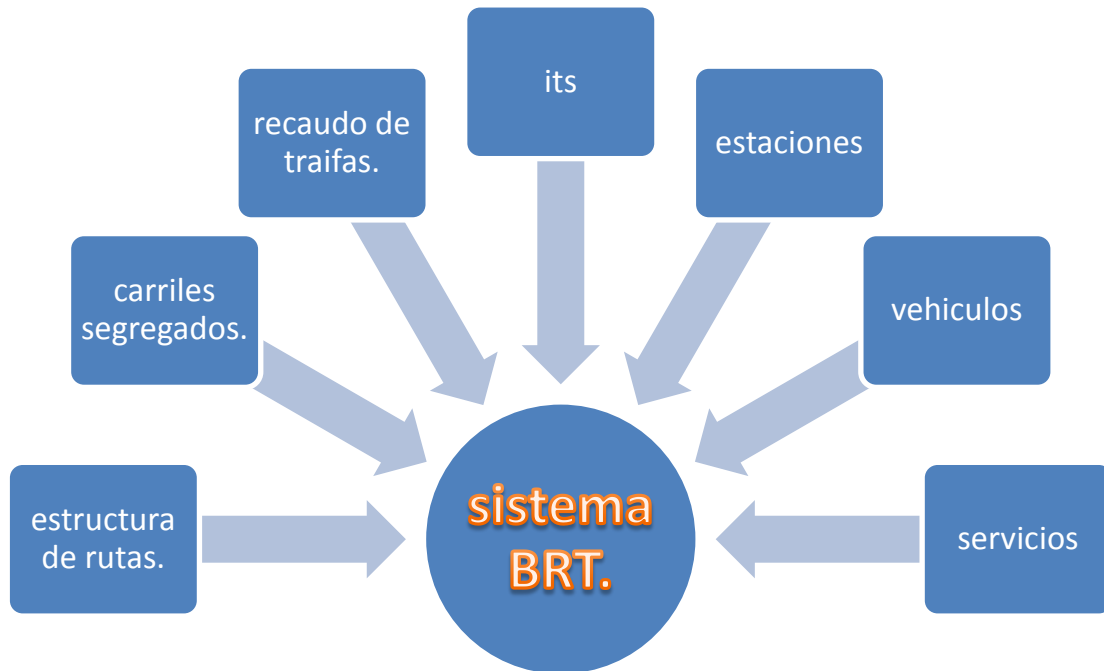


Figura 2.2 Elementos que contemplan un sistema BRT

2.3 Análisis Iniciales para implementar un BRT

Antes del desarrollo formal de un plan para TMRB, se debe contar con cierta información básica que asegure una base sólida para la toma de decisiones. En muchos casos, estudios y procesos previos de planeación cuentan con una porción de la información base requerida. El siguiente es un listado del tipo de información inicial básica para el desarrollo de un plan para TMRB:

2.3.1 . Análisis de entorno y de la situación del transporte

- ✓ Población y densidad de población
- ✓ Partición modal existente
- ✓ Costos y tarifas de transporte
- ✓ Condiciones ambientales

2.3. 2. Análisis de participantes

Operadores de transporte existentes, asociaciones de operadores y conductores (formales e informales), Usuarios (incluyendo pasajeros de transporte, Público, propietarios de vehículos privados, usuarios de transporte no motorizado, viajeros estudiantiles, comunidades de bajos ingresos, personas con discapacidad física, personas mayores), Agencias locales de tránsito y transporte, Agencias locales de medio ambiente, Agencias locales de desarrollo urbano, Policía de tránsito y transporte público, Agencias nacionales o regionales relevantes, Organizaciones no gubernamentales, Organizaciones comunitarias

2.3. 3. Estudio de origen y destino

2.3.4. Estudio básico de opciones de transporte público:

- ✓ Situación actual
- ✓ Tren ligero
- ✓ Tren urbano
- ✓ Transporte Masivo Rápido en Buses
- ✓ Metro subterráneo o elevado

2.3.5 Análisis de entorno y de la situación del transporte

El análisis de entorno y de la situación del transporte ayuda a caracterizar las condiciones existentes y generar una línea base para compararla con la propuesta de nuevo sistema. El análisis de entorno y de la situación del transporte también resalta los temas críticos, como la reducción de contaminantes del aire en ciertas zonas. Adicionalmente, este análisis también ayuda a identificar zonas específicas de la ciudad, como las áreas de crecimiento rápido que se pueden beneficiar de esquemas de desarrollo orientados al transporte público.

Análisis de participantes, en el período inicial también es conveniente iniciar la identificación de grupos y organizaciones clave, que deben participar en la planeación y desarrollo de mejoras en los servicios de transporte público. Diferentes organismos públicos, departamentos y administradores tienen sus propias opiniones e intereses respecto al desarrollo del sistema de transporte. Así mismo, algunas organizaciones no gubernamentales y comunitarias pueden ser

importantes en etapas subsiguientes cuando sea necesario realizar procesos de participación ciudadana, por lo cual es oportuno identificarlas desde el período inicial.

Estudio origen-destino Un buen estudio de origen y destino de viajes (O/ D) es la base fundamental para toda actividad de planeación de transporte. Este tipo de estudio se realiza para contar con los patrones de viaje en la ciudad. Un estudio O/D ideal debe identificar no sólo la naturaleza geográfica de los viajes, sino también establecer el horario y, en algunos casos distinguir el propósito de los viajes (desplazamientos al trabajo, estudio, compras, etc.). A partir del estudio O/D se pueden identificar los corredores principales de transporte público, y las zonas donde puede ser necesario contar con servicios de alimentación. La Figura 4 muestra una representación gráfica de los datos recogidos durante el estudio O/D en Bogotá, Colombia. Por supuesto, los patrones existentes de viaje no son los únicos elementos en el proceso de decisión. La localización de servicios de transporte público también puede verse desde el lado de la oferta. En algunos casos, las administraciones locales desean ubicar corredores de buses como elemento de desarrollo ordenado alrededor del transporte público.

2.3.6 Estudio básico de opciones en transporte masivo

La etapa final en el proceso inicial es, en muchos casos, más no en todos, un estudio general de opciones tecnológicas de transporte masivo (TMRB, tren ligero, tren urbano, metro, etc.).

El modulo previo (Módulo 3a: Opciones de Transporte Público Masivo) contiene una discusión sobre ventajas y desventajas de estas opciones. Sin embargo, la administración local puede aplazar la decisión de opciones tecnológicas hasta más tarde en el proceso. La selección de tecnología de transporte público se basa en muchas consideraciones donde el desempeño y el costo son, generalmente, las más importantes. Estos elementos se derivan, idealmente, de un análisis objetivo de la situación actual y proyectada.

No obstante, en muchos casos la selección de tecnología se realiza antes que siquiera exista un análisis de la situación actual (línea base) y generalmente esa selección depende más de preferencias personales de los encargados de la toma de decisiones, que de estudios de las necesidades de los usuarios y del desarrollo urbano. El análisis de la situación y los estudios O/D son puntos de arranque que deben facilitar muchas de las decisiones macro y micro sobre el nuevo sistema de transporte público. Un equipo de planeación puede completar otras fases en el

proceso (fases de planeación II, III y los elementos de ruta de la fase IV) antes de comprometerse con una tecnología particular.

2.4 Estructura de un Sistema TMRB

En la segunda fase del proceso de planeación se determina la visión y la estructura organizacional del sistema propuesto. En esta fase se examina la factibilidad financiera del sistema mediante un análisis de costos e ingresos. A continuación se enumeran posibles contenidos de esta fase de planeación:

1. Declaración de principios (visión)
2. Plan de trabajo y cronograma
3. Impactos esperados

Económicos – Impactos de mejoras en la movilidad, eficiencia económica y empleo
En el medio ambiente – Calidad del aire (contaminantes locales, regionales y globales), contaminación del agua y el suelo, ruido
Sociales – Acceso a servicios sociales, consideraciones de equidad
En la estructura urbana – Cambios en la forma, densidad y tamaño de la ciudad, impactos en el tipo de uso del suelo

4. Aspectos de regulación y legales
5. Estructura administrativa y de negocios

Diseño del componente público del sistema y de los mecanismos de control de calidad, Diseño de los operadores y concesionarios privados

6. Estructura de tarifas

Operación sin subsidios o soportada con recursos del gobierno, Opciones de distribución de ingresos, Tarifas planas vs. Basadas en distancia

7. Análisis de costos
 1. Planeación (estudios y diseños)
 2. Infraestructura

3. Operaciones

2.4.1 Declaración de principios (visión)

La declaración de principios, o de la visión, es un anuncio de carácter político que genera una perspectiva amplia de los objetivos del sistema propuesto. Esta declaración determina la dirección y mandato fundamental para el equipo de planeación y puede ser usada para estimular interés y aceptación del concepto para la comunidad. Esta declaración de principios no debe ser muy detallada, sólo describir la forma, expectativas y calidad general del proyecto que se propone.

2.4.2 Plan de trabajo y cronograma

Una vez se tiene la visión del sistema, es necesario preparar un plan de trabajo detallado con cronogramas y mecanismos para lograr los objetivos. Al mostrar los pasos de cada fase del proceso, los administradores públicos locales y el público tendrán una mejor idea del alcance del proyecto y de las actividades necesarias para hacerlo realidad. Sin excepción, las ciudades subestiman el tiempo requerido para completar un plan para un TMRB. Como se ha indicado previamente, un plan para TMRB puede ser ejecutado en 12 a 18 meses. Por supuesto, la duración real del proceso de planeación depende en gran medida de la complejidad del proyecto y de las condiciones locales.

2.5 Comunicaciones, Servicio al Usuario y Mercadeo

Tal vez la diferencia más importante entre TMRB y servicios de buses convencionales es el enfoque de los TMRB en la excelencia en el servicio al usuario. Los sistemas se diseñan para las necesidades de los pasajeros; otros detalles como la tecnología y la estructura son consecuencia de la simple orientación al usuario. Como se ha indicado en secciones previas, los sistemas de buses convencionales están perdiendo participación modal porque las quejas de los pasajeros sobre conveniencia, seguridad y confort no son atendidas. En la figura 2.5.1 se muestran las principales características de los principales sistemas de transporte por autobuses, desde el sistema básico hasta llegar a un sistema articulado de TMRB

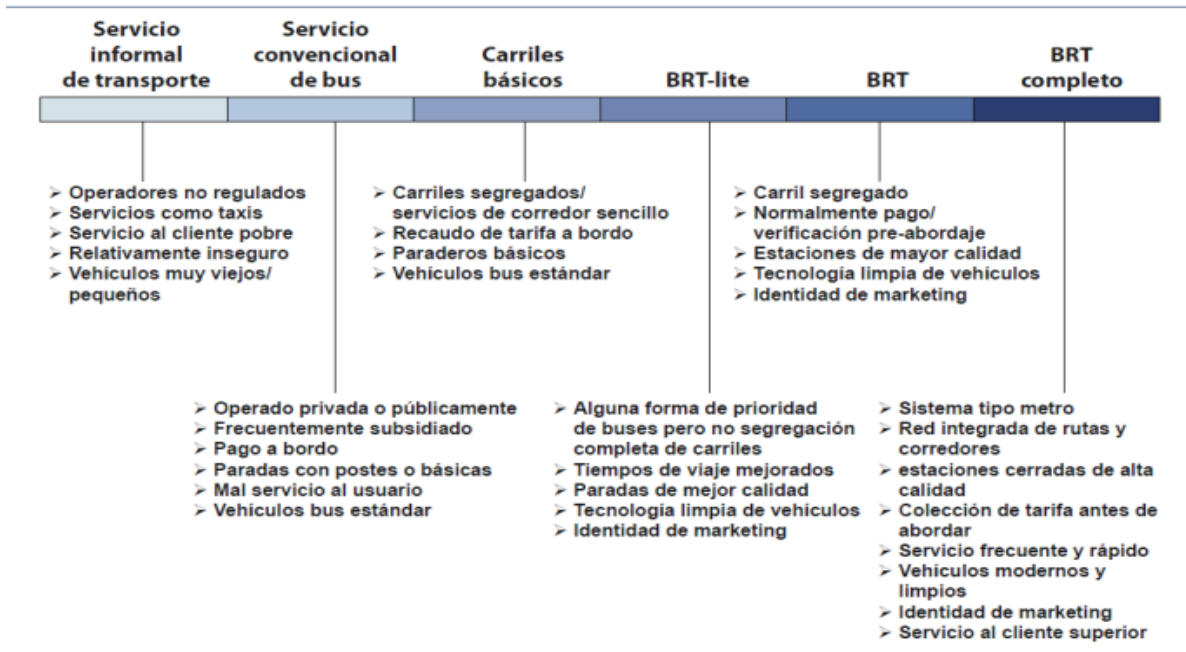


Figura 2.5.1 Estructura de los diferentes sistemas de transporte por Autobuses

Esta etapa de planeamiento discute métodos para involucrar al público en el proceso de diseño y definir variables clave para ofrecer un servicio de excelencia al pasajero. La siguiente es una lista de eventuales contenidos de esta etapa de planeación:

1. Procesos de participación pública
2. Comunicaciones y acercamiento con operadores existentes
3. Plan de educación pública
 - ✓ Elementos básicos del sistema
 - ✓ Cómo usar el sistema
 - ✓ Implantación del sistema
4. Plan de servicio al usuario
 - ✓ Profesionalización y capacitación en trato al usuario por conductores y recaudadores
 - ✓ Señalización

- ✓ Mapas del sistema
- ✓ Plan de limpieza para buses, estaciones y
- ✓ Terminales
- ✓ Uniformes de trabajadores del sistema

5. Plan de seguridad

- ✓ Buses
- ✓ Estaciones y terminales

6. Plan de mercadeo

- ✓ Identificación de la base de usuarios
- ✓ Nombre del sistema
- ✓ Logotipo
- ✓ Posicionamiento de la marca
- ✓ Estrategia de publicidad
- ✓ Campañas de publicidad en medios

2.5.1 Procesos de participación pública

La mayor y más frecuente barrera para la implantación de un sistema TMRB no es de naturaleza técnica ni financiera. La falta de comunicación y de participación de actores clave es, en muchos casos, lo que imposibilita el avance del proyecto. Dicha comunicación no sólo es importante para conseguir aprobación pública del proyecto sino también para obtener ideas para diseño. Sugerencias del público en corredores troncales y servicios de alimentación pueden resultar invaluable, al fin y al cabo, serán los usuarios del sistema TMRB. La incorporación de ideas del público en los elementos de diseño y elementos de servicio al usuario también ayuda a obtener mayor aceptación y mejor utilización por el público.

Los planificadores e ingenieros profesionales obviamente juegan un rol importante en el diseño del sistema, pero en muchos casos esos “profesionales” no son usuarios frecuentes de transporte público, y por tanto no tienen la misma percepción sobre las necesidades del servicio que los pasajeros habituales. Algunas ciudades ordenan que los administradores usen el transporte público todos los días, para que tengan un mejor entendimiento de la realidad del servicio.

La realización de procesos de participación pública es un reto para las agencias y departamentos poco acostumbrados a facilitar la participación ciudadana. Algunas organizaciones no gubernamentales tienen, en algunos casos, mayor capacidad para administrar este tipo de procesos. Otra posibilidad son firmas de consultoría. El manejo del proceso de participación por terceros puede ser también útil para conseguir puntos de vista independientes y objetivos de los elementos de diseño. En algunos casos, los miembros de la comunidad se sienten más cómodos al expresar sus opiniones a organizaciones independientes que exclusivamente a administradores públicos.

2.5.2 Plan de servicio al usuario

A diferencia de muchos servicios de bus existentes en ciudades en desarrollo, los TMRB ponen a los usuarios en el centro de los principios de diseño. La calidad del servicio al usuario está directamente relacionada con la satisfacción de los pasajeros, quienes son los que determinan el nivel de demanda y la sostenibilidad financiera de largo plazo.

Con demasiada frecuencia, los usuarios de transporte público están obligados a recibir buses sucios, y recorridos incómodos como precio a sus necesidades de viaje, sin contar con inexistencia de información sobre rutas y frecuencia de servicio. Los servicios de transporte público y los operadores informales no ofrecen atención adecuada al usuario; suponen que los pasajeros son mayoritariamente cautivos. Esta actitud, sin embargo, lleva a una espiral negativa, en la que los malos servicios ahuyentan a los pasajeros hacia alternativas motorizadas de dos y cuatro ruedas. Por su parte, la caída de demanda resultante genera disminución de los ingresos, que a su vez resulta en menor calidad de servicio y por tanto en un número de pasajeros cada vez más pequeño

El servicio al usuario es fundamental en cada etapa de la operación. ¿Están bien presentados, son amables y profesionales los conductores? ¿Están limpios, bien mantenidos y son seguros los buses y las estaciones? ¿Es el viaje de hora pico placentero o una experiencia traumática? A los usuarios probablemente no les preocupa que la tecnología de propulsión de los motores de los buses; a los usuarios les interesan la comodidad, conveniencia y seguridad del viaje que realizan. Muchos de los sistemas informales en el mundo en desarrollo no tienen itinerarios fijos, lo cual hace que los usuarios tengan grandes dificultades para entender y utilizar los servicios.

Muchos de esos sistemas son totalmente incomprensibles para usuarios potenciales, aquellos con necesidades de transporte ocasionales, y los visitantes temporales de la ciudad. Los sistemas TMRB en ciudades como Quito y Bogotá emulan a los mejores sistemas de trenes subterráneos del mundo, al contar con mapas claros en las estaciones y en los buses (Figura 11). Una buena prueba si el sistema es amigable o no, es ver si una persona que no habla la lengua local puede entender el sistema después de dos minutos de mirar un mapa y un panel de información. Es posible alcanzar ese nivel de simplicidad para dar la información a los usuarios, pero, desafortunadamente, la mayoría de sistemas de buses ni siquiera hacen el intento. Esquemas con claves de colores se utilizan en algunos sistemas para ayudar a los usuarios a diferenciar los diversos servicios y múltiples rutas.

Adicionalmente, se pueden incorporar paneles de información en tiempo real que informen a los pasajeros cuando llega el próximo bus y a que ruta corresponde. Estos paneles son muy efectivos en reducir la “ansiedad de la espera”, que resulta de no tener certeza del momento de llegada del próximo vehículo. Este tipo de elementos permiten que los usuarios realicen otras actividades, haciendo mejor uso de su tiempo, en vez de esperar nerviosamente y con la mente en la luna.

La presencia de guías en las estaciones también ayuda a los usuarios a sobrellevar las incertidumbres del viaje. Los guías con uniformes bien diseñados, mejoran la percepción del público de la calidad y profesionalismo del sistema. Las prácticas de limpieza y mantenimiento permanente para que los buses y estaciones estén limpios y en buen estado, refuerzan la confianza de los usuarios en el sistema. La limpieza también es un factor determinante para disuadir daños de vándalos, crimen y grafiti. En forma individual, cada uno de estos elementos pueden parecer insignificante, pero su efecto combinado mejora los niveles de satisfacción de los usuarios y la penetración del sistema en el mercado de transporte. Estos elementos de diseño y servicio incrementan considerablemente la efectividad del sistema y la satisfacción de los usuarios, tienen costos relativamente bajos de implantación y son, en general, de baja tecnología. Otra lección de los TMRB es que las soluciones simples, ingeniosas, de baja tecnología, son, casi siempre, de mucho mayor impacto que las alternativas complejas y costosas.

2.5.3 Plan de seguridad

Como cualquier lugar público con gran cantidad de personas, los buses pueden atraer elementos indeseables. El espacio reducido y las condiciones de alta ocupación generan el ambiente ideal para carteristas y para otros asaltos a las personas y a la propiedad. El miedo a ser objeto de asaltos o crimen es uno de los mayores factores que motivan el cambio hacia modos privados, especialmente para las mujeres, las personas mayores y otros grupos vulnerables. Sin embargo, es posible superar el crimen y la inseguridad con el uso estratégico de policías y tecnologías de información. Al ubicar personal de seguridad uniformado en estaciones y en los buses se puede reducir enormemente la actividad criminal y aumentar la confianza de los pasajeros. Las cámaras de seguridad y teléfonos de emergencia (Figura 12) permiten respuestas más rápidas de las autoridades a amenazas potenciales y disuaden el crimen.

2.5.4 Plan de Mercadeo

El Transporte Masivo Rápido en Buses no es tan solo otro servicio de bus. No obstante, comunicar esto efectivamente al público no es fácil. La imagen negativa de los servicios de bus tradicionales es una barrera formidable para el posicionamiento del concepto de TMRB. Una campaña adecuada de mercadeo puede ayudar a dar una imagen correcta al público sobre el TMRB.

Un plan de mercadeo efectivo comienza por la identificación y segmentación de usuarios potenciales. El uso de grupos de enfoque es una técnica estándar de investigación de mercados para obtener información relevante sobre las impresiones de los usuarios. Al entender las necesidades y limitaciones de cada segmento de mercado, se pueden plantear y emplear estrategias específicas para cada grupo.

El nombre y el logotipo del sistema son la clave para crear la sensación de contar con un nuevo tipo de servicio de transporte público. La creación de una identidad de marca ayuda a generar la imagen correcta en la mente del público. Las ciudades que han implantado exitosamente TMRB han desarrollado identidades de marca para posicionar sus proyectos y despertar la imaginación colectiva (Figura 13).

Las agencias de transporte público deben usar múltiples medios para hacer llegar su mensaje. La campaña promocional puede ser comunicada en vallas, avisos, afiches impresos, radio, televisión, y eventos especiales. En muchos casos, las organizaciones que administran los medios masivos de

comunicación pueden donar el costo de la pauta publicitaria a través de la figura de anuncios de interés o servicio público.

2.6 Ingeniería y Diseño

La localización y el diseño de los corredores de TMRB deben ser consecuencia del trabajo previo sobre origen y destino de viajes (estudios O/D), así como de las contribuciones de actores clave, en especial los usuarios. El diseño definitivo de las vías exclusivas, estaciones y terminales debe ser adecuado para el volumen esperado de pasajeros y permitir expansiones futuras. La lista de parámetros es larga: localización de corredores, opciones de servicio, ingeniería vial, y diseño de estaciones y terminales. Por ello, hay muchas decisiones cualitativas por realizar, las cuales tienen efectos en la forma y efectividad del sistema en su conjunto en el largo plazo. La siguiente es una lista tentativa de los contenidos de esta fase de planeación:

1. Localización de corredores

- ✓ Elementos del estudio O/D
- ✓ Centros de gran concentración de destinos
- ✓ (sitios de trabajo, instituciones educativas,
- ✓ centros comerciales, etc.)
- ✓ Plan para todo el sistema y construcción
- ✓ por fases

2. Opciones de rutas

- ✓ Opción tronco-alimentada
- ✓ Opción en convoy
- ✓ Servicios expresos

3. Ingeniería de vías

- ✓ Rehabilitación de calzadas y modificación
- ✓ de geometría vial
- ✓ Diseño de carriles exclusivos para buses

4. Diseño de estaciones y terminales

- ✓ Localización de estaciones y terminales
- ✓ Diseño arquitectónico

5. Diseño de garajes

- ✓ Localización de estacionamientos
- ✓ Áreas de mantenimiento
- ✓ Oficinas de administración
- ✓ Áreas de lavado y suministro de combustibles

6. Diseño y plan de paisajismo

Localización de corredores, la selección de los corredores no sólo tiene impacto en que una proporción importante de la población use el sistema TMRB; también tiene profundos impactos en el desarrollo futuro de la ciudad. El punto de partida para decisiones de corredores es el estudio de origen y destino, el cual ayuda a identificar los patrones de viaje cotidianos (principalmente al trabajo) en términos espaciales y temporales. Claramente, la consideración esencial es minimizar las distancias y tiempos de viaje para un número muy grande de habitantes de la ciudad. Este objetivo es usualmente resultado de ubicar el corredor en cercanías de grandes generadores y puntos de atracción de viajes, como zonas de concentración laboral, grandes instituciones educativas, y centros y zonas comerciales. Otro criterio determinante es la facilidad de acceso para grupos especiales, en particular población de bajos ingresos. Algunos sistemas prefieren desarrollar líneas iniciales en áreas de ingresos bajos para demostrar que el TMRB es un imán de desarrollo ordenado.

Los TMRB pueden tener impactos de largo plazo en el uso del suelo y la forma de la ciudad.

Las vías exclusivas para buses pueden jugar un papel catalizador del desarrollo económico sostenible. Por ejemplo, las estaciones TMRB de Curitiba, Brasil, son nodos de desarrollo, que actúan para atraer actividad comercial y residencial. De hecho, los corredores de transporte masivo y los nodos de desarrollo son mutuamente benéficos. La ubicación estratégica de estaciones de TMRB mejora el acceso de personas a áreas comerciales, de generación de empleo y de oferta de servicios, al tiempo que centros de alta densidad aseguran suficientes pasajeros para tener operaciones de buses eficientes. Curitiba también ha coordinado el desarrollo de nuevas

áreas residenciales alrededor de los corredores de buses. El resultado final es que la administración local puede ofrecer infraestructura de servicios públicos domiciliarios, como recolección de basura, agua potable, alcantarillado y electricidad, con ahorros de costos significativos para las áreas de desarrollo concentradas y coordinadas. Dado que los usos de suelo mixtos y la planeación para alta densidad no siempre garantizan un ambiente urbano sostenible, como se observa en muchas ciudades asiáticas, los esfuerzos de planeación integrada entre el uso del suelo y el transporte pueden beneficiar a administradores públicos, a desarrolladores comerciales y a residentes.

Los sistemas de TMRB comúnmente se desarrollan como proyectos por fases. A las administraciones locales se les recomienda obtener experiencia con las primeras etapas demostrativas antes de comprometerse con una red total. Realizar el sistema por fases es también consistente con la realidad financiera; es improbable obtener apoyo para el sistema para toda la ciudad, desde el primer momento. Sin embargo, así la construcción no incluya la ciudad entera, la planeación de los corredores iniciales debe incorporar la visión del sistema expandido, que va mucho más allá del primer ciclo de implantación. Muy temprano en el desarrollo del proceso del sistema Transmilenio de Bogotá, el Alcalde Enrique Peñalosa anunció la visión de un sistema que un día “pondría al 85% de los siete millones de habitantes de Bogotá a menos de 500 metros de cada troncal (corredor del TMRB)” (Figura 14). Este tipo de visión pone un precedente político importante para la forma definitiva del sistema. Los planes de cada corredor con seguridad evolucionarán con la experiencia obtenida, tal como la forma de la ciudad cambia; pero es conveniente crear un plan de corredores para toda la ciudad que estimule el apoyo político y del público.

2.6.1 Opciones de rutas

La relación entre corredores troncales y líneas de alimentación para comunidades más pequeñas tiene impactos sobre los itinerarios del sistema. Los factores para determinar en la estructura de rutas, además de los deseos de viajes de los usuarios, son las capacidades de atención en estaciones, la capacidad vial, las especificaciones de los buses, la frecuencia del servicio y los costos de prestación del servicio. En el momento, existen dos configuraciones básicas para dar servicio a un corredor troncal y áreas de alimentación

1. Tronco-alimentado

2. Convoy

En el sistema tronco-alimentado, buses de gran tamaño dan servicio al corredor principal. Al final de estos corredores se construyen estaciones de integración terminales para realizar transferencias directas a buses alimentadores más pequeños que continúan su servicio a los barrios. La principal ventaja de esta configuración es que permite un mejor balance entre el tamaño del bus y la capacidad requerida en cada tramo de recorrido. La principal desventaja es que los usuarios deben realizar transferencias, y su tiempo de viaje se alarga contra la opción de usar un solo bus. La mayor parte de las ciudades utilizan variaciones de la configuración tronco alimentado; estas ciudades incluyen Bogotá, Curitiba, Goiania y Quito.

En forma alternativa, la configuración en convoy no necesita que los usuarios realicen transferencias en estaciones terminales. En cambio, un convoy de buses con distintos destinos finales comparte el corredor troncal. En cierto punto, cada uno de los buses deja el corredor principal y continúa por itinerarios individuales, que pueden o no contar con vías segregadas. La ventaja de la configuración en Convoy es que proporciona concentración de servicio en los tramos de alta demanda del corredor troncal, al tiempo que permite que los buses transiten por las vías de los barrios sin necesidad de transferencia de los pasajeros. La principal desventaja de esta configuración es que puede conducir a sobreoferta de capacidad en los tramos de alimentación, especialmente si se utilizan buses grandes. Porto Alegre, Brasil utiliza configuración de Convoy y ha sido exitosa, en términos generales. No hay respuesta correcta o incorrecta para la definición de opciones de itinerario; ésta depende muchísimo de las condiciones locales, como los cambios en densidad de población a lo largo de la ciudad. Si los corredores troncales terminan en áreas de menor densidad, la configuración tronco-alimentada dará los mejores resultados.

Si la densidad de población, y los consiguientes cambios espaciales en la demanda de viajes entre la línea principal y las áreas de alimentación son menos variables, entonces la configuración de Convoy puede ser más apropiada.

2.7 Tecnología y Equipo

No es una coincidencia que las decisiones de tecnología y equipo se listen en este punto en el proceso de planeación del TMRB, después de las decisiones sobre rutas, servicio al usuario, y estructura de tarifas. La tecnología y el equipo debe ser la respuesta a las necesidades de los usuarios y no al contrario. Muchas veces, los administradores públicos deciden desde el comienzo

del proceso cual es el fabricante principal de los buses, y por tanto obligan que el diseño del sistema se adapte a las condiciones del fabricante de buses por encima de las necesidades de los usuarios. Ciertamente, existe un grado de interdependencia entre los productos disponibles en el mercado y cómo se diseña el sistema, pero en forma ideal, el sistema debe ser diseñado para las necesidades de los pasajeros, no para acomodar una relación especial con determinado proveedor. Más aún, al crear un proceso transparente y definir especificaciones que varios proveedores pueden cumplir, la administración local puede promover un ambiente competitivo, que, al final, reduce costos y mejora la calidad de los equipos.

A continuación se presenta una lista tentativa de temas en tecnología y equipos que típicamente son tenidas en cuenta en un plan para TMRB:

1. Sistemas de recolección y verificación de pagos (billetaje)

- ✓ Sistemas pre-pago o de pago a bordo
- ✓ Sistemas sin tiquetes, banda magnética, o
- ✓ tarjetas inteligentes sin contacto

2. Centro de control

- ✓ Sistemas con GPS
- ✓ Comunicaciones entre el centro de control y los conductores

3. Sistemas inteligentes de transporte

- ✓ Paneles electrónicos de información en
- ✓ tiempo real
- ✓ Cámaras de seguridad
- ✓ Sistemas de prioridad para intersecciones
- ✓ sanforizadas

4. Tecnología de buses

- ✓ Especificaciones y proceso de definición
- ✓ Selección de tecnología y combustible de
- ✓ propulsión
- ✓ Opciones biarticulado, articulado,

- ✓ convencional
- ✓ Sistemas de guiado

5. Diseño interior de buses

- ✓ Disposición interior de asientos y barandas
- ✓ Espacio para personas con discapacidad y
- ✓ bicicletas

2.7.1. Procesos de compra de equipos

Sistemas de recolección y verificación de pagos (billetaje). El método de recolección y verificación de pagos tiene impactos significativos en los tiempos de flujo de pasajeros y la impresión general de los usuarios sobre el sistema. Más importante aún, los pasajes pagados antes de entrar en los buses reducen las grandes demoras que acompañan el pago a bordo. Una vez los flujos de pasajeros llegan a determinado nivel, las demoras de los sistemas de pago a bordo pueden significar un grave problema (Figura 31). En Goiania, Brasil, la agencia local de transporte público estima que el punto de quiebre llega cuando la capacidad del sistema es de 2.500 pasajeros/hora/sentido.

El prepago también trae otro beneficio. El transporte y manejo de dinero en efectivo aumenta probabilidades de ataque y robo. Aún más, el tener un sistema de recolección y verificación de pagos abierto y transparente, hay menos oportunidad que individuos en el sistema retengan para sí dineros producto del recaudo de pasajes.

Hay varias tecnologías y mecanismos para facilitar el prepago de los pasajes, incluyendo:

- ✓ Sistemas basados en monedas o tokens
- ✓ Tecnología de banda magnética
- ✓ Tecnología de tarjetas inteligentes con y sin
- ✓ contacto
- ✓ Sistemas de presentación de prueba de pago

2.7.2 La tecnología de banda magnética

Una historia de aplicación en este campo relativamente larga y exitosa. Estos sistemas requieren la precompra de boletos magnéticos, los cuales se verifican en la entrada del sistema. Los costos de capital pueden ser importantes, tanto en la compra de máquinas expendedoras como de los lectores de la banda magnética en los accesos. Sin embargo la ventaja de la banda magnética es que es de costo relativamente bajo, con relación al valor del pasaje, US\$ 0,02 – US\$ 0,05 por boleto. Los boletos pueden ser programados para múltiples viajes y el cobro de tarifas basadas en distancia. Algunos operadores en sistemas que usan banda magnética pueden también permitir descuentos para individuos que adquieran múltiples viajes. La tecnología de tarjetas inteligentes constituye el último avance en el campo de sistemas de recaudo. Las tarjetas inteligentes contienen un chip electrónico que puede guardar mucha información relacionada con la carga monetaria y el viaje, y permitir la generación de información de uso del sistema. Las tarjetas inteligentes también recogen gran cantidad de información de los movimientos de los usuarios que ayudan a la planeación del sistema y la distribución de ingresos entre los operadores. Los sistemas TMRB de Bogotá y Goiania emplean exitosamente

2.7.3 tarjetas inteligentes

Las tarjetas permiten una gama mayor de mecanismos de pago, como pasajes basados en distancia, tarifas de descuento, y pasajes para múltiples viajes. Tales tarjetas también permiten recoger estadísticas útiles para la administración del sistema.

Las principales desventajas de la tecnología de tarjetas inteligentes son costo y complejidad. Los sistemas requieren personal de venta y/o máquinas expendedoras. El sistema también requiere equipos de verificación a la salida, si se usan tarifas basadas en la distancia. En cada caso, existe el riesgo de filas largas, especialmente en los periodos pico. Además de los costos de equipos de carga y validación, cada tarjeta es relativamente cara. Los costos actuales están entre US\$ 1,00 y US\$ 2,00 por tarjeta. A diferencia de los tiquetes de banda magnética, las tarjetas inteligentes tienen una larga vida y pueden ser reutilizadas. Al tiempo que la tecnología de tarjetas inteligentes se hace más común, el costo indudablemente bajará.

2.8 Integración Modal

Como todos los sistemas de transporte público, los TMRB no pueden ser planeados y operados en forma aislada. En cambio, tales sistemas son tan sólo un elemento de la estrategia de desarrollo urbano y de opciones de movilidad. Para ser efectivos, los TMRB deben estar totalmente integrados con otros modos. Otras opciones de transporte, como caminar, usar bicicleta, tomar taxi, y utilizar otros modos de transporte público, no deben ser consideradas competencia, sino complemento del TMRB; los sistemas integrados eliminan los cuellos de botella y satisfacen mejor las múltiples necesidades de viaje de los usuarios. Los TMRB se implementan muchas veces a la par con Estrategias de Administración de la Demanda (TDM, sigla en inglés), que buscan crear condiciones adecuadas para motivar el uso eficiente del espacio urbano.

La siguiente es una lista de elementos de esta etapa de planeamiento:

1. Plan de Integración Modal

- ✓ Acceso de peatones
- ✓ Integración de bicicletas
- ✓ Paradas de taxi
- ✓ Parqueo de automóviles
- ✓ Servicios de tren
- ✓ Servicios complementarios

2. Planes de Administración de la

- ✓ Demanda
- ✓ Planes de viaje ecológicos
- ✓ Mezcla de viajes
- ✓ Reducción de velocidad del tráfico
- ✓ Peajes por congestión y uso
- ✓ Restricciones y costo de parqueo
- ✓ Herramientas de incentivo a reducción de
- ✓ estacionamiento
- ✓ Impuestos al consumo de combustibles

2.9 Planes para Implantación

La producción del plan para el sistema de TMRB no es el objetivo final de este proceso.

Sin implantación, el proceso de planeamiento es un ejercicio sin ningún sentido. Sin embargo, sucede muchas veces que los esfuerzos y gastos en planeamiento terminan en documentos y planos sin aplicaciones reales, que sólo sirven para llenar las bibliotecas o cubrir las paredes de las oficinas públicas. En cambio, el proceso de planeamiento del TMRB puede darles a los administradores públicos la confianza que se han tomado todas las precauciones para asegurar una implantación exitosa. Por ello, el paso final del proceso de planeamiento del sistema TMRB es el punto crítico para asegurar que los planes se conviertan en realidad de acuerdo con lo previsto y de forma eficiente. La siguiente es una lista de contenidos tentativos de esta etapa de planeamiento.

1. Plan Financiero

- ✓ Opciones de financiamiento local
- ✓ Financiamiento desde el nivel nacional
- ✓ Financiamiento comercial
- ✓ Participación privada

2. Plan de vinculación de personal

- ✓ Definición de los cargos (puestos) de trabajo
- ✓ Estrategia de contratación de recursos humanos

3. Plan de contratación para el sistema

- ✓ Concesiones
- ✓ Procesos de contratación
- ✓ Multas y bonificaciones para los operadores

4. Planes de construcción e implantación

- ✓ Cronograma de actividades

5. Planes de mantenimiento del sistema

- ✓ Identificación de actividades de mantenimiento

- ✓ Programa de mantenimiento
- ✓ Costos y financiación del mantenimiento

6. Plan de monitoreo y evaluación

- ✓ Metas e indicadores
- ✓ Frecuencia de monitoreo y evaluación
- ✓ Sistemas de retroalimentación para mejoramiento continuo

3.- FERROCARRILES

El primer servicio ferroviario en México se realizó en 1850, cubriendo el tramo de 13.6 km de longitud entre Veracruz-El Molino. Durante la presidencia del general Porfirio Díaz se le dio un fuerte impulso al ferrocarril, de hecho, la red ferroviaria se desarrolló hasta quedar casi como se encuentra en nuestros días.

El sistema fue básico para el transporte de personas y mercancías hasta la primera mitad del siglo XX.

En la actualidad, los ferrocarriles son útiles para transportar carga en grandes volúmenes a bajo costo. La red ferroviaria comunica entre sí las poblaciones más importantes y a éstas con los principales puertos y fronteras del país.

En 1995, el gobierno inició la concesión de uso y explotación de la red ferroviaria nacional a particulares (es decir, que el gobierno federal conserva el dominio sobre la infraestructura). Al término de la concesión, ésta debe ser devuelta al gobierno federal en condiciones adecuadas para su operación.

La red ferroviaria nacional está dividida en tramos, operados por:

Compañías privadas	Empresa paraestatal
• Kansas City Southern de México	Ferrocarril del Istmo de

(antes Transportación Ferroviaria Mexicana, S.A. de C.V.). Tehuantepec, S.A. de C.V.

- Grupo Ferroviario Mexicano, S.A. de C.V. (Ferromex).
- Ferrosur, S.A. de C.V.
- Línea Coahuila-Durango, S.A. de C.V.
- Compañía de Ferrocarriles Chiapas-Mayab, S.A. de C.V.
- Ferrocarril y Terminal del Valle de México, S.A. de C.V.

Algunos tramos pequeños (que no están incluidos en las concesiones anteriores) son las líneas cortas, asignadas a los gobiernos estatales donde se ubican, para ofrecer el servicio de transporte a pasajeros:

- Aguascalientes: Adames-Peñuelas.
- Baja California: vía corta Tijuana-Tecate.
- Hidalgo: Pachuca-Tepa-San Agustín Irolo.

Asimismo, la empresa Ferrocarril Suburbano, S.A. de C.V. obtuvo la concesión para operar el tramo Buenavista-Cuautitlán para el servicio de transporte a pasajeros.

3.1 Sistemas de trenes para ir al trabajo

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

3.2 Transporte público de tren ligero

Los sistemas de Transporte Público de Tren Liviano (LRT) [del inglés: Light Rail Transit] son un concepto relativamente nuevo y promisorio para su aplicación en ciertos emplazamientos

urbanos, aunque son más pertinentes para ciudades ricas que para ciudades en desarrollo. Comparables a los sistemas BRT en términos de capacidad, el LRT no produce emisiones locales. Como con el BRT, las líneas de LRT están normalmente segregadas de los otros medios de tráfico por barreras o rieles levemente elevados, o por una separación total de nivel.

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

El tren ligero es un sistema de transporte ferroviario de pasajeros de capacidad media a escala regional y metropolitana con unidades tipo tranvía o una clase intermedia entre un tranvía y un tren, que permite la conexión entre núcleos urbanos y zonas rurales y que crea además nuevos potenciales de desarrollo urbano. Opera sobre un sistema que está parcial o totalmente segregado del tránsito vehicular, con carriles reservados y vías apartadas.

Desarrollados en los años 70 junto con el resurgimiento de los tranvías, funcionan alimentados por electricidad suministrada a través de una catenaria o por motorizaciones diésel. El Tren Ligero de la Ciudad de México es un buen ejemplo de este tipo de sistema.

En la tabla 3.2.1 se muestran una tabla comparativa de los distintos tipos de ferrocarriles, sus capacidad des y

Tabla 3.2.1 Comparación entre distintos tipos de ferrocarril

Características	Tranvía	Tren Pre metro	ligero/ Metro/ Subte	Tren de cercanías
Población urbana (en miles de personas)	200-5.000	500-3.000	Más de 4.000	Más de 3.000
Carriles	Junto con otros medios de transporte	Separados de otros medios de transporte en casi todos los casos	Independientes	Independientes
Fuente de energía	Catenaria	Catenaria APS	Catenaria Tercer riel	Catenaria Tercer riel Locomotora
Coches o vagones	1-2	2-4	Hasta 9	Hasta 12

por tren				
Velocidad promedio (km/h)	10-20	30-40	30-40	45-65
Pasajeros por tren	125-250	260-520	800-1.000	1.000-2.200
Máxima cantidad de pasajeros por hora por dirección	7,500	11,000	22,000	48,000

3.3 Evolución y comparación del sector ferroviario

Según el Reporte Global de Competitividad 2014-2015 del Foro Económico Mundial, México (WEF, por sus siglas en inglés) ocupa el lugar 69 en el agregado de infraestructura de transporte, y de manera específica, los lugares 52 en carreteras, 64 en ferrocarriles, 62 en puertos y 63 en aeropuertos de entre 144 países.

Como lo indica el reporte del WEF el sector no ha alcanzado a consolidarse como el medio de transporte de carga más utilizado en México, siendo superado por el autotransporte, no obstante las ventajas comparativas que tienen el servicio de transporte ferroviario como: i) gran capacidad (permite el transporte de grandes cantidades en largos recorridos) y ii) bajos costos de transporte y flexibilidad (permite transportar una alta variedad de mercancías) hacen de éste, un medio de transporte necesario.

Asimismo, es de destacarse que algunos usuarios ven a los ferrocarriles como el único transporte viable en su cadena de suministro, debido a la inoperatividad o inviabilidad (técnica u operativa) de los productos que transportan y es precisamente con estos usuarios que el Estado debe comprometerse para el diseño de estrategias que permitan consolidar la eficiencia del sector ferroviario.

La longitud de las vías férreas no ha tenido cambios significativos en los últimos catorce años, mientras que en el año 2000 se tenían 26,655 kilómetros (km) de vías férreas construidos, para el 2014 la cifra asciende a 26,727 (km). Para el 2013, el sistema ferroviario tenía una longitud total de vías férreas de 26, 727 (km), de los cuales 20,722 (km) (77.5%) corresponden a vías principales y secundarias, 4,449.9 (km) (16.6%) a vías auxiliares (patios y laderos) y, finalmente, solamente 1,555.1 (km) (5.8%) a vías particulares. Del total de kilómetros de vías férreas construidas, 17,197

(km) (64.34%) corresponden a vías principales y secundarias concesionadas, de las cuales el 47.22% (8,121 km) están concesionadas a Ferrocarril Mexicano S.A. de C. V. (Ferromex) , el 24.72% (4,251 km) a Kansas City Southern México S.A. de C.V. (KCSM), el 10.10% (1,737 km) a Ferrosur, S.A. de C.V. (Ferrosur) y el 9.01% (1,550 km) a Compañía de Ferrocarriles Chiapas-Mayab, S.A. de C.V. (CFCHM). Como se muestra en la figura 3.3. 1

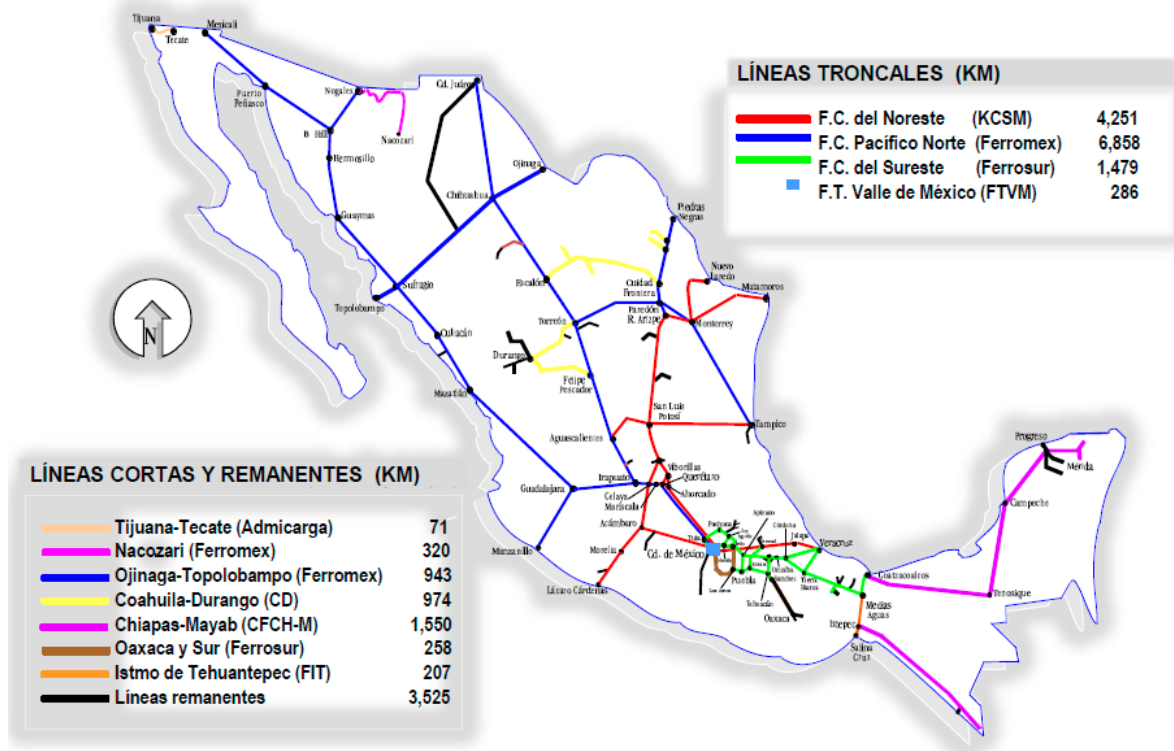


Figura 3.3.1 Mapa del sistema ferroviario (Ejes troncales y ramales)

Por otra parte, en México, 55% del volumen de la carga y 81% de su valor se mueve mediante autotransporte, mientras que el ferrocarril únicamente transporta 12.6% de la carga y 6% de su valor. En cuanto al transporte de pasajeros, 96% de los pasajeros se trasladan en transporte rodado y sólo 1.2% por ferrocarriles, el restante 2.8% se transporta por aviación (2.5%) y por vía marítima (0.3%). Por otra parte, en Estados Unidos de América (EUA), el reparto modal de la carga tiene una participación de 49% para los puertos, 34% para el autotransporte y 16% por ferrocarriles

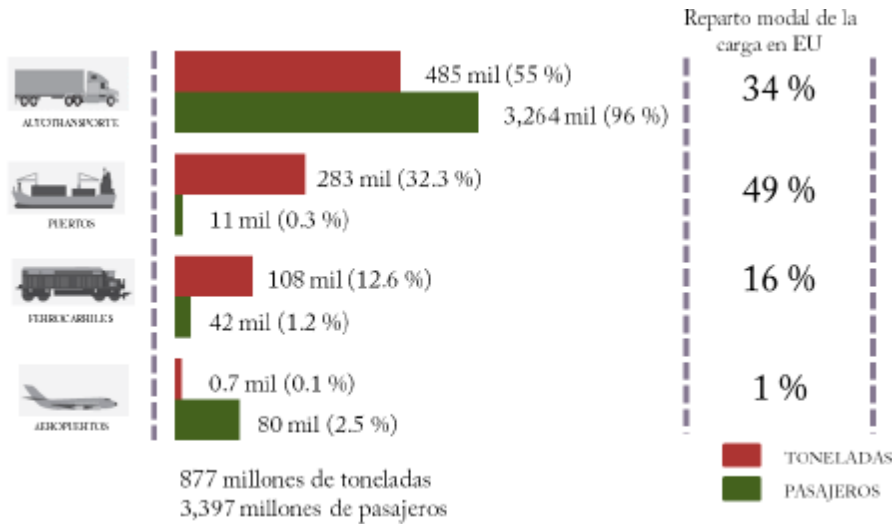


Figura. 3.3.2 Distribución por tipo de carga y pasajeros transportados

En su conjunto, el valor de la carga para todos los modos de transporte representó 115% del valor del PIB4. El valor de la carga realizada por transporte rodado representó, para 2011, 93% del PIB, mientras que el valor de la carga transportada por ferrocarril sólo representó 7% del PIB.

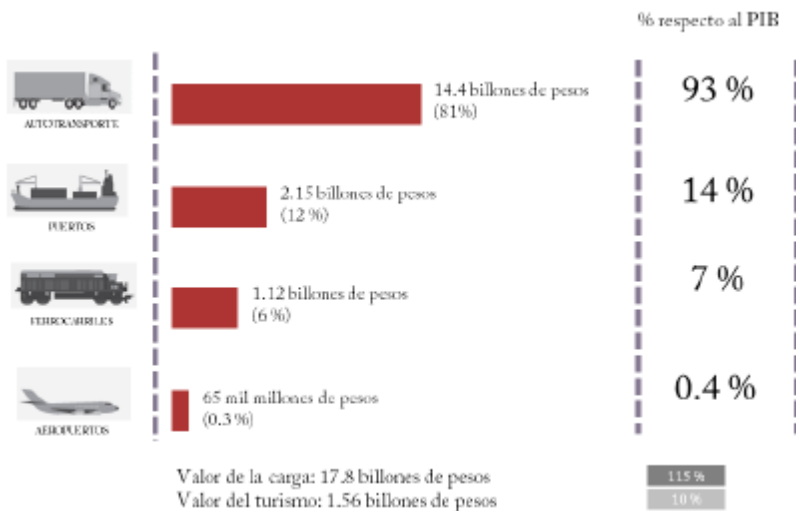


Figura 3.3.3 Distribución por tipo de carga y pasajeros transportados

Asimismo, en 2014 los ferrocarriles en México transportaron un total de 116.94 millones de toneladas anuales, para el periodo 2000 al 2014 la carga transportada por el servicio ferroviario promedio fue de 95.73 millones de toneladas, con una tasa media de crecimiento anual del 3%

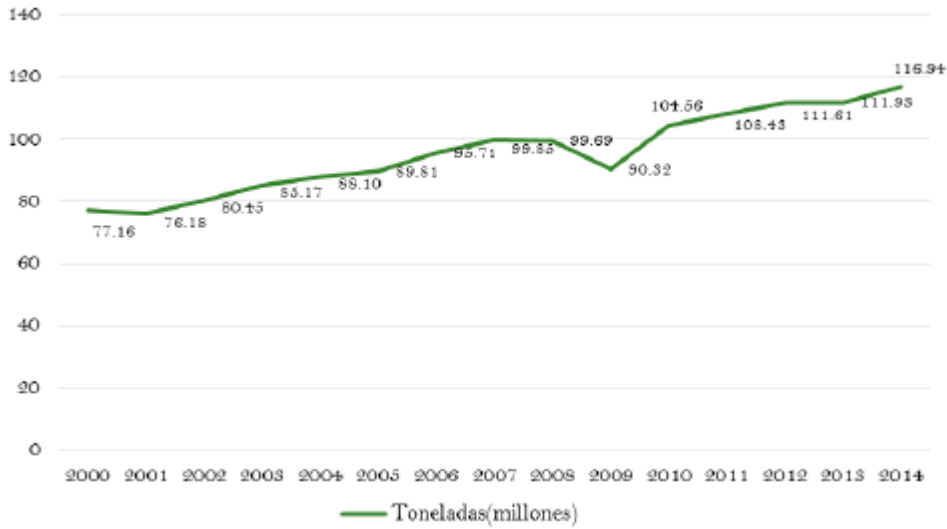


Figura 3.3.4 Volumen de carga transportada en el Sistema Ferroviario 2000-2014

Por otra parte, en el 2014 el sistema ferroviario transportó un total de 47.89 millones de pasajeros anualmente y los pasajeros transportados en dicho servicio han tenido una tasa media de crecimiento anual de 17.9%. Cabe señalar que en junio de 2008 comienza a operar Ferrocarriles Suburbanos, S.A.P.I. de C.V. con la prestación del servicio público de transporte ferroviario de pasajeros en la modalidad suburbano en la ruta Cuautitlán-Buenavista, y dicho ferrocarril transportó el 99.5% (47.677 millones) de los pasajeros para el 2014.

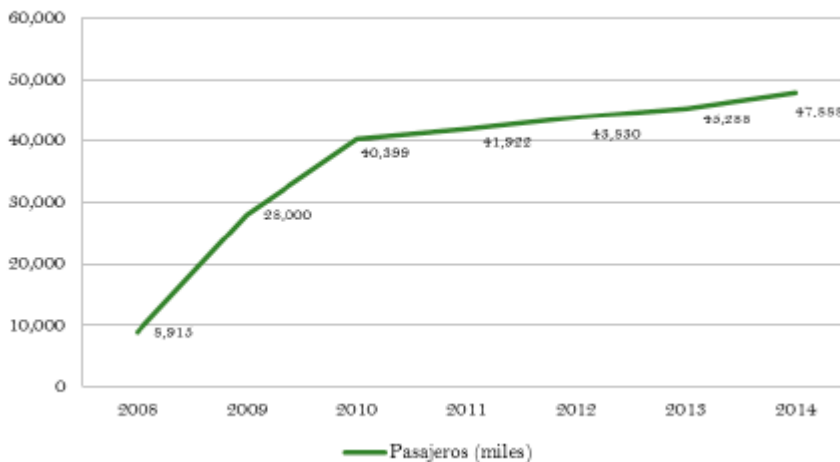


Figura 3.3.5 Volumen de pasajeros transportados en el Sistema Ferroviario 2008-2014

4.- SISTEMA COLECTIVO METRO.

Metro es el término más común para referirse a este sistema de transporte y se usa en casi todos los países de habla hispana. El término puede referirse sólo a la parte subterránea del sistema o al sistema completo. También puede referirse, aunque en raras ocasiones, a un tipo de tren ligero.

Es también el término más común en casi todos los idiomas. Se emplea en casi todas las redes que hay en Europa, Asia y Oceanía, en idioma portugués, francés y en italiano. En inglés se utiliza para referirse a las redes ubicadas en países de habla no inglesa, así como para algunas redes del Reino Unido (Tyne & Wear Metro) o en redes de Perú (Metro de Huancayo). En Francia y Portugal también suele usarse la palabra Metropolitano (Metropolitano de Lisboa) y en Italia Metropolitana (Metropolitana de Milán).

Subte, Subterráneo: Los términos Subterráneo y coloquialmente Subte se usan en Argentina, Paraguay y Uruguay, aunque solo el primer país cuenta con una red de tránsito rápido (Subte de Buenos Aires). A diferencia de metro, el término sólo se emplea para describir una red que es enteramente subterránea.

La palabra Jihacheol (en idioma coreano, subterráneo) se utiliza localmente para denominar a las redes que se encuentran en Corea del Sur.

Subway, Es un término de habla inglesa, y aunque puede traducirse literalmente como vía subterránea, su significado se aproxima más al término metro, ya que se usa para referirse a redes de tránsito rápido que circulan o no bajo tierra. Es el término más comúnmente utilizado en los Estados Unidos (New York City Subway), en algunas partes de Canadá y en Escocia.

Underground, Tube, En Londres se emplean los términos Underground y coloquialmente Tube, que pueden traducirse del inglés como subterráneo y tubo, respectivamente, pero ambos sirven

para designar a la toda la red de tránsito rápido de esa ciudad, que sólo circula parcialmente bajo tierra.

U-Bahn, El término utilizado para referirse a los sistemas de tránsito rápido en Alemania, Austria y los cantones de habla alemana de Suiza es U-Bahn (una reducción de *Untergrundbahn*, que en alemán significa ferrocarril subterráneo). Este se usa para referirse a las redes de tránsito rápido en su totalidad, aunque circulen parcialmente bajo tierra. Se diferencia del término S-Bahn, usado para referirse al sistema urbano y suburbano de trenes que circulan enteramente por la superficie.

Elevated, Traducido del inglés como elevados o de vías elevadas, es el modo como se denomina a ciertas líneas o tramos de diferentes redes de tránsito rápido en Estados Unidos (L de Chicago) y Perú (Elevado de Lima) y el Reino Unido que circulan sobre el nivel de la calle. Coloquialmente suele denominárselos simplemente L (en inglés pronúnciese el).

Un sistema de metro se define como un sistema de transporte urbano de pasajeros, eléctrico con alta capacidad y alta frecuencia de servicio, que es totalmente independiente del resto del tráfico, sea de carretera o peatones.^{2 3} Los términos ferrocarril convencional o ferrocarril pesado (*heavy rail*, principalmente en América del Norte) y ferrocarril urbano pesado (*heavy urban rail*) a menudo tienen definiciones similares.^{4 5 6}

La línea divisoria entre el metro y otros medios de transporte público, como metro ligero (*light rail*^{4 5}) y tren de cercanías (*commuter rail*^{4 5}) no es siempre clara. Una forma común de distinguir el metro del tren ligero es por su separación del resto del tráfico. Mientras que los sistemas de trenes ligeros pueden compartir las carreteras o tienen pasos a nivel, un sistema de metro funciona, casi siempre, en un derecho de vía exclusivo en paso a desnivel, sin acceso para peatones y otros vehículos. Y en contraste con los trenes de cercanías, los sistemas de metro se utilizan principalmente para el transporte dentro de la ciudad, y tienen una mayor frecuencia de servicio, por lo general no más de 10 minutos entre trenes durante un servicio normal durante el día. Por otra parte, la mayoría de los sistemas de metro no comparten vías con los trenes de mercancías o los servicios ferroviarios interurbanos. Sin embargo, no es relevante si el sistema dispone de ruedas de acero o neumáticos de caucho, o si la fuente de alimentación es de un tercer riel o de catenaria.

























El nombre del propio sistema no es un buen criterio para saber si se trata o no de un sistema de metro. Algunas ciudades utilizan la denominación «metro» como nombre de marca para una línea de transporte, sin ningún componente de tránsito rápido. Del mismo modo, existen sistemas denominados de tren ligero que cumplen todos los criterios para ser un sistema de transporte rápido. Algunos sistemas también incorporan el metro ligero o líneas de metro ligero, como parte de un sistema más amplio bajo un único nombre común. Estos sistemas se recogen aquí, pero las líneas de metro ligero no se cuentan en los datos de la red. Ciertas redes de tránsito coinciden con los estándares de nivel técnico y de servicio de los sistemas de metro, pero llegan mucho más allá de la ciudad y son comúnmente conocidos o mejor descritos como suburbano, tren regional o tren de cercanías. Estos sistemas no están incluidos aquí. Y tampoco lo están los sistemas de monorraíl y funiculares u otros de transporte hectométrico o de gente —un sistema de transporte ferroviario ligero totalmente automatizado (Pélope Mover) —, tales como los existentes en parques de atracciones, estaciones de esquí o en aeropuertos.

La tabla 4.1, muestra el listado de sistemas de transporte de metro en el mundo.

Tabla 4.1 Sistemas de transporte de metro más importantes del mundo.























	Log o	Nombre	Localización	País	N.º líneas	N.º estacion es	Longit ud (km)	Pasajeros/ día
00 1		Metro de Londres	Londres	 Reino Unido	11	270	408	3 370 000
00 2		Metro de Nueva York	Nueva York	 Estados Unidos	24	468	336	5 465 034 (2013)
00 3		Metro de Chicago	Chicago	 Estados Unidos	8	145	170,8	734 900 (2013)
00 4		Metro de Budapest	Budapest	 Hungría	3	40	31,4	828 493 (2011)
00 5		Metro de Glasgow	Glasgow	 Reino Unido	1	15	10,4	35 767 (2009- 2010)
00 6		Metro de Boston	Boston	 Estados Unidos	4>	51	51	549 100

007		Metro de París	 Francia	16	303	219,9	4 130 000
008		Metro de Berlín	 Alemania	10	170	151,7	1 390 000
009		Metro de Atenas	 Grecia	3	65	83,3	1 353 000
010		Metro de Filadelfia	 Estados Unidos	4	62	40,6	333 600 (2013)
011		Metro del río Hudson y Manhattan	 Estados Unidos	4	13	22,2	248 100 (2013)
012		Metro de Hamburgo	 Alemania	4	91	104	572 000
013		Subte de Buenos Aires	 Argentina	6	83	58,8	1 900 000
014		Metro de Madrid	 España	16	326	324	1 738 000
015		Metro de Barcelona	 España	11	165	123	1 738 000
016		Línea Yamanote	 Japón	1	29	34,5	3 725 247
017		Metro de Tokio	 Japón	13	179	195,1	6 307 390
018		Metro de Osaka	 Japón	8	101	129,9	2 319 896
019		Metro de Moscú	 Rusia	12	197	329,2	6 730 000
020		PATCO Speedline	 Estados Unidos	1	13	22,9	36 300 (2013)
021		Metro de Estocolmo	 Suecia	7	100	105,7	874 316

02 2		Metro de Toronto	 Canadá	4	69	68,3	901 200
02 3		Metro de Roma	 Italia	3	74	60	762 000
02 4		Metro de Cleveland	 Estados Unidos	1	18	31	19 300
02 5	-	Metro de San Petersburgo	 Rusia	5	67	113,2	2 150 000
02 6		Metro de Nagoya	 Japón	7	83	93,3	1 171 289
02 7		Metro de Haifa (metro-funicular)	 Israel	1	6	1,8	732 664
02 8		Metro de Lisboa	 Portugal	4	55	45,5	500 000
02 9		Oficina de transporte metropolitana de Tokio	 Japón	4	106	109,1	2 325 117
03 0		Metro de Kiev	 Ucrania	3	52	67,6	1 439 000
03 1		Metro de Milán	 Italia	4	113	100	1 150 000
03 2		Metro de Oslo	 Noruega	6	97	84,2	226 775
03 3		Metro de Montreal	 Canadá	4	68	65,3	1 241 000
03 4		Metro de Tiflis	 Georgia	2	22	27,1	255 000

03 5		Metro de Bakú	 Azerbaiyán	3	25	36,7	500 000
03 6		Metro de Róterdam	 Países Bajos	5	62	78,3	250 000
03 7		Metro de Kōbe	 Japón	1	10	7,6	
03 8		Metro de Fráncfort del Meno	 Alemani a	9	86	64,9	321 000
03 9		Metro de la Ciudad de México	 México	12	195	225,9	4 408 220
04 0		Metro de Pekín	 China	17	232	465	9 750 800
04 1		Metro de Múnich	 Alemani a	8	98	103,1	1 035 600
04 2		Metro de Sapporo	 Japón	3	49	48	
04 3		Metro de Núremberg	 Alemani a	3	46	35	316 000
04 4		Metro de San Francisco	 Estados Unidos	5	44	167	400 300 (2013)
04 5		Metro de Yokohama	 Japón	2	42	53,4	650 000
04 6		Metro de Pionyang	 Corea del Norte	2	17	35	300 000
04 7		Metro de Praga	 República Checa	3	57	59,4	1 614 000
04 8		Metro de Seúl	 Corea del Sur	19	441	981,5	3 587 000

04 9		Metro de São Paulo	 Brasil	12	177	335,0	5 900 000
05 0		Metro de Lyon	 Francia	4	44	32,05	704 000
05 1		Metro de Járkov	 Ucrania	3	29	39,6	650 000
05 2		Metro de Santiago	 Chile	5	108	103	2 300 000
05 3		Metro de Washington D. C.	 Estados Unidos	5	86	171	855 300 (2013)
05 4		Metro de Viena	 Austria	5	104	78,4	1 300 000
05 5		Metro de Bruselas	 Bélgica	5	59	32	362 700
05 6		Metro de Ámsterdam	 Países Bajos	4	52	42,5	295 000
05 7		Metro de Taskent	 Uzbekistán	3	29	36,2	450 000
05 8	-	Metro de Marsella	 Francia	2	28	21,5	204 000
05 9		Metro de Río de Janeiro	 Brasil	2	35	40,9	
06 0		Metro de Atlanta (MARTA, <i>Metropolitan Atlanta Rapid Transit Authority</i>)	 Estados Unidos	4	38	77	221 200 (2013)
06	25p	Metro de Hong Kong	 China	9	82	174,7	4 552 000

1	x	Hong Kong (MTR, Mass Transit Railway)						
06 2		Metro de Bucarest Bucarest	 Rumania	4	51	69,25	467 000	
06 3		Tyne & Newcastle Wear Metro upon Tyne y Sunderland	 Reino Unido	2	60	74,5	103 835	
06 4		Metro de Ereván Ereván	 Armenia	1	10	13,4	40 000	
06 5		Metro de Kioto Kioto	 Japón	2	29	28,8		
06 6		Metro de Fukuoka Fukuoka	 Japón	3	35	29,8		
06 7		Metro de Helsinki Helsinki	 Finlandia	2	17	21,1	156 986	
06 8		Metro de Caracas Caracas	 Venezuela	5	52	70,5	2 000 000	
06 9		Metro de Lille Lille	 Francia	2	62	43,7	271 000	
07 0	-	Metro de Baltimore Baltimore	 Estados Unidos	1	14	24,5	48 500 (2013)	
07 1	-	Metro de Miami Miami	 Estados Unidos	2	23	39,3	72 700 (2013)	
07 2		Metro de Minsk Minsk	 Bielorrusia	2	25	35,5	900 000	
07 3		Metro de Calcuta Calcuta	 India	1	24	28,14	650 000	
07 4		Metro de Manila Manila	 Filipinas	3	31	28,8	2 800 000	

07 5		Metro de Tianjin Tianjín	 China	4	86	132,4	715 000
07 6	-	Metro de Porto Alegre Porto Alegre	 Brasil	1	20	39	170 000
07 7	-	Metro de Recife Recife	 Brasil	4	30	71,0	285 000
07 8		Metro de Busán Busan	 Corea del Sur	5	129	131,9	
07 9		Metro de Nizhny Novgorod Nóvgorod	 Rusia	2	14	18,9	82 000
08 0		Metro de Vancouver Vancouver	 Canadá	3	47	68,7	396 000
08 1		Metro de Novosibirsk Novosibirsk	 Rusia	2	13	15,9	225 000
08 2	-	Metro de Belo Horizonte Belo Horizonte	 Brasil	1	19	28,2	241 624
08 3		Metro de Sendai Sendai	 Japón	1	17	14,8	
08 4		Metro de El Cairo Cairo	 Egipto	3	57	70,2	4 000 000
08 5		Metro de Singapur Singapur	 Singapur	5	107	148,9	2 649 000
08 6		Metro de Samara Samara	 Rusia	1	9	10,3	44 000
08 7		Metro de Valencia Valencia	 España	5	128	146,7 7	164 000
08 8	-	Metro de Teresina Teresina	 Brasil	1	9	14,5	12 000

08 9		Metro de Estambul	 Turquía	4	62	82,2	1 200 000
09 0		Metro de Palermo	 Italia	2	17	40	43 161
09 1		Metro de Génova	 Italia	1	8	7,1	43 161
09 2		Metro de Ekaterimburgo	 Rusia	1	9	12,7	130 000
09 3		Metro de Los Ángeles	 Estados Unidos	2	28	28,0	168 200 (2013)
09 4		Metro de Shanghái	 China	14	329	538	6 860 000
09 5		Metro de Nápoles	 Italia	2	23	20	
09 6		Metro de Toulouse	 Francia	2	37	28,2	293 000
09 7	-	Metro de Hiroshima (Astram Line)	 Japón	1	21	18,4	
09 8		Metro de Varsovia	 Polonia	1	21	21,7	465 000
09 9		Metro de Bilbao	 España	2	40	43,31	245 000
10 0		Metro de Daegu	 Corea del Sur	2	59	57,3	
10 1		Metro de Medellín	 Colombia	2	27	28,8	465 387
10 2	-	Metro de Kuala Lumpur	 Malasia	3	48	56	326 095

		(RapidKL Rail)							
10 3		Metro de Dnipropetrovsk	 Ucrania	1	6	7,1	22 000		
10 4	-	Metro de Taipéi	 República de China	11	103	121,4,4	1 990 000		
10 5		Metro de Ankara	 Turquía	2	23	23,4	310 660		
10 6		Metro de Cantón	 China	9	164	260,5	5 620 000		
10 7	-	Metro de Chennai (antes Madrás)	 India	1	16	19,34	76 800		
10 8		Metro de Sofía	 Bulgaria	2	27	31	450 000		
10 9		Metro de Catania	 Italia	1	6	3,8	11 151		
11 0		Metro de Incheon	 Corea del Sur	1	29	29,4	199 527		
11 1	-	Metro Aéreo de Bangkok (BTS Skytrain)	 Tailandia	2	34	30,95	668 302		
11 2	-	Metro de Teherán	 Irán	3	40	74,5	2 000 000 >		
11 3	25p x	Metro de Esmirna	 Turquía	1	14	16,1	173 000		
11 4		Metro de Brasilia	 Brasil	2	249	46,5	150 000		

11	-	Metro de Rennes	 Francia	1	15	9,4	135 000
5							
11	-	Metro de Bursa	 Turquía	2	31	31,0	250 000
6							
11	-	Metro de Copenhague	 Dinamarca	2	22	20,5	148 000
7							
11		Metro de Oporto	 Portugal	6	81	70 (9,5 subt.)	152 600
8							
11		Metro de Delhi	 India	7	142	192,7	2 010 000
9							
12	25p x	Metro de Dalian	 China	3	26	103,8 3	145 000
0							
12		Metro de Gwangju	 Corea del Sur	1	20	20,1	
1							
12		Metro de Wuhan	 China	3	62	73,4	1 082 000
2							
12		Tren Urbano de San Juan	 Puerto Rico	1	16	17,2	42 300 (2013)
3							
12		Metro de Shenzhen	 China	2	19	178,4	2 490 000
4							
12		Metro de Chongqing	 China	4	92	168	1 100 000
5							
12		Metro de Kazán	 Rusia	1	10	15,82	74 000
6							
12	25p x	Metro de Nankín	 China	2	55	87	1 350 000
7							
12	-	Metro de Valparaíso	 Chile	1	20	43	47 100
8							
12		Metro de Turín	 Italia	1	21	13,2	106 849

9		Turín						
130		Metro de Daejeon	Daejeon	 Corea del Sur	1	22	22,6	
131	-	Metro de Los Teques	Los Teques	 Venezuela	1	3	10,2	35 500
								(líneas 1 y 2 en const.)
132	-	Metro de Valencia	Valencia	 Venezuela	1	7	6,2	62 000
133	-	Metro de Maracaibo	Maracaibo	 Venezuela	1	6	6,5	42 000
134		Metro de Palma de Mallorca	Palma de Mallorca	 España	2	15	15,55	
135		Metro de Lausana	Lausana	 Suiza	1	28	15,0	
136	-	Metro de Santo Domingo	Santo Domingo	 República Dominicana	2	30	28,5	138 700
137	-	Metro de Adana	Adana	 Turquía	1	13	14,0	
138		Metro de Sevilla	Sevilla	 España	1	22	18,2	46 000
139	25px	Metro de Dubái	Dubái	 Emiratos Árabes Unidos	2	47	74,6	
140	-	Metro de Johannesburgo	Johannesburgo, Pretoria, Ekurhuleni y Aeropuerto	 Sudáfrica	1	10	80	

		OR Tambo							
14		Metro de Chengdu	 China	2	43	49,7	900 000		
1		Chengdu							
14	25p	Metro de Shenyang	 China	2	43	55,16	533 000		
2	x	Shenyang							
14		FMetro Foshan	 China	1	14	20,4			
3									
14		Metro de La Meca	 Arabia Saudita	1	15	18,1			
4									
14		Metro de Mashhad	 Irán	1	22	19	100 000		
5		Mashhad							
14		Metro de Lima	 Perú	1	26	34,6	220 000		
6		Lima							
14		Metro de Xi'an	 China	2	36	45,9	470 500		
7		Xi'an							
14		Metro de Bangalore	 India	2	41	42,3	24 968		
8		Bangalore							
14	25p	Metro de Argel	 Argelia	1	10	9			
9	x	Argel							
15	25p	Metro de Almatý	 Kazajistán	1	7	8,5	30 000		
0	x	Almatý							
15		Metro de Suzhou	 China	2	46	52,29	147 000		
1		Suzhou							
15		Metro de Kunming	 China	2	14	40,1			
2		Kunming							
15		Metro Donostialde	 España	1	20	28	22 000		
3		San Sebastián							
15	-	Metro de Fortaleza	 Brasil	2	28	43			
4		Fortaleza							

15 5		Metro de Hangzhou Hangzhou	 China	1	31	47,97	512 000
15 6		Metro de Brescia Brescia	 Italia	1	17	13,7	40 000
15 7		Metro de Harbin Harbin	 China	1	19	17,4	
15 8		Metro de Gurgaon Gurgaon	 India	1	6	5,1	
15 9		Metro de Zhengzhou Zhengzhou	 China	1	22	26,3	
16 0		Metro de Panamá Panamá	 Panamá	1	12	13	
16 1		Metro de Changsha Changsha	 China	1	19	17,4	
16 2		Metro de Ningbo Ningbo	 China	1	20	20,8	
16 3		Metro de Bombay Bombay	 India	1	12	11,5	
16 4		Metro de Salvador de Bahía	 Brasil	2	28	48,1	
16 5		Metro de Wuxi Wuxi	 China	2	46	56	

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Sistemas_de_metro

5.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

Termino	Significado
APS	Sistema de Tranvía sin Catenaria
BRT	Autobuses de Tránsito Rápido (Bus Rapid Transit)
CFCHM	Ferrocarriles Chiapas-Mayab, S.A. de C.V
ITDP	Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo
JIHACHEO	En idioma coreano, Subterráneo.
KCSM	Kansas City Southern México S.A. de C.V.
LRT	Ligth Rail Transit, (Sistema de Tren Ligero)
SUBWAY	Vía subterránea, su significado se aproxima más al término metro
TDM	Estrategias de Administración de la demanda
TMRB	Transporte Masivo Rápido en Autobuses
WEF	World Economic Forum, Foro Económico Mundial
UNDERGROUND	Del inglés como subterráneo
U-BAHN	término utilizado para referirse a los sistemas de tránsito rápido en Alemania, Austria y los cantones de habla alemana de Suiza

REFERENCIAS

- Banco Interamericano de Desarrollo. *Proyectos de transportes planificación e implementación* Vol. 4. LIMUSA. 1979
- Benjamín Cendredo Agenio. *El transporte aspectos y tipología*. Grupo Vanhri. 2009
- Bernardo, N. Ovidio G. *Metro, Metropoli, México*. México D. F. 2000.
- CAF, 2007, *Observatorio de Movilidad para América Latina*
- COFEMER, 2015, *REGULACIÓN ADMINISTRATIVA DEL SECTOR FERROVIARIO*. Disponible en: <http://www.sct.gob.mx>
- CENAPRA, 2100, *Situación de la Seguridad Vial en México – Reporte Estadístico 2010*
- CONAPO, 2000, *Proyecciones de Población*
- Consorcio Regional de Transportes de Madrid, 2008
- CTS México, 2006, *Seis estrategias de movilidad para la ZMVM*
- CTS México, 2010-a, *Atlas de Accesibilidad y Conectividad de la Zona Metropolitana del Valle de México*
- CTS México, 2010-b, *Impactos de Autopistas Urbanas en México*
- CTS México, 2010-c, *Manual de Desarrollo Orientado al Transporte Sustentable*
- CTS México, 2010-d, *Hacia Ciudades Competitivas Bajas en Carbono C2C2*
- Covarrubias, 2000: *Proyecto para el diseño de una estrategia integral de gestión de la calidad del aire en el Valle de Mexico*: <http://www.paot.org.mx/centro/libros/proaire/cap02.pdf>
- Daniel Bongardt y Felix Creutzig. *Transport planning for third world cities*. Harry Dimitriou. 1990
- David Doran and Bob Cather. *Movement in cities*. Routledge Library Editions. 2013
- Estrada, Ernesto (2004). *Regulación y Competencia en los Ferrocarriles Mexicanos*, Capítulo XIII en *Competencia Económica en México*, editado por la Comisión Federal de Competencia, Porrúa: México, DF.
- EMBARQ, 2010, *Transmilenio Road Safety Impacts (documento interno)*
- EOD 1983, 1994, 2007, *Encuesta Origen-Destino de la Zona Metropolitana del Valle de México*
- NHTSA, 2008: *2008 Traffic Safety Annual Assessment – Highlights*

- FIMEVIC, 2011: <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm>
- FLACSO, 2008: *Patrones de Movilidad y Tren Suburbano*, http://conocimientoabierto.flacso.edu.mx/medios/tesis/granados_e.pdf
- Francisco Carmona Pastor. Manual de transportista. DIAZ SANTOS. 2005
-
- INE, 2006, *The Benefits and Costs of a Bus Rapid Transit System in México City*
- INEGI, 2004, *Discapacidad en México* http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/poblacion/2000/discapacidad/discapacidad2004.pdf
- INEGI, 2005, *Encuesta de Gastos de Hogares*
- INEGI, 2010: *Vehículos de fecha de actualización – Miércoles, 20 de Enero*
- ITDP México, *Transporte Público Masivo en la Zona Metropolitana del Valle de México Proyecciones de demanda y soluciones al 2024, Reporte para Hewlett & Flora Foundation Grant 2. Disponible en www.itdp.mx [Consultado en Septiembre de 2016]*
- J. Hernández, 2011, *Presentación (documento sin publicar)*
- Leonardo R. Barona Mayorga. Autotransporte federal de pasaje operación y estructura. Trillas. 2006
- Ley General de Asentamientos Humanos, Estado de México
- Lloyd Wright, 3a. *Opciones de transporte público masivo*, University College London; Karl Fjellstrom, GTZ.
- Lloyd Wright , 3b. *Sistemas de bus rápido*. University College London. Karl Fjellstrom, GTZ.
- OECD/ITF (2015). *ITF Transport Outlook 2015*, OECD Publishing/ITF. <http://dx.doi.org/10.1787/9789282107782-en>
- Littman, 2022, *Automobile Dependency and Economic Development*
- Molinero, A. Sánchez, L. *Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. UAEM, 2005.
- ONU, Road Safety Decade of Action: www.un.org/en/roadsafety
- Roess, Roger P., Prassas, Elena S., McShane, and William R. *Traffic Engineering*. Prentice Hall, 2004.
- Paul C. Box. *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. Alfaomega, 1985.
- Richard Meakin. 3c. *Regulación y planificación de buses*. Karl Fjellstrom, GTZ.

- SETRAVI, 2001, Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006
- SETRAVI, 2011, http://www.setravi.df.gob.mx/wb/stv/datos_generales
- SHCP, 2011, Ley de Ingresos Estatales
- SMA, 2002, Proaire 2002-2010
- SMADF, 2008, Inventario de Emisiones Calidad del Aire
- SMA, 2008, Inventario de Emisiones de GEI
- Togno F. M. Los Ferrocarriles de México, Representaciones y servicios de ingeniería S. A. México D. F. 1990.