



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM NEZAHUALCÓYOTL

CURSO
SISTEMAS DE TRANSPORTE MASIVO
CLAVE: L40747

CARRERA: INGENIERÍA EN TRANSPORTE

TIPO DE MATERIAL: VISUAL

FECHA DE ELABORACIÓN: 2019-B

ELABORÓ: M. EN I. JAVIER ROMERO TORRES

JUSTIFICACIÓN

El presente material se elaboró con la intención de apoyar al docente al impartir la materia de Sistemas de transporte masivo para facilitar el aprendizaje y aprovechar el tiempo dentro del salón de clases. Contempla también apoyar a los estudiantes a los que se les facilita el aprendizaje visual.

PRESENTACIÓN

El curso de sistemas de transporte masivo tiene como objetivo que el alumno aplique los conceptos fundamentales de la ingeniería en transporte para desarrollar proyectos de consultoría.

Al finalizar el curso el alumno desarrollará las habilidades necesarias para resolver proyectos de transporte masivo como los sistemas brt, ferrocarriles y el sistema de transporte colectivo metro.

PROPÓSITO GENERAL

Formar profesionales en el área del transporte que construyan soluciones integrales a la movilización de bienes y personas con un enfoque interdisciplinario.

COMPETENCIAS GENÉRICAS

- Movilidad y Transporte Sustentable
- Sistemas de transporte rápido BRT
- Ferrocarriles
- Sistema de Transporte Colectivo Metro

BIBLIOGRAFÍA

BÁSICA

- Banco Interamericano de Desarrollo. Proyectos de transportes planificación e implementación Vol. 4. LIMUSA. 1979
- Leonardo R. Barona Mayorga. Autotransporte federal de pasaje operación y estructura. Trillas. 2006
- Francisco Carmona Pastor. Manual de transportista. DIAZ SANTOS. 2005
- David Doran and Bob Cather. Movement in cities. Routledge Library Editions. 2013
- Daniel Bongardt y Felix Creutzig. Transport planning for third world cities. Harry Dimitriou. 1990
- Benjamín Cendredo Agenio. El transporte aspectos y tipología. Grupo Vanhri. 2009
- Molinero, A. Sánchez, L. Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración. UAEM, 2005.
- Roess, Roger P., Prassas, Elena S., McShane, and William R. Traffic Engineering. Prentice Hall, 2004.
- Togni F. M. Los Ferrocarriles de México, Representaciones y servicios de ingeniería S. A. México D. F. 1990.
- Bernardo, N. Ovidio G. Metro, Metropoli, México. México D. F. 2000.
- Paul C. Box. Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. Alfaomega, 1985

COMPLEMENTARIA

- Guía para implementación de BRT (Transit Cooperative Research Program by Federal Transit Administration). Internet, 2007.

BIBLIOGRAFÍA

COMPLEMENTARIA

- Guía para implementación de BRT (Transit Cooperative Research Program by Federal Transit Administration). Internet, 2007.
- Vuchic, V. (2007) Urban transit, Systems and technology. John Wiley. EUA.
- Vuchic, V. (2007) Urban transit, Operations, planning and economics. John Wiley. EUA

Sistemas de transporte masivo

(Instructor)

(Fecha)

Temario

1. Movilidad y transporte sustentable
2. Sistemas de transporte rápido BRT
3. Ferrocarriles
4. Sistema de transporte colectivo metro

Temario

1. Movilidad y transporte sustentable
2. Sistemas de transporte rápido BRT
3. Ferrocarriles
4. Sistema de transporte colectivo metro

Introducción

1. Problema político: ¿circulación o movilidad?
 - La infraestructura pensando en...
 - Ampliación o reducción del espacio
2. Problema de equidad
 - Educación vial: peatón, conductor
 - Usuarios con capacidades diferentes
 - Gestión de la intersección: ciclistas
 - Barreras para la circulación: peatón, capacidades diferentes
3. Problema técnico
 - Tránsito seguro y eficiente
 - Uso eficiente del espacio público

Un concepto de movilidad

Movilidad:

Capacidad de moverse o de recibir movimiento

Movilidad urbana:

- Capacidad y/o posibilidad de moverse en la ciudad.
- Necesidad básica de las personas que implique un esfuerzo en los desplazamientos –para acceder a bienes o servicios- que no repercuten “negativamente” en la calidad de vida de los ciudadanos.

La **movilidad** es un tópico amplio y complejo, que puede ser interpretado desde ópticas distintas, y al que se le dan significados y se asocian valores diferentes.

Movilidad: enfoques

Enfoque del movilidad según su concepto

Concepto	Enfoque
Conjunto de desplazamientos que las personas y los bienes deben hacer por motivo laboral, formativo, sanitario, social, cultural, o de ocio, o por cualquier otro.	Lo central es la forma de desplazamiento, cómo se mueven las personas.
Conjunto de procesos y acciones orientadas a desplazar personas y bienes en el territorio para acceder a las actividades y servicios.	Se orienta hacia las estrategias y la gestión, lo necesario para que personas y bienes puedan desplazarse.
La movilidad es, mayoritariamente, un medio para el acceso a bienes, servicios y personas.	Visión sintética
Es un medio para permitir a los ciudadanos, colectivos y empresas acceder a la multiplicidad de servicios, equipamiento y oportunidades que ofrece la ciudad.	Visión sintética.

Movilidad y accesibilidad

Con facilidad de **desplazamiento**

Un lugar es más accesible cuanto más eficiente sean las infraestructuras y sistemas de transporte para desplazarse hasta él.

Reforzar continuamente la infraestructura y el sistema de transporte (producción, congestión, contaminación...)

Con **proximidad** (espacial o geográfico)

Una necesidad o deseo son tanto más accesibles cuanto menor y más autónomo pueda ser el desplazamiento.

Reducir las necesidades de desplazamiento

Propósitos de la movilidad

Es el traslado (personas) es con el fin de cumplir con una serie de actividades:

- Estudiar,
- Trabajar
- Visitar
- Comprar
- Recreación.

Estos traslados se realizan por diferentes modos:

- Motorizados: autobús, auto, transporte colectivo...
- No motorizados: caminar, bicicleta,

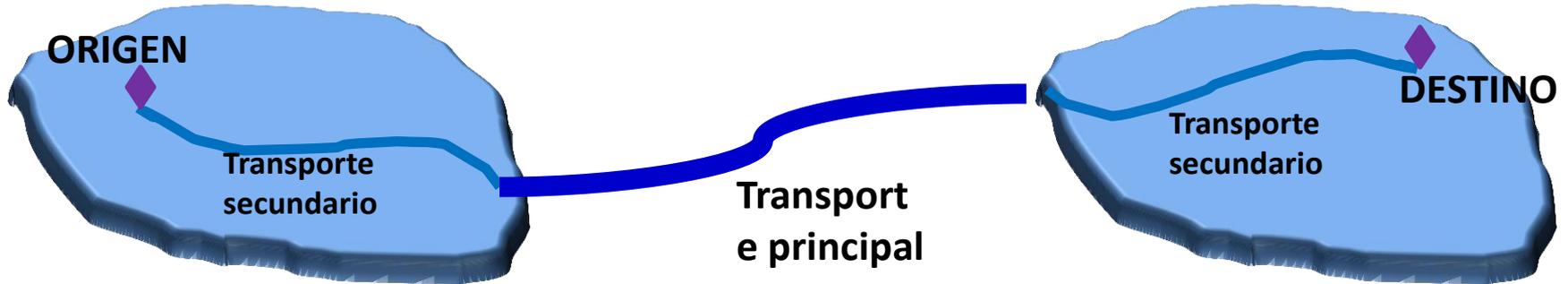
Consecuencias de la movilidad

- Consumo de espacio.
- Implica tiempo de traslado.
- Consumo de recursos financieros
- Surgimiento de accidentes
- Problemas de contaminación
- Repercusión en la salud de usuarios

Desplazamientos y transporte

Qué desplazamientos y qué transporte

- Comprender la estructura de la ciudad
- Distribución de las actividades en el espacio
- Factor de incidencia en la movilidad de las personas
- Elección de los modos de transporte



Factores que influyen en la movilidad

- **Ingreso económico.** A mayor ingreso más movilidad
- **Género.** Las mujeres viajan en menor grado que los hombres.
- **Edad.** Los estratos económicos de la población se desplazan en mayor medida.
- **Ocupación.** Mayor desplazamiento por actividades laborales.
- **Nivel educativo.** La población con mayor nivel educativo se desplaza más.
- **Hábitos** de grupos socioeconómicos.
- **Estructura y tamaño de la familia.**
- **Accesibilidad al transporte.** Cobertura, conectividad modal, capacidades diferentes en las personas.

Sustentabilidad en el transporte

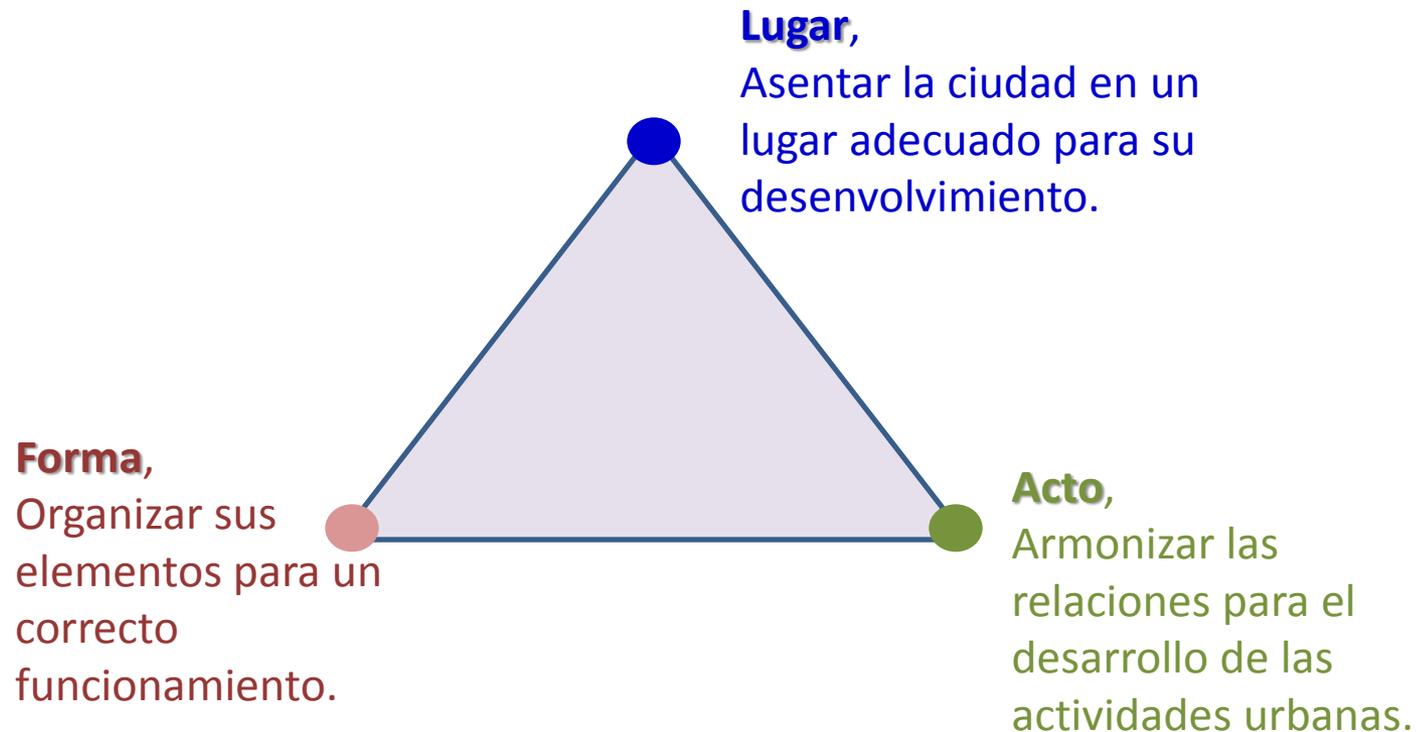
Asentamientos urbanos:

A partir de las definiciones de desarrollo sustentable y las diversas propuestas políticas, se pueden rescatarse tres aspectos principales:

- la localización en la ciudad,
- una aproximación multidisciplinaria para su estudio y
- el monitoreo de los progresos alcanzados.

De ahí, la **importancia del desarrollo urbano**, la formación **multidisciplinaria** para lograr abordar el **desarrollo sustentable** y la necesidad de **cuantificación** de la sustentabilidad.

Objetivos básicos de la sustentabilidad



Proceso evolutivo en el tiempo...

Modelo conceptual de relaciones (sustentabilidad)

		AMBIENTE		
		Social	Económico	Territorial
	LUGAR (biotopo)	TAMAÑO. Magnitud del lugar para producir o favorecer la equidad social.	APTITUD. Valorización del suelo en relación con la intensidad de uso.	CONFIGURACIÓN. Constitución del espacio natural en relación al asentamiento.
MEDIO	FORMA (anatomía)	RESIDENCIA. Espacios públicos y edificaciones para favorecer la equidad.	EQUIPAMIENTO. Cantidad de las dotaciones en relación con la capacidad de su uso.	ORDENAMIENTO. Ordenamiento del territorio para su ocupación y equipamiento.
	ACTO (fisiología)	ORGANIZACIÓN. Organizaciones y categorías de la colectividad social.	CATEGORÍAS. Categorías de las actividades en relación al uso del territorio.	RELACIONES. Relaciones entre zonas y sectores respecto a sus usos.
		EQUIDAD	EFICIENCIA	HABITABILIDAD

Planeación del transporte público

Movilidad:

Capacidad de moverse o de recibir movimiento

Movilidad urbana:

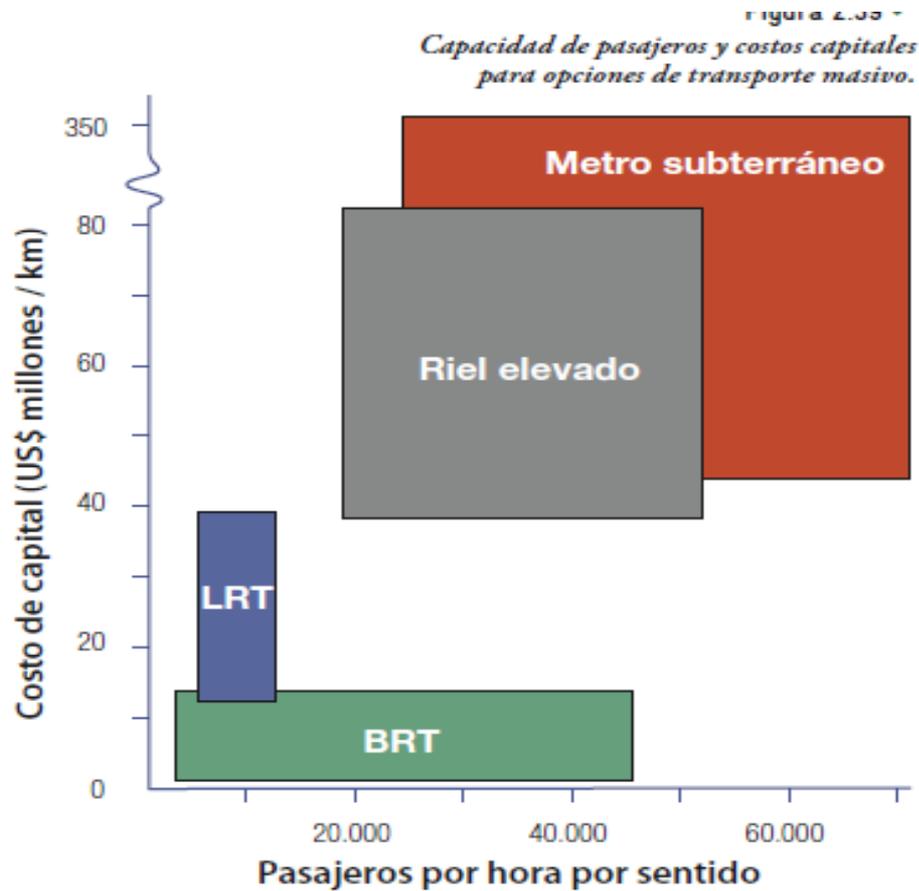
- Capacidad y/o posibilidad de moverse en la ciudad.
- Necesidad básica de las personas que implique un esfuerzo en los desplazamientos –para acceder a bienes o servicios- que no repercuten “negativamente” en la calidad de vida de los ciudadanos.

La **movilidad** es un tópico amplio y complejo, que puede ser interpretado desde ópticas distintas, y al que se le dan significados y se asocian valores diferentes.

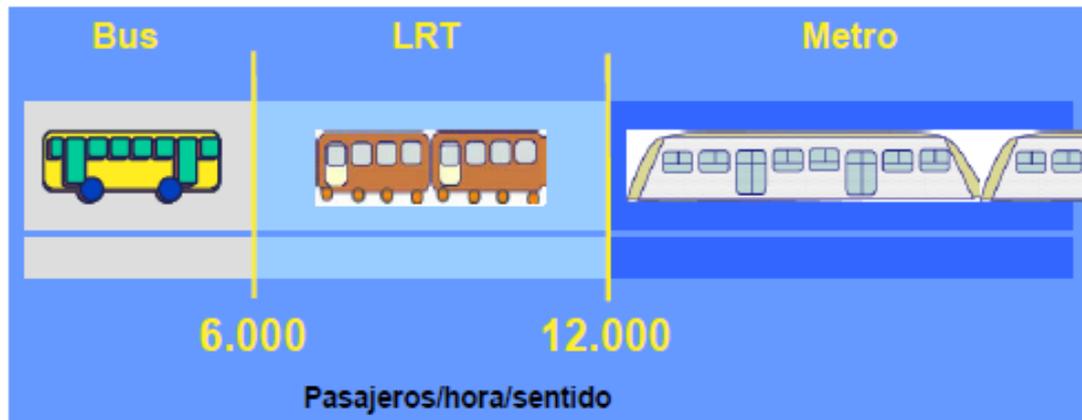
Temario

1. Movilidad y transporte sustentable
2. Sistemas de transporte rápido BRT
3. Ferrocarriles
4. Sistema de transporte colectivo metro

Capacidad vs costos (transporte masivo)



Cuál es la idea detrás del transporte público masivo



Tradicional



**“Nuevo”
punto de vista**

Definición de sistemas de autobuses

BBS (basic bus system)

- Servicio común en las ciudades, circulan en vialidades junto a otros vehículos, se detienen en paradas establecidas (algunas veces con protección: techumbre, banquetas). En ocasiones ostentan información de la ruta y horarios de servicio.
- La calidad de autobuses, organización y confiabilidad del servicio es variado debido a la congestión de las vialidades.
- No cuentan con un infraestructura “propia”. Utilizan las calles, no tienen carriles exclusivos o prioridad, en ocasiones no cuentan con paradas.
- Su ventaja es que puede ser implementado sin “mucha” inversión en período corto.

Definición de sistemas de autobuses

BTS (bus transit system)

- Ostenta una extensa infraestructura separada del tráfico.
- Opera en carriles exclusivos.
- Tienen prioridad en intersecciones y señalización.
- El intercambio modal con otros transportes se realiza mediante una transferencia adecuadas (sistema de pago, salas de espera, información).
- Requiere inversiones altas.
- Más alta calidad de autobuses y control de operaciones

Definición de sistemas de autobuses

BRT (bus rapid transit)

- Las modificaciones de la ruta pueden hacer sin inversión en periodos cortos.
- No tiene un desempeño aceptable.
- No tiene una imagen distintiva.
- Desempeño inferior al del auto privado.
- No es un sistema integrado.

Definición de sistemas de autobuses

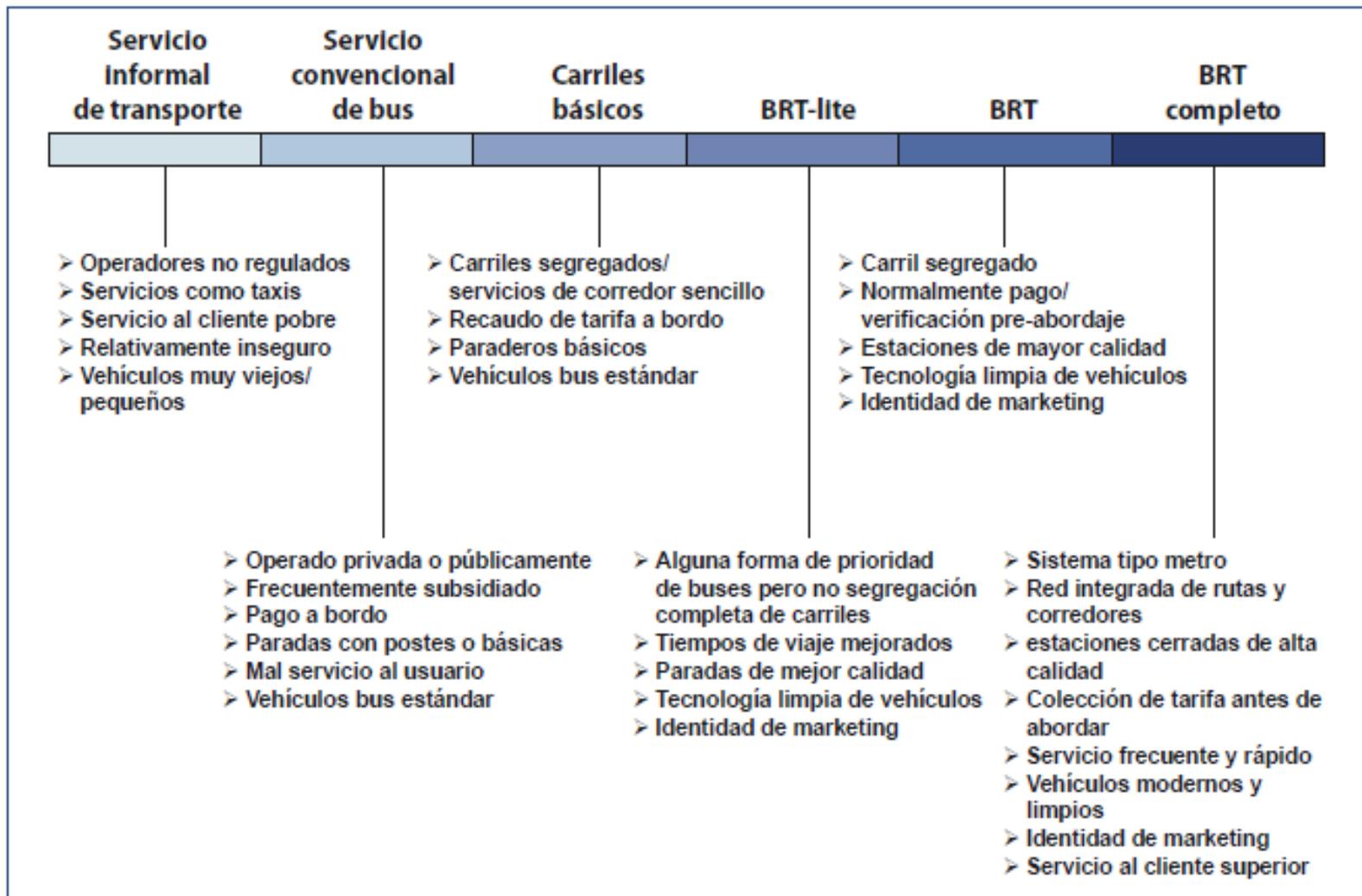
BTS (bus transit system)

Un modo de autobús desarrollado como un sistema coordinado con implementaciones significativas en sus componentes para una más alta operación de velocidad, confiabilidad y eficiencia. Componentes actualizados que como carriles de autobuses, paradas con altos diseños para un más rápido abordaje debido a (en relación) sistema de pago del servicio, multipuertas, autobuses de piso bajo, y otros.

BRT (bus rapid transit)

Servicio de autobuses diseñado como un sistema integrado de autobuses distintivos y infraestructura separada con considerable independencia del tráfico, permitiendo altas velocidades, confiabilidad y seguridad como el BTS.

Espectro de calidad de TP sobre ruedas



Características de algunos BRT

Infraestructura física

- Carriles segregados o carriles sólo-bus, predominantemente en el carril central.
- Existencia de una red integrada de rutas y corredores.
- Estaciones mejoradas que son convenientes, cómodas, seguras y protegidas de las condiciones climáticas.
- Estaciones que dan acceso a nivel entre la plataforma y el piso de los vehículos.
- Estaciones especiales y terminales que facilitan la integración física fácil entre rutas troncales, servicios alimentadores y otros sistemas masivos.
- Mejorías del espacio público circundante.

Operaciones

- Servicio frecuente y rápido entre orígenes y destinos principales.
- Capacidad amplia para demanda de pasajeros a lo largo de los corredores.
- Abordaje y desembarque rápido de pasajeros .
- Recaudo y verificación de la tarifa antes de abordar.
- Integración de tarifa entre otras, corredores y servicios alimentadores.

Estructura de negocios e institucional

- Entrada restringida a operadores prescritos bajo un negocio y estructura administrativa reformada.
- Procesos licitados competitivo y totalmente transparentes para adjudicación de contratos y concesiones.
- Gestión eficiente que resulta en la eliminación o minimización de subsidios del sector público hacia la operación del sistema.
- Sistemas de recaudo de la tarifa operado y gestionado independientemente.
- Seguimiento del control de calidad por parte de una entidad o agencia independiente.

Tecnología

- Vehículos de bajas emisiones
- Tecnología de vehículos de bajo ruido.
- Tecnología de recaudo y verificación de tarifa automática.
- Gestión del sistema a través de un centro de control centralizado, utilizando aplicaciones de Sistemas de Transporte Inteligentes.
- Prioridad semafórica o separación de nivel en intersecciones.

Mercadeo y servicio al cliente

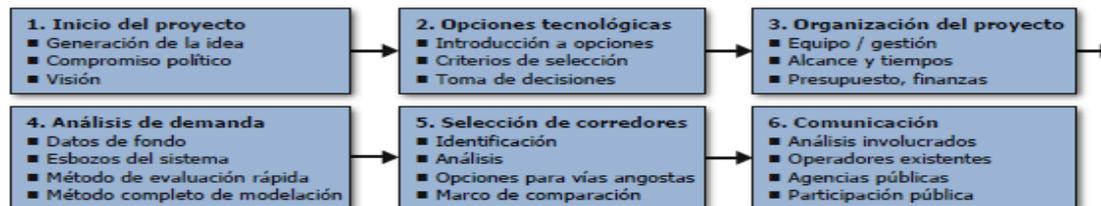
- Identidad distintiva del sistema.
- Excelencia en servicio al cliente y provisión de facilidades clave para los usuarios.
- Facilidad de acceso entre el sistema y otras opciones de movilidad.
- Infraestructura especial para facilitar el acceso a grupos en desventaja física, como los niños, personas de la tercera edad y discapacitados físicamente.
- Mapas de rutas, señalización, opción de pantallas de información en tiempo real, colocados visiblemente dentro de estaciones o en los vehículos.

Proceso Planificación BRT

- 1. Preparación del proyecto**
- 2. Diseño operacional**
- 3. Diseño Físico**
- 4. Integración**
- 5. Plan de Negocios**
- 6. Evaluación e implementación**

Proceso planificación BRT

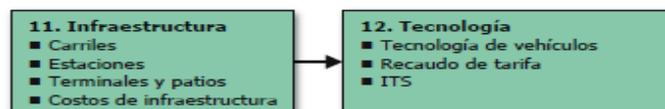
I. Preparación del proyecto



II. Diseño operacional



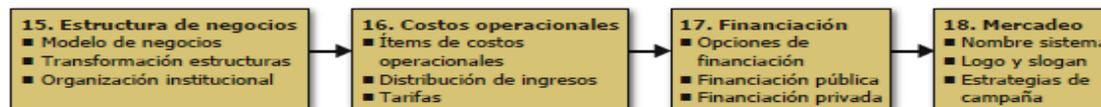
III. Diseño físico



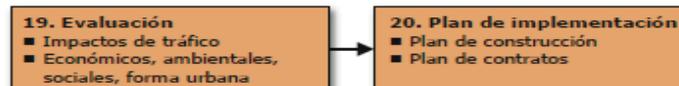
IV. Integración



V. Plan de negocios



VI. Evaluación e Implementación



Componentes de planificación BRT

- **Estudio de prefactibilidad**
- **Estudio de factibilidad**
- **Modelación de la demanda de transporte**
- **Análisis de involucrados**
- **Estudio operacional**
- **Plan detallado de BRT**
- **Plan de negocios e institucional**
- **Diseño detallado de ingeniería**
- **Plan de financiamiento**
- **Pla de mercado**
- **Análisis de impacto**
- **Plan de implementación**

Temario

1. Movilidad y transporte sustentable
2. Sistemas de transporte rápido BRT
3. Ferrocarriles
4. Sistema de transporte colectivo metro

Una clasificación transporte tren (riel)

El transporte público de pasajeros de trenes es de mediana a alta capacidad; de acuerdo al derecho de vía en el que transita el vehículo se puede clasificar de la siguiente manera.

Derecho de vía	Tren (riel)
A	<ul style="list-style-type: none">▪ Tranvía▪ Cable
B	<ul style="list-style-type: none">▪ Tren ligero (LRT)
C	<ul style="list-style-type: none">▪ Tren ligero rápido (LRRT)▪ Metro▪ Tren regional▪ Monorriel (tren aéreo)

Una definición transporte tren (riel)

El transporte de pasajeros mediante trenes es considerado de alto desempeño, y de acuerdo a sus características se definen como sigue.

- **Tren ligero (LRT, LRRT):**

- Representa el modo de tránsito rápido de menor escala.
- Operación con vehículos (trenes) ligeros.
- De alto desempeño con bajas demandas de pasajeros (trenes cortos, estaciones pequeñas).
- Posibilidad de altas frecuencias.

- **Monorriel (soportado, suspendido):**

- Diferenciación tecnológica de vehículos y guía.
- Es sistema es operado como una sola línea de tránsito.

Una definición transporte tren (riel)

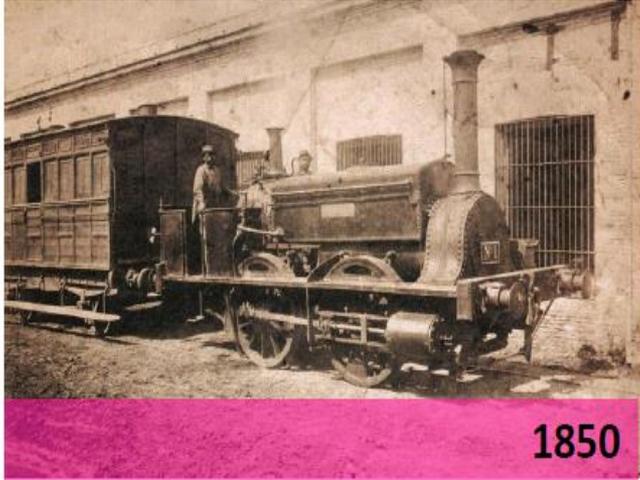
▪ **Metro (RRT):**

- Generalmente consiste en un tren con funcionamiento eléctrico.
- Ostenta: alta velocidad, confiabilidad, **capacidad**, rápido descenso-ascenso de pasajeros.
- Vagones amplios con varias puertas.
- Altos costos de inversión.

▪ **Tren (suburbano, regional):**

- Altos estándares de alineación geométrica.
- Vehículos grandes completamente en sistemas de rieles.
- Altas velocidades, largas rutas, pocas estaciones.
- El modo de tránsito rápido de mayor escala.

Sistemas urbanos metro y tren



- Primer servicio ferroviario en México
- 13.6 kilómetros
- De Veracruz al Molino



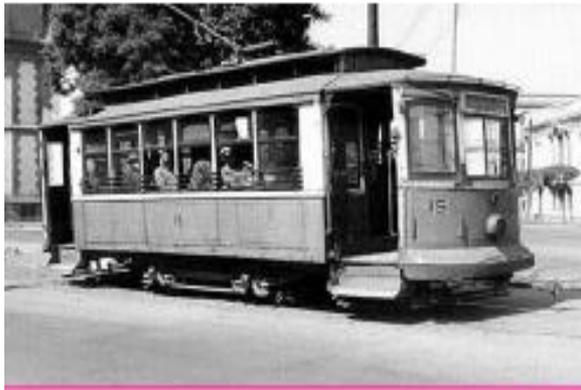
- Primeros ferrocarriles y tranvías en la Ciudad de México
- Tranvías jalados por mulas para los trayectos cortos

Sistemas urbanos metro y tren



1890

- 175 kilómetros de vías en la Ciudad de México



1900

- Inauguración de la primera línea de tranvías eléctricos

Sistemas urbanos metro y tren



Sistemas urbanos metro y tren



- Línea B del Metro:
Buenavista-Ciudad Azteca
- 23 kilómetros



- Línea 12 del Metro:
Tláhuac-Mixcoac
- 24.5 kilómetros

Sistemas interurbanos

- Tren suburbano:
Cuautitlán-Buenavista
- 300 mil pasajeros cada día
- 80% ahorro en tiempos de traslado
- Contribuyó a reducir el 14% de las emisiones contaminantes en la zona



Sistemas interurbanos

- 55 mil usuarios cada día
- 33 mil autos no se usan gracias a este sistema de transporte



Temario

1. Movilidad y transporte sustentable
2. Sistemas de transporte rápido BRT
3. Ferrocarriles
4. Sistema de transporte colectivo metro

El metro en relación a la movilidad

Modo transporte	Viajes (EOD2017)	%
Transporte público	15,569,247	42.7
Colectivo	11,543,302	31.7
Taxi (aplicación internet)	156,429	0.4
Taxi (calle, sitio, otro)	1,479,937	4.1
Modo transporte	Viajes (EOD2017)	%
RTP	408,507	1.1
Autobús	907,350	2.5
Trolebús	146,479	0.4
Metrobús/mexibús	1,105,235	3.0
Tren ligero	112,992	0.3
Tren suburbano	187,958	0.5
Mexicable	7,401	0.0
Bicitaxi	90,023	0.6
Mototaxi	274,166	1.8

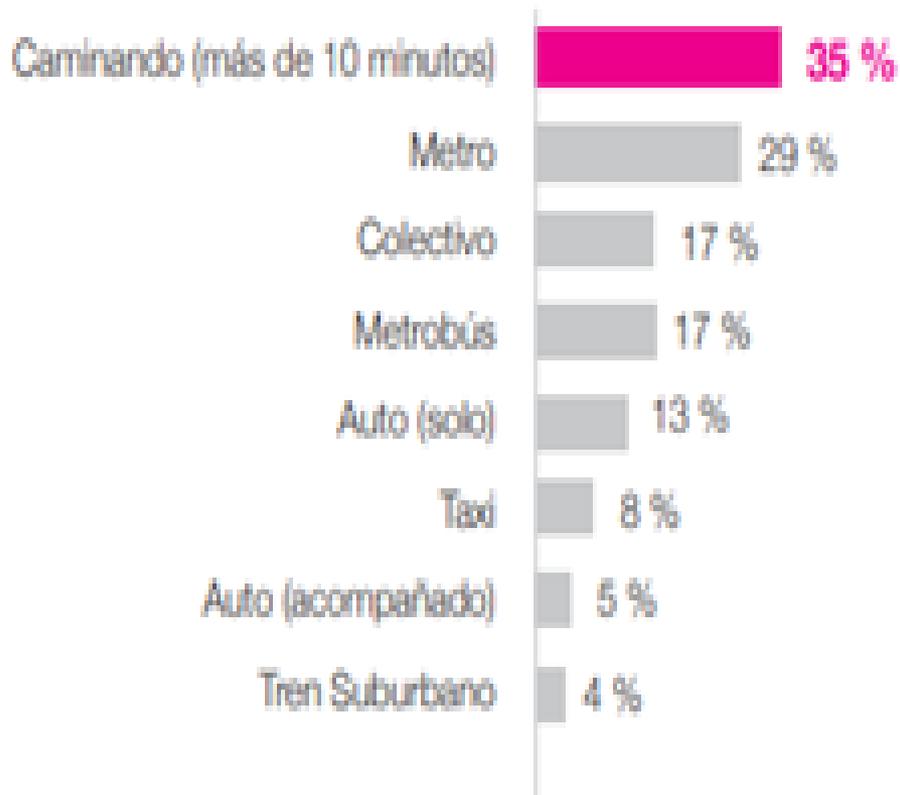


El metro en relación a la movilidad

- **1,616 Millones de usuarios.**
- **4.9 Millones de usuarios en día promedio.**
- **44.2 Millones de km. recorridos.**
- **1.2 Millones de vueltas.**
- **36.55 Pasajeros por km. recorrido.**
- **7.2 Millones de pasajeros por km. de línea.**
- **De las 195 estaciones:**
 - **24 Terminales**
 - **171 Intermedias**
 - **60 Correspondencia entre líneas.**
 - **34 conexiones a CETRAM'S.**
- **285 trenes en servicio (73.4% de la flota)**

Transporte masivo en relación a la bicicleta

TP utilizado + bicicleta

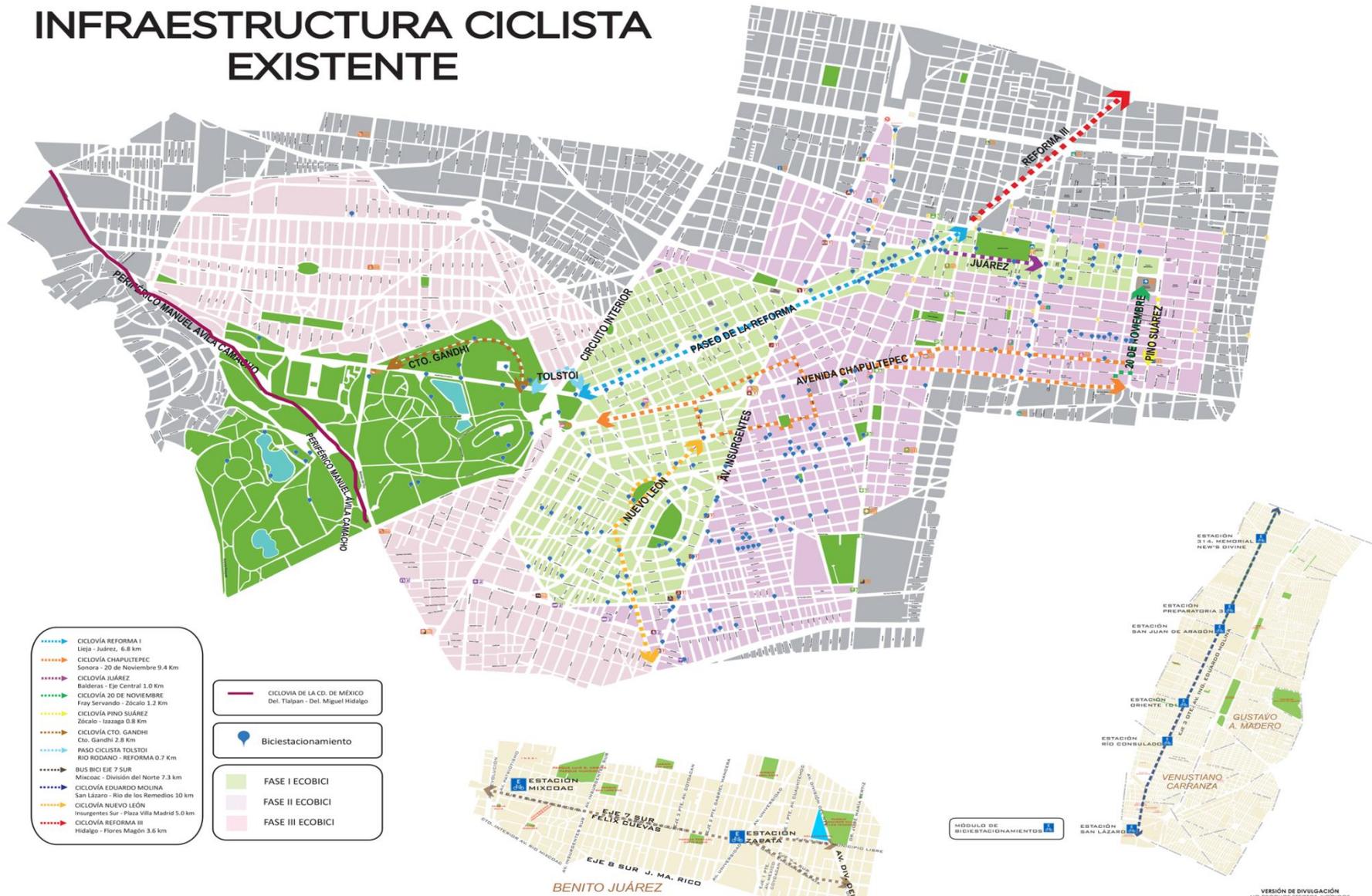


Bicicleta. Infraestructura



Bicicleta. Infraestructura

INFRAESTRUCTURA CICLISTA EXISTENTE



Fuentes de consulta y referencias utilizadas

- <https://www.metro.cdmx.gob.mx/cronologia-del-metro>.
- <https://amf.org.mx/images/archivos/exporail2017/pasajeros16/soysCDMX.pdf>.
- <https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/es/mapa-de-cicloestaciones>.
- ITDP (2010) Guía de planificación de sistemas BRT.