



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Sistemas Integrados de Transporte
Público: Situación actual en la
Ciudad de México**

TESIS

Que para obtener el título de:

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Édgar Alejandro Avilés Cortés

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Guillermo Luis Lauro Esquivel Castañeda



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DCG/SEAC/UTIT/032/17

ING. GUILLERMO LAURO ESQUIVEL CASTAÑEDA
Presente

El señor ÉDGAR ALEJANDRO AVILÉS CORTÉS de la carrera de INGENIERO CIVIL, me ha solicitado designar al profesor que le señale Tema de Tesis para su Examen Profesional.

En atención a esa solicitud ruego a usted se sirva formular el Tema solicitado y enviarlo a este Comité para comunicarlo oficialmente al interesado.

Doy a usted de antemano las más cumplidas gracias por su atención y le reitero las seguridades de mi consideración más distinguida.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 13 de marzo del 2017.
EL PRESIDENTE

M.I. GERMÁN LÓPEZ RINCÓN

GLR/MTH*gar.

Agradecimientos

A mi alma máter, la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería, las cuales me siento sumamente orgulloso de representar. Pertenecer a la Máxima Casa de Estudios es gran un honor y me comprometo a representarla con orgullo, pasión, amor y respeto, y a participar en la búsqueda de soluciones a los problemas de la nación.

A mis padres, Yolanda Cortés y Alfonso Avilés, por ser un pilar fundamental de todo lo que soy actualmente, porque sin su apoyo incondicional, amor, consejos y sacrificios esto no habría sido posible. Toda mi admiración, respeto y agradecimiento para ellos.

A mi hermano, César Avilés, por estar siempre ahí, por su apoyo, consejos y por ser un gran ejemplo para mí.

A las personas que se han convertido en mi segunda familia y que me han acompañado durante casi 10 años en cada momento importante de mi vida para apoyarme, escucharme y aconsejarme; Salvador Ulloa, Roberto Ruiz, Pablo García, Fernando Salmerón, Sara Álvarez, Oswaldo Rodríguez, Ameyalli Gómez, Miriam Lomas, Alejandra Saldaña, Deni Rebolledo, Maddie Ávalos e Itzayana Montesinos.

A mis amigos y ahora colegas, Vicente Romero, Javier Castellanos, José Antonio Santiago, Luis González e Isaac Romero; por haberme acompañado desde el primer semestre en este camino, por su apoyo y por todos los momentos que compartimos a lo largo de estos 5 años.

A toda la gente que formó parte de mi intercambio en Colombia, a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, profesores, compañeros y amigos.

A mi director de tesis, el Ing. Guillermo Esquivel, por haberme brindado la posibilidad de recurrir a su capacidad y conocimientos para realizar este trabajo; por su paciencia, apoyo y consejos que sin duda ayudaron a enriquecer esta tesis. A mis sinodales, Marcos Trejo, Norma Legorreta, Mauro Terán y Guillermo Mancilla, por su apoyo y motivación para concluir con este proceso.

A Techint Ingeniería y Construcción por brindarme las facilidades para la elaboración de este trabajo.

A todos los que de alguna u otra manera han ayudado a forjar lo que soy actualmente. ¡Gracias!

“Por mi raza hablará el espíritu”

ÍNDICE

Introducción	4
Hipótesis	6
Objetivos	6
1. Conceptos generales	7
1.1. La demanda y oferta del transporte.....	8
1.2. Componentes de los sistemas de transporte.....	9
1.2.2. Componentes operativos	10
1.2.3. Componentes fluentes.....	10
1.3. Atributos de los sistemas de transporte.....	11
1.4. Clasificación del transporte.....	13
1.4.1. Ámbito	13
1.4.2. Medio y modo.....	13
1.4.3. Transporte multimodal	14
1.5. Movilidad urbana	15
1.5.1. Jerarquía de movilidad	16
1.5.2. Principios de movilidad	18
1.6. Transporte urbano.....	20
1.6.1. Tipo de derecho de vía	21
1.6.2. Tecnología	22
1.6.3. Tipo de servicio.....	23
1.7. Problemáticas a las que se enfrenta el transporte.....	24
1.7.1. Calidad del aire	25
1.7.2. Contaminación acústica	28
1.7.3. Crecimiento del parque vehicular.....	29
1.7.4. Accidentes	34
2. Sistemas Integrados de Transporte Público	36
2.1. ¿Qué es un Sistema Integrado de Transporte?	36
2.1.1. Tiempo de viaje.....	38
2.2. Características de los Sistemas Integrados de Transporte	40
2.2.1. Estructura de la red.....	40

2.2.2.	Paradas, terminales y estaciones de transferencia	40
2.2.3.	Horarios.....	41
2.2.4.	Métodos de pago y tarifas	42
2.2.5.	Información al usuario.....	43
2.2.6.	Autoridad única del sistema de transporte	44
2.2.7.	Integración del transporte público con el transporte no motorizado.....	44
2.3.	Sistemas de Transporte Inteligente.....	47
2.3.1.	Antecedentes	47
2.3.2.	¿Qué son los Sistemas de Transporte Inteligente?	48
2.3.3.	Ciudades Inteligentes	49
2.3.4.	Clasificación de los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS).....	50
2.4.	¿Cómo funciona un ITS?	52
2.4.1.	Sistemas de Posicionamiento Global.....	52
2.4.2.	Sistema de Información Geográfica	53
2.5.	Gestión de la información.....	55
2.6.	Sistemas Integrados de Transporte Público en el Mundo	59
2.6.1.	Londres	60
2.6.2.	Bogotá	64
2.7.	Sistemas Integrados de Transporte Público en México	75
2.7.1.	Optibús: León, Guanajuato	75
3.	Sistemas Integrados de Transporte Público en la Ciudad de México	80
3.1.	Panorama general del transporte público en la Ciudad de México	80
3.1.1.	Distribución modal.....	84
3.1.2.	Infraestructura y Cobertura	86
3.1.3.	Tiempos de viaje.....	88
3.1.4.	Centros de Transferencia Modal (CETRAM)	91
3.2.	Problemática en el Sistema de Transporte Público de la ZMVM	93
3.2.1.	Modelo hombre – camión.....	94
3.2.2.	Información.....	95
3.2.3.	Integración del sistema de pago	96
3.2.4.	Infraestructura de operación	98
3.2.5.	Inversión.....	100

3.3. Percepción del Usuario.....	102
3.4. Oportunidades de mejora.....	105
3.4.1. Integración con modos no motorizados	106
3.4.2. Integración tarifaria.....	109
3.4.3. Gestión de la información.....	111
Conclusiones y Recomendaciones	115
Conclusiones.....	115
Recomendaciones.....	117
Fuentes de consulta.....	119

Introducción

En prácticamente todas las grandes ciudades del mundo (sobre todo ciudades en desarrollo) el problema de la movilidad urbana está presente. Por ello, se han planteado una serie de soluciones para resolver este problema; como la construcción de infraestructura o la implementación de proyectos que incentiven el uso de la bicicleta, incluso algunas de carácter económico para desincentivar el uso del automóvil, como el cobro de peajes para circular por ciertas zonas, impuestos, etc., además de restricciones para la utilización de la infraestructura existente, como carriles en las vías de uso exclusivo del transporte público o para autos con dos o más pasajeros, por mencionar algunos ejemplos.

Una herramienta fundamental para la solución de este problema es el transporte público. es más eficiente que un vehículo privado en cuanto al uso de espacio y el consumo energético. Además de que beneficia la equidad social y representa una inversión más eficiente, comparada con las realizadas para el transporte privado. Para dimensionar la importancia de este sistema cabe mencionar que atiende el 70% de los viajes diarios en la Ciudad de México¹.

Se dice que es más eficiente en cuanto al uso de espacio debido a que un vehículo de transporte público requiere menos espacio por persona transportada. El coche ocupa 15 veces más espacio vial que el transporte público², una manera de entender esto es comparar el espacio ocupado por 60 personas dentro de un bus con el necesario para transportar al mismo número de personas en 47 autos particulares (tomando una tasa de ocupación promedio de 1.2 personas por vehículo³). El ejemplo anterior además permite explicar porque el transporte público también es más eficiente en cuanto al consumo energético y por lo tanto, a la emisión de contaminantes.

¹ INEGI (2007). Encuesta Origen Destino.

² PUEC-UNAM (2013). Diagnóstico y proyecciones de la movilidad del Distrito Federal.

³ Estudios Territoriales OCDE, 2015.

Aunque a simple vista un vehículo de transporte público (bus con motor de combustión interna) pudiera tener mayores emisiones que un automóvil, de nuevo debe tomarse en cuenta el número de personas transportadas; la cantidad de contaminantes emitidos por el bus se divide entre este número, dando un factor de emisiones por persona transportada menor al del auto particular, ya que en el caso de este último la cantidad de contaminantes solo se divide entre 1.2 personas.

La Ciudad de México y municipios conurbados hoy en día cuentan con diferentes modos de transporte, los cuales permiten a la población desplazarse de un lugar a otro en esta gran urbe. Sin embargo, aunque la mayor parte de la población lo utiliza, el servicio de transporte público se brinda a través de modos que se encuentran desarticulados; lo cual no permite que exista una correcta coordinación.

En el primer capítulo se explican algunos de los principales conceptos relacionados a sistemas de transporte y movilidad en general que permitirán entender de mejor manera el tema; en el segundo capítulo se explica el concepto de Sistema Integrado de Transporte, sus características y elementos que los componen; además se presentan ejemplos de aplicaciones en Londres, Inglaterra; Bogotá, Colombia y León, Guanajuato. En el tercer capítulo se expone un panorama general de la movilidad urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México y desde el punto de vista de integración, se analizan las principales problemáticas y se proponen posibles soluciones.

Hipótesis

La problemática presente en el transporte público de la Zona Metropolitana del Valle de México se debe en gran medida a la falta de integración entre los diferentes modos de transporte público disponibles.

Objetivos

General:

Elaborar un diagnóstico del Sistema de Transporte Público de la Ciudad de México, con el fin de establecer la situación actual del mismo y con ello proponer posibles soluciones, tomando como base el concepto de Sistema Integrado de Transporte y sus aplicaciones en otras ciudades.

Específicos:

1. Definir algunos conceptos básicos de sistemas de transporte y estudiar el concepto de movilidad.
2. Definir el concepto de Sistema Integrado de Transporte y conocer ejemplos de aplicaciones en otras ciudades de México y del mundo.
3. Conocer un panorama general de la situación actual del Sistema de Transporte Público en la Ciudad de México para analizar posibles soluciones a las problemáticas que se detecten, tomando en cuenta factores externos.
4. Con base en el análisis realizado, emitir recomendaciones que permitan mejorar la situación actual del Sistema de Transporte Público de la Ciudad de México.

1. Conceptos generales

Sistema

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados entre sí que buscan alcanzar un objetivo específico.

Transporte

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) define al transporte como: "Sistema de medios para conducir personas, cosas o bienes de un lugar a otro."

El transporte es piedra angular de la civilización actual, el desarrollo de la producción, el comercio, el ocio, el conocimiento, etc. dependen en gran medida del movimiento. El transporte es una actividad del sector terciario que consiste en el desplazamiento de objetos, animales o personas de un punto de origen a un punto de destino. Por su complejidad, el transporte implica una serie de beneficios y costos directos e indirectos que a continuación se mencionan:

	BENEFICIOS	COSTOS
DIRECTOS	1) Al elevar el nivel económico de la región, dan facilidad al desarrollo social y cultural. 2) Son vías de penetración social, destinadas a posibilitar la prestación de otros servicios. 3) Al proporcionar movilidad y accesibilidad en mayor escala, aumenta las oportunidades de realización de los individuos.	1) Las pérdidas de tiempo merman el tiempo dedicado al descanso, al estudio, etc., además provocan malestar entre los usuarios. Dicho malestar lo proyectan, en otras actividades, con lo que se perjudica la productividad. 2) Los accidentes causan daños sociales no mesurables. 3) La baja rentabilidad de algunos sistemas hace que los capitales no fluyan hacia ciertas zonas, formando un ciclo negativo, pues tales zonas quedan sumidas en el atraso.
INDIRECTOS	1) Modifica los patrones urbanos y rurales de crecimiento, al corregir la tendencia en la localización de principalmente, el empleo, la habitación y los servicios. 2) Es el factor más importante para la evolución económica y social en el espacio, de los grupos humanos. 3) Permite la descentralización de las funciones e instalaciones.	1) Al masificar al usuario, y al irrumpir en sus espacios culturales, cambia al individuo sus rasgos distintivos. 2) Al deteriorar el medio ambiente, crean necesidades y gastos irracionales, y distraen la atención de las actividades productivas. 3) Provoca procesos de migración y concentración humana con trastornos al sistema económico y social. 4) En muchos casos, sobre todo en áreas urbanas, en lugar de comunicar, desintegra y aísla a los grupos.

Diagrama 1. Beneficios y Costos de los Sistemas de Transporte. Elaboración propia con base en publicación del IMT, "Análisis de los Sistemas de Transporte" (2007).

Es, de todas las operaciones que efectúa el ser humano, una de las más necesarias y la más multiforme a la vez. No hay uno sólo de nuestros actos, que no implique en su elaboración, en su realización, el desplazamiento de personas, de cosas, de pensamiento. (Fuentes D., 1960).

1.1. La demanda y oferta del transporte

Estos dos conceptos tienen el objetivo de explicar las aplicaciones de los principios económicos a este fenómeno y las variables que en él intervienen.

La demanda representa la cantidad de productos o servicios que los consumidores están dispuestos a adquirir, esta dependerá en gran medida del ingreso de estos y del precio del producto o servicio en cuestión. Es importante señalar que el transporte representa una demanda derivada o complementaria, es decir, posibilita la prestación de otros servicios o se lleva a cabo para satisfacer ciertas necesidades; difícilmente este servicio será demandado por sus propias características.

Es posible llevar a cabo un análisis de la demanda del transporte a partir de los factores que la afectan de manera directa e indirecta. Mientras la demanda de viajes dependerá directamente del ingreso del viajero, la selección del modo de transporte estará sujeta a factores como el propósito del viaje, distancia, comodidad, etc.

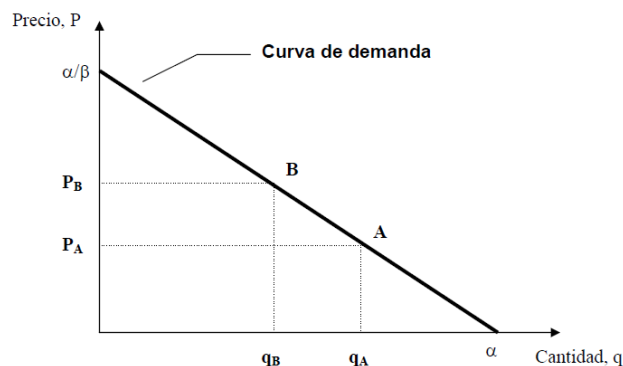


Figura 1. Función de demanda. Fuente: (Victor M. , César, & Guillermo , 2002)

Por otra parte, la oferta es la cantidad de productos ofrecidos en el mercado, a un precio determinado. Ante un aumento en el precio del producto, aumenta la cantidad ofrecida. Entonces, para el caso del servicio de transporte público, la función estará dada por la cantidad de autobuses-kilómetro ofrecidos a determinada tarifa.

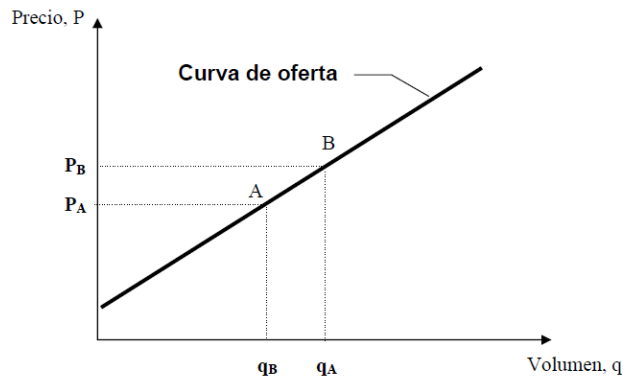


Figura 2. Función de oferta. Fuente: (Victor M. , César, & Guillermo , 2002)

1.2. Componentes de los sistemas de transporte

Todo sistema es capaz de descomponerse en diferentes partes, cada una de ellas con una función específica que hace posible el logro del objetivo común del sistema, mediante la interconexión de las mismas. Los sistemas de transporte no son la excepción, para entender de mejor manera este sistema, se puede dividir en tres partes, estos a su vez pueden dividirse en componentes físicos y no físicos, dependiendo si se trata de elementos reales o conceptuales.

1.2.1. Componentes estructurales

Es la parte estática del sistema cuya función principal es la de mantener la relación entre las partes que componen al sistema, además estos componentes tienen la tarea de localizar, vincular y proteger las partes del mismo. Dentro los componentes estructurales, están por ejemplo las terminales y estaciones.

1.2.2. Componentes operativos

Es la parte del sistema que realiza las actividades, es decir, que actúa sobre los demás elementos del sistema y los modifica de alguna manera. En esta clasificación hay tres clases de componentes, hombres y máquinas (componentes físicos), o métodos (componente no físico).

1.2.3. Componentes fluentes

Esta es la parte del sistema que se desplaza dentro del mismo, es decir, los usuarios. Estos pueden ser de tres tipos, materia y energía (componentes físicos), o información (componente no físico).

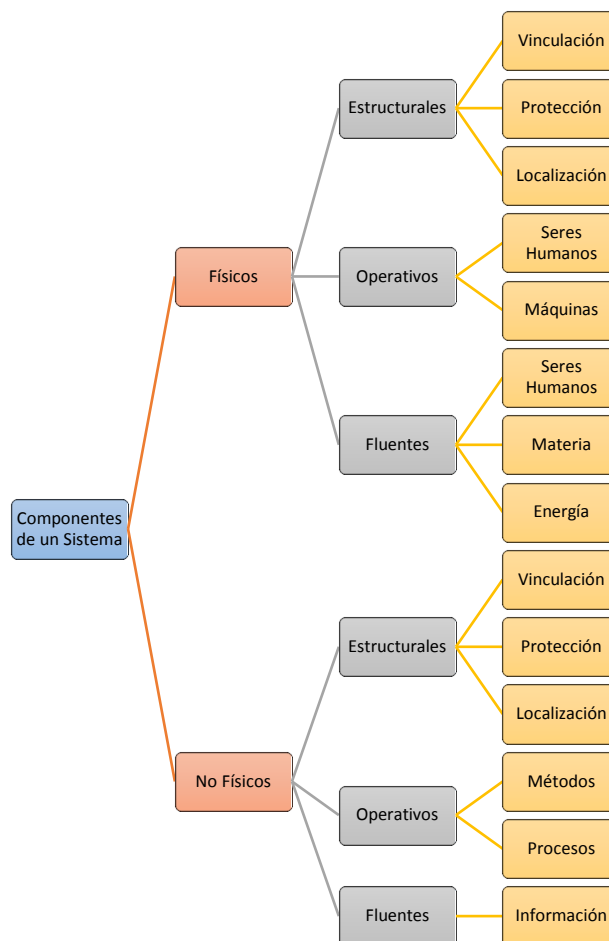


Diagrama 2. Componentes de un sistema operativo. Elaboración propia con base en publicación del IMT, "Análisis de los Sistemas de Transporte" (2007).

1.3. Atributos de los sistemas de transporte

Un sistema de transporte está compuesto por los siguientes atributos según (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007, págs. 46-49):

Velocidad – Es la relación que existe entre el tiempo empleado para trasladarse de un punto a otro, y la distancia que se debe recorrer para lograrlo. Existen dos tipos de velocidades, velocidad de marcha y velocidad comercial, siendo esta última la que determina el tiempo de viaje ya que toma en cuenta contratiempos o problemas que se pudieran presentar durante la operación.

Capacidad – Es una dimensión física que se refiere al número máximo de usuarios que pueden hacer uso del sistema al mismo tiempo.

Regularidad – Es la medida en que se mantienen constantes todos y cada uno de los demás atributos del sistema.

Facilidad de acceso – Es la serie de actividades o trámites que deben llevar a cabo los usuarios para hacer uso del sistema de transporte; esto puede abarcar tanto procesos administrativos como actividades físicas.

Simplicidad – Indica la facilidad de uso del sistema, es decir, en qué medida es posible utilizarlo, con una cantidad mínima de acciones por parte del usuario, como por ejemplo, los transbordos.

Responsabilidad – Indica la forma en que el sistema responde en caso de daños o pérdidas.

Flexibilidad – Determina si el sistema es capaz de adaptarse a los cambios en los requerimientos de funcionamiento.

Costo o beneficio económico total – Abarca tanto la cantidad de recursos invertidos para la construcción del sistema como la generación de utilidad y riqueza mediante el transporte de bienes y personas.

Cobertura – Zonas que reciben directamente el impacto del funcionamiento del sistema.

Frecuencia – Se refiere a “la cantidad de vehículos que pasan por un punto dado o una sección de la ruta, en cierto periodo o intervalo de tiempo específico.” (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007)

Seguridad – Indica la probabilidad de que ocurran accidentes o daños, tanto fuera como dentro del sistema de transporte, como resultado de la operación del mismo.

Confiabilidad – Se refiere a la certeza de que el viaje se llevará a cabo sin contratiempos.

Confort – Indica qué tan satisfecho está el usuario con las condiciones del sistema, pueden ser factores como el espacio disponible o la temperatura.

Es importante resaltar que cada uno de estos atributos se puede medir y/o calificar de forma cualitativa y cuantitativa, lo cual permite realizar un análisis del sistema de transporte que se requiera estudiar. Hablando específicamente de un Sistema de Transporte Público, el análisis de los atributos: cobertura, frecuencia, seguridad, confiabilidad y confort será el más importante ya que de ellos depende, en gran medida, la percepción del usuario del sistema, es decir, con base en ello decidirá si hace uso de él o toma alguna otra alternativa.

1.4. Clasificación del transporte

Es posible clasificar al transporte de diferentes maneras, dependiendo el medio por el cual se desplaza, su función, ámbito, etc. Una vez que se tiene claro el enfoque que se le quiere dar al análisis del sistema de transporte que se requiera estudiar, cada una de estas clasificaciones van a permitir realizar análisis al transporte desde diferentes perspectivas.

1.4.1. Ámbito

Este concepto se refiere a los límites dentro de los cuales dan servicio los sistemas de transporte, puede ser: urbano, suburbano, interurbano, rural e internacional, a continuación se describe cada uno de ellos:

- Urbano – Se da únicamente al interior de las ciudades.
- Suburbano – Se realiza entre las ciudades y sus suburbios.
- Interurbano – Los viajes tienen como origen y destino, ciudades.
- Rural – Se realiza entre zonas no urbanas, no importa si el destino final es una ciudad.
- Internacional – Se realiza entre diferentes países.

Dentro de cada ámbito pueden utilizarse diferentes medios físicos y en cada medio habrá varios modos de transporte.

1.4.2. Medio y modo

Es importante identificar la diferencia entre los conceptos medio y modo de transporte:

- Medio de transporte – Es el espacio físico por el que transitan los vehículos que son usados para el traslado de personas y bienes. Pueden distinguirse tres medios principales: terrestre, aéreo y acuático.

- Modo de transporte – Son los elementos que se caracterizan por una similitud tecnológica, operativa y administrativa. Esta similitud se traduce en una forma específica de realizar el traslado de bienes y personas.

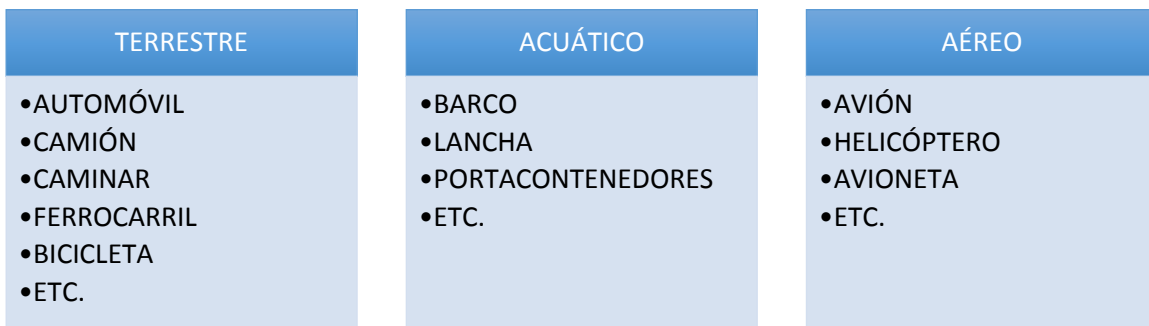


Diagrama 3. Ejemplo de Medios y Modos de Transporte. Elaboración propia.

1.4.3. Transporte multimodal

La necesidad de realizar transbordos o cambios de modo de transporte es una parte importante de los viajes y lo que causa mayores dificultades a la movilidad. Existe una cantidad infinita de combinaciones de rutas de puntos de origen y destino posibles, sea para una persona o un bien. Por motivos de logística y económicos principalmente sería imposible cubrir cada una de estas rutas utilizando un solo modo de transporte. Es ahí donde surge este concepto, se deriva de la necesidad de transportarse de forma eficiente a lo largo de una trayectoria que requiere la utilización de diferentes modos de transporte, incluso distintos medios.

Transporte multimodal se refiere al transporte de personas, utilizando al menos dos modos de transporte diferentes, con el fin de realizar de manera más rápida y eficaz este proceso. Además, con su implementación se pretende aprovechar cada uno de los distintos modos de transporte disponibles, bajo un enfoque integrado, esto último se analizará a detalle más adelante.

El transporte multimodal trae consigo beneficios para el usuario, un menor costo de traslado y menor tiempo de viaje; a su vez, el territorio o infraestructura disponible se descongestionan.

El concepto está estrechamente relacionado con los métodos de pago para este servicio, la uniformización de los medios de pago permite la implementación de protocolos de generación e intercambio de información entre los diferentes actores involucrados en la movilidad, lo cual se traduce en una eficiente gestión de los viajes. Estos puntos y su implementación se analizarán a detalle en capítulos posteriores.

1.5. Movilidad urbana

La mayoría de la gente tiene o ha tenido algún contacto con el concepto de movilidad urbana y por lo tanto, tiene cierta idea sobre su significado. Sin realizar un análisis profundo, el concepto de movilidad urbana se relaciona con el movimiento en las ciudades. Sin embargo, este es un término mucho más amplio y complejo por lo que requiere de un mayor y más profundo análisis.

La movilidad urbana es el resultado de la interacción entre las diferentes zonas de una ciudad, es decir, de las actividades que en ellas se desempeñan. Para casi cualquier actividad que se decida realizar es necesario desplazarse de un lugar a otro, ir a la escuela, al trabajo, al cine, etc. Este concepto surge de la necesidad de acceder a bienes y servicios y de la realización de las actividades cotidianas.

La movilidad es además, un derecho que tenemos todos, por lo que se hace necesario preservar y garantizar de forma igualitaria. La movilidad urbana impacta directamente en muchos aspectos de una ciudad, como la manera en la que se vive en ella o su potencial económico.

Las ciudades actuales son cada vez más grandes y dispersas, con grandes zonas metropolitanas. Además, las actividades de la población y la separación física entre cada una de ellas implican una creciente y permanente movilidad, lo cual trae consigo la necesidad de las personas de trasladarse distancias cada vez mayores. Aunado a ello, se tiene una falta de disciplina para desarrollar y ordenar las redes viales y de transporte público, lo anterior tiene como consecuencia, por una parte, una tendencia a la reducción en la capacidad de movilización de las personas y, por la otra, la saturación de los sistemas y redes disponibles.

En resumen, "movilidad urbana" implica que el usuario pueda hacer el máximo aprovechamiento del recorrido debido a la conexión eficiente de los diversos tipos de transporte. En este contexto, el sistema de transporte público debiera significar una mejor accesibilidad del habitante a los diversos puntos de la ciudad que habita, trayendo como resultado una mejora para el individuo y para la ciudad y asegurando el funcionamiento continuo de las zonas urbanas y la interacción en sus diversas escalas. Contrariamente a lo que se piensa, añadir nuevas vías y autopistas solo empeora la situación, al aumentar la capacidad de las autopistas urbanas se produce más tráfico y más crecimiento por extensión. (Jans B., 2009, pág. 9)

1.5.1. Jerarquía de movilidad

Es una clasificación que prioriza los modos de transporte con base en su vulnerabilidad, eficiencia, qué tanto promueven la equidad, el beneficio social y su daño al ambiente.

El Gobierno de la Ciudad de México en el Programa Integral de Movilidad 2013 – 2018, elaboró un diagrama que muestra cada uno de los niveles de esta jerarquía (Figura 3).

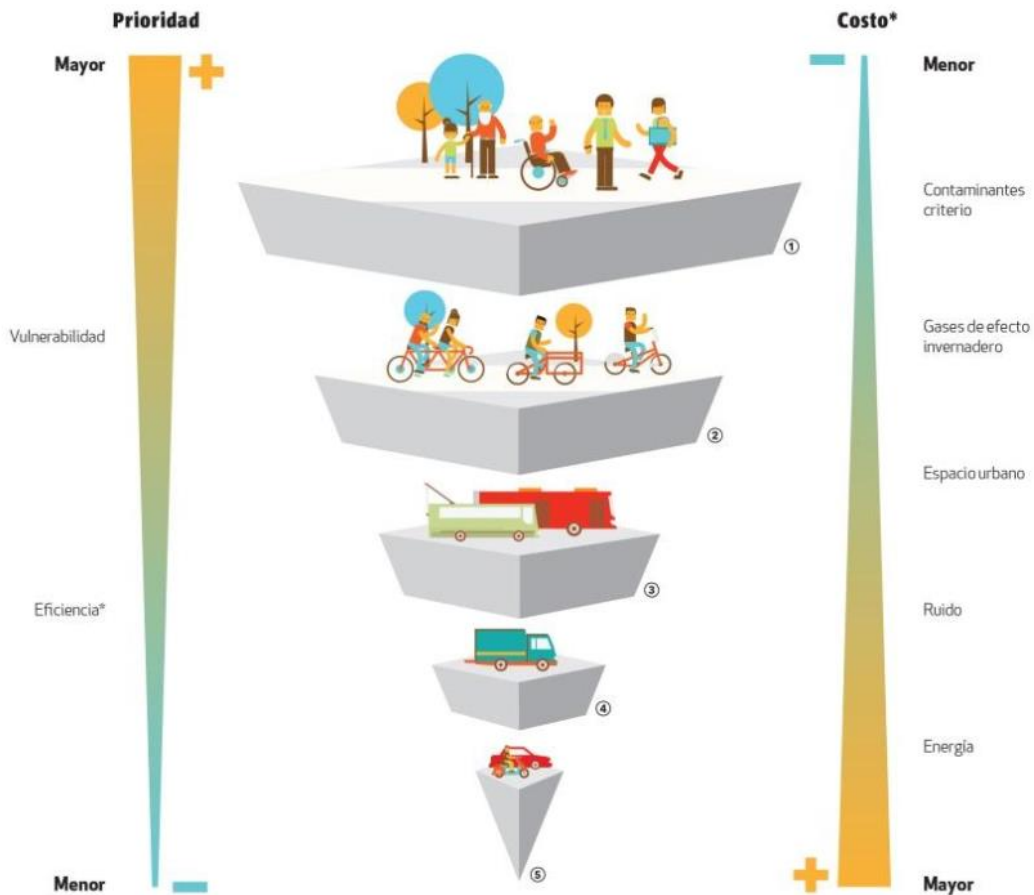


Figura 3. Jerarquía de movilidad. Fuente: Programa Integral de Movilidad 2013 - 2018 del Gobierno de la Ciudad de México.

Esta pirámide establece quién tiene prioridad en la transportación diaria, toma en cuenta quién es más vulnerable, menos eficiente y quién representa un mayor costo. En cada nivel se ubican a los siguientes grupos:

- I. Peatones, en especial personas con discapacidad y movilidad limitada, mujeres, niñas y niños. Es el más vulnerable de todos, no representa grandes costos monetarios ni ambientales y de igual manera, la infraestructura que requiere no es cara;

- II. Ciclistas. Su principal característica es que permiten una mayor velocidad de traslado sin que esto implique un daño al ambiente o un alto costo. Al igual que los peatones, tienen un grado alto de vulnerabilidad y la infraestructura que requieren no es especialmente cara;
- III. Servicio de transporte público de pasajeros. Está ubicado en este lugar por su eficiencia para mover grandes cantidades de personas y porque aprovechan de mejor manera el espacio urbano. Aunque algunos pueden representar un daño al ambiente considerable, se equilibra por su uso masivo;
- IV. Prestadores del servicio de transporte de carga y distribución de mercancías. Se ubican en esta posición debido a su importancia para la actividad económica, aunque emiten una cantidad importante de contaminantes;
- V. Usuarios de transporte particular automotor. Son los menos eficientes y vulnerables. Además, tanto automóviles como motocicletas representan un alto costo monetario (mantenimiento, combustible, estacionamiento, etc.) y ambiental (contaminación).

La jerarquía es congruente con la distribución actual de viajes, ya que el 70% de los tramos de viaje que se realizan en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) son en transporte público, a pie y en bicicleta, y sólo el 30% restante se realizan en automóvil particular⁴.

1.5.2. Principios de movilidad

En el Programa Integral de Movilidad 2013-2018 del Gobierno de la Ciudad de México se establecen 10 principios de movilidad, según los cuales se debe regir la toma de decisiones por parte de la Administración Pública en materia de movilidad (Diagrama 4).

⁴ Programa Integral de Movilidad 2013-2018, 2014

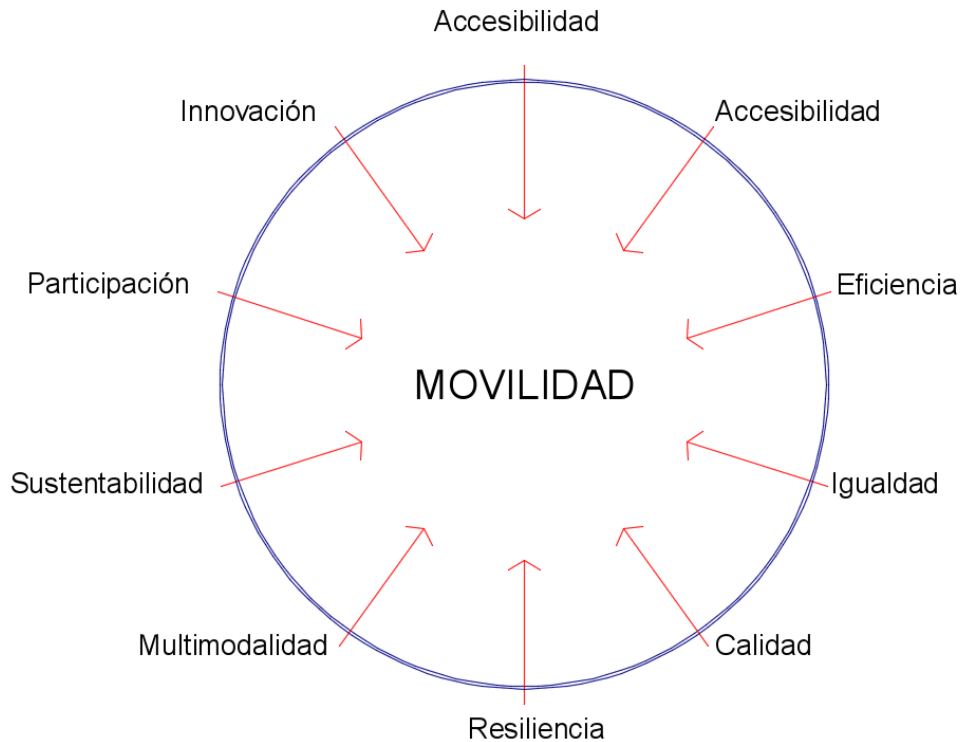


Diagrama 4. Principios de la movilidad. Elaboración propia con información del Programa Integral de Movilidad 2013-2018 del Gobierno de la Ciudad de México.

Accesibilidad - Garantizar que la movilidad esté al alcance de todos.

Eficiencia – Maximizar los desplazamientos.

Igualdad – Ofrecer condiciones equitativas para lograr un efectivo ejercicio del derecho a la movilidad.

Calidad – Que todos los componentes del sistema cumplan los requerimientos y se encuentren en condiciones aceptables para cumplir con su función.

Resiliencia – Capacidad del sistema para soportar situaciones fortuitas y recuperarse a bajo costo.

Multimodalidad – Ofrecer a los usuarios diferentes opciones y modos de transporte integrados.

Sustentabilidad – Cumplir con los demás principios sin que ello tenga efectos negativos sobre la calidad de vida de la población y el medio ambiente.

Participación – Involucrar a la población en la búsqueda de soluciones y toma de decisiones.

Innovación – Implementar soluciones apoyadas en la tecnología.

1.6. Transporte urbano

Viaje: Es el desplazamiento de una persona asociado a un origen y un destino preestablecidos con un propósito determinado. (Islas Rivera V. , 2000)

Dentro de la movilidad urbana se pueden distinguir 3 tipos de transporte:

1. Transporte público: Es aquel en el que los viajeros comparten el modo de transporte y está disponible para el público en general. Ejemplos: autobús, tren, metro, bicicletas públicas, etc.
 - El usuario recibe un servicio a cambio de un pago (tarifa).
 - Opera en un horario establecido, con paradas específicas (en algunos casos).
 - La rapidez del viaje depende de las paradas, horarios y rapidez de operación.

2. Transporte privado: Se refiere a los servicios de transporte que no están abiertos o disponibles para el público en general. Ejemplos: automóvil, bicicleta, motocicleta, etc.
 - El usuario opera su vehículo y se hace cargo de sus costos.
 - El usuario puede seleccionar la ruta y la hora de partida.
 - El usuario puede interferir en la rapidez.

3. Transporte de carga: Este cumple la función de trasladar ciertas mercancías o cosas de un lugar a otro.

1.6.1. Tipo de derecho de vía

Tratándose de transporte urbano, el tipo de derecho de vía se refiere a la categoría o tipo de vía en la cual los vehículos operan o transitan, es decir, la superficie en la cual circulan. Existen 3 tipos diferentes, pudiéndose presentar más de uno en una misma vialidad; estos son identificados por las letras A, B y C:

1. Derecho de vía tipo C – Es aquel en el que la vialidad es compartida entre diferentes modos de transporte, es decir, la mayoría de las vialidades que se pueden encontrar en una ciudad.



Ilustración 1. Derecho de vía tipo C. Recuperada de: <http://viajerosblog.com/el-famoso-tranvia-amarillo-de-lisboa.html>

2. Derecho de vía tipo B - Son aquellas vías en las cuales el tránsito está parcialmente separado de otro, ya sea por una guarnición, barrera, etc. Sin embargo, existen cruces o lugares específicos en los que la vialidad es compartida con otros modos de transporte o incluso con peatones. Ejemplos de ello, los sistemas BRT o Tren Ligero.



Ilustración 2. Derecho de vía tipo B (Sistema BRT). Recuperada de: <http://www.wrirosscities.org>

3. Derecho de vía tipo A – En este caso, existe una separación física. Es decir, la vía está completamente separada de las demás y únicamente puede ser utilizada por el vehículo para el cual fue diseñada. El ejemplo más claro es el del Metro, sin importar que este sea elevado, subterráneo o a nivel.



Ilustración 3. Derecho de vía tipo A. Recuperada de: <http://www.eluniversaldf.mx>

1.6.2. Tecnología

Este concepto se refiere a las características mecánicas de los vehículos y a las del camino. Las cuatro más importantes son:

1. Soporte – Se refiere al medio por el cual se da el contacto entre la superficie de rodamiento y el vehículo.
2. Guía – Es el sistema mediante el cual se van a controlar los movimientos laterales del vehículo, este puede ser mediante un volante como es el caso de autobuses, o mediante rieles, en el caso de los tranvías, por ejemplo.
3. Propulsión – Esta característica se refiere al tipo de unidad motriz que permite al vehículo moverse; el más común en sistemas de transporte urbano es el motor de combustión interna, pero también se puede encontrar motores eléctricos, movimiento mediante fuerzas magnéticas, etc.
4. Control – Se refiere a la manera en la que se regulan los movimientos del vehículo, existen 3 formas; manual/visual, en la que el conductor hace todo, manual/señal, el conductor es asistido por señales y completamente automático, el conductor únicamente inicia y supervisa el funcionamiento.

1.6.3. Tipo de servicio

Este concepto se refiere a la forma en que opera el sistema.

1. Ruta – Esto está relacionado con el ámbito geográfico en donde el sistema da servicio (urbano, suburbano, interurbano, etc.)
2. Tipo de operación – Se refiere a características del sistema como el número de paradas, si éstas son en lugares específicos o no, la distancia entre ellas.
3. Horario de operación – Este concepto indica el espacio de tiempo en el cual el sistema da servicio.

1.7. Problemáticas a las que se enfrenta el transporte

Poco a poco, las grandes metrópolis se han convertido en una forma de asentamiento humano bastante complejo, en ellas se genera la mayor parte del Producto Interno Bruto (PIB) pero además, concentran gran parte de la pobreza y desigualdad social. En México, aproximadamente el 77% de la población se concentra en las ciudades, y las estimaciones del Consejo Nacional de Población (Conapo) señalan que para el 2030 el 81% de la población vivirá en ellas. Según el INEGI, la Ciudad de México tiene una población de 8'918,653 habitantes (2015) y de más de 20 millones si se considera a la ZMVM. Esto conlleva a la necesidad de proveer de infraestructura, centros de trabajo, de estudio, entretenimiento, etc.

Retomando el hecho de que la mayor parte de la población vive en la ciudad, se puede inferir que al día se realizan miles de viajes dentro de ella. En la medida en que estas ciudades o metrópolis crecen, aumenta la necesidad de desplazamiento de las personas, cada vez a distancias mayores si este crecimiento no se da una forma ordenada, si no existe una correcta planeación. Frecuentemente, los más pobres están obligados a vivir en la periferia de las ciudades; con carencias de acceso a servicios básicos, poca infraestructura, zonas de riesgo o de difícil acceso.

Todos estos procesos traen consigo un sin número de efectos, congestionamientos viales, accidentes, contaminación ambiental y auditiva, deterioro del espacio urbano, estrés o la pérdida de horas productivas son tan solo algunos de los problemas a los que se enfrenta el transporte urbano actualmente. Problemas que repercuten directamente en la calidad de vida de las personas que habitan estas grandes urbes, estos se derivan incluso en problemas sociales, como desigualdad o delincuencia, entre muchos otros.

Entre las externalidades negativas que genera el transporte se pueden distinguir cuatro principales:

1. Calidad del aire
2. Contaminación acústica
3. Crecimiento del parque vehicular
4. Accidentes

1.7.1. Calidad del aire

La contaminación atmosférica suele relacionarse con la mala organización existente en el transporte, ya sea público, privado o de carga.

Esta contaminación es provocada por diversos agentes contaminantes presentes en la atmósfera, el más importante de ellos (por su elevado volumen en la ZMVM) es el Monóxido de Carbono y la principal fuente de estas emisiones lo representan las fuentes móviles (98%). Es decir, existe una estrecha relación entre la contaminación atmosférica y el transporte.

En el año 2010 fueron emitidas casi un millón 700 mil toneladas de Monóxido de Carbono; en orden de importancia, le siguen las emisiones de Compuestos Orgánicos Totales (COT) con cerca de un millón de toneladas anuales, de las cuales el 20% proviene de las fuentes móviles⁵. Con respecto a los Óxidos de Nitrógeno, se estimaron emisiones de más de 200 mil toneladas anuales, de las cuales el 78% fue generado por las fuentes móviles. Referente a las partículas PM10, que representan uno de los contaminantes con mayor presencia en la ZMVM, se sabe que el 53% proviene de las vialidades no pavimentadas⁶.

En la tabla 1 se muestra una lista de los principales contaminantes presentes en el aire en la ZMVM.

⁵ SEDEMA (2012). Inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México. Contaminantes Criterio. 2010.

⁶ Ídem.

PST = Partículas suspendidas totales
PM10 = Partículas menores a 10 um.
PM2.5 = Partículas menores a 2.5 um.
SO2 = Dióxido de azufre
CO = Monóxido de carbono
Nox = Óxidos de nitrógeno
Pb = Plomo
O3 = Ozono
COT = Contaminantes orgánicos totales
NNH3 = Amoniaco
CH4 = Metano
COV = Compuestos orgánicos volátiles

Tabla 1. Principales contaminantes presentes en el aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Elaboración propia con base en “Problemática ambiental de la ciudad de México”, Sheinbaum, C. 2008.

En la tabla 2 se muestra un resumen del “Inventario de emisiones en la ZMCM, 2004”, en el cual se puede ver la cantidad de ton/año de monóxido de carbono emitidas por fuentes móviles (transporte), comparada con otras fuentes.

Asimismo, en la tabla 3 se presenta, tomando como base dicho inventario, la cantidad de ton/año de monóxido de carbono emitidas por fuentes móviles, desagregado por tipo de fuente.

	PM10	PM2.5	SO2	CO	Nox	COT	CH4	COV	NH3
Fuentes puntuales	3,916	651	3,284	6,443	19,737	119,746	1,559	114,101	196
Fuentes de área	10,801	1,962	41	7,731	11,662	487,057	223,690	216,562	13,543
Fuentes móviles	4,768	3,748	3,321	1,777,907	147,971	198,136	9,816	183,899	3,775
Vegetación y suelos	1,201	261	N/A	N/A	626	17,606	N/A	17,606	N/A
TOTAL	20,686	6,622	6,646	1,792,081	179,996	822,545	235,065	532,168	17,514
Porcentaje	0.6%	0.2%	0.2%	49.6%	5.0%	22.8%	6.5%	14.7%	0.5%

Tabla 2. Inventario de emisiones en la ZMCM, desagregado por fuente, 2004 (ton/año). Elaboración propia con base en “Problemática ambiental de la ciudad de México”, Sheinbaum, C. 2008.

	CO
Autos particulares	890,602
Taxis	118,709
Combis	69,194
Microbuses	151,556
Pick up's	106,338
Vehiculos menores a 3 toneladas	109,111
Tractocamiones	31,945
Autobuses	16,015
Vehiculos mayores a 3 toneladas	186,038
Motocicletas	98,399
TOTAL	1,777,907

Tabla 3. Inventario de emisiones de monóxido de carbono en la ZMCM, desagregado por fuentes móviles, 2004 (ton/año). Elaboración propia con base en "Problemática ambiental de la ciudad de México", Sheinbaum, C. 2008.

Existen dos factores principales que determinan el volumen de contaminantes que se emiten al ambiente. Por una parte, la cantidad de vehículos en circulación y por otra, la intensidad de uso de los vehículos, es decir, la cantidad de kilómetros que recorren en un cierto periodo de tiempo.

Una de las consecuencias de este problema Se estima que en el mundo se producen dos millones de muertes prematuras al año debido a la contaminación atmosférica⁷.

Los que tienen mayor impacto en la salud y el ambiente son los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV), emisiones de hidrocarburos que se producen como resultado de una quema incompleta del combustible en los motores de los vehículos, constituyéndose como los precursores de ozono a nivel de suelo⁸.

⁷ Organización Mundial de la Salud (2011). Calidad del aire y salud.

⁸ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2003). Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas.

El exceso de ozono en el aire puede producir efectos adversos de consideración en la salud humana al provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades respiratorias⁹. Cabe señalar que la prevalencia de asma en población adulta residente en la ZMVM es de 5%, con una mayor frecuencia en mujeres¹⁰.

1.7.2. Contaminación acústica

Se llama contaminación acústica (o contaminación auditiva) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. (Islas Rivera, Hernández García, Arroyo Osorno, Lelis Zaragoza, & Ruvalcaba Martínez, 2012).

En una urbe, es posible encontrar un gran número de agentes que emiten ruido y producen este tipo de contaminación.

Hablando específicamente de lo relacionado al transporte; la expansión de zonas urbanas, las grandes concentraciones poblacionales, el constante aumento de la flota vehicular y el consecuente incremento en la actividad comercial e industrial son algunas de las causas de la contaminación acústica presente en la mayoría de las ciudades.

Si bien el ruido producido por el transporte no se acumula o mantiene en el tiempo como los otros contaminantes, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas y por lo tanto, es necesario implementar estrategias que permitan reducirlo. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 70 dB (a), como el límite superior deseable.

⁹ Organización Mundial de la Salud (2011). Calidad del aire y salud.

¹⁰ García-Sancho C. et al. (2012). Prevalencia y riesgos asociados con pacientes adultos con asma de 40 años o más de la Ciudad de México: estudio de base poblacional. Instituto Nacional de Salud Pública.

El ruido producido por los vehículos varía en el tiempo dependiendo el tipo de vehículo, las condiciones de la vía, el tránsito e incluso la conducta del conductor.

1.7.3. Crecimiento del parque vehicular

Los dos efectos o externalidades negativas anteriores se acentúan con el continuo crecimiento del parque vehicular en México.

Transportarse actualmente en las ciudades es poco eficiente e implica altos costos generados por el uso del automóvil, el cual va en crecimiento. Lo anterior se debe a que los usuarios del automóvil solo cubren una parte de los costos generados por su uso (combustible, peajes, impuestos), pero los costos sociales (contaminación, congestión, accidentes), deben ser cubiertos por la sociedad en general.

En México, se calcula que los costos generados por externalidades negativas asociadas al transporte representan pérdidas económicas de hasta un 4% del Producto Interno Bruto (PIB) en el país, sólo cuantificando las externalidades negativas de las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Monterrey, Guadalajara, Puebla-Tlaxcala y León¹¹. A continuación un cuadro en el que se muestra una estimación realizada en el año 2009 de los costos generados por las externalidades negativas asociadas al uso del automóvil.

¹¹ Medina, S. (2012). La importancia de la reducción del uso del automóvil en México. Tendencias de motorización, del uso del automóvil y de sus impactos.

Zona Metropolitana	Contaminación Local	Cambio Climático	Accidentes	Congestión	Ruido	TOTAL
Valle de México	14,396	6,718	10,332	82,163	8,320	121,929
Monterrey	2,282	1,065	5,843	11,485	1,319	21,994
Guadalajara	2,795	1,304	4,970	10,635	1,615	21,319
Puebla - Tlaxcala	996	465	1,317	1,894	575	5,247
León	506	236	1,250	321	293	2,606
TOTAL	20,975	9,788	23,712	106,498	12,122	173,095

Tabla 4. Estimación de externalidades asociadas al uso del automóvil en zonas metropolitanas selectas de México, 2009 (millones de pesos). Elaboración propia con base en la publicación del ITDP - Guía de estrategias para reducir uso del auto, pag. 15.

Este problema tiene su origen en la creencia de que al aumentar la infraestructura vehicular (estacionamientos, distribuidores viales, nuevas vías, etc.), el flujo vehicular mejorará o por lo menos se mantendrá estable ante el crecimiento de la población y las ciudades; por lo cual, una gran parte de las inversiones públicas se destinan a este fin.

Lo anterior genera un círculo vicioso ya que al existir una mayor y mejor infraestructura vehicular, se genera en los conductores una percepción falsa de que sus traslados serán más rápidos, cómodos y eficientes; por lo que una mayor número de personas elegirán al auto como su modo de transporte.

Sin embargo, un aumento en los viajes en automóvil trae consigo una nueva congestión, en ocasiones mayor a la anterior, y todos los problemas asociados a ello, un mayor consumo energético y por lo tanto, contaminación.

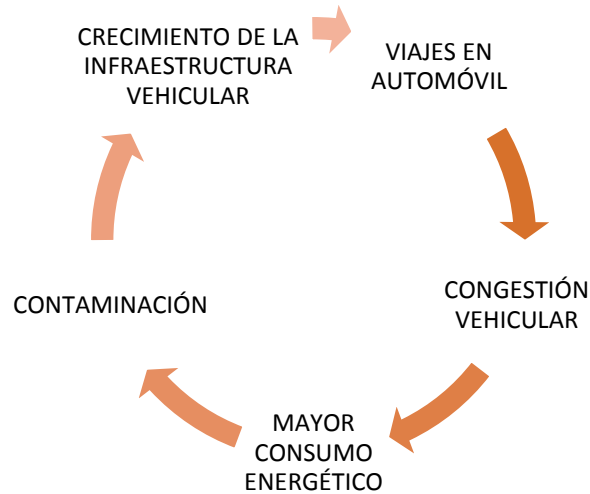
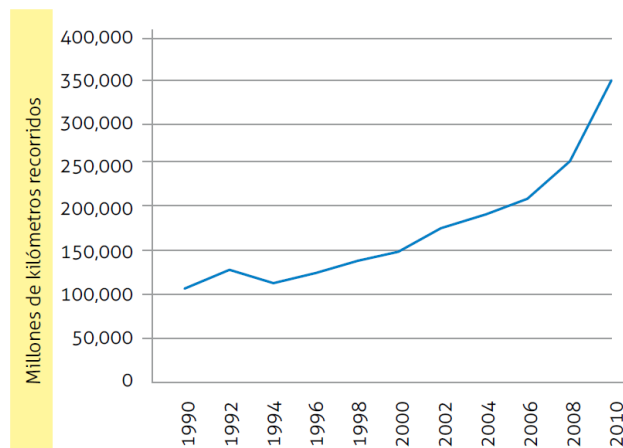


Figura 4. Diagrama. Circulo vicioso de la problemática de la movilidad urbana. Elaboración propia con base en publicación del ITDP - Guía de estrategias para reducir uso del auto, pag. 14.

El ITDP detectó una tendencia alarmante en el incremento del uso del automóvil. Los Kilómetro-Vehículo Recorridos (KVR) se han triplicado en el periodo comprendido de 1990 al 2010. Como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 1. Gráfica. Kilómetros recorridos totales por el parque vehicular de México, 1990-2010. Fuente: ITDP - Guía de estrategias para reducir uso del auto, pag. 18.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el parque vehicular en México ha crecido de forma constante. Para el año 2003 existían en el país poco más de 21.2 millones de autos, de los cuales 14 millones eran autos particulares.

Anualmente, se incorporan 1.16 millones de nuevos vehículos, con tasas anuales de 7.45%, las cuales son muy superiores a las demográficas (cerca de 2%) y al crecimiento de la economía (del orden de 4%), por lo que debe llamar la atención esta dinámica debido a las consecuencias que tiene en la acumulación de vehículos, en la baja capacidad de producir infraestructura vial para que éstos circulen, y en la creciente relación que tiene el vehículo individual frente al colectivo. (Iracheta, 2006).

En los últimos años la situación no ha cambiado. De 1994 al año 2012 se registró un incremento del 46% en vehículos, pasando de 2.2 a 4.8 millones de autos registrados¹². Actualmente, la Ciudad de México tiene una tasa de motorización ubicada en un 4% anual, con 200,000 vehículos registrados cada año; el mismo patrón se repite en el resto de las ciudades del país.

En 2012 la ZMVM concentró casi el 14% de los automóviles registrados en circulación a nivel nacional¹³. Desde un enfoque social, el desarrollo dirigido al uso del automóvil es inequitativo y excluyente, pues solo beneficia al porcentaje de la población que posee un auto. El 46.5% de las viviendas de la Ciudad de México poseen al menos un automóvil¹⁴. Mientras que el 80% de los hogares de mayor ingreso tiene auto, sólo el 10% de aquellos con menos recursos cuenta con este bien¹⁵.

Sin embargo, el problema no reside solamente en el aumento en la cantidad de vehículos particulares que circulan en la ciudad sino en el uso excesivo de los mismos.

¹² SETRAVI (2013). Anuario 2012.

¹³ Datos obtenidos de INEGI (2012). Vehículos de motor registrados en circulación.

¹⁴ Datos obtenidos de INEGI (2010). Censo de Población y Vivienda.

¹⁵ Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal.

Durante las dos últimas décadas ha habido una tendencia alarmante en el incremento del uso del automóvil: los kilómetros-vehículo recorridos (KVR) han aumentado en un 36% en la ZMVM, pasando de 30 millones en 1990 a 84 millones en 2010¹⁶. Esto significa que el uso del automóvil ha tenido un crecimiento anual del 5.3%, mientras que la población sólo aumentó 1.29% por año; es decir, en la ciudad se incorporan más autos que niños anualmente. (Programa Integral de Movilidad 2013-2018, 2014).

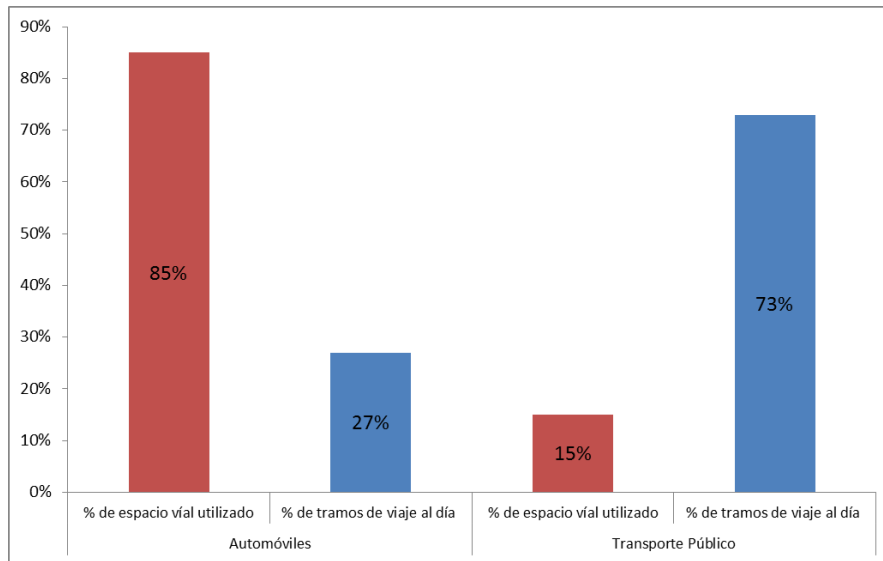


Figura 5. Comparación entre los viajes atendidos en automóvil y transporte público, y la ocupación vial. Elaboración propia con base en PUEC-UNAM (2013). Diagnóstico y Proyecciones de la Movilidad del Distrito Federal 2013-2018.

Si bien únicamente el 21.5% de los tramos de viaje diarios en la ciudad se realizan en automóviles particulares¹⁷, estos utilizan el 85% del espacio vial disponible y el transporte público ocupa únicamente el restante 15%. (ver figura 5). Asimismo y como consecuencia de lo anterior, el tiempo de traslado promedio en la ciudad ha aumentado de 27 minutos en 1994 a 59 minutos en 2007¹⁸.

¹⁶ Medina, S. (2012). Transformando la movilidad urbana en México: Hacia ciudades accesibles con menor uso del automóvil.

¹⁷ PUEC-UNAM (2013). Diagnóstico y Proyecciones de la Movilidad del Distrito Federal 2013-2018.

¹⁸ Carta de la Ciudad de México por el Derecho a la Ciudad.

1.7.4. Accidentes

Ligado al punto anterior, los accidentes relacionados con el transporte son otras de las externalidades negativas que genera la movilidad importantes a considerar, ya que cada año tienen como consecuencia la lesión o incluso la muerte de las personas que a diario se trasladan en la ciudad. “En el Distrito Federal se registraron 16,466 accidentes de esta índole durante 2011, y el Instituto de Ciencias Forenses y de los Médicos Auxiliares del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal recibió 1,191 cadáveres, cuya causa de muerte fueron hechos de tránsito” (Programa Integral de Movilidad 2013-2018, 2014). En la figura 6 se muestra el porcentaje de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas, por tipo de accidente.

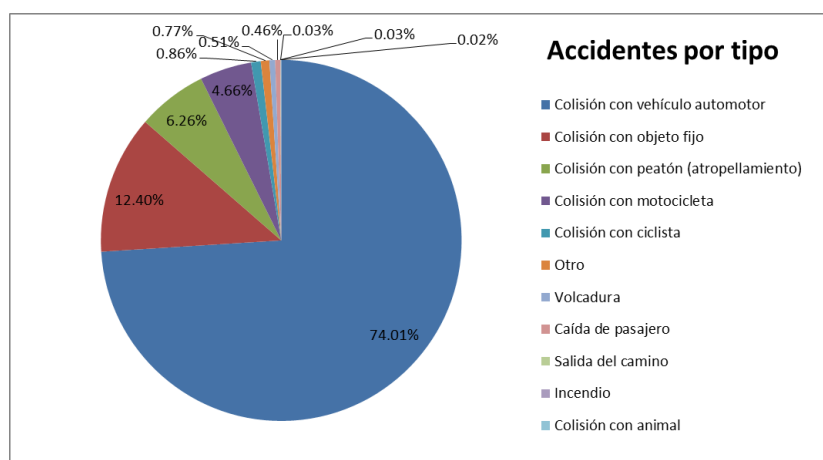


Figura 6. Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas. Elaboración propia con base en Programa Integral de Movilidad 2013-2018, con información del INEGI (2011).

Asimismo, en la figura 7 se muestra lo mismo que la figura anterior, pero por tipo de vehículo. En ambas figuras se constata que los vehículos particulares son los que mayor número de accidentes generan durante el año, con porcentajes superiores al 70%, para ambos casos. En orden de importancia, le siguen los generados en el transporte público sin derecho de vía exclusivo (camioneta de pasajeros, camión urbano de pasajero, microbús) y casi al final se encuentran los transportes públicos con derecho de vía exclusivo (tren eléctrico o trolebús).

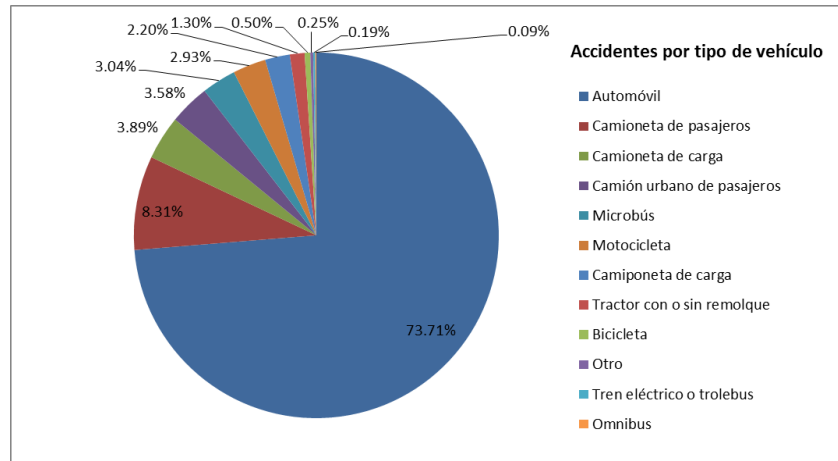


Figura 7. Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas (por tipo de vehículo). Elaboración propia con base en Programa Integral de Movilidad 2013-2018, con información del INEGI (2011).

Aquí algunos datos que permiten entender la gravedad de este tema:

- México es el séptimo país en accidentes de tránsito a nivel mundial.¹⁹
- En México, los accidentes de tránsito son la primera causa de muerte para la población entre 5 y 30 años de edad.²⁰
- 800 mil personas en México viven con discapacidad permanente causada por accidentes de tránsito.²¹

¹⁹ Organización Mundial de la Salud, 2015.

²⁰ GDF, 2015 (Reporte Pasos Seguros)

²¹ GDF, 2013 (Programa Integral de Movilidad 2013 – 2018)

2. Sistemas Integrados de Transporte Público

2.1. ¿Qué es un Sistema Integrado de Transporte?

(Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017) lo definen como un “conjunto articulado de los diferentes modos de transporte de pasajeros existentes en una ciudad, estructurado para prestar un servicio confiable, eficiente, cómodo y seguro”. Es decir, la integración de la red de transporte de una ciudad implica que todos los modos de transporte disponibles funcionen de manera coordinada con el fin de lograr un uso óptimo de la infraestructura existente. Para ello es necesario estandarizar métodos de pago, niveles de servicio, horarios y un largo etcétera que se analizará a lo largo de este capítulo.

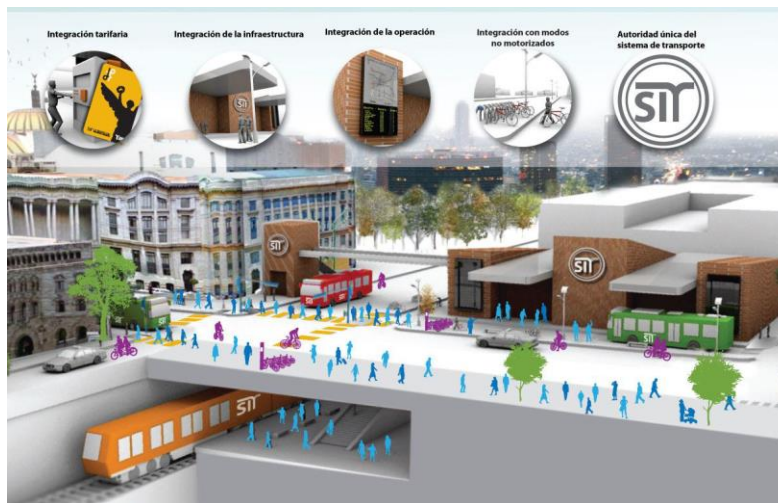


Ilustración 4. Sistema Integrado de transporte Público. Recuperado de: CTS EMBARQ México

La falta de integración de los modos de transporte disponibles en una ciudad provoca diversos problemas para los usuarios. Por ejemplo, para trasladarse de un lugar a otro, el usuario debe utilizar diferentes rutas, con horarios diferentes, centros de transferencia alejados y debe lidiar con la falta de coordinación entre los diferentes modos; lo que se traduce en que el usuario deba pagar múltiples pasajes, el traslado le lleve más tiempo y sea más incómodo, ello debido a que no cuenta con información actualizada para planear su viaje. (Zimmerman & Fang, 2015) afirman:

El transporte público funciona de manera eficiente cuando funciona como un sistema integrado y sin interrupciones. Esto es particularmente importante en las economías de rápida urbanización, como China y la India, donde el transporte público debe competir cada vez más con los vehículos de propiedad privada que ofrecen viajes puerta a puerta, independientemente de la hora del día o el día de la semana.

Según el (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2012) es posible identificar tres tipos de integración:

1. Física - Mejorar la infraestructura ya existente para que sea uniforme y crear nueva, como centros de transferencia donde convivan diferentes modos de transporte, incluyendo los no motorizados.
2. Financiera - Cambiar el modelo de negocio de los operadores de transporte y simplificar el proceso de pago usando un sistema de pago común para todos los medios de transporte de una red.
3. Operacional - Implica que el horario de servicio de transporte esté coordinado entre modos y empresas para asegurar que el servicio sea frecuente y confiable.

El hecho de que la red de transporte no funcione de manera integral, pone en clara desventaja al transporte público frente a los autos particulares. Según (Zimmerman & Fang, 2015), los principales problemas a los que se enfrenta una red de transporte no integrada son tres:

1. La necesidad de tomar diferentes rutas, sin coordinación entre ellas respecto a horarios, disponibilidad e información al usuario.
2. La necesidad de pagar múltiples tarifas.
3. La necesidad de caminar largas distancias y realizar múltiples transbordos entre los diferentes servicios, muchas veces con poca o nula información que oriente a los usuarios.

Todos estos problemas poseen una característica en común y es que tienen como repercusión un aumento en el tiempo que le llevará al usuario realizar un viaje, lo que implica que cada vez menos usuarios elijan al transporte público como su opción de traslado.

2.1.1. Tiempo de viaje

El que los usuarios elijan al transporte público como su opción de viaje en lugar del auto particular dependerá en gran medida del concepto “Tiempo de viaje”. Dicho concepto es utilizado en diversos ámbitos del transporte público, privado, de mercancías, etc. Sin embargo, para el transporte público servirá como uno de los principales indicadores para medir el nivel de integración de un sistema.

El tiempo de viaje es uno de los indicadores más importantes para el transporte; a menudo se mide con base en el tiempo que el usuario pasa en el sistema o modo de transporte. Sin embargo, en el caso específico del transporte público, la tarea de medir el tiempo de viaje se vuelve más complicada ya que involucra diversos aspectos que pueden presentar grandes variaciones entre un usuario y otro. La percepción del usuario va a depender en gran medida de estos aspectos y por lo tanto, la decisión de utilizar o no el sistema. Entre los aspectos que representan parte importante del tiempo de viaje se distinguen tres principales:

1. Traslado desde y hacia las paradas inicial y final.

Sin importar el tipo de transporte público que se utilice, el usuario debe trasladarse a la estación o parada inicial, la mayoría de las veces caminando. Además, al llegar a la estación o parada final, es posible que también tenga que caminar una cierta distancia; ello consume tiempo que debe sumarse al tiempo total de viaje.

Estudios demuestran que los usuarios perciben este tiempo más pesado que el tiempo que pasan en el sistema. aunque este solo represente un porcentaje del tiempo total de viaje.

2. Espera

El tiempo de espera también suele ser percibido como más pesado por diferentes razones, (Zimmerman & Fang, 2015, pág. 2) afirman:

- i. Incertidumbre y nerviosismo sobre cuándo llegará el próximo autobús o tren;
- ii. El hecho de que cuando se espera, no se avanza en el traslado al destino final;
- iii. La seguridad y la seguridad percibidas mientras se espera, especialmente de noche y / o para las mujeres y otros grupos vulnerables;
- iv. La necesidad de pararse en un ambiente potencialmente hostil que puede ser caliente o frío y / o sin luz, protección contra la intemperie;
- v. Falta de información de los pasajeros sobre rutas u horarios.

Estos puntos pueden llegar a representar una cantidad de tiempo considerable para el viaje completo, por lo que es necesario analizarlo.

3. Transferencia

Otra consideración importante al momento de tomar la decisión de utilizar o no el transporte público es la necesidad de realizar transbordos entre diferentes modos de transporte, incluso dentro del mismo, el metro por ejemplo.

Esto va de la mano con el punto anterior ya que un transbordo implica un tiempo de espera adicional, además de la posibilidad de que se tenga que pagar una tarifa adicional.

2.2. Características de los Sistemas Integrados de Transporte

Para que un Sistema de Transporte Público se considere Integrado es necesario que posea esta característica en las siguientes dimensiones clave:

2.2.1. Estructura de la red

Esta dimensión implica la red de transporte público esté diseñada con el fin de garantizar el traslado de los usuarios, en el tiempo de viaje mínimo y al menor costo posible. Para ello es necesario que en dicha red no existan rutas duplicadas, los tiempos de espera sean mínimos, exista información actualizada y fácil de entender para los usuarios, etc.

Además, implica modernizar unidades de transporte público, dar una imagen uniforme a todo el sistema y unificar estándares o niveles de servicio.

Esto último cobra importancia al realizar transbordos, por ejemplo, ya que al llegar a una terminal o centro de transferencia es necesario que tanto la unidad que llega como la que sale tengan la misma capacidad.

2.2.2. Paradas, terminales y estaciones de transferencia

Un sistema eficiente no necesariamente implica que no se deba realizar ninguna transferencia o transbordo. En ocasiones es más eficiente y rápido un viaje en el que se deban realizar cierto número de transferencias a través de los diferentes modos con los que cuenta el sistema para llegar de un punto a otro; esto implica un aprovechamiento y uso eficiente de la infraestructura disponible. Es importante que las transferencias entre los distintos modos de transporte sean fluidas y que se reduzca la distancia que los usuarios deben caminar para realizar los transbordos.

El objetivo de este punto es que tanto las estaciones de transferencias como las paradas y terminales cuenten con ciertas características que le permitan a los usuarios realizar sus traslados de forma eficiente, cómoda y segura. Según (Zimmerman & Fang, 2015, pág. 5) algunas de estas características son:

- i. Distancias mínimas para caminar
- ii. Equipos e instalaciones seguros que le permitan viajar a todos los ciudadanos, incluyendo personas de la tercera edad o con alguna discapacidad física.
- iii. Buena iluminación y protección contra la intemperie (sol, lluvia, viento) en áreas de espera y para caminar.
- iv. Estaciones y terminales lo suficientemente grandes como para acomodar los flujos esperados y el número de pasajeros en espera.
- v. Amenidades para los pasajeros que permitan que un viaje en transporte público sea más placentero y productivo por los usuarios, convirtiéndolo en una alternativa más competitiva respecto al uso de vehículos privados.

Respecto al último punto, además cabe señalar que los servicios prestados en las estaciones y terminales pueden servir como medio de financiamiento para la construcción, mejoramiento y operación del propio sistema; con lo cual todas las partes pueden obtener un beneficio.

2.2.3. Horarios

Un sistema integrado debe garantizar que todas las rutas (sin importar del modo de transporte que se trate) presten servicio durante las mismas horas, a esto se le conoce como "período de servicio" y permite que nadie quede "varado" en alguna estación o terminal. Además, la integración facilita la tarea de coordinar los horarios de cada una de las rutas, por lo que se hace más eficiente el uso de los tiempos de espera y transferencia, reduciendo con ello el tiempo total de viaje.

2.2.4. Métodos de pago y tarifas

Desde la perspectiva del usuario, al momento de utilizar el transporte público para trasladarse de un lugar a otro, se deben considerar dos aspectos relacionados a la tarifa; el monto de esta y el número de veces que deberá ser pagada a lo largo de un trayecto. La intención de estandarizar los métodos de pago es, además de facilitar y hacer más eficiente el proceso de pago, la de mejorar la percepción de los usuarios acerca del costo.

Para hacer más eficiente el cobro de las tarifas, es necesario utilizar un sistema de cobro automático para agilizar las transacciones de pago. Esto mejora el servicio, pues reduce el tiempo de espera en filas y simplifica el pago, y con ello el confort del usuario (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2012, pág. 95).

Si cada modo de transporte cuenta con una opción diferente para el cobro de las tarifas, ya sea mediante una tarjeta, boletos físicos o efectivo, se hace más complicado para los usuarios realizar transbordos o combinar distintos modos. Es por ello que en algunas ciudades se ha adoptado como medio único de pago el uso de tarjetas magnéticas o incluso aplicaciones móviles que las substituyen; así, es posible cobrar a los usuarios de acuerdo a la distancia que recorren o el tiempo que pasan dentro del sistema, independientemente de la cantidad de transbordos que hagan; así cada operador obtendrá sus ingresos de acuerdo a la distancia recorrida en cada modo de transporte. Además, reducen el consumo de papel y son personalizables; lo cual permite recabar información útil sobre los orígenes y destinos de los usuarios, horarios y demás información que ayuda a mejorar el servicio.



*Ilustración 5. Pago mediante tarjeta magnética.
Fuente: Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas, ITDP.*

2.2.5. Información al usuario

La información va a tener un papel fundamental en la tarea de integrar un sistema de transporte. El proveer información comprensible, fácil de interpretar y de fácil acceso para todos permite a los usuarios planear sus viajes de una manera más eficiente, ya sea antes de realizar el viaje o incluso durante el mismo.

Frecuentemente, usuarios potenciales no utilizan el sistema de transporte público debido a que lo perciben como difícil de entender; no cuentan con información sobre donde subir o bajar, cómo realizar transbordos o cómo pagar. Es necesario que el usuario tenga acceso a toda la información relacionada a rutas, paradas, terminales, horarios y tarifas. Así, dicho sistema será más atractivo y eficiente para potenciales usuarios.

En el caso de los usuarios existentes, si cada uno de ellos sabe exactamente qué ruta debe tomar, a qué hora puede ingresar al sistema y cuánto tiempo le llevará el viaje completo, tendrá la posibilidad de buscar maneras más eficientes para trasladarse de un lugar a otro, en el tiempo mínimo y al menor costo posible.

A las autoridades y operadores del sistema, el tener la posibilidad de contar con información en tiempo real, les permite monitorear el funcionamiento del sistema, informar a los usuarios oportunamente sobre cualquier eventualidad que pudiera tener el sistema, controlar los flujos de personas o coordinar los servicios.

2.2.6. Autoridad única del sistema de transporte

Uno de los grandes obstáculos para la integración de un sistema de transporte público es la falta de una autoridad única con las facultades y capacidades para tomar decisiones que involucren a todos los modos de transporte y empresas operadoras (tanto públicas como privadas), planear la red de transporte, gestionar información, medios de pago, etc.

El que todas las partes que componen la red de transporte público posean el mismo nivel de servicio es uno de los pilares para la integración del mismo y este va a ser posible si se tienen los mismos estándares de calidad en todo el sistema; esto implica diversos aspectos, desde que el contacto con el usuario sea siempre el mismo, la información que se le da, emisión de boletos, etc.

El hecho de que exista una autoridad única también tiene beneficios para los operadores, ya que facilita el proceso para realizar estrategias de cooperación para mejorar su rentabilidad, alianzas estratégicas, adquisiciones o fusiones.

2.2.7. Integración del transporte público con el transporte no motorizado

La integración con el transporte no motorizado (bicicletas) es uno de los aspectos que se ha dejado de lado a la hora de planear un sistema de transporte público. Las bicicletas, si se integran de manera eficiente, incrementan el área de cobertura de la red de transporte, así “se incrementa de 500 metros a mínimo 3 kilómetros la cobertura que este sistema tendría en cada estación” (Pardo, 2009, pág. 29). Con una inversión menor es posible mejorar la calidad del servicio del sistema, lo que se traduce en una mayor demanda del mismo.

Objetivos de los Sistemas integrados de Transporte

El (CTS EMBARQ México, 2015) propone estos 8 objetivos que más adelante van a servir para hacer un diagnóstico de cada uno de los servicios de transporte disponibles actualmente en la Ciudad de México.

1. Mejorar la eficiencia del sistema y sus operadores
2. Ser económicamente sostenible a largo plazo
3. Proveer mecanismos para facilitar la inversión
4. Promover la integración económica de todos los sistemas de transporte
5. Promover la competitividad e innovación entre los prestadores de servicio
6. Promover la competitividad de la ciudad y la productividad de su fuerza laboral
7. Asignar los riesgos a los actores que mejor los puedan enfrentar
8. Facilitar el uso del sistema en todos los segmentos de la sociedad

Necesidad de implementar Sistemas Integrados de Transporte

El servicio de transporte público se brinda a través de diferentes modos que se encuentran desarticulados. Se planea, se opera y se regula de distintas formas y bajo diversos esquemas tarifarios, lo cual impacta en la calidad de prestación del servicio: mayores tiempos de viaje, altos costos, inseguridad e incomodidad (World Resources Institute México).

En el documento publicado por SEMOVI “Nuevo Modelo de Movilidad, Ciudad de México 2015” se mencionan algunos datos que demuestran la necesidad de atender este tema:

- Tiempo
 - Entre 1994 y 2007 el aumento en tiempo de viaje fue del 13%²².
 - Los viajes en un sólo modo de transporte público aumentaron entre 4 y 10 minutos.
 - Viajes con dos o más transferencias aumentaron entre 10 y 17 minutos.
- Calidad
 - Los microbuses son el servicio peor evaluado por usuarios. Insatisfacción del 63% (limpieza), 65% (seguridad), 54% (confiabilidad)²³.
- Intemodalidad
 - 39% de los usuarios de transporte público utiliza dos modos de transporte y el 14% usa 3 o más.
 - El 59% realiza uno de sus tramos en Metro, mientras el 39% realiza un tramo en transporte concesionado.
- Peatones
 - Cada usuario de transporte público camina en promedio 2.5km diarios²⁴.
- Seguridad
 - En 2015 se reportaron 5,162 delitos en CETRAMs²⁵.
 - Los microbuses son el segundo principal actor involucrado en hechos de tránsito²⁶.

²² Programa Integral de Movilidad 2013 – 2018.

²³ CTS Embarq (2015). Calidad del servicio en el transporte público de la Ciudad de México

²⁴ PUEC – UNAM (2013). Diagnóstico y proyecciones de la movilidad del Distrito Federal.

²⁵ Denuncias presentadas dentro de CETRAMs.

²⁶ INEGI (2011). Accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas.

2.3. Sistemas de Transporte Inteligente

2.3.1. Antecedentes

El origen de estos sistemas se remonta a la década de los años 60, siendo Toronto y Chicago las primeras ciudades en implementarlos, aunque no de la manera en la que hoy los conocemos. Los primeros ITS consistían en la implementación de sistemas de iluminación electrónicos para las vías, incluso en los años 30 el hecho de diseñar e implementar una red de semáforos era todo un reto.

El primer esfuerzo para crear un nuevo concepto que permitiera guiar a los conductores fue desarrollado por el gobierno de Estados Unidos, entre las décadas de 1960 y 1970. El ERGS (Electronic Route Guidance System) era un sistema orientado al destino que requería que el conductor ingresara un código para indicar el destino final al sistema y este mostrara las indicaciones para llegar a dicho destino. Este sistema fue la base para las investigaciones que se desarrollaron posteriormente en torno a los Sistemas Inteligentes de Transporte.

A mediados de los años 80, la tecnología se vuelve más accesible para la población en general, lo cual permite desarrollar algunas aplicaciones para estos sistemas, a un costo menor. Al mismo tiempo, las ciudades crecen cada vez más, esto a causa de una alza en las tasas de natalidad y los procesos migratorios, la gente se muda del campo a las ciudades. Lo anterior trae consigo una serie de problemáticas, entre ellas el de la movilidad urbana.

Sin embargo, estos sistemas se comienzan a utilizar como tal y se popularizan hasta la década de los años 90, como alternativa al problema generado por la creciente demanda de los sistemas de transporte provocada por la expansión y desarrollo de las ciudades actuales. Desde hace algunos años países de todo el mundo han comenzado a utilizarlos; Estados Unidos, Japón y la mayoría de los países de la Unión Europea son los que mayores avances tienen en este tema.

En años recientes, algunos países de Latinoamérica han comenzado a utilizar estas tecnologías en sus sistemas de transporte, los más avanzados en este tema son Brasil, Argentina, Chile y México.

2.3.2. ¿Qué son los Sistemas de Transporte Inteligente?

Los Sistemas de Transporte Inteligentes o ITS, por sus siglas en inglés, implican “la adopción de sistemas tecnológicos, basados en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que permiten a los habitantes de una ciudad tener más control de su acceso al transporte y un uso más eficiente de su tiempo” (Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017). Es decir, El concepto TIC se refiere al conjunto de herramientas o recursos tecnológicos que facilitan la emisión, acceso y tratamiento de la información.

Los ITS son una herramienta fundamental para la integración de los modos de transporte en una urbe ya que significan una combinación de información, comunicaciones, tecnología e infraestructura de transporte. Algunos ejemplos que cómo los ITS ayudan a mejorar la movilidad en las ciudades, hablando de transporte público:

1. Permite una gestión integrada de las tarifas o medios de cobro.
2. Mejora la relación transporte - usuario.
3. Permite predecir condiciones de tráfico y gestionarlo en tiempo real.
4. Facilita la comunicación e información al viajero.

El objetivo de la movilidad inteligente es que, con ayuda de la tecnología existente, se aprovechen al máximo cada una de las herramientas disponibles para lograr el objetivo de que el transporte de las ciudades sea cada vez más seguro, eficiente y sustentable. Sin duda, los datos abiertos serán clave para lograr este objetivo. Se requiere la coordinación e intercambio de información de los diferentes modos de transporte.

Además, es necesario que se promueva la innovación, esto con el fin de que el proceso de mejora sea constante y dinámico, capaz de adaptarse fácilmente a las necesidades de cada ciudad, en constante cambio.

Muestra de la importancia que han adquirido los ITS en las ciudades actuales:

Según un estudio realizado por Markets&Markets, el sector ITS estará valorado en casi 34.000 millones de dólares en 2020, con un crecimiento interanual de más del 11% de 2014 hasta ese año. Según Grand View Research, el valor global del mercado del transporte inteligente en 2012 era de 14.600 millones de dólares, y se espera que alcance los 38.600 millones en 2020 con un crecimiento interanual del 13%. (Actual Smartcity, 2014)

2.3.3. Ciudades Inteligentes

A pesar de que los sistemas inteligentes de transporte llevan implementándose desde hace décadas, las TIC son las responsables de que en los últimos años se haya acelerado el ritmo de cambio, generando conceptos como el de “Ciudades Inteligentes”. Este concepto se refiere a un desarrollo urbano que utiliza la tecnología para responder a las necesidades básicas de las personas, empresas e instituciones que habitan dicha urbe, de manera eficiente y sostenible. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y (Bouskela, 2016) lo definen como:

Una ciudad Inteligente es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora Tecnologías de la Información y Comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las ciudades se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes.

De manera que este concepto abarca diversos temas inherentes a una urbanización, como la gestión del agua y residuos, el consumo energético y la contaminación ambiental; además de que permite una mayor participación ciudadana y una gestión de los recursos más eficiente y sostenible. Para entender mejor lo anterior, el BID enumera algunas de las ventajas que tiene el implementar estas políticas en las ciudades actuales.

1. Facilitan la integración de procesos en la administración pública.
2. Generan procedimientos.
3. Optimizan la asignación de recursos.
4. Eleva el grado de satisfacción de los habitantes.
5. Permiten una mayor participación de la sociedad civil.
6. Producen indicadores.

2.3.4. Clasificación de los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS)

Existen algunas variaciones en cuanto a la clasificación de estos sistemas, dependiendo del autor, país, etc. Sin embargo, con el propósito de analizar la importancia de ellos en la tarea integrar el transporte público se estudiarán cuatro tipos principales:

1. Sistemas Avanzados de Transporte Público (APTS, Advanced Public Transportation System)

Estos sistemas tienen el propósito de lograr una operación más eficiente de la infraestructura disponible, lo cual se traduce en un transporte confiable. Para lograr lo anterior es necesario que dichos sistemas contemplen tres puntos principales (diagnóstico, predicción y planificación) ¿Qué quiere decir esto? Dicho sistema debe ser capaz de elaborar un diagnóstico en tiempo real de la situación del sistema, con lo cual podrá predecir su comportamiento a futuro y con base en ello, podrá hacer una programación óptima en función de los entornos operativos.

2. Sistemas Avanzados de Información al Viajero (ATIS, Advanced Traveler Information System)

Gran parte de la investigación de este tipo de sistemas se ha realizado en Estados Unidos, intensificándose en la década de 1990. Estos sistemas aprovechan tecnologías como el internet, teléfonos celulares o radio para ayudar a los viajeros a tomar decisiones informadas respecto a rutas, horarios y modos de viaje. Dicha información puede transmitirse previa al viaje o durante el mismo con lo cual es posible aprovechar de mejor manera la infraestructura disponible.

3. Sistemas Avanzados de Gestión de Tráfico (ATMS, Advanced Traffic Management System)

Los ATMS son los ITS más utilizados en las ciudades actualmente. Las autoridades responsables del control del tráfico vehicular, mediante el uso de información en tiempo real, monitorean, administran y toman decisiones respecto al movimiento de los vehículos, con el fin de optimizarlo.

4. Sistemas de Pago Electrónico (EPS)

Este tipo de sistemas tienen los siguientes objetivos, según la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002):

- i) permitir un rápido y cómodo acceso por parte de los usuarios a los servicios de transporte, sin aumentar los tiempos y los costos de operación,
- ii) mejorar tanto el control del expendio de pasajes como la gestión de la empresa, gracias al procesamiento de la información, que queda registrada en el sistema,
- iii) dotar de mayor seguridad al proceso de recaudo de pasajes y
- iv) permitir una integración tarifaria entre distintos medios u operadores de transporte.

2.4. ¿Cómo funciona un ITS?

2.4.1. Sistemas de Posicionamiento Global

Los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS por sus siglas en ingles), son uno de los componentes fundamentales de los sistemas inteligentes de transporte; permiten tener un control preciso de los sistemas de transporte en tiempo real.

El GPS es un sistema de posicionamiento por satélites desarrollado en un principio con fines militares por el Departamento de la Defensa de los Estados Unidos. Actualmente tiene muchas otras aplicaciones; los GPS no solo permiten determinar con un margen mínimo de error la latitud, longitud y altura de un punto, desde cualquier lugar de la tierra, sino que además permiten mostrar la trayectoria seguida por ese punto o incluso, facilitan la tarea de mostrar la trayectoria a seguir para llegar a un destino específico.

El funcionamiento de este sistema se basa en el principio matemático de la triangulación. Según el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), el GPS está integrado por tres segmentos o componentes que permiten entender su funcionamiento:

- a) Segmento espacial – Se refiere a una constelación de satélites de navegación que orbitan la Tierra a una altitud de cerca de 12.000 millas (20.000 kilómetros).
- b) Segmento de control - Es una serie de estaciones de rastreo, distribuidas en la superficie terrestre que continuamente monitorea a cada satélite analizando las señales emitidas por estos y a su vez, actualiza los datos de los elementos y mensajes de navegación, así como las correcciones de reloj de los satélites.

- c) Segmento usuario - Lo integran los receptores GPS que registran la señal emitida por los satélites para el cálculo de su posición tomando como base la velocidad de la luz y el tiempo de viaje de la señal, así se obtienen las pseudodistancias entre cada satélite y el receptor en un tiempo determinado, observando al menos cuatro satélites en tiempo común; el receptor calcula las coordenadas X, Y, Z y el tiempo.



Ilustración 6. Funcionamiento de los Sistemas de Posicionamiento Global. Recuperado de: https://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_TERRESTRE/ITS/

2.4.2. Sistema de Información Geográfica

Un sistema de información geográfica es un conjunto de herramientas que integra y relaciona diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y mostrar información geográficamente referenciada; con el fin de facilitar la gestión y toma de decisiones. La particularidad de estos sistemas es que cuentan con herramientas que permiten a los usuarios interactuar y manipular la información (editar datos, crear consultas interactivas, presentar información específica, establecer conexiones entre diversos fenómenos, hacer simulaciones, etc.).

Existen muchas posibles aplicaciones para los SIG (planificación urbana, gestión de servicios, estudios sociológicos, evaluación de riesgos o impacto ambiental, etc.). Sin embargo, hablando exclusivamente de sistemas de transporte, van a ser una herramienta fundamental para los ITS ya que facilitan tareas como el monitoreo del mantenimiento y conservación de la infraestructura existente, el control del tráfico o permiten realizar simulaciones para la implementación de nuevos sistemas o construcción de nueva infraestructura, por nombrar algunas.

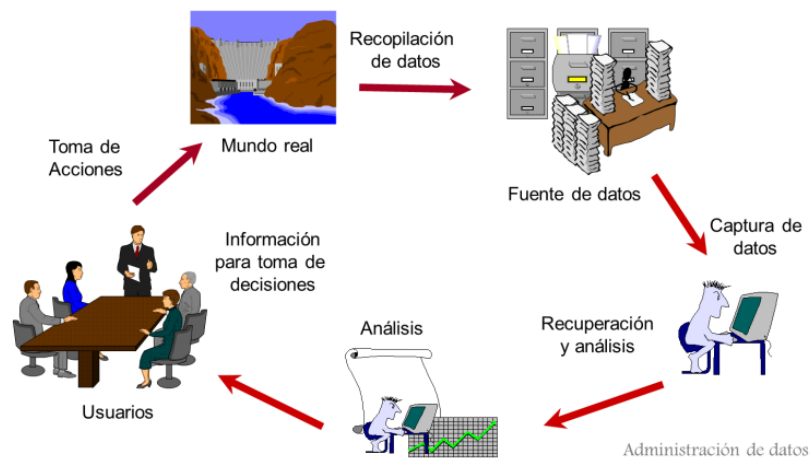


Ilustración 7. Diagrama de funcionamiento de los SIG. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/internet/sistemainformaciongeografica.pdf>

2.5. Gestión de la información

El constante crecimiento de las ciudades plantea grandes retos para las personas involucradas en la gestión los recursos disponibles para infraestructura, movilidad y demás servicios; pero además representa un sinnúmero de oportunidades para hacer más eficiente esta tarea. La globalización nos obliga a vivir en una sociedad en constante cambio, con grandes avances y retos a los cuales enfrentarse; a causa y además como consecuencia de ello, los avances en la tecnología se dan cada vez de manera más rápida y con efectos más significativos.

Estrechamente relacionado con lo anterior; muchos han llamado a esta la era de la información, esto debido a la gran importancia y valor que ha adquirido la información y en cómo este concepto está involucrado en casi todos los ámbitos de la actividad humana.

Para entender lo anterior es importante analizar el concepto “Big data” que en años recientes ha tomado gran importancia, pero ¿Qué es Big Data y porqué se ha vuelto tan importante? (Barranco Fragoso, 2012) afirma:

Es la tendencia en el avance de la tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, la cual es utilizada para describir enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi estructurados) que tomaría demasiado tiempo y sería muy costoso cargarlos a un base de datos relacional para su análisis.

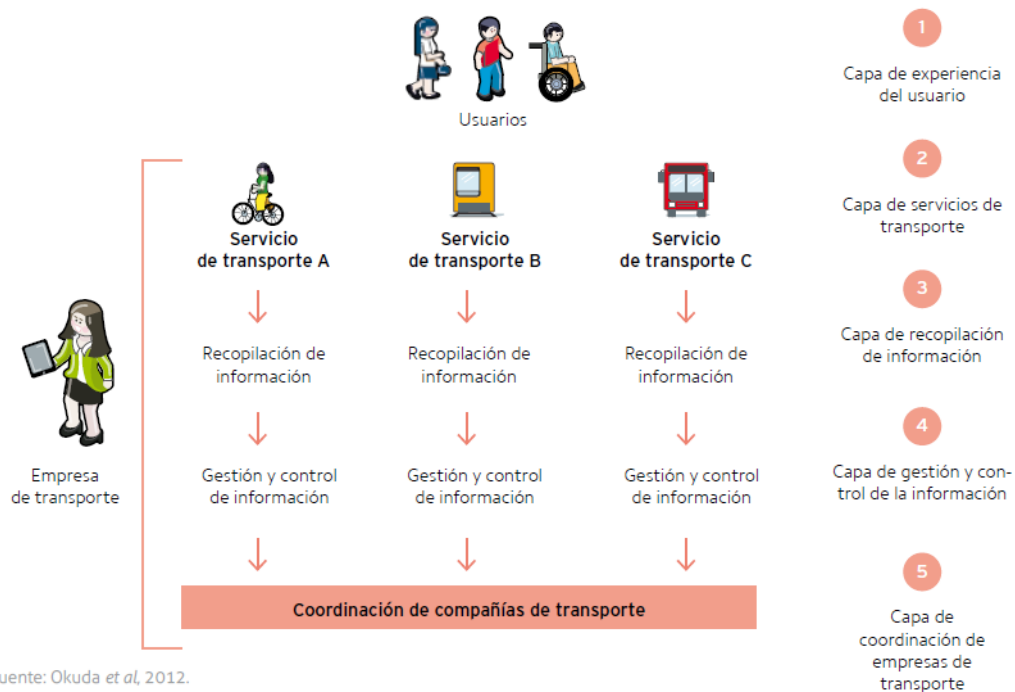


Ilustración 8. Big Data. Recuperada de: <https://www.revistagerentepyme.com/de-la-data-al-big-data-innovacion-para-entender-al-consumidor/>

Esta información proviene de muchas fuentes y el valor real del Big Data radica en saber discriminar entre el gran volumen de información y la variedad de datos que pueden ser recopilados para utilizarlos con un fin; para mejorar la movilidad de una ciudad, por ejemplo. Aquí es cuando debe responderse la pregunta ¿Cómo está relacionado este concepto con la movilidad y el transporte en las ciudades?

Sin duda, la tecnología brinda la posibilidad de que las ciudades sean más “inteligentes”. En algunas ciudades se comienza a echar mano de los avances tecnológicos disponibles para implementar soluciones que hacen más eficiente actividades cotidianas como el suministro de agua, recolección de basura, seguridad pública, por mencionar algunas.

Aunque algunas ciudades ya han dado pasos significativos en torno al transporte inteligente, la movilidad sigue siendo uno de los temas a atender, sobre todo en las ciudades de países en desarrollo. La información será la herramienta más valiosa para lograr la integración de los sistemas de transporte público, mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs).



Fuente: Okuda et al, 2012.

Ilustración 9. Coordinación de compañías de transporte. Recuperada de: *Movilidad Inteligente para la Ciudad de México, ITDP (2017)*.

Otro concepto importante es “Open Data”, se refiere a datos que están disponibles de forma libre para todo el mundo. Deben cumplir las siguientes características para ser considerados abiertos, según (Zaforas, 2017):

- Disponibilidad y acceso: los datos deben estar accesibles. El acceso debe poder hacerse a través un protocolo estándar que no suponga un coste adicional y los datos deben volcarse en un formato ampliamente extendido y que faciliten su procesamiento.
- Reutilización y redistribución: los datos deben ser distribuidos bajo unos términos que permitan su uso y explotación de forma libre y no pongan restricciones a cruzarlos con otros datos.
- Participación universal: todos los interesados, sin excepción, deben poder acceder a los datos y usarlos de la manera que deseen, sin ningún tipo de restricción comercial o de propósito acotado.

El contar con información será fundamental para un sistema de transporte público; desde sus etapas más tempranas como la planeación del sistema o su diseño, hasta la propia operación, mejora y mantenimiento del mismo.

“Con una gestión eficiente de datos se facilita la creación de análisis descriptivos y predictivos, los cuales tienen un impacto directo en las soluciones de movilidad urbana” (Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017). Para lograrlo, el primer paso es tener claros 4 puntos fundamentales:

1. Las fuentes de información,
2. cuál es el tratamiento que se le da a estos datos,
3. quién es el responsable de esta tarea y,
4. cuáles serán los medios utilizados para comunicar esta información a los usuarios.

Una vez claros estos puntos, “se pueden conocer las necesidades de información y crear estrategias de inteligencia, basadas en estándares para crear, usar y compartir datos” (Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017).

Para lograr que dichas estrategias tengan éxito, es necesario implementar políticas en las que todos los involucrados, en constante comunicación, participen en conjunto en la mejora de la movilidad urbana. Dichas políticas serán el resultado del tratamiento que se le decida dar a la información recopilada, el ITDP plantea lo siguiente:

1. Uniformización de medios de pago y de tecnologías de seguimiento de transporte público.
2. Implementación del Sistema de Gestión de Información para la Movilidad.
3. Establecimiento de protocolos de generación e intercambio de información con concesionarios de transporte, operadores no tradicionales de transporte y otras fuentes de información sobre movilidad.
4. Adopción de lineamientos y complementos para el uso de datos abiertos de movilidad, que permitan el intercambio de información entre los diferentes actores involucrados en la movilidad de la ciudad y para fomentar la innovación.

Los usuarios no son los únicos beneficiados con la implementación de estas políticas; a los operadores, sean públicos y privados, les permite reducir sus costos de operación y tener un mayor control de sus unidades, operadores, etc. Además, se facilita la acción gubernamental, la toma de decisiones se hace más productiva, la planeación se facilita y los recursos se gastan de manera más eficiente.

2.6. Sistemas Integrados de Transporte Público en el Mundo

Aunque existen ciertas semejanzas entre algunas ciudades, cada una posee características propias que provocan que se vivan realidades distintas en cada una de ellas. El origen de los problemas y las posibles soluciones a ellos dependen de varios factores, desde los más evidentes como el grado de desarrollo, características físicas o el nivel de la infraestructura de transporte existente, hasta otras un tanto más complicadas de medir, como las preferencias de los usuarios, nivel socioeconómico, nivel educativo, ingresos y un larguísimo etcétera. Para entender de mejor manera lo anterior, la ilustración 10 muestra algunas de las diferencias existentes entre las diferentes regiones del mundo, tratándose de temas de movilidad y transporte.

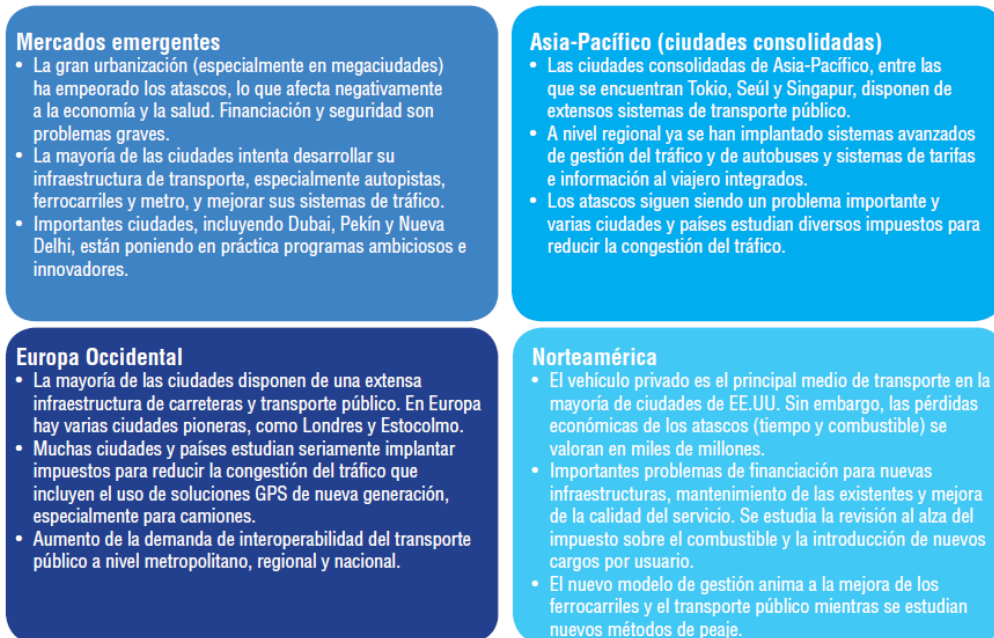


Ilustración 10. Principales diferencias entre regiones del mundo. Recuperada de: *Movilidad Inteligente para la Ciudad de México*, ITDP (2017).

Sin embargo, existen algunas ciudades que han tenido grandes avances en torno a este tema; vale la pena analizar cómo es que han solucionado algunos de los problemas de movilidad a los que se enfrentan los gobernadores y dirigentes de estas ciudades.

2.6.1. Londres

Una muestra de las oportunidades de mejora en un sistema de transporte público gracias a la adopción de estrategias de gestión de la información es la integración del sistema de transporte público de Londres. Esta ciudad cuenta con una de las redes de transporte más reconocidas en el mundo y además, la más grande.

Transport for London

La empresa Transport for London (TfL), gestionada por el gobierno de la ciudad, es la responsable de administrar los servicios de transporte de Londres desde el año 2000. TfL está organizado en tres grandes grupos:

1. London Underground

Es el responsable del funcionamiento de la red de metro. La London Underground, también llamada The Tube fue la primera red de metro construida en Europa y actualmente es famosa en todo el mundo. Inicia operaciones en 1863 y en la actualidad se encuentra subdividida en 12 líneas, que derivan de 274 estaciones y abarcan 408 kms de línea.

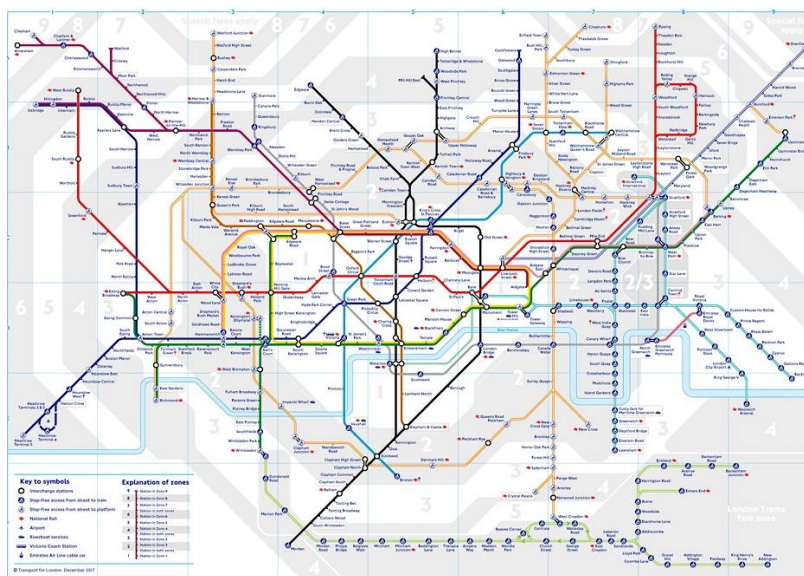


Ilustración 11. Plano de estaciones TfL. Recuperada de: <https://tfl.gov.uk/maps>

2. London Rail

Coordina a los 23 operadores (públicos y privados) que proveen servicios a la National Rail, entre los más importantes London Overground (LO), brinda un servicio ferroviario de tren suburbano, Docklands Light Railway (DRL), sistema de tren ligero manejado automáticamente que funciona en el este de la ciudad de Londres y London Trams, responsable de administrar la red de tranvías de Londres.



Ilustración 12. London Overground. recuperada de: https://es.wikipedia.org/wiki/London_Overground

3. Surface transport

Se encarga de coordinar las siguientes áreas:

- London Buses – Red de buses rojos.
- London Dial-a-Ride – Servicio de transporte de puerta a puerta para personas con discapacidad.
- London River Services - Transporte de pasajeros en el Río Támesis.
- London Streets – Administra los principales caminos en Londres, una red total de 580 kilómetros.
- Taxi and private hire – Los famosos taxis negros y vehículos privados de alquiler.
- Victoria Coach Station – Principal terminal para autobuses de larga distancia y servicios generales.
- Cycling – Los servicios relacionados al uso de bicicletas, como alquiler o estacionamiento.
- Walking – Lo referente a infraestructura para peatones.
- Emirates Air Lane – Teleférico sobre el río Támesis.

Oyster Card

La Oyster Card es una tarjeta magnética recargable que permite agilizar el proceso de pago en los diferentes modos de transporte disponibles en Londres.

Todos los sistemas de transporte público de la ciudad están integrados y recorren cada uno de sus 32 municipios. Con la tarjeta Oyster Card se puede viajar en todos los modos de transporte que funcionan dentro de las 11 zonas que componen el sistema; desde metro, tren ligero, tranvía, autobuses, trenes (urbanos o intra-urbanos), hasta el teleférico. También existe una aplicación para realizar el pago mediante dispositivos móviles en lugar de la tarjeta.

Existen diferentes tarifas dependiendo del tipo de tarjeta que se adquiera, la distancia recorrida y la cantidad de viajes que se realicen, con un monto máximo de cobro por día.



Ilustración 13. Oyster Card. Recuperada de: <https://tfl.gov.uk/fares-and-payments/oyster/what-is-oyster>

Datos Abiertos de Transport for London

El metro se cobra por distancia, lo que provoca que los usuarios tengan que escanear dicha tarjeta tanto al ingresar como al salir del sistema. Como consecuencia de ello, es posible obtener información sobre el origen y el destino de cada uno de los usuarios, horarios de traslado, se sabe si utilizan otros modos de transporte, solo por mencionar algunos de los valiosos datos que se pueden obtener con este tipo de sistemas.

En el caso de los autobuses, donde solamente se escanea la tarjeta al ingresar, el propio sistema es capaz de inferir el destino de los usuarios al cruzar la información disponible.

Aunado a ello, TfL decidió implementar un sistema de datos abiertos de manera que cualquier persona pueda tener acceso a información confiable y actualizada sobre los traslados en Londres. Esto sirve como combustible para la innovación ya que permite el desarrollo de nuevas tecnologías, lo que a su vez beneficia la economía del país. Según (Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017) “los más de 8,500 desarrolladores que se han registrado para el uso de datos abiertos, han creado investigación, aplicaciones y empleos que benefician a la economía británica”.

La idea de este sistema es unificar toda la información recabada de manera que los formatos sean compatibles y sea factible trabajar con ella de manera sencilla y ordenada. Investigaciones tanto del sector público como el privado y además, del académico han sido posibles gracias a esta apertura de datos.

Además, la información es entregada en un formato estándar, fácil de entender, lo que facilita aún más trabajar con esta información.

Existen algunos lineamientos básicos para trabajar con esta información, (Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017, pág. 21) lo explica:

TfL, con el fin de incentivar innovación que no podría suceder de estar la información restringida u oculta, ofrece los siguientes lineamientos básicos para proveer datos: la información se provee de manera gratuita, licencia de gobierno abierto, no hay contrato de proveedor, no se requieren documentos para acreditar la extra oficialidad del desarrollador, se prohíbe actuar en nombre de TfL, se pide referenciar correctamente y se exhorta a utilizar la gama de colores en el diseño de las aplicaciones y servicios a desarrollar.

2.6.2. Bogotá

La capital colombiana tiene una población de poco más de 8 millones de personas y en ella se realizan diariamente 12.2 millones de viajes diarios²⁷: el 68% de ellos se hacen mediante transporte público, porcentaje del cual 42% corresponde al SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) y 26% a TransMilenio (Empresa de Transporte del Tercer Milenio S. A.).

TransMilenio

Es un sistema de Autobuses de Tránsito Rápido o BRT (Bus Rapid Transit) que forma parte del sistema de transporte público de Bogotá; fue el tercero en implementarse en Latinoamérica. Su construcción inicia en 1998 y para el año 2000 inicia operaciones. En un principio funcionaba de manera independiente al resto de los modos de transporte público disponibles en la ciudad, sin embargo, para el año 2009 se decide integrar al TransMilenio con el sistema de transporte público corriente. Actualmente el sistema cuenta con 138 estaciones y 9 portales o terminales (Ilustración 14).

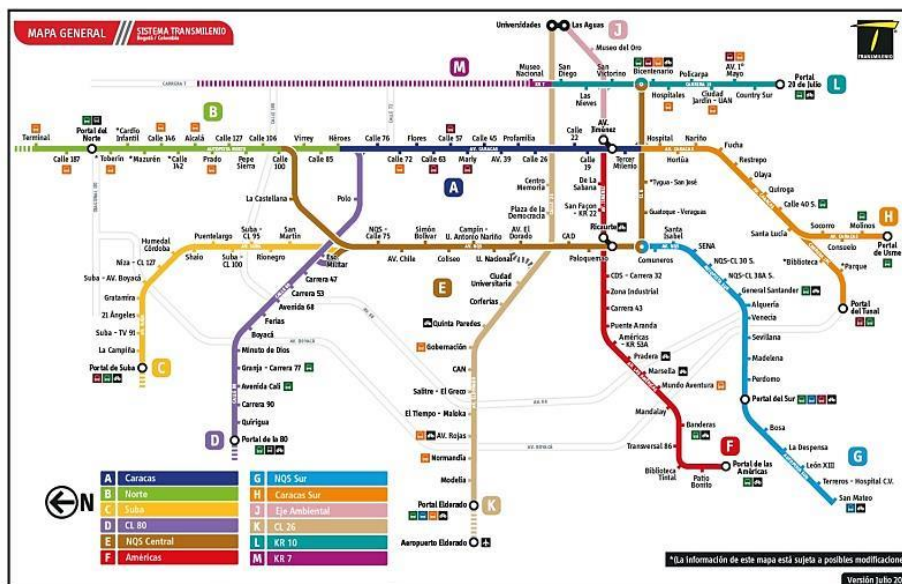


Ilustración 14. Plano de estaciones y portales de TransMilenio. Recuperada de: http://www.sitp.gov.co/plano_de_estaciones_y_portales_de_transmilenio

²⁷ Observatorio de Movilidad (2010)

La infraestructura de este sistema (vías y estaciones) se desarrolla con recursos públicos y la administración, planeación y organización del sistema son gestionadas por una empresa pública. Sin embargo, los vehículos pertenecen a operadores privados y de igual manera, el cobro es llevado por una empresa privada; el gobierno de Bogotá recibe parte de las utilidades de esas empresas privadas (el 90% de los ingresos son para las empresas operadoras, 5% para la empresa que se encarga del cobro y el otro 5% para la ciudad de Bogotá).

El sistema está compuesto por los servicios troncal y alimentador:

Servicio Troncal

1. Su color característico es el rojo.
2. Sirve para movilizarse por las troncales de la ciudad.
3. Es un servicio que se paga con tarjeta inteligente en las estaciones y portales.



Ilustración 15. Sistema Integrado de Transporte Público, Bogotá - Servicio Troncal. Recuperada de: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/Servicios

Servicio Alimentador

1. Su color característico es el verde
2. Sirve para movilizarse desde y hacia zonas aledañas a los portales y estaciones intermedias del Sistema TransMilenio.
3. El servicio está incluido en el pago del servicio troncal.



Ilustración 16. Sistema Integrado de Transporte Público, Bogotá - Servicio Alimentador. Recuperada de: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/Servicios

Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá

El objetivo principal del SITP es el de integrar, articular y vincular los diferentes modos de transporte público disponibles en Bogotá, aunque es en el año 2009 cuando se decide llevar esta acción, es hasta el año 2012 cuando inicia operaciones. Las empresas que prestan el servicio son privadas, pero funcionan como operadoras; es decir, deben responder por el conjunto de la prestación del servicio y todas ellas están a cargo del gobierno de la ciudad.

Una de las principales ventajas de la implementación de este sistema es que es posible realizar transbordos mediante una tarifa integrada (incluyendo los servicios de TransMilenio y SITP). Es decir, para realizar transbordos no es necesario pagar el valor completo del pasaje sino un valor menor teniendo en cuenta una ventana de tiempo (95 minutos).

Actualmente cuenta con más de 100 rutas, más de 3000 paraderos que son atendidos por casi 2000 buses urbanos, complementarios y especiales:

Servicio Urbano

1. Su color característico es el azul.
2. Sirve para movilizarse por las principales vías de la ciudad y transita por carriles mixtos
3. El pago se realiza en los vehículos con la tarjeta inteligente.



Ilustración 17. Sistema Integrado de Transporte Público, Bogotá - Servicio Urbano. Recuperada de: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/Servicios

Servicio Complementario

1. Su color característico es el naranja.
2. Sirve para movilizarse desde y hacia las zonas aledañas a los accesos peatonales de algunas de las estaciones de TransMilenio.
3. El pago se realiza en los vehículos con la tarjeta inteligente.



Ilustración 18. Sistema Integrado de Transporte Público, Bogotá - Servicio Complementario. Recuperada de: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/Servicios

Servicio Especial

1. Su color característico es el rojo.
2. Sirve para movilizarse desde y hacia las zonas periféricas de la ciudad.
3. El pago se realiza en los vehículos con la tarjeta inteligente.



Ilustración 19. Sistema Integrado de Transporte Público, Bogotá - Servicio Especial. Recuperada de: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/Servicios

Pago - Tullave

El pago se hace únicamente mediante una tarjeta inteligente “Tullave”, para ingresar a cualquiera de los servicios del SITP se debe adquirir y/o recargar dicha tarjeta en cualquier estación o portal, ya sea en taquillas o máquinas; además, existen puntos de recarga externos distribuidos en toda la ciudad, comercios ajenos al sistema que ofrecen el servicio de recarga. El precio de cualquier tipo de tarjeta Tullave, es de \$5,000 COP, (\$33.05 MXN²⁸).

En la página web del SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) se describen los diferentes tipos de tarjetas, cada una con características diferentes que dependerán del grado de personalización:

Tarjeta Básica

Esta tarjeta no cuenta con los datos personales del usuario, por lo tanto no obtendrá los beneficios como viaje a crédito o recuperación del saldo en caso de pérdida. Sin embargo si cuenta con el descuento por trasbordo.

Tarjeta Plus

Personalizada con el nombre e identificación del usuario, por esto cuenta con los beneficios de descuentos por trasbordo, viaje a crédito y recuperación del saldo en caso de pérdida.

Tarjeta Plus Especial

Esta tarjeta va dirigida a poblaciones particulares. Actualmente va dirigida a la población adulto mayor y personas en condición de discapacidad. Esta tarjeta es personalizada con nombre, identificación y foto del usuario, cuenta con beneficios como descuentos por trasbordos, viaje a crédito, recuperación del saldo en caso de pérdida y descuentos adicionales dirigidos a esta población.

²⁸ Tomando un tipo de cambio de \$151.35 COP por cada MXN.

En la página web del SITP se enumeran los beneficios adicionales que se tienen al utilizar Tullave como medio de pago²⁹:

1. Tarifa integrada - La tarjeta permite obtener descuentos por transbordo. Si se paga un viaje en bus o TransMilenio y se necesita inmediatamente un segundo viaje, solo se tendrá que pagar una cantidad adicional y no otro pasaje completo.
2. Viaje a Crédito en los servicios zonales (Urbano, Complementario o Especial) - Si no se tiene carga suficiente en la tarjeta "Tullave Plus" o "Tullave Plus Especial", al momento de validar un pasaje dentro del bus, el sistema puede fiar el valor necesario hasta por un viaje. En la próxima recarga el sistema se descontará el valor del viaje utilizado.
3. Protección de su saldo - En caso de robo o extravío de la tarjeta "Tullave Plus" o "Tullave Plus Especial" es posible recuperar el saldo llamando inmediatamente a la línea SITP reportando lo sucedido.

Tarifas y Transbordos

Al validar la entrada en los torniquetes de las estaciones, portales o al abordar un bus se cobran las siguientes tarifas:

- Troncal – \$2,300 COP (\$15.20 MXN³⁰)
- Alimentador - Gratuito
- Zonal (Urbano / Complementario / Especial) - \$2,100 COP (\$13.88 MXN³⁰)

El Sistema Integrado de Transporte Público permite realizar transbordos entre los distintos servicios que componen el sistema; con todas las tarjetas Tullave los transbordos en el sistema tienen los siguientes costos:

²⁹ http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/medios_de_pago

³⁰ Tomando un tipo de cambio de \$151.35 COP por cada MXN.

- De Troncal a Zonal - Gratuito
- Entre Zonal y Zonal - Gratuito
- De Zonal a Troncal - \$200 COP (\$1.32 MXN³⁰)

Condiciones:

- Todos los usuarios podrán realizar 2 transbordos entre diferentes servicios dentro de la ventana de tiempo de 95 minutos.
- Las tarifas de transbordo aplican para uso entre servicios zonales y servicios troncales a zonales.
- Las tarifas de transbordo no aplican entre servicios troncales.

El corazón de toda la red de transporte en Bogotá es el SIRCI (Sistema Integrado de Recaudo, Control e Información y Servicio al Usuario), este es uno de los componentes más importantes ya que permite la integración tarifaria de todo el SITP a través del sistema inteligente de recaudo, la utilización de la tarjeta inteligente sin contacto y toda la información que se genera, lo cual facilita una correcta y eficiente operación.

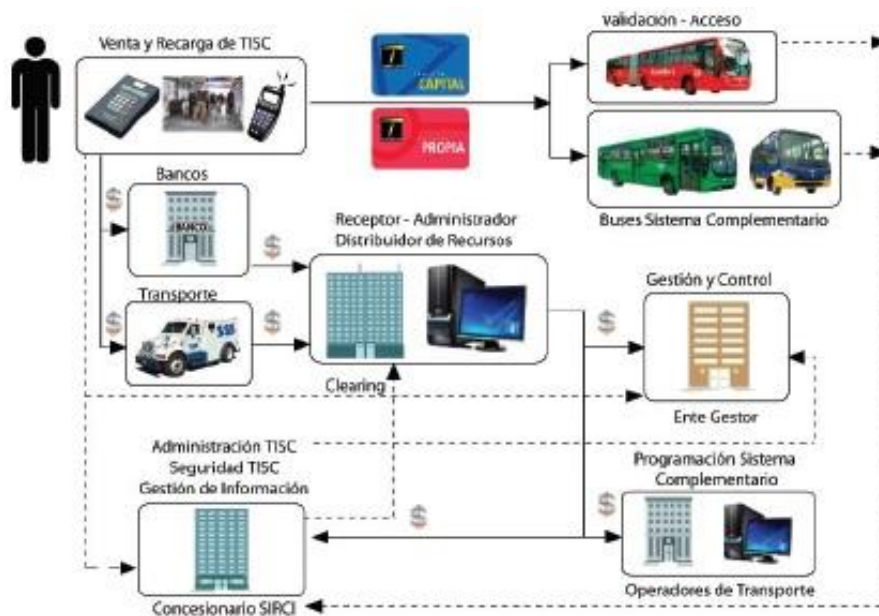


Ilustración 20. Esquema funcional del sistema de recaudo. Recuperado de: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/5649/7191>

En la Ilustración 20 se muestra un esquema del funcionamiento de este sistema de recaudo; dicho sistema es operado por Recaudo Bogotá y según (Aspilla & Rey Gutiérrez, 2012) “este concesionario deberá garantizar la integración, conexión y funcionamiento entre todos los subsistemas que componen el SIRCI, empezando con el de recaudo, control de flota, integración y consolidación de información y servicio al usuario”, de tal forma que la utilización del sistema sea lo más sencilla posible para el usuario.

Información al usuario

Existen dos aplicaciones móviles que permiten planear un viaje en el SITP de Bogotá:

Moovit

Es una aplicación móvil desarrollada por la compañía de software israelí Moovit Inc. que permite optimizar los traslados en transporte público con datos en tiempo real; esta información incluye planificación de viajes, horarios de salida y llegada, itinerarios actualizados, mapas de paradas y terminales, alertas de servicios, y avisos que podrían afectar algún viaje. Actualmente la aplicación es usada por más de 120 millones de personas en todo el mundo y está presente en más de 2000 ciudades y 80 países³¹.

La aplicación cuenta con herramientas muy útiles para diagnosticar y planificar la movilidad urbana como estadísticas, encuestas de movilidad, análisis de datos, etc.³²; las cuales se alimentan con la información que los operadores y sistemas de transporte, pero sobre todo la que los mismos usuarios generan al utilizarla.

³¹ <https://www.company.moovitapp.com/es>

³² <https://www.solutions.moovitapp.com/espanol>

La herramienta que va a permitir planear un viaje se llama *Trip Planner API* y es con la que interactúan la mayoría de los usuarios; dicha herramienta permite a la aplicación móvil mostrar itinerarios detallados, indicaciones paso a paso para llegar a un destino, con información sobre viajes actuales y futuros y además, da la posibilidad de elegir entre distintas combinaciones de modos de transporte.

Para utilizar esta aplicación en el SITP solo es necesario:

1. Ingresar los puntos de origen y destino
2. Seleccionar la fecha y hora de salida
3. Elegir entre las diferentes opciones que muestra la más conveniente

Esta aplicación permite además dar puntuaciones a los conductores y calificar las condiciones tanto de las unidades como de las estaciones. A continuación algunas ilustraciones que muestran el funcionamiento de esta aplicación con el SITP de Bogotá.



Ilustración 21. Moovit SITP, visualización principal. recuperada de: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/planifica_tu_viaje_en_el_sitp_con_moovit



Ilustración 22. Moovit SITP, funcionalidades. Recuperada de:
http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/planifica_tu_viaje_en_el_sitp_con_moovit

TransmiSitp

Existe otra aplicación móvil, en este caso exclusiva para el SITP de Bogotá, desarrollada por Movilixa Bogotá. Dicha aplicación cuenta con siete secciones distintas, las cuales tienen las siguientes funciones³³:

1. Búsqueda de mejor ruta dada una estación de origen y una de destino.
2. Solicitud de taxi.
3. Costo del pasaje para el sistema.
4. Búsqueda de estación por palabra.
5. Búsqueda de estación por cercanía basada en información GPS.

³³ <https://itunes.apple.com/co/app/transmilenio-y-sitp/id731013251?mt=8>

6. Búsqueda de bus.
7. Búsqueda de alimentadores.
8. Integración con calendario de festivos. Muestra que buses se encuentran en operación en el momento de la consulta según el día.
9. Lista, búsqueda y detalles de las rutas del sitp.
10. Mapas de las rutas del sitp.
11. Puntos de recarga de tarjeta tu llave.
12. Ubicación de puntos de recarga por GPS.
13. Visualización de punto de recarga en el mapa
14. Mapa general del sistema transmilenio.
15. Consulta de estaciones desde el mapa.
16. Números de policía por troncales
17. Noticias de movilidad
18. Vagón de parada de buses de transmilenio

Actualmente, el 73.6% de la población cuenta un teléfono celular³⁴. De ellos, dos de cada tres utiliza un teléfono inteligente³⁵; eso significa que cada vez más gente tiene acceso a este tipo de tecnologías. Es indispensable para los SIT aprovechar esto ya que facilita la comunicación con los usuarios. Una de las principales ventajas de esta aplicación es que es posible hacer uso de ella sin necesidad de tener internet o plan de datos (con excepción de los mapas), lo que la convierte en una opción accesible para la mayoría de la población.



Ilustración 23. Visualización principal Transmilenio. Recuperada de: <http://movilixa.com/>

³⁴ El Economista, 2017

³⁵ INEGI, 2016

2.7. Sistemas Integrados de Transporte Público en México

2.7.1. Optibús: León, Guanajuato

Desde finales de los años 90, León se planteó mejorar su sistema de transporte público; fue en el año 2003 cuando el Optibus comienza a operar y se convierte en el primer sistema BRT (Bus Rapid Transit) en el país. El objetivo inicial era el de reestructurar el 35% de los servicios de transporte público en la ciudad, actualmente atiende el 85% de los viajes generados en el municipio convirtiéndose en el sistema de transporte más integrado en el país³⁶. El SIT Optibús fue galardonado en 2004 por el CIDE y la Fundación Ford con el premio anual “Gobierno y Gestión Local”, y ha sido reconocido como uno de los mejores sistemas de transporte por el Transportation Research Board³⁷.

Desde el inicio de operaciones, el sistema ha ido creciendo con la ciudad; recientemente se concluyó la cuarta etapa, con lo cual de las 121 rutas existentes en la ciudad, 97 están integradas al sistema³⁸.



Ilustración 24. Sistema Integrado de Transporte Optibús. Recuperada de: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Integrado_de_Transporte_Optib%C3%BAs

³⁶ El Poder del Consumidor, 2017

³⁷ WRI México

³⁸ <http://oruga-sit.leon.gob.mx/3a-4a-etapa-sit-optibus>

Según un estudio de (El Poder del Consumidor, 2017), en el cual se evaluaron diversos aspectos como integración tarifaria, integración modal, grado de saturación en las estaciones, velocidad comercial, frecuencia del servicio, seguridad vial, seguridad personal, profesionalización del sistema, accesibilidad y confort dentro del autobús, información al usuario, existencia de un Centro de Control, incidencia sobre el espacio público que rodea al corredor y emisión ostensible de humo por parte de los autobuses, líneas del SIT Optibus se colocaron en las primeras 5 posiciones, por encima del Metrobús (Ciudad de México), el Macrobús (Guadalajara) y el Mexibús (Estado de México).

La lista completa de posiciones quedó de la siguiente manera:

1. Línea 5 Optibús – 75.56%
2. Línea 4 Optibús – 74.43%
3. Línea 3 Optibús – 74.37%
4. Línea 2 Optibús – 73.23%
5. Línea 1 Optibús – 73.20%
6. Línea 1 Metrobús - 68.27%
7. Línea 3 Metrobús - 66.62%
8. Línea 2 Metrobús - 64.33%
9. Línea 1 Macrobús - 54.26%
10. Línea 1 Mexibús – 45.36%

El sistema de transporte de León se divide en tres categorías, dos de las cuales integran las rutas que ya existían y otra categoría más, cubierta por los Optibús.

- Troncales: Consiste en diez líneas que atraviesan la ciudad de extremo a extremo y 66 estaciones, servidas por los Optibús (autobuses articulados con capacidad para 44-51 personas sentadas y 116-124 personas de pie).
- Alimentadoras: Son las rutas de los camiones urbanos regulares que fueron integradas al sistema, tienen como paradas una o más estaciones de transferencia.

- Auxiliares: Son rutas de camión urbano que auxilian a los usuarios a llegar a determinada estación de transferencia en un recorrido distinto a las troncales y más lejano a las Rutas Alimentadoras.



Ilustración 25. Rutas Alimentadoras y Auxiliares. Recuperada de: <http://oruga-sit.leon.gov.mx/tarifas>

Para el restante 15% que aún no ha sido cubierto por el SIT existen las rutas convencionales que no han sido integradas.

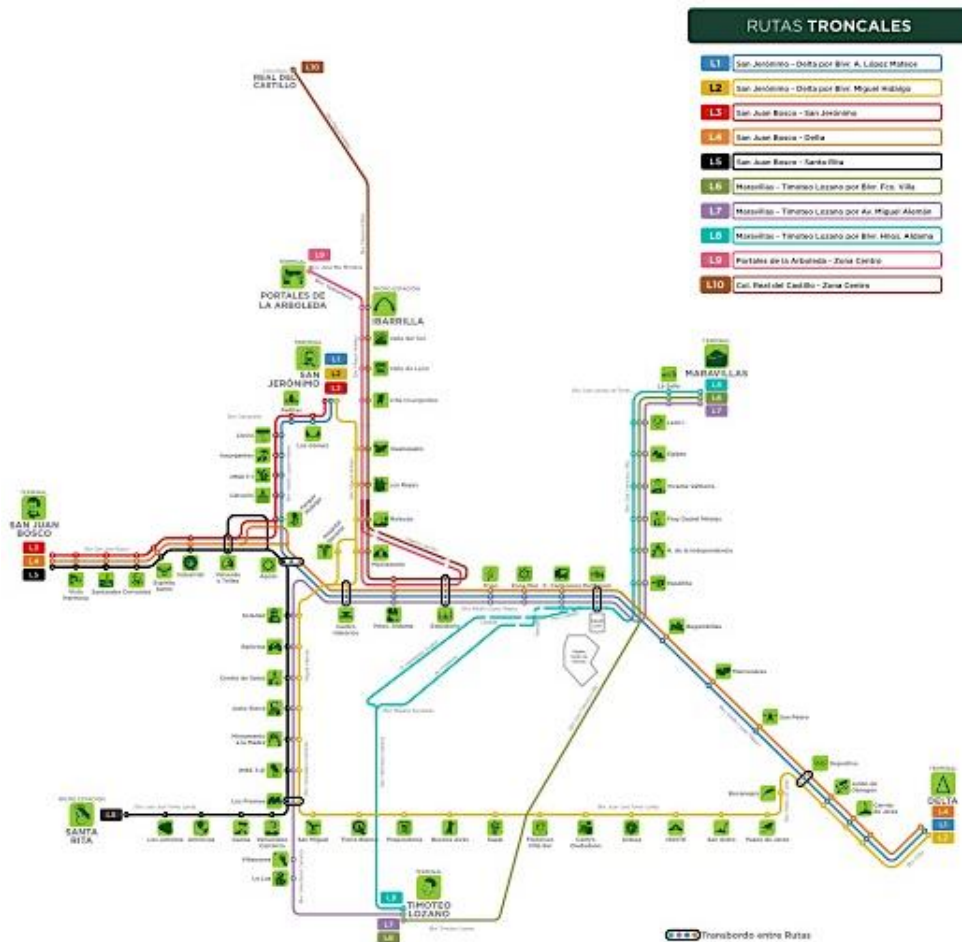


Ilustración 26. Mapa de Rutas Troncales SIT Optibús. Recuperada de: http://sitiosweb.leon.gov.mx/PDM/mapa_troncales.pdf

Según (El Poder del Consumidor, 2017) los logros del Optibús de León se pueden enumerar de la siguiente manera:

1. Eliminación del modelo operativo hombre-camión.
2. Articulación de los sistemas de transporte público ofertados en el municipio de León. El sistema articula 3 tipos de servicio: troncal, alimentadoras y auxiliares, brindando una mayor cobertura desde la periferia y/o colonias alejadas de la ciudad.
3. Consolidación en la integración tarifaria. Con un solo pago se puede hacer uso de los tres tipos de servicio.
4. Programación del servicio. El Optibús cuenta con un centro de control que permite con base en la demanda programar el servicio, brindando una mayor certidumbre en los tiempos de viajes de sus usuarios.
5. Rutas exprés. Disminuye los tiempos de traslado de los usuarios.
6. Adaptación de tecnologías más limpias. El sistema troncal se compone de unidades con tecnologías con certificación Euro V.

PagoBús

El sistema de cobro con tarjeta inteligente, sin contacto, facilita la movilización de los usuarios del transporte urbano ya que, además de permitir que con solo un pago se utilice la red completa, permite el pago de una tarifa preferencial a algunos sectores de la población.

Las tarifas son las siguientes³⁹:

- Pago en efectivo - \$11.00
- Tarjeta Pagobús General - \$9.50
- Tarjeta Pagobús Preferencial - \$4.20
- Tarjeta Pagobus Adultos Mayores - Gratuito

³⁹ <http://oruga-sit.leon.gob.mx/tarifas>

Existen dos tipos de tarjeta inteligente, dependiendo del usuario que utilice el transporte; en la página web de la Dirección General de Movilidad⁴⁰ de León, Guanajuato es posible encontrar las características y requisitos para cada una de ellas:

- Tarjeta Pagobús General
 - Se obtiene un descuento en la tarifa
 - Permite pagar con ella los viajes de varias personas a la vez
 - Es recargable
 - Cualquier persona puede adquirirla en las taquillas del SIT y máquinas de recarga.
 - Tiene un costo de \$25
- Tarjeta Pagobús Preferencial
 - Es personal e intransferible
 - Menores de 12 años, estudiantes, personas con discapacidad y adultos mayores pueden obtenerla al cubrir ciertos requisitos.

Multimodalidad

Uno de los objetivos del SIT Optubús es integrar al sistema con otros modos de transporte, sobre todo los no motorizados como la bicicleta, para con ello consolidar un sistema de transporte realmente multimodal. Por ello, parte importante del crecimiento del sistema ha sido la construcción de ciclovías; actualmente León cuenta con 111 kilómetros de ellas con lo cual se convierte en la cuarta ciudad en Latinoamérica con más ciclovías, según datos del Observatorio de Movilidad Urbana, solo detrás de Bogotá, Curitiba y la Ciudad de México⁴¹.



Ilustración 27. Intermodalidad en el Transporte.
Recuperada de: <http://oruga-sit.leon.gob.mx/>

⁴⁰ <http://oruga-sit.leon.gob.mx/pagobus>

⁴¹ <http://oruga-sit.leon.gob.mx/red-de-ciclovias>

3. Sistemas Integrados de Transporte Público en la Ciudad de México

Según datos de la empresa holandesa TomTom, la Ciudad de México es la ciudad más congestionada de mundo, 2017; con un promedio de 66% de congestión diaria, que en horas pico llega a alcanzar un 100%. Para muchos, en una ciudad con más de 20 millones de habitantes (incluyendo la Zona Metropolitana) estos niveles de tráfico y congestión son normales y hasta entendibles. Sin embargo, ciudades con poblaciones similares no presentan los mismos niveles de congestión; Shanghái con 23 millones de habitantes tiene una congestión del 41%, Pekín con 21 millones de habitantes una congestión del 46% o Nueva York con 22 millones de habitantes y una congestión del 35%⁴². Según (Velarde, 2017):

El metro de Nueva York tiene una extensión de 408 km y mueve diariamente alrededor de 5 millones y medio de personas. El metro de Shanghai, el más grande del mundo en extensión tiene 588 km de extensión y mueve diariamente alrededor de 10 millones de personas, y Pekín que con 547 km de extensión es el segundo metro más largo del mundo y mueve diariamente a 10 millones de personas, casi la mitad de los habitantes de la ciudad.

El metro de la CDMX tiene una extensión de 226.5 km y atiende diariamente a 5.5 millones de personas.

3.1. Panorama general del transporte público en la Ciudad de México

Entender el fenómeno de movilidad en la Ciudad de México necesariamente implica considerar la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) completa (conformada por las 16 delegaciones de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y uno de Hidalgo).

⁴² <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=1398>

Diariamente ingresan a la CDMX aproximadamente 1.7 millones de personas y únicamente salen poco más de 227 mil; resultando un saldo neto de 1.5 millones de personas, aproximadamente⁴³.

Hablando exclusivamente del intercambio entre la CDMX y el Estado de México, el cual es el más activo. De los viajes que produce la Ciudad de México, el 86.7% se queda ahí; mientras que en el caso de los viajes que se generan en algún municipio del Estado de México, el 87.4% se quedan en la misma área (ilustración 28).

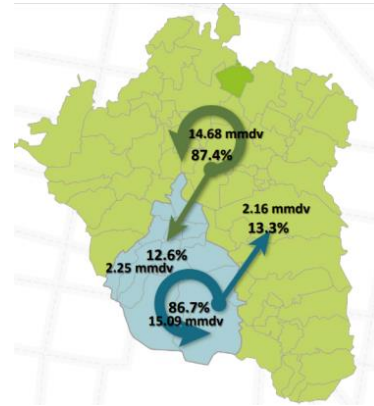


Ilustración 28. Viajes producidos en la Ciudad de México y el Estado de México. Recuperada de: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es la tercera aglomeración urbana más grande del mundo⁴⁴ y la más grande de México⁴⁵, con una población aproximada de 21 millones de habitantes⁴⁶ (17.5% de la población nacional); de los cuales 19.38 millones tienen 6 años o más y poco más del 80% (15.63 millones) realiza al menos un viaje al día⁴⁷.

En la ZMVM diariamente se generan 23.41 millones de viajes metropolitanos (sin contar los que se realizan exclusivamente caminando, 11.15 millones), de ellos 15.57 millones se realizan en transporte público⁴⁸, los cuales representan el 66.5% del total de viajes. El resto se realiza en transporte privado; el número de viajes de este tipo asciende a 7.29 millones, de los cuales más del 90% se realizan en automóvil⁴⁹ (6.6 millones de viajes). Lo anterior se debe en gran medida a que de los más de 5.9 millones de hogares que existen en la ZMVM, en el 53.2% se dispone de al menos un vehículo para transportarse.

⁴³ INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

⁴⁴ Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, División de Población. Perspectivas de la urbanización mundial. Revisión 2011.

⁴⁵ SEDESOL, SEGOB, CONAPO, INEGI (2012). Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010.

⁴⁶ Ídem.

⁴⁷ Encuesta de Origen-Destino en Hogares de la ZMVM, 2017.

⁴⁸ Ídem.

⁴⁹ Ídem.

Modo de transporte	Millones de viajes			
	Ciudad de México	%	Municipios Conurbados	%
Total	6.93		8.69	
Transporte público	3.71	53.4	4.25	49.0
Colectivo	2.55	68.7	3.55	83.4
Taxi (sitio, calle o aplicación)	0.59	16.0	0.48	11.2
Metro	1.33	36.0	1.05	24.8
Metrobús o Mexibús	0.35	9.4	0.27	6.4
Transporte privado	1.75	25.2	1.73	19.9
Automovil	1.62	92.7	1.53	88.4
Otro (motocicleta, transporte escolar y de personas)	0.15	7.4	0.22	12.3
Caminar	4.68	67.4	5.62	64.7
Bicicleta	0.11	1.6	0.23	2.7

Tabla 5. Población de 6 años y más que realizó viajes en un día entre semana. Elaboración propia con base en: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.⁵⁰

Vale la pena resaltar que el transporte público colectivo es el más utilizado en los municipios conurbados (83.4%) y que los sistemas de transporte masivos como Metro o Metrobús son más utilizados en la CDMX; esto está directamente relacionado con la infraestructura de transporte disponible en cada entidad.

La Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017 además permite analizar el comportamiento de los usuarios, los puntos de origen y destino de las personas van a ser un dato clave para la planeación del sistema.

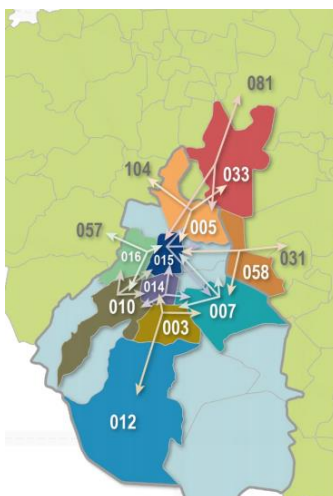


Municipio o delegación	Miles de viajes	Municipio o delegación	Miles de viajes
007 Iztapalapa	1938	015 Cuauhtémoc	628
033 Ecatepec de Morelos	1824	039 Ixtapaluca	587
005 Gustavo A. Madero	1212	104 Tlalnepantla de Baz	571
058 Nezahualcóyotl	1054	109 Tultitlán	513
057 Naucalpan de Juárez	924	013 Xochimilco	506
012 Tlalpan	815	013 Atizapán de Zaragoza	486
003 Coyoacán	687	017 Venustiano Carranza	449
010 Álvaro Obregón	642	011 Tláhuac	425
031 Chimalhuacán	633	016 Miguel Hidalgo	399
121 Cuautitlán Izacalli	630	081 Tecámac	387

Tabla 6. Número de viajes con origen y destino en la misma demarcación. Elaboración propia con base en: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

⁵⁰ La suma por modo de transporte utilizado, puede ser mayor que su total correspondiente, debido a que una persona puede emplear más de un modo de transporte.

En la ZMMV, la delegación Iztapalapa es la que mayor cantidad de viajes con origen y destino dentro de la misma demarcación genera, seguido por el Municipio de Ecatepec de Morelos (tabla 6). Además, la delegación Cuauhtémoc es que la que más viajes genera, seguida por la delegación Iztapalapa (tabla 7).



Municipio o delegación de origen	Destino 1	Destino 2	Destino 3
015 Cuauhtémoc	005 Gustavo A. Madero 135	007 Iztapalapa 126	017 Venustiano Carranza 88
007 Iztapalapa	015 Cuauhtémoc 128	003 Coyoacán 114	006 Iztacalco 96
005 Gustavo A. Madero	015 Cuauhtémoc 134	033 Ecatepec de Morelos 108	104 Tlalnepantla de Baz 73
003 Coyoacán	012 Tlalpan 131	007 Iztapalapa 115	014 Benito Juárez 75
033 Ecatepec de Morelos	005 Gustavo A. Madero 110	015 Cuauhtémoc 82	081 Tecámac 54
014 Benito Juárez	015 Cuauhtémoc 91	010 Álvaro Obregón 86	007 Iztapalapa 84
016 Miguel Hidalgo	015 Cuauhtémoc 86	010 Álvaro Obregón 62	057 Naucalpan de Juárez 58
058 Nezahualcóyotl	007 Iztapalapa 82	015 Cuauhtémoc 74	031 Chimalhuacán 55
010 Álvaro Obregón	014 Benito Juárez 85	016 Miguel Hidalgo 65	015 Cuauhtémoc 51
012 Tlalpan	003 Coyoacán 130	013 Xochimilco 53	010 Álvaro Obregón 45

Tabla 7. Número de viajes (miles) por municipio o delegación de origen y tres principales destinos. Elaboración propia con base en: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Uno de los grandes problemas es la falta de financiamiento e inversión, los recortes por parte del gobierno Federal para los proyectos de expansión y mejora, además del desinterés total por parte del gobierno del Estado de México para financiar el sistema, a pesar de que gran parte de su población se beneficie, 47% de los usuarios son mexiquenses⁵¹. (Medina, Movilidad en el Estado de México, un círculo vicioso, 2017) señala:

De esta forma, el Estado de México evade su responsabilidad por partida triple. Evita utilizar cualquier recurso público para otorgar subsidios que permitan elevar la calidad del servicio; evade la regulación del servicio, y transfiere parte de los costos políticos a la Ciudad de México, como en el caso del congestionamiento vehicular o las regulaciones ambientales como el Hoy No Circula.

⁵¹ <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=974>

Un ejemplo de ello es el STC Metro, según (El Financiero, 2017) todos los días, el Sistema de Transporte Colectivo Metro subsidia con 14 millones de pesos a los usuarios provenientes de los municipios conurbados de la Zona Metropolitana del Valle de México, la gran mayoría del Estado de México. Dichos recursos provienen del gobierno Federal y del de la Ciudad de México. Lo mismo pasa con algunos paraderos metropolitanos, como el de Indios Verdes o Cuatro Caminos, a pesar de que la mayoría de los usuarios provienen del Estado de México, la CDMX es la encargada de la gestión de los mismos.

3.1.1. Distribución modal

Hoy en día, nueve sistemas concentran la movilidad mediante transporte público de la ciudad:

1. Sistema de Transporte Colectivo Metro
2. Metrobús
3. Servicio de Transportes Eléctricos (trolebús y tren ligero)
4. Red de Transporte de Pasajeros
5. Transporte público colectivo concesionado
6. ECOBICI
7. Tren suburbano
8. Mexibús
9. Mexicable

Ciudad de México		Resto ZMVM	
Gobierno	Privados	Gobierno	Privados
Metro			Tren suburbano
M1-RTP			Microbuses
STE (trolebús y tren ligero)			Mixicable (teleférico)
	Metrobús		Mexibús
	Ecobici		
	Microbuses		

Tabla 8. Operación del transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de México. Elaboración propia con base en Información del ITDP, 2017.

Dichos sistemas son atendidos por organismos públicos descentralizados; Sistema de Transporte Colectivo (STC Metro), el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal (STE) y la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), así como por el Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal Metrobús, con participación privada y pública, y por operadores privados a quienes se les ha concesionado la prestación del servicio, además del Sistema de Transporte Individual ECOBICI. En el caso del Tren suburbano, Mexibús y Mexicable, y en general el transporte público disponible en el Estado de México, funcionan como concesiones otorgadas a privados (tabla 8).

Como se había mencionado, al considerar la ZMVM, se tienen que de los 15.57 millones de viajes en transporte público, prácticamente tres cuartas partes corresponden al transporte colectivo concesionado (Microbús o Combi), seguido por el Metro (Ilustración 29). Cabe destacar que ni sumando los porcentajes de los tres sistemas de transporte público masivos disponibles (Metro, Metrobús y Suburbano) se supera al transporte colectivo concesionado.

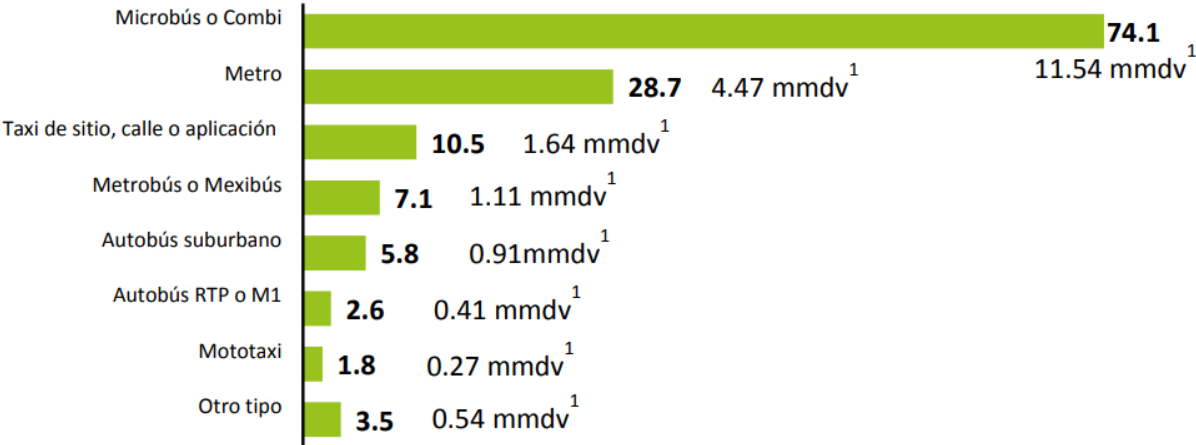


Ilustración 29. Distribución porcentual de viajes realizados en un día entre semana, según principales modos de transporte utilizados. Recuperada de: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017⁵²

⁵² Otro tipo considera tren suburbano, trolebús, tren ligero, bicitaxi y Mexicable.

3.1.2. Infraestructura y Cobertura

La infraestructura dedicada al transporte en la ZMVM incluye alrededor de 226.5 km de líneas de STC Metro y 117.9 de Tren Ligero y Trolebús⁵³; 177.28 km de carriles exclusivos⁵⁴; 10,403.44 km de red vial de tránsito mixto⁵⁵, por la que circulan 108 rutas con 1,234 ramales de transporte público⁵⁶; 45 Centros de Transferencia Modal (CETRAM)⁵⁷, de los cuales destacan Indios Verdes, Constitución de 1917 y Pantitlán con 850 mil, 807 mil y 700 mil pasajeros diarios, respectivamente⁵⁸; una red de 452 cicloestaciones de ECOBICI⁵⁹, un sistema de teleférico de reciente construcción (Mexicable) con una extensión de 4.8 kilómetros⁶⁰ y una línea de tren suburbano de 26 km.

En la siguiente tabla se detallan los kilómetros de transporte público masivo disponibles en la ZMVM:

	Total en ZMVM	Ciudad de México	Estado de México
Metro	226.5	209.0	17.5
Metrobús (BRT)	125.0	125.0	0.0
STE (tren ligero y trolebús)	117.9	117.9	0.0
Suburbano	26.0	5.0	21.0
Mexibús (BRT)	52.3	1.7	50.6
Mexicable	4.8	0.0	4.8
Total	552.5	458.6	93.9
Porcentaje	100%	83%	17%

Tabla 9. Kilómetros de transporte público estructurado en la ZMVM. Elaboración propia con base en estimación realizada por ITDP.

⁵³ ITDP

⁵⁴ <http://www.eluniversal.com.mx/metropoli/cdmx/>

⁵⁵ PUEC-UNAM (2013). Diagnóstico y Proyecciones de la Movilidad del Distrito Federal 2013-2018.

⁵⁶ Ídem

⁵⁷ Ídem

⁵⁸ Ídem

⁵⁹ <https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/es/informacion-del-servicio/que-es-ecobici>

⁶⁰ ITDP

En cuanto a cobertura, según (Medina, Movilidad en el Estado de México, un círculo vicioso, 2017) “En la Ciudad de México a un kilómetro alrededor de una estación de transporte masivo se localiza el 50% de la población, en los municipios del Estado de México se reduce al 12%”, y si se considera la ZMVM, esta cobertura del servicio es de únicamente 29%; muy por debajo de metrópolis como Nueva York con 48%, Londres con 53% o Hong Kong con 75%⁶². De ahí que dos terceras partes de los viajes realizados en la ZMVM deban realizarse en transporte público concesionado, el cual presenta serias deficiencias. En la ilustración 30 se puede apreciar esta disparidad en la cobertura de transporte público masivo.

3.1.3. Tiempos de viaje

Duración de los viajes que se realizan para llegar al trabajo en la ZMVM⁶³.

Hasta 15 minutos	15.5%
16 a 30 minutos	21.1%
31 minutos a 1 hora	30.7%
Más de 1 hora y hasta 2 horas	27.4%
Más de 2 horas	5.3%

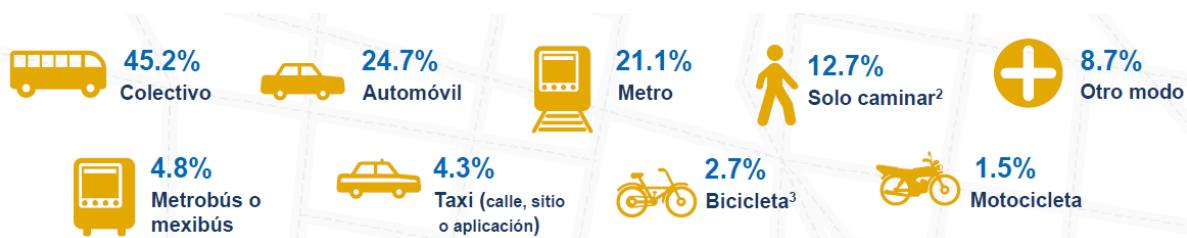


Ilustración 31. Distribución modal de viajes que se realizan para llegar al trabajo en la ZMVM. Recuperada de: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017

⁶² LSE Cities, 2012 e ITDP, 2014

⁶³ INEGI. Encuesta Origen -Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017.

Duración de los viajes que se realizan para regresar al hogar⁶⁴.

Hasta 15 minutos	28.6%
16 a 30 minutos	26.9%
31 minutos a 1 hora	22.6%
Más de 1 hora y hasta 2 horas	18.1%
Más de 2 horas	3.8%

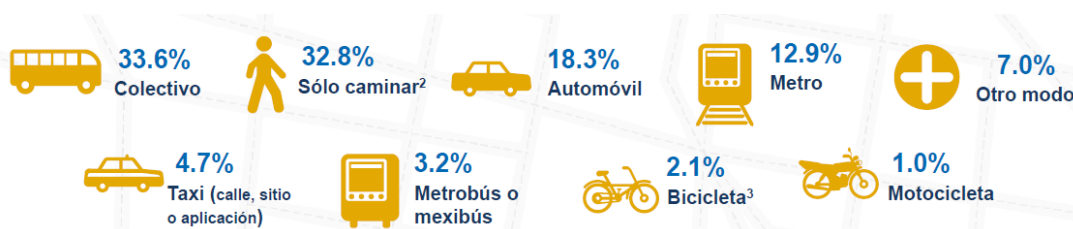


Ilustración 32. Distribución modal de viajes que se realizan para regresar al hogar. Recuperada de: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017

Duración de los viajes que se realizan para llegar al trabajo según área geográfica de residencia⁶⁵.

	CDMX	Municipios Conurbados
Hasta 15 minutos	15.1%	15.8%
16 a 30 minutos	21.2%	21.1%
31 minutos a 1 hora	34.9%	26.9%
Más de 1 hora y hasta 2 horas	25.8%	28.9%
Más de 2 horas	3.1%	7.2%

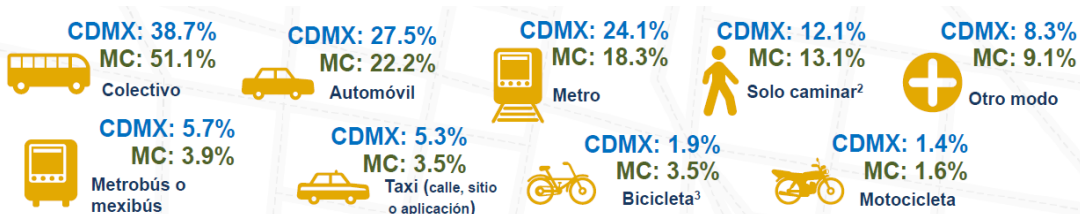


Ilustración 33. Distribución modal de viajes que se realizan para llegar al trabajo según área geográfica de residencia. Recuperada de: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017. MC = Municipios conurbados.

⁶⁴ Ídem

⁶⁵ Ídem

Duración de los viajes que se realizan para ir a estudiar⁶⁶

Hasta 15 minutos	40.0%
16 a 30 minutos	29.0%
31 minutos a 1 hora	18.7%
Más de 1 hora y hasta 2 horas	10.9%
Más de 2 horas	1.4%

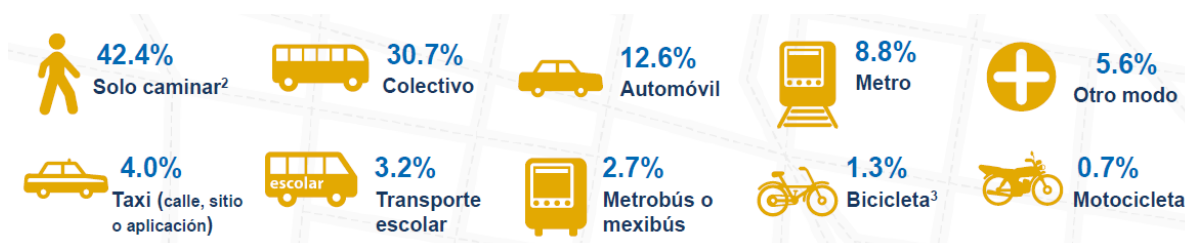


Ilustración 34. Distribución modal de viajes que se realizan para ir a estudiar. Recuperada de: INEGI, Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017

Estos datos fueron obtenidos mediante la encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México realizada el año pasado. Destacable que en casi todos los casos, el transporte público concesionado es el más utilizado, únicamente con excepción de los viajes realizados para ir a estudiar ya que normalmente se trata de distancias más cortas.

Otro dato que se puede rescatar de estos resultados es que la mayoría de los tiempos de traslado oscilan entre 30 minutos y 2 horas. Según datos obtenidos por la aplicación móvil Moovit: el tiempo promedio de viaje en la CDMX es de 88 minutos, el tiempo de espera en una parada es de 11 minutos, la distancia promedio que un usuario recorre diariamente son 9.9 km y el 82% de ellos realiza al menos un transbordo⁶⁷; todos estos datos hablando exclusivamente de transporte público.

⁶⁶ Ídem

⁶⁷ https://moovitapp.com/insights/es/Moovit_Insights_%C3%8Dndice_de_Transporte_P%C3%BAblico-822

3.1.4. Centros de Transferencia Modal (CETRAM)

Los CETRAM, mejor conocidos como paraderos, son nodos de coincidencia de dos o más modos de transporte público, en su mayoría se encuentran localizados junto a alguna estación del metro y en ellos diariamente millones de personas se transfieren entre los diferentes modos de transporte disponibles, destacándose el transporte público concesionado en el caso de la ZMVM.

En la CDMX existen 49 CETRAM en los que a diario transitan 5.7 millones de pasajeros, cuentan con una superficie de 707 mil m², tan solo en la CDMX, y son utilizados por 27 mil unidades de transporte diariamente. 50% de los viajes en la Ciudad de México se hacen combinando 2 o más medios de transporte.

Entendidos como reguladores de transporte representan una oportunidad enorme para la organización y mejora del transporte; no solamente son agentes de transferencia, son espacios donde diariamente se cruzan millones de personas, intereses, transacciones, destinos y momentos. Sin embargo, su crecimiento ha sido llevado por una serie de factores “espontáneos” y una deficiente planeación que han repercutido en una baja calidad del espacio público, inseguridad, ocupación ilegal del espacio y una evidente falta de integración urbana. Según (Camacho, 2014):

Desde hace varios años han sido clasificados con un rol “indefinido” de territorio, infraestructura y/o parte de un sistema de transporte. En el DF, entre 1969 y 1993, fueron operados por el Sistema de Transporte Colectivo Metro. Entre 1993 y 1994, pasaron a formar parte de las delegaciones políticas. Dependieron de la SETRAVI hasta el 2010 cuando se transfirieron a la Oficialía Mayor del GDF, por medio de la creación de la “Coordinación de los Centros de Transferencia Modal del Distrito Federal”.

El gobierno de la CDMX generó recientemente un proyecto de mejora que involucra a la iniciativa privada. Dicho modelo se caracteriza por una gestión compartida público-privada que da como resultado la fusión de dos usos: transporte y comercio. Esto permite el desarrollo de los Centros de Transferencia, manteniendo la propiedad pública del espacio, otorgando concesiones a privados (inversionistas y/o desarrolladores) para la operación comercial del espacio por una cierta cantidad de años.

Sin embargo, este modelo tiene carencias importantes; solamente se limita al espacio ocupado por el CETRAM, es decir, no contempla de ninguna manera el área de influencia inmediata. Por lo que, aunque mejora algunas condiciones para los usuarios, sobre todo seguridad, se convierte en únicamente un centro comercial más. Ejemplos de ello los encontramos en los CETRAM El Rosario y Ciudad Azteca, recientemente remodelados pero que, al no estar integrados con la trama urbana, representan una oportunidad perdida, a pesar de las inversiones tan grandes que se realizaron.

Actualmente se encuentran en proceso de remodelación y reordenamiento los CETRAM Constitución de 1917, Chapultepec, Martín Carrera, Tasqueña y Zaragoza; en todos los casos, en los proyectos ejecutivos elaborados por diferentes empresas, se cuenta con un apartado en el que se incluyen análisis sobre el impacto que se tendrá en el área de influencia (el radio de influencia inmediato de un CETRAM está definido por la distancia caminable, 800 metros, o el realizado en un viaje corto en bicicleta, 2 kilómetros). Incluso se tienen estudios detallados sobre el impacto en movilidad peatonal, ciclista y vehicular, impacto urbano, por mencionar algunos, elaborados por diversos expertos. Ello demuestra el interés por parte de las autoridades en convertir a los CETRAM en lugares de convivencia social que enriquezcan la calidad de vida de los habitantes de la CDMX y la Zona Metropolitana.

3.2. Problemática en el Sistema de Transporte Público de la ZMVM

El acelerado crecimiento demográfico que en los últimos años ha presentado la ZMVM ha tenido como consecuencia un incremento en el número de viajes en transporte público en sus diferentes modalidades. Según SEDESOL (2012), la tasa de crecimiento anual de la superficie de la ciudad es de 6.57%, mientras que la de la población asciende a 1.78%.

La saturación, inseguridad y largos tiempos de traslado, resultado de la falta de integración de los sistemas de transporte disponibles y la enorme pero desordenada oferta de transporte en los municipios conurbados del Estado de México hacen que cada vez sea más complicado trasladarse de un lugar a otro en de la ZMVM. Según el (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2012) estos problemas se deben a las siguientes causas:

- En la actualidad el transporte público funciona de manera desarticulada.
- El servicio es responsabilidad de distintos organismos públicos de transporte, compañías privadas y concesiones individuales.
- Cada uno de ellos planea, operan y responden a la necesidad de los usuarios, bajo criterios propios y sin ninguna integración con los demás.
- Hay esfuerzos de formación de empresas de transporte a partir de las concesiones individuales, sin una planeación que los lleve a un modelo integrado con los demás servicios.
- No existe claridad financiera ni tarifaria para el sistema de transporte público.

Entender esta problemática requiere de un análisis mucho más amplio; es evidente que una parte importante de la problemática gira en torno al transporte público concesionado y a su deficiente o nula integración.

Analizando el problema desde el punto de vista de los Sistemas Integrados de Transporte, se detectan deficiencias en los siguientes aspectos:

3.2.1. Modelo hombre – camión

En un sistema de transporte público que no funciona como una empresa de transporte sino que está compuesto por diferentes concesionarios individuales, a los encargados de dar el servicio se les conoce como hombres – camión; estos se encuentran reunidos en rutas o agrupaciones semi informales que, de manera interna, definen su forma de



Ilustración 35. Modelo Hombre - Camión. Recuperada de: CTS EMBARQ: Proyecto de Transformación del Transporte Público Concesionado

organización. Las ganancias son recolectadas por cada concesionario directamente del chofer u operador, y son fruto de los usuarios que pagan por el servicio. Lo anterior genera una estructura de trabajo en la que cada transportista compite al interior de la ruta (y con otras) por el pasaje. Aunque estos comportamientos se reducen considerablemente con la creación de rutas-empresa (ya que las ganancias se reparten equitativamente), esto no representa una solución real ya que dichas rutas siguen operando de manera independiente a las demás. Según el (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2012, pág. 20):

Esto motiva que los operadores realicen paradas para ascenso y descenso de manera continua y aleatoria; viajen lentamente para conseguir el mayor número de usuarios posible; realizan carreras por el pasaje cuando otro concesionario aparece; violen los reglamentos de tránsito; se mantengan en las bases hasta que el transporte se encuentra saturado para maximizar su beneficio sin importar cuantas unidades se encuentren en fila; dejen de circular muchas unidades en horas o días con poco pasaje.

Aunado a ello, la mayoría de los choferes trabajan en condiciones precarias, sin contrato fijo, prestaciones laborales o condiciones dignas de trabajo.

3.2.2. Información

Actualmente la Ciudad de México no cuenta con un sistema de gestión de información, principalmente por la desarticulación de los modos de transporte disponibles. (Álvarez, Alvarado, & Arévalo, 2017) elaboraron la siguiente tabla en la que por una parte muestran los requerimientos de información que se necesitan para conformar un sistema de gestión de información robusto (información completa sobre las transacciones de los usuarios, la operación del sistema de transporte en cuestión y los datos financieros) y por otra enumeran los modos de transporte disponibles en la ciudad, estructurado y no estructurado; en dicha tabla se puede visualizar en qué medida cumplen o no cada uno de los modos con los requerimientos.

Componente de información / Modo de transporte	Transporte Estructurado					Transporte No Estructurado		
	Metro	Metrobús	M1	Ecobici	Transportes Eléctricos	Transporte privado	Taxistas tradicionales	Transporte conecionado
Datos transaccionales								
Información de entrada y salida de un usuario (tiempo y y	●	●	●	●	●	●	●	●
Perfil de usuario final (sociodemográficos)	●	●	●	●	●	●	●	●
Datos de operación de transporte								
Perfil de conductores (sociodemográficos y otros)	●	●	●	●	●	●	●	●
Horarios planeados por ruta	●	●	●	●	●	●	●	●
Información general de estaciones de transporte	●	●	●	●	●			●
Información de sensores en estaciones de transporte	●	●	●	●	●			●
Geolocalización de unidades de transporte	●	●	●	●	●	●	●	●
Datos referentes a las unidades de transporte	●	●	●	●	●	●	●	●
Datos de pago de usuarios								
Información de pagos (monto y tiempo)	●	●	●	●	●	●	●	●
Información de pago asociado a usuario final	●	●	●	●	●	●	●	●
Integración de datos transaccionales con otros medios	●	●	●	●	●	●	●	●
Unificación de sistema de forma de pago	●	●	●	●	●	●	●	●

Se cuenta con información completa

●

Se cuenta con información parcial

●

No se cuenta con esta información

●

Ilustración 36. Matriz de generadores de información de transporte. Elaboración propia con base en: ITDP, Movilidad Inteligente para la Ciudad de México, 2017.

No existe en la ciudad ningún modo de transporte que cumpla con la totalidad de los requerimientos de información. En el caso de los sistemas de transporte estructurados se cumple parcialmente con algunos, sin embargo, en el caso de los no estructurados no se tiene prácticamente ningún dato, con excepción del transporte privado mediante aplicaciones móviles.

3.2.3. Integración del sistema de pago

Uno de los primeros pasos para tener un sistema integrado de transporte es la uniformización de los medios de pago, mediante el uso de sistemas inteligentes. Sin embargo, en la ZMVM los sistemas funcionan de manera desarticulada y cada uno cuenta con su propia tarifa y método de cobro. El único indicio de integración lo representa la Tarjeta de la Ciudad de México, con la cual es posible ingresar a algunos de los modos de transporte disponibles en la ciudad. Sin embargo, esta tarjeta no es personalizada y únicamente se presenta al ingresar, por lo que no representa una fuente de información sobre los traslados de las personas más allá de la cantidad de usuarios que utilizan el sistema.

El 17 de octubre del 2005 inicia el proyecto de implementar una tarjeta inteligente que permita ingresar al STC Metro, en un principio dicha tarjeta estaba dirigida únicamente a algunos sectores de la población (trabajadores del STC Metro, adultos mayores y personas con discapacidad). Para el 2006 inicia la venta para el público en general y fue hasta el año 2012 cuando inicia el proyecto Tarjeta Distrito Federal el cual tenía como fin unificar el medio de pago para el Metro, Metrobús, Tren Ligero y ECOBICI⁶⁸. Dicha tarjeta puede recargarse en cualquiera de las estaciones que componen los tres sistemas hasta por un monto de \$120, el cual tiene una vigencia de 300 días.

⁶⁸ <http://www.metro.cdmx.gob.mx/tramites-y-servicios/servicios/tarjeta-recargable>

Recientemente se presentó una nueva tarjeta con la cual los usuarios pueden pagar sus viajes en el transporte público y además realizar compras en los comercios que aceptan MasterCard. La tarjeta tiene dos chips y por lo tanto, dos saldos independientes. En una primera etapa esta tarjeta solo funciona en el STC Metro, sin embargo, en un futuro podrá ser utilizada también en Metrobús, Tren Ligero y ECOBICI.

El hecho de que los dos saldos sean independientes provoca que la implementación de esta nueva tarjeta no represente un gran avance en cuanto a integración del sistema de transporte público de la CDMX. El saldo destinado al transporte únicamente puede recargarse en las taquillas del sistema y podrá ser utilizado en los mismos modos de transporte que la tarjeta que se presentó en 2012. El otro saldo puede recargarse en establecimientos afiliados o mediante transferencia bancaria; es decir, no tendrá ninguna interacción con el saldo destinado al transporte, por lo menos en su primera etapa de implementación.

El hecho de que en el Estado de México los sistemas de transporte masivo estén a cargo de operadores privados provoca que la integración de estos sistemas sea casi nula; en el caso del Mexibús incluso es necesario utilizar diferentes tarjetas inteligentes para ingresar al sistema y transbordar, ya que al ser operadas por diferentes empresas privadas sus sistemas de pago no son compatibles. El único indicio de integración es el del Tren Suburbano; en algunas de sus estaciones cuenta con paraderos que permiten a los usuarios realizar transferencias al transporte público concesionado.

Una parte importante de los traslados se realiza combinando dos o más modos de transporte; muchas veces estos sistemas se encuentran en entidades distintas y por lo tanto están a cargo de diferentes operadores (públicos y privados en el caso de la Ciudad de México y únicamente privados para el Estado de México).

La falta de integración entre estos modos de transporte provoca que los usuarios tengan que pagar más de una tarifa para llegar a sus destinos; encareciendo el traslado, sobre todo para las personas que viajan desde los municipios conurbados a la Ciudad de México. Según el INEGI, los mexicanos gastan en promedio 18% de sus ingresos en movilizarse, los sectores más pobres llegan incluso a destinar el 50% de sus ingresos en movilizarse⁶⁹.

3.2.4. Infraestructura de operación

Otro de los puntos clave para lograr una integración completa de un sistema de transporte público es la infraestructura; desde herramientas tecnológicas y de comunicación como Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) o sistemas de recaudo, hasta la propia infraestructura física, los CETRAM por ejemplo.

Según el (Programa Integral de Movilidad 2013-2018, 2014) “la infraestructura actual no permite la total articulación del sistema ni garantiza la intermodalidad necesaria para atender el porcentaje de los viajes diarios totales, los cuales se realizan en más de un modo de transporte”. Recordando que un porcentaje importante de los viajes se realizan utilizando al menos dos modos de transporte.

Lo anterior puede verse desde diferentes puntos de vista: en cuanto al transporte público concesionado, el cual representa el modo de transporte público más utilizado, el parque vehicular (viejo y obsoleto) no cuenta con las herramientas tecnológicas y de comunicación necesarias para hacer más eficientes los procesos de planeación, operación y control del servicio.



*Ilustración 37. Transporte público concesionado.
Recuperada de: CTS EMBARQ: Proyecto de Transformación
del Transporte Público Concesionado*

⁶⁹ <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=1398>

Además, no se ha implementado un medio único de pago o un sistema de recaudación unificado. En prácticamente todas las rutas el pago se hace en efectivo y en caso de requerir utilizar dos rutas distintas, se deberá pagar en cada una de ellas; además del pago a realizar en caso de también utilizar un modo de transporte masivo.

En cuanto a la integración con modos no motorizados, la conectividad ciclista es otro tema pendiente; se tiene proyectada la construcción de biciestacionamientos en el 6 y 31% de las estaciones de Metro y Metrobús, respectivamente. Estos porcentajes son realmente bajos tomando en cuenta que la gran mayoría de los viajes se realizan conectando dos o tres tramos en diferentes modos de transporte, tramos que podrían ser recorridos en bicicleta. El modo de transporte público más utilizado en el primer tramo de viaje es el colectivo concesionado, en muchas ocasiones se trata de tramos cortos que pueden ser recorridos en bicicleta sin que ello implique un gran esfuerzo.

La infraestructura para acceso al transporte es otro tema a tratar; según el Programa Integral de Movilidad 2013-2018, solo el 32.8% de las estaciones de Metro y el 97% de las de Metrobús están diseñados de tal manera que se considera la accesibilidad universal; el caso de los CETRAM es aún más delicado, la ocupación ilegal del espacio



Ilustración 38. Recuperada de: CTS EMBARQ: Infraestructura para acceso al transporte. Proyecto de Transformación del Transporte Público Concesionado

y la falta de planeación, entre muchos otros factores, han repercutido en la baja calidad del espacio público; lo cual restringe o dificulta el acceso al transporte.

Como se mencionó anteriormente, existe una deficiencia en la cobertura de transporte público masivo; existen zonas en las que este tipo de transporte no llega, a pesar de la gran cantidad de gente que viaja desde o hacia esos lugares.

La zona de Santa Fe, aunque es un caso bastante particular, sirve para ejemplificar este fenómeno. Ahí viven aproximadamente 35 mil personas, número bajo comparado con otras zonas de la ciudad; sin embargo, tienen una población flotante de 233 mil personas que diariamente viajan a la zona para trabajar o estudiar, en la gran mayoría de los casos. Esto tiene como consecuencia que diariamente se realicen más de 850,000 viajes en la zona, según CTS EMBARQ. A pesar de ello, solo el 3% de los vehículos que circulan en la zona son de transporte público mientras que los autos particulares representan un 87%; por ello la congestión tan severa que diariamente se vive en la zona.

3.2.5. Inversión

A pesar de que aproximadamente el 66.5% de los viajes que se realizan en la ZMVM corresponden al transporte público, existe una distribución inequitativa de las inversiones públicas que beneficia a una minoría. La mayor parte de las inversiones que se realizan en cuanto a movilidad urbana están dirigidas a los vehículos particulares; según el ITDP, en promedio el 80% de los recursos fueron destinados a este sector entre 2011-2015, llegando hasta un 88% para el año 2011. Con la siguiente gráfica es posible dimensionar lo inequitativa que es esta distribución, en ella se muestran tanto los motivos de viaje y el modo utilizado como el porcentaje de la inversión pública que se destina a cada sector:

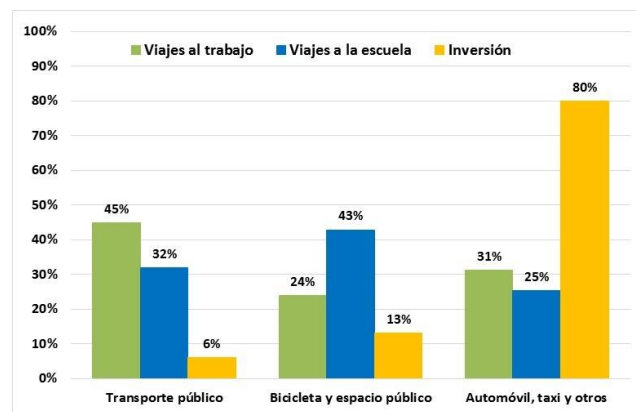


Ilustración 39. Reparto modal e inversión destinada a movilidad urbana en las zonas metropolitanas de México, 2015.
Recuperada de: <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=1059&>

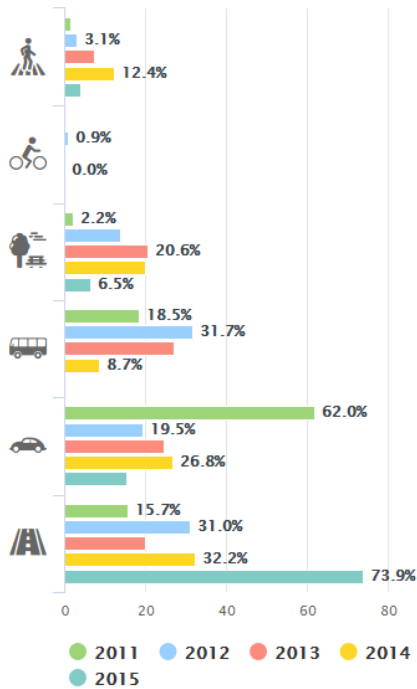


Ilustración 40. Inversión por tipo de infraestructura en la ZMVM del 2011 al 2015. Recuperada de: ITDP, Invertir para movernos.

Es importante destacar que las personas que utilizan el transporte público pertenecen, en su gran mayoría, a sectores de bajos y medios ingresos. La inversión pública dedicada a infraestructura vial, cuyo principal beneficiario es el uso del automóvil, incluso supera la destinada a infraestructura básica para la población; en la siguiente gráfica se puede ver que de los fondos federales destinados a zonas metropolitanas, la inversión en infraestructura vial (autos) y pavimentación (26%) supera a la realizada en servicios básicos como agua (8%) o electricidad (6%) y supera por mucho a la destinada al transporte público (2%).

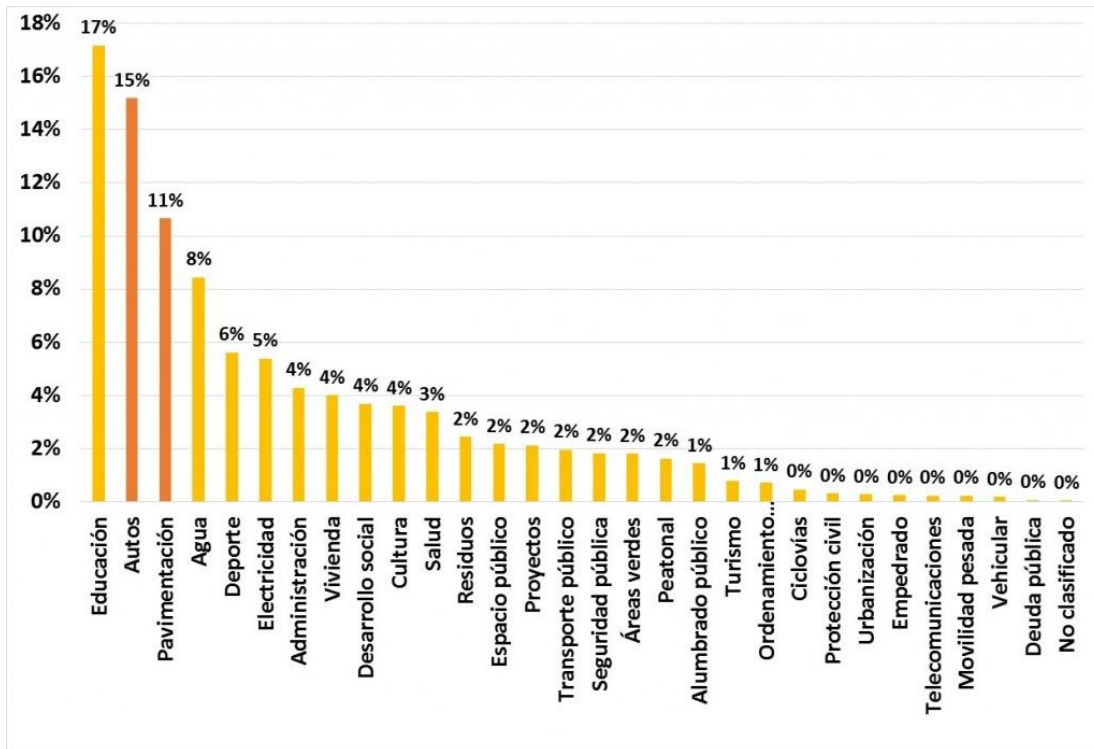


Ilustración 41. Distribución porcentual del gasto por tipo de proyecto, 2015. Recuperada de: <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=1059&>

En ciudades como Santiago de Chile, la situación es muy diferente. Esta ciudad cuenta con el mejor sistema de transporte público de toda Latinoamérica, según la Unión Internacional de Transporte Público, incluso calificado mejor que el de Nueva York. Esto se debe a que a pesar de que el porcentaje de uso de transporte privado es incluso más alto que el de la ZMVM (28%), la inversión Federal en proyectos de movilidad tiene una distribución más equitativa (Ilustración 42).

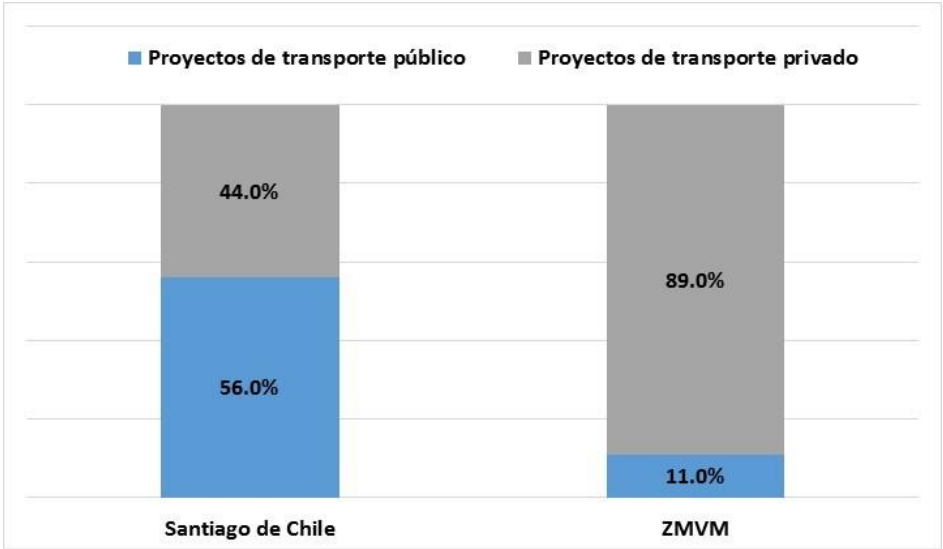


Ilustración 42. Inversión Federal en proyectos de movilidad en Santiago de Chile (2013) y la ZMVM (2015). Recuperada de: <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=1134>

3.3. Percepción del Usuario

Uno de los indicadores más reveladores a la hora de medir el funcionamiento de un sistema de transporte es la percepción de los usuarios, según (El Poder del Consumidor, 2011):

En opinión de la mayoría de los encuestados, el transporte público es incómodo (67%) e inseguro (61%). Sólo 21% piensa que es un servicio barato y apenas el 14% lo considera “rápido”. No obstante, el 52% de los consultados le da un voto de confianza al calificarlo globalmente como un servicio “regular” mientras sólo el 23% lo considera “malo” o “pésimo”.

Cabe destacar que en esta encuesta el modo de transporte mejor calificado por los usuarios fue el Metro, con un 51% de opiniones positivas, seguido por el Metrobús con 9.8%; estos coinciden en algunas características operativas como derecho de vía preferente o confinado, gran capacidad y sistema de prepago.

A pesar que el modo de transporte más utilizado en la ZMVM es el transporte público concesionado; los encuestados señalaron en primer lugar al Microbús (38%) y a la Combi (11%) como los peores modos de transporte, en cuanto a calidad. Sin embargo, también aparecen en la lista de los mejores modos de transporte, como segundo y tercer lugar, respectivamente, apenas después del Metro y Metrobús. Esta contradicción permite deducir que la máxima prioridad de los usuarios es llegar a su destino, sin importar que este objetivo se logre con un servicio de baja calidad.

Otro dato interesante es el relativo al tiempo de traslado, aunque el 49% destina más de 2 horas al día en transportarse, más de la mitad de los encuestados (52%) afirma que los tiempos de traslado son adecuados.

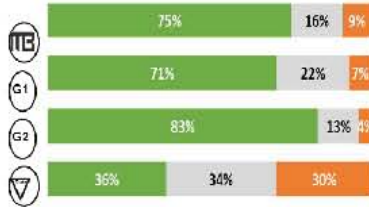
En cuanto al costo, la encuesta reveló que el 43% de los encuestados consideran que el costo es justo, mientras el 38% cree que es demasiado caro; esto último se explica por la necesidad de tomar varios modos de transporte y pagar múltiples tarifas, además de la percepción generalizada de baja calidad del servicio.

Otra encuesta realizada por CTS Embarq México, en la que compara el servicio del Metrobús con dos rutas operadas por el gobierno y con el transporte público concesionado arrojó los siguientes resultados, con un evidente grado de insatisfacción mayor para el transporte público concesionado:



Limpio y bien cuidado

Comodidad en las unidades de transporte –
Limpieza, iluminación, protección



Seguridad pública

Robos, asaltos y agresiones en el camino y dentro del
transporte público



Buen trato del conductor

Los operadores conducen de manera segura



Confiability / Hora de Llegada

Llegada en el horario previsto



Rapidez

La velocidad es buena



Atención al Cliente

Respeto, cordialidad, capacitación de los
conductores, guías y centro de atención a los
usuarios



Imagen Física - Infraestructura

Infraestructura, iluminación, protección, limpieza,
cantidad de personas



3.4. Oportunidades de mejora

El metro de Pekin, China es un gran ejemplo de cómo un sistema puede evolucionar y adaptarse a las necesidades de los usuarios. Cabe resaltar que dicho sistema también comenzó a operar en el año 1969 (como el STC Metro de la CDMX), con una población similar (24.9 millones) a la de la ZMVM. Algunas de las características que posee este sistema, según (Medina, Nexos, 2016):

- Mapas de navegación de la estación tridimensionales, con entradas y salidas numeradas.
- Señalamiento bilingüe, incluyendo avisos de audio de a qué estación se arriba (chino-inglés).
- Mapa de cada línea sobre la puerta de cada vagón, señalando la dirección de recorrido y la estación a la que se arriba.
- Exendedores automáticos de boletos y de recarga de tarjeta inteligente (la tarifa se cobra por distancia y la tarjeta además puede funcionar como monedero electrónico para pagos en tiendas).
- Enorme vigilancia: cámaras, policía, detectores de metales en cada entrada del metro.
- Se requiere usar la tarjeta o boleto también para salir del sistema; lo cual permite recolectar los datos de origen-destino fácilmente para planeación.
- Doble puerta automática en andenes, para mayor seguridad del usuario.
- Trenes continuos (sin separación entre vagones, con asientos en fila, tipo línea 12).
- Red de telefonía celular en todo el sistema (aun en las estaciones subterráneas).
- Cuenta con una *app* propia, con mapas y otra información útil del sistema.
- La mayoría de las estaciones es accesible, incluyen muchas veces elevadores.
- Baños públicos en muchas estaciones.

Este sistema hoy es uno de los más eficientes del mundo; destacable que la mayoría de las características que lo han llevado a ese sitio son referentes a la integración del sistema e información al usuario. Al igual que el metro de la Ciudad de México, el metro de Pekín también tuvo problemas de financiamiento, sin embargo supieron afrontarlos con cambios agresivos. Antes se utilizaba una tarifa fija de dos yuanes para todo el sistema; a partir del 2017 el cobro se realiza mediante una tarjeta electrónica y la tarifa depende de la distancia que se recorra. “Sistema que además entre más lo uses, mayores descuentos da por viaje; tratando de generar así un incentivo al uso del transporte público y no del automóvil” (Medina, Nexos, 2016).

El caso anterior permite detectar áreas de oportunidad para el transporte público de la ZMVM, estas oportunidades giran en torno a tres ejes principales, los cuales subsanan algunas de las principales deficiencias del sistema actual y tienen la característica común de no requerir una gran inversión, comparada con la necesaria para construir nuevos modos de transporte o ampliar la red actual:

1. Integración con modos no motorizados
2. Integración tarifaria
3. Gestión de la información

3.4.1. Integración con modos no motorizados

Una característica que predomina en la mayoría de los viajes realizados en la ciudad es la necesidad de tomar diferentes modos de transporte para llegar a un destino, caminar entre un modo y otro puede tomar varios minutos que, sumados a los tiempos de espera y al propio traslado, tienen como resultado un viaje largo y tedioso.

Si bien es cierto que, es posible reducir el número de intercambios modales que los usuarios deben realizar para llegar a un destino, eliminarlos totalmente requeriría de grandes inversiones y el resultado se vería en el mediano y largo plazo; lo que sí es posible y viable, es sustituir algunos de estos tramos por trayectos en bicicleta.

Actualmente solo el 2.08% de los viajes totales en la ZMVM se realizan en bicicleta, ya sea pública o privada, cerca de 240 mil viajes diarios tan solo en la CDMX y 720 mil si se considera la ZMVM completa. Además de reducir el uso del automóvil, la bicicleta puede beneficiar la integración del sistema de transporte público; la gente que vive cerca de una estación de transporte masivo puede llegar a ella en bicicleta, dejarla ahí, tomar el transporte masivo y al descender tomar otra para llegar a su destino final.

En la revista Nexos, (Mayerstein, 2015) propuso un ejemplo: un estudiante que vive en la colonia Vicente Villada en Ciudad Nezahualcóyotl y que viaja a la ESIME de la Unidad Zacatenco del IPN. Según lo que plantea, ese viaje tomaría aproximadamente hora y media con un costo de 12 pesos. Sin embargo, al substituir los primeros cuatro tramos por un solo trayecto en bicicleta, el mismo viaje tomaría máximo una hora y diez minutos, con un costo de cinco pesos.

TRAMO	CONDICIONES ACTUALES	TIEMPO	CONDICIONES DE INTERMODALIDAD CON BICICLETA	TIEMPO
1	Caminata de casa a la Av. Gral. Vicente Villada	5 mins	Traslado en bicicleta. 7 kilómetros en terreno completamente plano. (Avenida Pantitlán).	20 – 25 minutos.
2	Tomar una combi al metro Peñón Viejo	20 mins		
3	Metro Línea A Peñón Viejo – Pantitlán. 10- 15 minutos	15 mins		
4	Transbordo Línea A – Línea 5 en Pantitlán	5 mins		
5	Metro Línea 5 Pantitlán – Politécnico	30 mins	Metro Línea 5 Pantitlán – Politécnico	30 mins
6	Caminata Metro Politécnico – ESIME Zacatenco	15 mins	Caminata Metro Politécnico – ESIME Zacatenco	15 mins
TOTAL		1hr 30 mins		1 hr 5 /10 mins

Ilustración 43. Tiempos de viaje entre Vicente Villada y Zacatenco, 2014. Recuperada de: Revista Nexos, *Intermodalidad de la bicicleta: El siguiente reto para la integración del transporte público*

Se logra una reducción considerable no solo en el tiempo de traslado sino también en el costo que el usuario deberá pagar por él. Otro ejemplo de ello es el Desafío Modal que cada año realiza en diferentes ciudades BICIREN (Red Nacional de Ciclismo Urbano) y WWF México (Fondo Mundial para la Naturaleza), el cual tiene como finalidad evaluar la eficiencia y desempeño de diferentes opciones de movilidad urbana incluyendo peatones, ciclistas, motocicletas, automóviles y transporte público.

El recorrido se realiza en un día laboral y horario pico; para el correspondiente al año 2017 el punto de partida fue la colonia Moctezuma en la Delegación Venustiano Carranza y el punto de llegada el Reloj Chino de Bucareli, en la delegación Cuauhtémoc (10 km aproximadamente). Según (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) , 2017) se obtuvieron los siguientes resultados:

La hora de salida fue 8:12 am y de los 30 participantes, el orden de llegada del primer representante por modo de transporte fue:

8:28 am Bicicleta

8:29 am Motocicleta

8:34 am Bicicleta eléctrica

8:45 am Intermodal (Metro y caminata)

9:15 am Peatón, Uber y automóvil particular

La integración con modos no motorizados (bicicleta sobre todo) representa una gran oportunidad para mejorar la movilidad en la ZMVM. Para lograr esto son necesarios tres elementos principales:

1. Infraestructura vial (ciclovías o calles compartidas).
2. Equipamiento urbano (Biciestacionamientos).
3. Logística (Integrar las bicicletas al transporte público).

Actualmente, el sistema ECOBICI cuenta con 480 cicloestaciones distribuidas en 55 colonias de la Ciudad de México; con 6,800 bicicletas, a las que recientemente sumó 340 bicicletas eléctricas (el primer sistema de bicicletas públicas de Latinoamérica en hacerlo). El sistema funciona mediante una tarjeta inteligente que permite a los usuarios tomar y dejar las bicicletas en cualquiera de las cicloestaciones disponibles, el pago es electrónico y además existe una aplicación móvil con la cual los usuarios pueden saber dónde hay bicicletas disponibles.

Sin embargo, una de las deficiencias de este sistema es que la cobertura está concentrada en colonias y delegaciones donde viven los sectores de la población con más altos ingresos y niveles educativos. Debe hacerse un esfuerzo para aumentar la cobertura y que así personas de menores ingresos accedan a este tipo de servicios.

Mobike es una empresa China que comenzará a operar en la Ciudad de México el primer trimestre del 2018. Esta empresa ofrece el servicio de bicicletas compartidas; a diferencia de ECOBICI, no cuentan con estaciones fijas, por lo que las bicicletas podrán ser tomadas y dejadas en cualquier punto de la ciudad. Mediante una aplicación móvil los usuarios podrán ubicar y desbloquear estas bicicletas para utilizarlas, dichas bicicletas son libres de mantenimiento y cuentan con dispositivos GPS para ser monitoreadas.

3.4.2. Integración tarifaria

Como se ha mencionado anteriormente, la implementación de un sistema de recaudación unificado es fundamental para la integración de un sistema de transporte. El gobierno de la Ciudad de México ha dado pasos importantes en este sentido; la Tarjeta Recargable de la Ciudad de México permitió unificar el pago de los sistemas de transporte masivos en la ciudad (Metro, Metrobús, Tren Ligero), además de que permite utilizar el servicio de ECOBICI.

En el caso del transporte público del Estado de México también encontramos algunos ejemplos de modernización, aunque con mayores deficiencias, comparado con los sistemas de la CDMX. Uno de ellos es el programa piloto que se llevó a cabo en una de las rutas que corre del centro de Atizapán a Chiluca; según (Barrera, 2016), el programa piloto involucró a 30 autobuses y con una inversión de tres millones de pesos aproximadamente, los vehículos fueron equipados con los equipos y sistemas necesarios para recibir pagos con tarjetas de débito y crédito, forma de pago que después sería la única aceptada. La tarifa era de entre ocho y diez pesos, sin embargo, con el nuevo modo de pago la tarifa quedó fija en nueve pesos.

Los sistemas de transporte masivo disponibles en el Estado de México (tren suburbano, mexibús) también cuentan con tarjetas inteligentes para el cobro del pasaje. Sin embargo, este medio de pago no está integrado, por lo que es necesario contar con una tarjeta diferente para utilizar cada modo de transporte; en el caso del mexibús existen incluso tarjetas distintas para cada una de las líneas, esto debido a que cada una es operada por una empresa privada diferente.

Otro caso es el de la nueva tarjeta de débito del metro que recientemente presentó el gobierno de la Ciudad de México. La implementación de esta nueva tarjeta muestra el interés por parte del gobierno por modernizar los medios de pago del transporte público en la ciudad; a pesar de las deficiencias que presenta, las cuales se mencionaron anteriormente, representa una gran oportunidad para unificar y hacer más eficiente y práctico el cobro del pasaje. Habrá que analizar cómo va evolucionando esta tarjeta y qué tanto avance en cuanto al nivel de integración logra; diversos bancos han manifestado su interés por emitir tarjetas de débito que además de permitir hacer compras en comercios, permitan pagar un pasaje de transporte público, todo ello con un saldo único.

Prácticamente todos los sistemas de transporte masivo en la ZMVM cuentan con sistemas de pago mediante tarjetas inteligentes, lo cual representa una oportunidad para unificar este medio de pago. Además, el hecho de tener la oportunidad de contar con una tarjeta de débito como medio de pago facilita el proceso de recarga, ya que no sería necesario hacer largas filas en las taquillas, lo cual es un común dominador en prácticamente todos los sistemas masivos de transporte de la ZMVM.

Sin embargo, la implementación de un sistema de pago electrónico no solamente se reduce a un asunto tecnológico sino que se debe considerar la operación e integración del sistema; es ahí donde suelen presentarse las mayores dificultades y es donde se define si la implantación de este tipo de sistemas es viable o no. Según la (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2002):

Muchas veces existe un divorcio entre el equipamiento seleccionado y las condiciones de venta y funcionamiento que esperan los usuarios del transporte público. Una implantación exitosa no se debe solamente a la tecnología que ésta utiliza, sino a la creación de un sistema integral que logre satisfacer las necesidades de los usuarios y operadores del transporte público, considerando las características de los agentes involucrados y las del entorno en que se desenvuelven.

3.4.3. Gestión de la información

De la mano con el punto anterior, la implementación de sistemas inteligentes de transporte que mediante tecnologías de la información hacen posible obtener datos sobre el comportamiento del transporte público y sus usuarios. En prácticamente todos los sistemas integrados de transporte público del mundo se generan datos origen-destino utilizando tarjetas inteligentes o sistemas de este tipo.

El caso de Londres y la empresa que opera el transporte público de la ciudad (Transport for London) es muy ilustrativo; en el capítulo dos se explicó a detalle el funcionamiento de este sistema de transporte público. Cabe destacar que se cobra por distancia, lo cual hace que los usuarios escaneen sus tarjetas tanto al entrar como al salir del sistema, y como consecuencia permite obtener datos sobre el origen y destino de los usuarios, los modos de transporte que utilizan, horarios, etcétera.

Uno de las mayores barreras para la implementación de este tipo de tecnologías es la falta de recursos, por lo que vale la pena analizar si es posible implementar estas tecnologías en ciudades de países en vías de desarrollo, como la Ciudad de México, o encontrar alternativas para obtener estos datos a un costo menor.

Actualmente, en la Ciudad de México, los datos origen-destino se obtienen mediante encuestas; este tipo de herramientas son una fuente de información sobre la movilidad ya que recopilan datos como el volumen y dirección de los flujos, con lo cual es posible obtener patrones de viaje. Recientemente el INEGI llevó a cabo la Encuesta Origen - Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD) 2017, de la cual ya se han publicado los resultados; la anterior se publicó en el año 2007 lo cual demuestra la baja periodicidad de este proceso.

Sin embargo, este método es estático, es decir, no es posible monitorear en tiempo real cómo se va modificando el comportamiento de todos los actores implicados en la movilidad urbana. Además, la inversión y el tiempo que se requieren para llevar a cabo una encuesta de esta magnitud son bastante elevados, tomando en cuenta las limitaciones que presenta y las características de la información obtenida.

Para generar datos realmente útiles para la planeación y mejora de la movilidad urbana es necesario contar con información fácil de monitorear, en tiempo real. (Medina & Johnson, Animal Político, 2016) proponen dos opciones para recopilar estos datos; la primera consiste en aprovechar las señales de los teléfonos móviles. Sin embargo, el hecho de que depende en gran manera del poder acceder a las bases de datos de las empresas de telecomunicación, lo cual no es siempre factible por protección a la privacidad de los usuarios; la segunda implica usar las redes de telecomunicación para recopilar datos sobre la movilidad de manera colaborativa.

En la Ciudad de México se llevó a cabo una iniciativa que implica la colaboración (crowdsourcing) de los usuarios de transporte público para mapear las rutas del transporte público concesionado (Mapatón); para lograrlo se lanzó un juego en el que se ofrecieron premios en efectivo o especie a las personas que lograran mapear más rutas. El juego contó con la participación de 3,624 usuarios, los cuales mapearon más de 4,000 trazos de 648 rutas de transporte de las 1,500 rutas que estima SEMOVI circulan a diario por la ciudad, el 43% del total. Aplicaciones móviles como Moovit también cuentan con información sobre estas rutas.

Sin embargo, la información no puede quedarse tan solo en ejercicios como el Mapatón o en la obtenida mediante una encuesta Origen-Destino que se levanta cada 10 años, se debe ir más lejos. Como lo proponen (Medina & Johnson, Animal Político, 2016), es necesario crear un sistema de información centralizada del transporte público.

Dicho sistema debe ser capaz de recopilar de forma masiva los datos relacionados al transporte público; las bases para lograrlo ya existen. Actualmente, es posible pagar el Metro, Metrobús y Tren Ligero con una tarjeta inteligente, por lo que es necesario integrar el servicio de RTP y a los trolebuses, por parte de la Ciudad de México, y al Mexibús y el Tren Suburbano, por parte del Estado de México, que también ya cuentan con tarjetas inteligentes. “En cuanto a los microbuses, su transformación paulatina de concesiones individuales a empresas debería incluir cómo sumarse a la tarjeta de transporte de la ciudad, para prestar el servicio” (Medina & Johnson, Animal Político, 2016).

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Se verifica que la hipótesis es correcta. Si bien son muchos los factores que impactan en la calidad del servicio del transporte público, los temas relacionados a integración son los que mayores repercusiones en el nivel de servicio generan.

- El hecho de que el transporte público no opere de manera integral implica la necesidad de pagar múltiples tarifas, de tomar diferentes rutas sin ningún tipo de coordinación entre ellas y de realizar múltiples transbordos, con poca o nula información disponible.
- Los Sistemas Inteligentes de Transporte son una herramienta fundamental para la integración de los modos de transporte.
- El principal objetivo de la movilidad inteligente es el máximo aprovechamiento de la combinación de información, sistemas de comunicación, tecnología e infraestructura de transporte.
- La información será la herramienta más valiosa para lograr la integración de los sistemas de transporte público. Sin embargo, actualmente la Ciudad de México no cuenta con un sistema de gestión de información eficiente, la información recabada mediante encuestas origen-destino resulta insuficiente para gestionar la movilidad urbana.
- Los modos de transporte que operan en la Ciudad de México lo hacen de manera desarticulada.

- Actualmente, el transporte público representa una opción poco atractiva para la gran mayoría de los usuarios, por todas las deficiencias que presenta. De ahí que los sectores de la población que tienen la posibilidad de tener un auto, prefieran utilizarlo aún con la congestión existente en la mayoría de las vialidades; ello explica que la tasa de motorización sea incluso más alta que la de natalidad en la Ciudad de México.
- Es evidente que el transporte público concesionado es el que mayores problemas presenta, con un balance negativo para todos los actores: usuarios, concesionarios y autoridades.
- Para generar datos realmente útiles para la planeación y mejora de la movilidad urbana es necesario contar con información fácil de monitorear, en tiempo real.
- La integración con modos no motorizados representa una gran área de oportunidad para mejorar la movilidad urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México.
- Los CETRAM entendidos como reguladores de transporte representan una oportunidad enorme para la integración y organización de los modos de transporte.

Recomendaciones

Las siguientes recomendaciones permitirían convertir el actual Sistema de Transporte Público de la Ciudad de México y Zona Metropolitana en un sistema de transporte integrado; todas contemplan alguna de las características necesarias para que un sistema de transporte público se considere Integrado descritas en el capítulo 2.

- Implementar un medio único de pago, el cual incluya tanto a los servicios de transporte masivos como al sistema de transporte concesionado.
- Hacer uso de sistemas inteligentes de transporte que permitan obtener información en tiempo real, con lo cual será posible monitorear constantemente el servicio y detectar deficiencias y oportunidades de mejora.
- Establecer una autoridad única con las atribuciones administrativas necesarias para planificar y operar coordinadamente el sistema de transporte público en la ciudad.
- La responsabilidad de la planificación, operación y mejora del transporte público debe ser compartida entre los gobiernos de la Ciudad de México y Estado de México, por lo grandes flujos de personas que se dan entre estas dos entidades.
- Se deben reemplazar las unidades de transporte en mal estado e implementar un nuevo modelo de servicio que sustituya el modelo hombre-camión.
- Valorar el potencial que tienen los CETRAM para ser un punto de integración de los modos de transporte.

- Planear los servicios con base en las necesidades de los usuarios.

- Construir la infraestructura vial y equipamiento urbano necesarios para integrar las bicicletas al transporte público, además de la definición de la logística que ello implica. Es necesario generar una cultura ciclista que permita aprovechar esta área de oportunidad.

Sin duda, resolver el problema de movilidad en una urbe tan grande es un gran reto; el éxito de estas recomendaciones dependerá en gran medida del nivel de coordinación que exista entre los actores involucrados.

Fuentes de consulta

Aspilla, Y., & Rey Gutiérrez, E. (2012). *La implementación del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de Bogotá y sus retos en el futuro*. Recuperado Febrero de 2018, de Tecnogestión: Una mirada al Ambiente/ Universidad Distrital:
<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/5649/7191>

Actual Smartcity. (1 de Diciembre de 2014). *ITS & SC. Sistemas Inteligentes de Transporte y Smart Cities*. Recuperado Enero de 2018, de Tecnología:
<https://www.smartscities.com/es/tecnologia/its-sc-sistemas-inteligentes-de-transporte-y-smart-cities>

Álvarez, A., Alvarado, L. O., & Arévalo, J. (2017). *Movilidad Inteligente para la Ciudad de México*. (I. d. México, Ed.) Ciudad de México, Ciudad de México, México.

Barranco Fragoso, R. (18 de Junio de 2012). *Developer Works*. Recuperado Enero de 2018, de IBM.

Barrera, J. (14 de Diciembre de 2016). *El Universal*. Recuperado Marzo de 2018, de Inicia cobro electrónico en transporte público del Edomex:
<http://www.eluniversal.com.mx/articulo/metropoli/edomex/2016/12/14/inicia-cobro-electronico-en-transporte-publico-del-edomex>

Bouskela, M. (11 de Julio de 2016). *Ciudades Sostenibles, Blog*. Recuperado Enero de 2018, de BID:
<https://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2016/07/11/ciudades-inteligentes/>

Camacho, S. (2014). Megacentralidades: Propuesta de Integración de los CETRAM al Desarrollo Urbano de la Ciudad de México. Ciudad de México, México.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2002). Recuperado Marzo de 2018, de Sistemas de cobro electrónico de pasajes en el transporte público: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6401-sistemas-cobro-electronico-pasajes-transporte-publico>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (Julio de 2002). Sistemas de cobro electrónico de pasajes en el transporte público. Santiago de Chile, Chile.

CTS EMBARQ México. (Octubre de 2015). Proyecto de Transformación del Transporte Público Concesionado, Diseño Conceptual. Ciudad de México, México.

El Financiero. (9 de Febrero de 2017). *Metro subsidia con 14 mdp a mexiquenses que lo utilizan al día: Gaviño*. Recuperado Febrero de 2018, de El Financiero: Nacional : <http://www.elfinanciero.com.mx/nacional/metro-subsidia-con-14-mdp-a-mexiquenses-que-lo-utilizan-al-dia-gavino.html>

El Poder del Consumidor. (Noviembre de 2011). Calidad del transporte público en la Ciudad de México: Sondeo de opinión. Ciudad de México, México.

El Poder del Consumidor. (Agosto de 2017). *El Poder del Consumidor*. Recuperado Enero de 2018, de Publicaciones: <http://elpoderdelconsumidor.org/transporteeficiente/sistema-transporte-articulado-leon-guanajuato-se-convierte-referencia-nivel-nacional-e-internacional/>

Fuentes D., R. (1960). Importancia económica y social de los transportes. *SCOP*.

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) . (25 de Octubre de 2017). Boletín Desafío Modal 2017. Ciudad de México , México.

Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México. (2012). Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas. Ciudad de México, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *Geodesia*. Recuperado Enero de 2018, de Geografía:
<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geodesia/gps.aspx?dv=c1>

Iracheta, A. (2006). *La necesidad de una Política Pública para el Desarrollo de Sistemas Integrados de Transporte en Grandes Ciudades Mexicanas*. Zinacantepec, México: El Colegio Mexiquense.

Islas Rivera, V. (2000). *Llegando tarde al compromiso: la crisis del transporte en la Ciudad de México*. Ciudad de México, México.

Islas Rivera, V. M., Hernández García, S., Arroyo Osorno, J. A., Lelis Zaragoza, M., & Ruvalcaba Martínez, J. I. (2012). Movilidad de pasajeros en México: Implicaciones ambientales y económicas. (I. M. Transporte, Ed.) Sanfandila, Querétaro, México.

Islas Rivera, V., & Lelis Zaragoza, M. (2007). *Análisis de los sistemas de transporte. Volumen 1: Conceptos básicos*. Instituto Mexicano del Transporte. Querétaro: SCT.

Jans B., M. (2009). Movilidad Urbana: En Camino a Sistemas de Transporte Colectivo Integrados. *AUS (Valdivia)*, 9.

- Mayerstein, J. (5 de Mayo de 2015). *Intermodalidad de la bicicleta: El siguiente reto para la integración del transporte público*. Recuperado Febrero de 2018, de Nexos: <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=330>
- Medina, S. (29 de Septiembre de 2016). Nexos. Recuperado Febrero de 2018, de La brújula: El blog de la metropoli: <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=974>
- Medina, S. (9 de Agosto de 2017). Recuperado Febrero de 2018, de Nexos: Movilidad en el Estado de México, un círculo vicioso: <https://www.nexos.com.mx/?p=33309>
- Medina, S., & Johnson, G. (16 de Septiembre de 2016). *Cómo mejorar el transporte público con datos*. Recuperado Marzo de 2018, de Animal Político: <https://www.animalpolitico.com/bloguerostranseunte/2016/09/16/mejorar-transporte-publico-mediante-datos/>
- Pardo, C. (Febrero de 2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina. Santiago de Chile, Chile.
- Programa Integral de Movilidad 2013-2018. (15 de Octubre de 2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Ciudad de México.
- Sistema Integrado de Transporte Público. (s.f.). *El Sistema*. Recuperado Febrero de 2018, de Tullave es más que una simple tarjeta: http://www.sitp.gov.co/Publicaciones/el_sistema/tullave_es_mas_que_una_simple_tarjeta_adquierela
- Velarde, G. (11 de Julio de 2017). Nexos: *El tren México-Toluca, ¿la solución para Santa Fe?* Recuperado Febrero de 2018, de La brújula; El blog de la metropoli: <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=1398>

Victor M. , I. R., César, R. T., & Guillermo , T. V. (2002). *Estudio de la Demanda de Transporte*. Querétaro.

World Resources Institute México. (s.f.). *SIT: Sistema Integrado de Transporte para la Ciudad de México*. Recuperado Enero de 2018, de Sistemas Integrados de Transporte: <http://www.wri-ciudades.org/our-work/project-city/sit-sistema-integrado-de-transporte-para-la-ciudad-de-m%C3%A9xico>

Zaforas, M. (24 de Julio de 2017). *Tecnología para Negocio*. Recuperado Enero de 2017, de Paradigma: <https://www.paradigmadigital.com/techbiz/open-data-los-datos-estan-cambiando-mundo/>

Zimmerman, S., & Fang, K. (Marzo de 2015). *Public Transport Service Optimization and System Integration*. Washington, Estados Unidos. Recuperado Enero de 2018, de Public Transport Service Optimization and System Integration: <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2015/04/07/integrated-public-transport-systems-make-travel-easier-and-more-affordable>