

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS

DE TRANSPORTE URBANO

**Análisis del Impacto entre los Usuarios del Transporte Público por el Proyecto
del Tren Interurbano Toluca – Ciudad de México**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA EN

SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

PRESENTA

ANA KAREN AGUIRRE HERNÁNDEZ

DIRECTOR

M. en I. Raúl Soto Peredo

Ciudad de México, abril de 2019

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS ©

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

Agradecimientos

El presente trabajo de tesis, no hubiera sido posible gracias al apoyo de personas increíbles que estuvieron a mi lado en este camino, desde que comencé la carrera, hasta el final de ella, donde algunos permanecieron en él y otros, por alguna razón, ya no lo están, pero al fin y al cabo fueron parte esencial de que esto llegará a su fin.

En primer lugar quiero agradecer a Dios, sin mi creencia hacia él y la fe que existió para el término de este trabajo, no se hubiera concluido.

A mi madre, María del Rocío Hernández Zavala, porque sin tu apoyo incondicional, confianza en mí, palabras de ánimo y aliento en los momentos que más necesite, esto no hubiera sido posible, ya que hubiera tirado la toalla antes de convertirme en lo que ahora soy.

A mi director de tesis M. en I. Raúl Soto Peredo, ya que sin su apoyo, flexibilidad de horario, consejos, aclaraciones y demás, este trabajo no hubiera llegado a su fin, así como a mis lectores, Dr. Alberto Valdéz, M. en I. Gloria Londoño y M. en I. Francisco Alvarado, por su paciencia, correcciones, consejos y palabras de aliento.

A mis amigos, tanto de la universidad (desde el inicio hasta el fin de ella), trabajo, y externos a éstas, así como a mi familia, especialmente Maru e hijos, Lidia, Víctor (Q.E.P.D) e hijos, además de la familia De la Cruz Alexandre, los cuales me apoyaron en muchos momentos, Fernando, Olga, Ferchos, Chayo, Víctor, Beto, Reni, Juan, Amelia (Q.E.P.D).

Y finalmente, pero no por eso menos importante, a mi Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), por abrir las puertas a muchos jóvenes como yo en su momento, con una sola meta en común, convertirse en Licenciados, además de ayudar con la impresión de este ejemplar.

Contenido

Resumen	5
CAPÍTULO 1	7
Movilidad y accesibilidad en entornos urbanos	7
1.1 Motivos de viaje y medios de transporte en la Ciudad de México.....	10
1.2. Externalidades de la movilidad y el rol del transporte público.	12
1.3 Definiciones	14
1.4 Caracterización de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana de Toluca.	19
1.4.1 Ciudad de México	19
1.4.2 Zona Metropolitana de Toluca	22
1.5 Transporte en el entorno urbano.....	24
1.5.1 Contexto de los sistemas de transporte en el poniente de la CDMX.	24
1.5.2 Contexto de los sistemas de transporte en la ZMT.	33
1.5.5. Encuesta Origen-Destino 2007 (EOD 2007).....	40
1.5.6. Viajes entre entidades federativas	41
1.6 Externalidades de los sistemas de transporte	43
1.6.1 Sustentabilidad en el transporte público.....	46
1.6.1.2 Tren regional	47
CAPÍTULO 2	49
Tren Interurbano Toluca-Valle de México	49
2.1 Descripción del proyecto.....	55
2.1.1 Descripción de las estaciones.....	64
2.2 Impactos esperados	66
2.2.1 Demanda Actual.....	67
2.3 Problemática.....	69
CAPÍTULO 3	74
Recopilación de información	74
3.1 Diseño de la encuesta	77
3.1.1 Preparación de la encuesta	78

3.1.2 Aplicación de la encuesta.....	80
3.1.3 Codificación, captura y validación.....	81
3.1.4 Expansión y procesamiento.....	81
3.1.5 Resultados.....	82
3.2 Determinación del tamaño de la muestra	84
CAPÍTULO 4	86
Análisis de datos y diagnóstico	86
4.1 Captura y manejo de la información y resultados	87
4.1.1 Percepción actual	87
4.1.2 Percepción del proyecto	93
4.2 Transporte público vs transporte privado.....	97
4.2.1 Oferta en la ZMVM	98
4.2.2 Oferta en la ZMVT.....	99
CAPÍTULO 5	103
Conclusiones y recomendaciones.....	103
Bibliografía.....	108

Objetivo general.

Realizar un análisis cualitativo sobre el impacto que existirá entre los usuarios del transporte público actual, por el proyecto del tren interurbano México-Toluca, así como conocer la movilidad de dichos usuarios, además de la oferta de transporte que hay en ambas ciudades.

Objetivos particulares

- Identificar los principales sistemas de transporte tanto en la Ciudad de Toluca como en la de México, más próximos al proyecto del tren interurbano, y explicar las relaciones que tendrán con el mismo.
- Caracterizar a los usuarios potenciales del tren interurbano y verificar la demanda potencial.
- Identificar los posibles impactos del tren interurbano entre los usuarios del transporte público (autobuses) y privado (automóviles), a partir de la percepción que éstos tienen del proyecto.
- Verificar el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto del tren interurbano, a partir de la percepción de los usuarios potenciales.

Introducción

La ingeniería en transporte, a grandes rasgos es el área que se encarga del movimiento de bienes o personas en un determinado espacio, este puede ser por aire, tierra o agua.

El texto trata sobre la movilidad actual de las personas que viven en la zona poniente de la Ciudad de México (observatorio-santa fe), así como del municipio de Zinacantepec y el centro de la Ciudad de Toluca, que tipo de transporte utilizan, además del costo que tiene cada uno.

El impacto que tendrán estas zonas, con la incorporación de un nuevo modo de transporte totalmente diferente a los ya existentes, como lo es el tren interurbano, el cual es un modo férreo, ya que en la actualidad, solo existen modos en terrestres (carreteros), como lo es el autobús, como transporte público o el automóvil particular, como transporte privado, para poder moverse entre los puntos antes mencionados.

Por otra parte, se revisará el proyecto, además de los avances que existen acerca del Tren Interurbano Toluca-México, así como su factibilidad, esto con ayuda de la encuesta de interceptación, la cual fue realizada en las inmediaciones de las centrales de autobuses de las diferentes ciudades de estudio.

Finalmente, se realizan una serie de gráficos, donde se presentan los resultados de dicha encuesta, así como las conclusiones que se obtuvieron con ayuda de esta última, si es o no factible y algunas recomendaciones.

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal, conocer y analizar el proyecto del Tren Interurbano México-Toluca, desde su inicio hasta la actualidad, así como los diversos estudios realizados a este, la factibilidad del mismo, además del posible impacto que existe entre los usuarios del transporte público de ambas ciudades.

Se realiza una breve explicación sobre la movilidad y la accesibilidad en los entornos urbanos, definiendo ambos conceptos, los cuales serán utilizados a lo largo del trabajo, además de dar a conocer la dinámica poblacional de la Ciudad de México (en adelante CDMX) y la Zona Metropolitana de Toluca (en adelante ZMT).

Dentro de esta misma, se da a conocer las generalidades del transporte en el entorno urbano, el contexto de este en la zona de estudio de Santa Fe, la explotación y funcionamiento de su infraestructura y finalmente se toca el tema de la Encuesta Origen – Destino de 2007.

En una segunda parte, se realiza una investigación sobre el proyecto del Tren Interurbano, su descripción, se explican los impactos esperados, y finalmente hacer mención de su problemática.

En otro punto se realiza una recopilación de información, esto con la ayuda de uno de los varios estudios que existen para la toma de datos, la encuesta. Tomando como primer punto la metodología, seguido del diseño de la encuesta, determinar el tamaño de la muestra, así como ver la captura y el manejo de los datos obtenidos.

CAPÍTULO 1

Movilidad y accesibilidad en entornos urbanos

El medio urbano es un espacio construido por los seres humanos, conforme a un conjunto de criterios y valores que cambian de época en época y de sociedad en sociedad. (Technosite & ONCE, 2009)

El urbanismo de las décadas recientes, ha ido incorporando necesidades específicas de las personas con discapacidad física y sensorial. Para una accesibilidad universal al medio urbano, se requiere que la ciudad y cada uno de sus servicios se organicen de un modo en el cual permitan a cualquier persona poder desenvolverse en dicho entorno de la manera más segura, natural e independiente posible.

La adaptación de las ciudades a nuevas funciones económicas, a través del reordenamiento de la oferta de transporte, es un fenómeno común, a pesar del poco reconocimiento que existe hacia él (Alcántara, 2010).



Imagen 1. Ejemplo de entorno urbano en la Ciudad de México (Ángel de la Independencia)

Fuente: (La bicicleta, 2017)

Un ejemplo de esto, se encuentra en ciudades de Estados Unidos, la cuales empezaron a experimentar fuertes cambios a partir de la década de 1920 y luego evolucionaron a un ordenamiento de grandes sistemas viales como expresión de la dominación del automóvil.

En el caso de países europeos, grandes ciudades empezaron a vivir disputas en la adaptación del espacio a partir del fin de la Segunda Guerra Mundial, cuando la prosperidad económica llevó a un fuerte aumento en el número de automóviles en las calles, los cuales empezaron a pelear mercado con el transporte público. (Alcántara, 2010)

En el otro extremo, hay una gran variedad de situaciones en los países en desarrollo, ya que existen naciones muy pobres (como Bangladesh, en Asia; Zambia, en África; y Bolivia, en América Latina), las cuales dependen casi totalmente de medios no motorizados de transporte (caminata y bicicleta) o de autobuses. Consecuentemente, sus ciudades todavía no han sufrido grandes cambios, respecto a algún modo de transporte eficiente.



Imagen 2. Transporte público en Dakar, Senegal.

Fuente: (rehoteles.com, 2014)

Otros países en desarrollo más avanzados en su proceso de industrialización, ya han desplegado un conjunto más diversificado de medios de transporte, dentro del cual, los medios motorizados cumplen un importante papel, como ocurre en el caso de Argentina, Brasil, Corea del Sur y México. En estos países, el espacio urbano ya fue visiblemente transformado para adaptarse al aumento del transporte motorizado.

En América Latina, Buenos Aires, Santiago de Chile, Ciudad de México, Caracas y numerosas ciudades brasileñas, han evolucionado hacia nuevos y complejos patrones urbanos, como parte de importantes cambios sociales y económicos que ocurrieron, en su mayoría, después del término de la Segunda Guerra Mundial.

Algunos de los cambios, se han manifestado por la sobrepoblación de las principales capitales políticas o económicas, las dificultades para administrarlas debidamente, sus crecientes costos, la acumulación de responsabilidades sociales y materiales sobre las administraciones públicas (viviendas, empleo, educación, salud, etc.), entre otras. (García, 2005)

En algunas ciudades de América Latina, la relación entre estructura urbana y transporte dio su primer paso con las compañías extranjeras de transporte ferroviario y tranvías, las cuales desde principios del siglo pasado obtuvieron permisos para ofrecer servicios de transporte público.

Todas las grandes ciudades latinoamericanas (excepto la Ciudad de México), evolucionaron hacia sistemas de transporte público altamente dependientes de operadores privados de autobuses con débiles sistemas de transporte sobre carriles.

1.1 Motivos de viaje y medios de transporte en la Ciudad de México

Los principales factores que interfieren en la movilidad de las personas son: el género, la edad, la ocupación y el nivel de ingreso. La movilidad aumentará de acuerdo al incremento del ingreso, ya que tienen mayor posibilidad de realizar más viajes, no solo los “básicos”, como casa – escuela – casa o casa – trabajo – casa, si no que pueden generar un mayor número de interacciones, por ejemplo, casa – escuela – actividades lúdicas – compras – casa.

El uso de los diversos modos de transporte, está hilado con el nivel de ingresos, ya que las personas de ingresos medio bajos y bajos desempeñan el papel de peatones, ciclistas, motociclistas y usuarios del transporte público, en contraparte, los usuarios con ingresos mayores se mueven en automóvil particular, aunque existe un grupo de personas en este segmento que prefieren el uso bicicletas para que su traslado sea en un menor tiempo.

En el caso de la Ciudad de México, se destacan colonias como:

- Anzures
- Centro
- Condesa
- Cuauhtémoc
- Doctores
- Escandón
- Granada
- Polanco
- Roma Norte
- Roma Sur
- Tabacalera
- Xoco

Donde se ha impulsado el uso de la bicicleta como un medio alternativo de transporte, ya que en ellas se encuentran módulos de préstamos de bicicletas, así como infraestructuras pensadas para que los ciclistas puedan transitar.

En cuanto a oferta de transporte en la Ciudad de México, se encuentran los siguientes, los cuales se explicarán más adelante:

- Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC).
- Servicio de Transporte Eléctrico (STE), en el cual encontramos el Trolebús, Tren Ligero y los taxis eléctricos e híbridos en el centro de la CDMX.
- Sistema de Movilidad 1.
- Metrobús.
- Servicio de Transporte de pasajeros Colectivo Concesionado en la modalidad de Corredor.
- Tren Suburbano.
- Eco bici.
- Taxis.
- Servicios de taxis particulares (Uber, Cabify, Yaxi, entre otros).
- Servicio de Transporte de Pasajeros Colectivo Concesionado de Ruta.

1.2. Externalidades de la movilidad y el rol del transporte público.

La movilidad es una necesidad básica del ser humano, ya que el desplazamiento de un punto a otro permite al individuo realizar sus tareas cotidianas, realizando viajes con diferentes propósitos y en diferentes horas del día. (Obregón-Biosca, 2015)

La dinámica de las ciudades modernas, se caracteriza por los altos índices de movilidad de personas y bienes, esta dinámica se asocia con la dimensión física de la distribución territorial y de las actividades de la población, ya que mientras más crezca la ciudad, los viajes de grandes longitudes serán cada vez más numerosos.

Por esto, se dificulta la posibilidad de que los viajes se realicen a pie, por lo cual se recurre a un modo de transporte que reduzca el tiempo de su trayecto.

Es importante señalar que, el sistema de transporte en una ciudad, debe resolver las necesidades principales de los ciudadanos de manera sostenible, para lo cual, los diferentes planes de operación deben estar encaminados a atender las necesidades de los usuarios.

Sin embargo, debido a las contrariedades entre la oferta y la demanda de los servicios de transporte, en la mayoría de las ciudades de México se favorece el transporte en vehículos privados, dejando a un lado las políticas enfocadas al transporte masivo, pese a que el automóvil es usualmente visto como un enemigo del transporte sostenible, ya que (Obregón-Biosca, 2015):

- Incentiva la individualidad.
- Su costo de operación y mantenimiento es elevado.
- Genera desigualdad.
- Implica una inversión muy grande para muy pocos (esto en términos de la infraestructura urbana).
- Necesita de mucho espacio urbano para subsistir.
- Mayores índices de accidentabilidad.
- Baja capacidad (5 pasajeros)

Otros efectos de la movilidad se pueden observar en el consumo de diversos recursos, como el tiempo, el espacio, la energía y los recursos financieros, por mencionar algunos.

El espacio, por ejemplo, es un recurso que la movilidad demanda en forma de infraestructura para la circulación (autopistas, terminales de autobuses, estaciones de trenes y ferrocarriles metropolitanos).

La energía, es consumida por todos los vehículos motorizados y electrificados; ya sea diésel, gasolina, gas o electricidad. En tanto que el recurso financiero, engloba los costos de mantenimiento vial, señalizaciones, operación y fiscalización del tránsito (pago que el gobierno solventa); el pago de tarifas, por el uso de vehículos motorizados (transporte colectivo y taxis) así como los costos de cualquier vehículo individual.

Así, se observa, que los diferentes componentes que integran a los sistemas de transporte desde una perspectiva interna inciden en la movilidad.

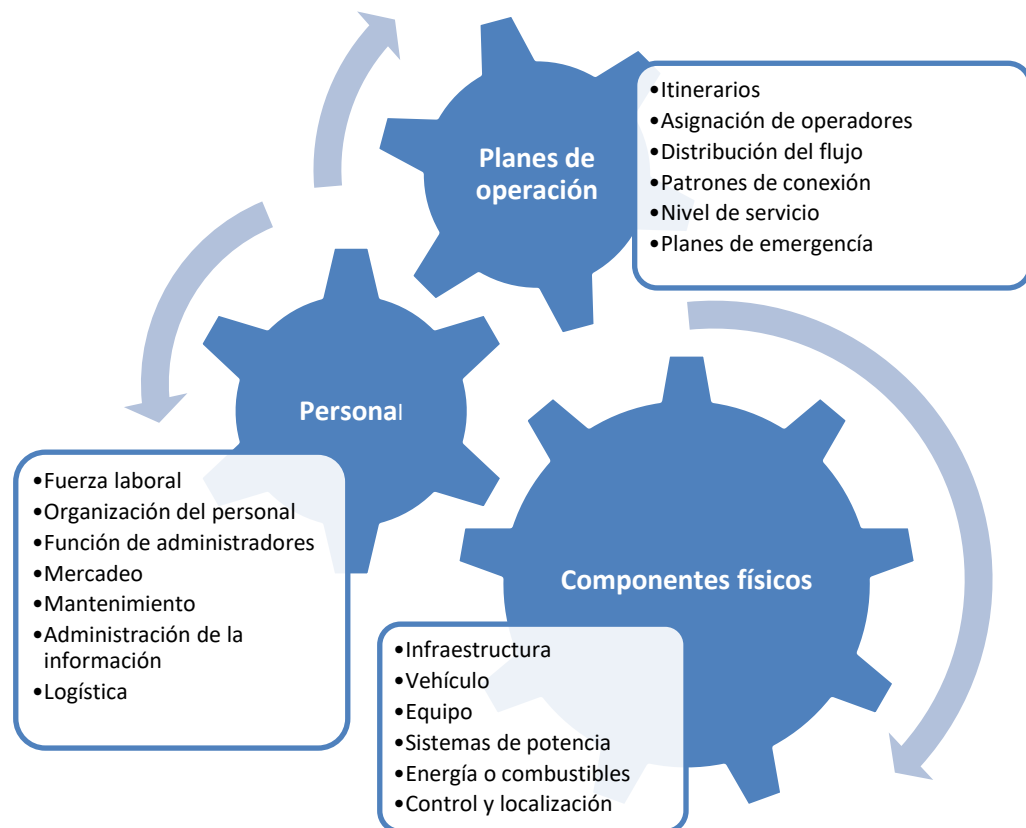


Imagen 3. Recursos consumidos por la movilidad desde una perspectiva interna.

Fuente: Adaptado a partir de Sussman (2006).

1.3 Definiciones

Movilidad: Se puede entender a la movilidad como una práctica social de desplazamiento en el territorio que conjuga deseos y necesidades de desplazamiento y capacidades de satisfacerlos. Esta se materializa en viajes y se le estudia a través de ellos; por otro lado, también se le considera una práctica social de desplazamiento entre lugares con el fin de concretar actividades cotidianas. (Gutierrez, 2012)

La movilidad varía conforme a condiciones objetivas, que involucran la cantidad y distribución en el territorio de la infraestructura y los servicios de transporte, y también los servicios de salud, educación, empleo, etc.

Accesibilidad: Según Obregón-Biosca (2015) se entiende como la disponibilidad de un ciudadano para movilizarse y la posibilidad de acceder a sus necesidades.

Se puede dividir en dos tipos, la primera es la macro accesibilidad, la cual se refiere a la facilidad para cruzar el espacio y llegar a las construcciones y equipos urbanos deseados. Esta puede ser alterada por el proceso de ordenamiento de la circulación, en el caso de las vialidades de un solo sentido y de las que no estaban conectadas con vías principales, aumentando las posibilidades de interconexión y penetración del espacio.

Y, en segundo término, la micro accesibilidad, la cual se refiere a la facilidad relativa de acceso directo a los automóviles o destinos deseados (condiciones de estacionamiento y de acceso a paraderos). (Alcántara, 2010)

Vialidad: es un conjunto de espacios públicos abiertos en la ciudad, esta permite el desplazamiento de un punto a otro, el uso de mobiliario urbano y el aprovechamiento de instalaciones al aire libre como los parques. (Technosite & ONCE, 2009)

Nivel de servicio de la infraestructura, se clasifica por de la siguiente manera (Transportation Research Board):

- Nivel A: La velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor, además de que si el vehículo alcanza a otro más lento se puede adelantar sin sufrir demora alguna, por tanto, su condición de circulación es libre y fluida.
- Nivel B: Aquí la velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos, pueden existir pequeñas demoras en ciertos tramos, pero sin que se llegue a la formación de colas y finalmente su circulación es estable a alta velocidad.
- Nivel C: La velocidad y la libertad de maniobra es mucho más reducida, por tanto, llegan a formarse grupos y las demoras aumentan con la formación de colas poco consistentes, así que su nivel de circulación es estable.
- Nivel D: Aquí la velocidad y libertad de maniobra quedan restringidas y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Existen velocidades de operación tolerables, pero pueden ser afectadas por los cambios en las condiciones del tránsito, además, los conductores tienen poca libertad de maniobras.
- Nivel E: La velocidad es aún más reducida y uniforme para todos los vehículos, alrededor de 40-50 km/h, se forman largas colas de vehículos, además de que es imposible realizar adelantamientos.
- Nivel F: Se forman largas filas y densas colas, circulación intermitente mediante frenados continuos y arranques sucesivos, se dice que la circulación se realiza de manera forzada.

Nivel de servicio del usuario: algunas variables importantes del nivel de servicio para el transporte de viajero son: (Sussman, 2006)

- Precio
- Tiempo de viaje
- Frecuencia del servicio
- Confort
- Seguridad

El nivel de servicio no es simplemente medido por una variable como el tiempo de viaje o la seguridad; en sí, es una combinación de calificaciones a diversas variables que las personas (ya sean viajeros, expendedores, receptores) darán y así saber acerca de qué modo de transporte elegir.

Este no debería pensarse como una variable estática, sino dinámica, ya que va cambiando de acuerdo al tiempo o, por los intereses para realizar un viaje.

Derecho de vía: según Molinero y Sánchez, lo definen como la porción de la vialidad o superficie de rodamiento por donde circulan las unidades de transporte, incluyendo al peatón. Estos pueden presentarse en tres tipos diferentes, los cuales, a lo largo de su trazo pueden presentar uno o varios derechos de vía, siendo los siguientes:

- Tipo C: este representa la vialidad donde su superficie de rodamiento es compartida entre varios medios de transporte, es decir, opera con tránsito mixto. Algunos ejemplos son los ejes viales de la Ciudad de México.
- Tipo B: este tipo muestra una separación física del tránsito longitudinal a través de elementos fijos, como barreras y guarniciones. Sin embargo, mantiene los cruces a nivel con otros vehículos y peatones. Un ejemplo de este, se considera el Metrobús de la Ciudad de México.
- Tipo A: este tipo de derecho de vía, muestra una separación física tanto longitudinal como vertical del derecho de vía; esto evita cualquier interferencia entre vehículos y peatones. Y como un buen ejemplo, existe el sistema de transporte colectivo metro en la Ciudad de México y las autopistas urbanas para el caso del transporte privado.

Función de utilidad o costo generalizado del transporte (Ortúzar, 2008)

$$c = T_v + T_e + T_a + T_t + C + C_t + U$$

Dónde:

T_v : tiempo de viaje a bordo del vehículo

T_e : tiempo de espera en la parada

T_a : tiempo de acceso

T_t : tiempo de transbordo

C: tarifa (o costo monetario de usar automóvil)

Ct: costo terminal (estacionar)

U: penalidad modal (atributos no incluidos, como lo es la seguridad, confort, etc.)

Costos de transporte (Alcántara, 2010): Estos se integran en costos monetarios tangibles, como las tarifas del transporte público, combustible, estacionamiento, seguros, costos de manutención y en costos intangibles, como el tiempo que se gasta en los desplazamientos.

Calidad ambiental (Alcántara, 2010): Este representa el nivel de impacto del tráfico en las condiciones atmosféricas y de ruido, y la compatibilidad entre el tipo de tráfico y el ambiente.

Entorno Urbano: Este término es utilizado en las discusiones sobre el aire, el agua, el suelo, el clima, la vegetación y la vida animal. Se refiere a una organización relativamente central y confusa del espacio en que se vive, además puede incluir cualquier área que abarque desde metrópolis, centros urbanos, franjas semiurbanas, barrios, suburbios, hasta ciudades medianas. (Sénécal, 2007)

Dinámica poblacional (INEI, 2007): Se refiere al crecimiento de la población y su proyección hacia el futuro, teniendo relaciones con los aspectos ecológicos, sociales, económicos y en general con las condiciones de vida de la población.

Transporte: Es un conjunto de acciones que se repiten constantemente y que tiene por objeto el cambio de posición con respecto al espacio de personas y/o cosas, cuya utilidad es mayor en otro lugar. Se encuentra ligado a eventos económicos y sociales, por lo que reviste gran importancia al condicionar la realización de tales eventos a las características de cantidad, calidad y de forma que se puedan otorgar a las acciones de traslado. (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007)

Transporte urbano (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007): Este, como parte de la movilidad urbana, se define como un sistema de medios (infraestructuras y vehículos) para llevar personas de un lugar a otro dentro de la ciudad.

Transporte suburbano (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007): es el que se realiza entre las ciudades y sus suburbios, esto es, en las zonas que, por razones político-administrativas o geográficas, no pertenecen directamente a la ciudad, pero están íntimamente ligadas a su vida económica y social, o forman parte de su misma “mancha urbana”.

Transporte interurbano (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007): es aquel que tiene como origen y destino de los viajes a las ciudades. Conecta ciudades y pueblos y es básico para el transporte de mercancías pesadas y grandes contingentes de personas, aunque la mayoría de los vehículos que se desplazan por estas carreteras son pequeños (privados).

La diferencia de cada uno de estos tipos de transporte no se limita al ámbito geográfico, aunque sea ello lo que sirva para clasificarlo. Existen grandes diferencias en la tecnología usada, el tipo de productos o de personas que se transportan, y en general la forma como se realiza el transporte. Por esto es necesario definir “**Medio**” y “**Modo**” de transporte, ya que esto servirá para caracterizar e/o identificar de manera clara el servicio que se analiza.

Medio de transporte (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007): este se entiende como el recurso físico por el que transitan los vehículos, que son usados para el traslado de las personas y los bienes, entre estos se distingue el terrestre, aéreo y acuático, como los más representativos.

Modo de transporte (Islas Rivera & Lelis Zaragoza, 2007): se entiende a las entidades que se caracterizan por una similitud tecnológica, operativa y administrativa. Dicha similitud se traduce en una forma específica de realizar el traslado de las personas y los bienes, además de compartir un mismo medio (autotransporte, ferroviario, aéreo, marítimo de altura, marítimo de cabotaje, etcétera).

Metrópoli: Es la concentración urbana más importante de un territorio y se caracteriza por la diversidad y el elevado número de empleos que ofrece, por su protagonismo como núcleo donde se localiza el poder político, y lugar de abastecimiento para un conjunto de bienes o servicios de consumo menos frecuente. (SCT, 2013)

Zona Metropolitana (SCT - SENERMEX, 2013): Se refiere al conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenía, también se incluyen aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y las políticas urbanas.

Infraestructura (Sussman, 2006): es una parte fija de los sistemas de transporte, y puede dividirse en tres categorías:

- Caminos: aquí entran las autopistas y/o carreteras, en las cuales puede circular cualquier vehículo, también se encuentran las líneas férreas, donde solo los coches del ferrocarril son los que circulan en dicha infraestructura, y finalmente entran los corredores aéreos y las tuberías subterráneas.
- Terminales: existen distintas, esto dependiendo del tipo de camino, por ejemplo, las terminales de autobuses, vías férreas de carga y aeropuertos, su función principal es regular la salida y llegada de los vehículos, aunque también suelen utilizarse como almacenes o pernocta y finalmente sirven como un punto de intercambio del modo de transporte.
- Estaciones: son sitios intermedios en el derrotero, donde el usuario puede entrar o salir de los diferentes modos de transporte.

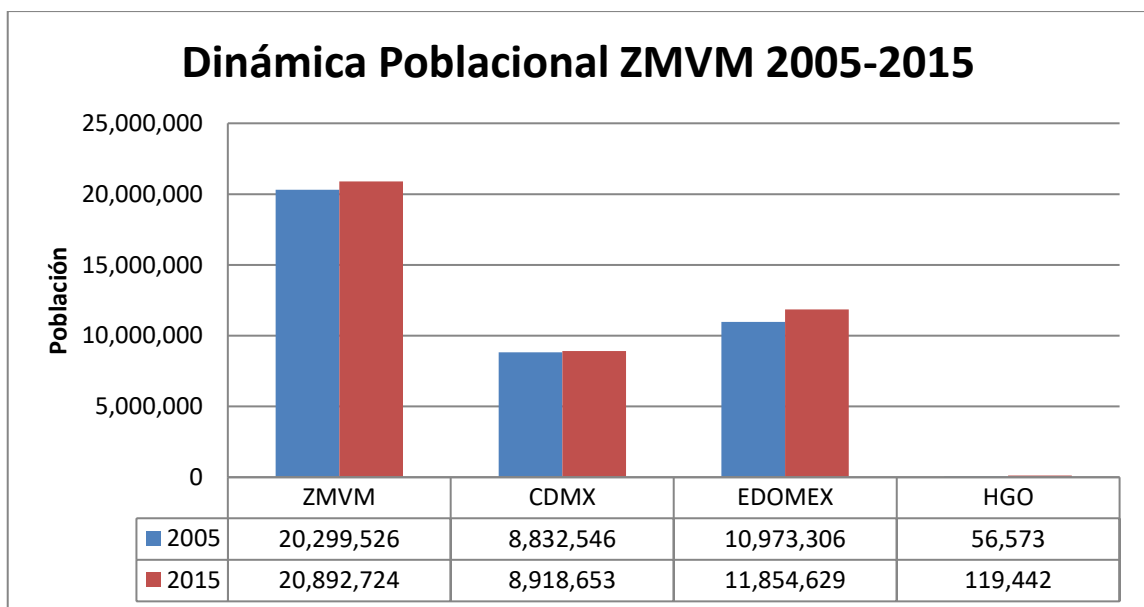
1.4 Caracterización de la Ciudad de México y la Zona Metropolitana de Toluca.

1.4.1 Ciudad de México

El proceso de urbanización y la conformación de zonas metropolitanas son fenómenos muy representativos desde el siglo XX. El proceso de urbanización, se conforma por la ciudad y el ámbito contiguo edificado, esto manteniendo la continuidad física respecto a un núcleo, el cual puede ser interrumpido por formas territoriales distintas a lo urbano. (García-González, Adame-Martínez, & Sánchez-Nájera, 2015)

En las últimas dos décadas, la Ciudad de México en conjunto con su Zona Metropolitana, ha experimentado un aumento en su entorno urbano, esto ha hecho que la zona requiera de una infraestructura mucho más grande ya que no se da abasto con la existente, enriqueciendo el desarrollo urbano y así contar con una gran infraestructura. (COMETRAVI, 2005)

En cuanto a la población se refiere, en el siguiente gráfico se observa el aumento de la población en 10 años (de 2005 a 2015), se puede notar que en este lapso de tiempo existe un crecimiento de la población en cada región que integra a la Zona Metropolitana del Valle de México.



Gráfica 1. Dinámica poblacional de la ZMVM 2005-2015.

FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI.

A continuación, se muestra el incremento poblacional porcentual de los años 2005 y 2015, de la Zona Metropolitana del Valle de México, donde se observa que el mayor índice de crecimiento se encuentra en Hidalgo con el 111 %:

$$\text{ZMVM} = ((20,892,724 - 20,299,526) / 20,299,526) * 100 = 2.92\%$$

$$\text{CDMX} = ((8,918,653 - 8,832,546) / 8,832,546) * 100 = 0.97\%$$

$$\text{EDOMEX} = ((11,854,629 - 10,973,306) / 10,973,306) * 100 = 8.03\%$$

$$\text{HGO} = ((119,442 - 56,573) / 56,573) * 100 = 111.12\%$$

Esta dinámica ha estado asociada al deterioro de la calidad de aire de la Zona Metropolitana del Valle de México, ya que debido al aumento poblacional en tan poco tiempo, se han incorporado a las rutas de transporte diversas unidades que no son aptas para prestar el servicio, ya que existen unidades que tienen alrededor de 25 años de antigüedad (según cifras al año 2005), esto agrava la situación de degradación del medio ambiente y el agua, en especial, poniendo en una situación de vulnerabilidad a la población del área metropolitana del Valle de México. (COMETRAVI, 2005), pese a los más recientes esfuerzos por renovar el parque vehicular.

Esto último, poniendo como ejemplo, los nuevos servicios de transporte de pasajeros colectivos concesionado en la modalidad de Corredor, como COPESA, COREVSA, SVBus, entre otros, además de los taxis eléctricos que se pusieron en marcha en el centro de la Ciudad de México, el sistema de movilidad 1, y la actual línea 7 del Metrobús, son los derroteros que se han conocido como mejora del transporte público.



Imagen 4. Autobuses del Corredor Periférico (COPESA)

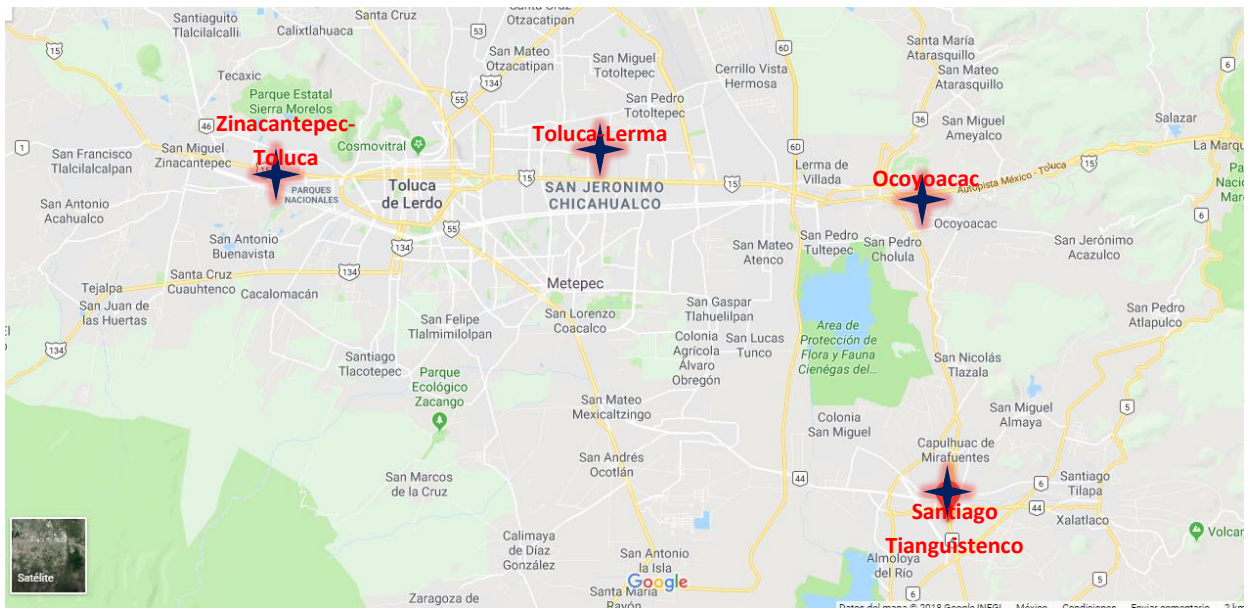
Fuente: (Corredor Periférico S.A de C.V. COPESA, 2017)

1.4.2 Zona Metropolitana de Toluca

La Zona Metropolitana de Toluca (ZMT), se fortaleció a principios de 1970, esto a partir de la consolidación del sector industrial, el cual se reflejó directamente en el incremento poblacional, y con esto el aumento de la necesidad de mayor equipamiento e infraestructura vial tanto para el eje articulador al interior de la ciudad, así como para fortalecer la comunicación con el exterior. (Centro Mario Molina, 2014)

En este sentido, esta área ha pasado de ser una zona de agricultura (donde predominaba el maíz), a una zona industrial, y actualmente comercial y de servicios. (García-González, Adame-Martínez, & Sánchez-Nájera, 2015)

Uno de los factores al que se le puede atribuir el rápido crecimiento urbano en Toluca, es la política de descentralización de la industria con el corredor industrial Toluca-Lerma, Parque Industrial Santiago Tianguistenco, Zona industrial Zinacantepec-Toluca y la Zona industrial Ocoyoacac.

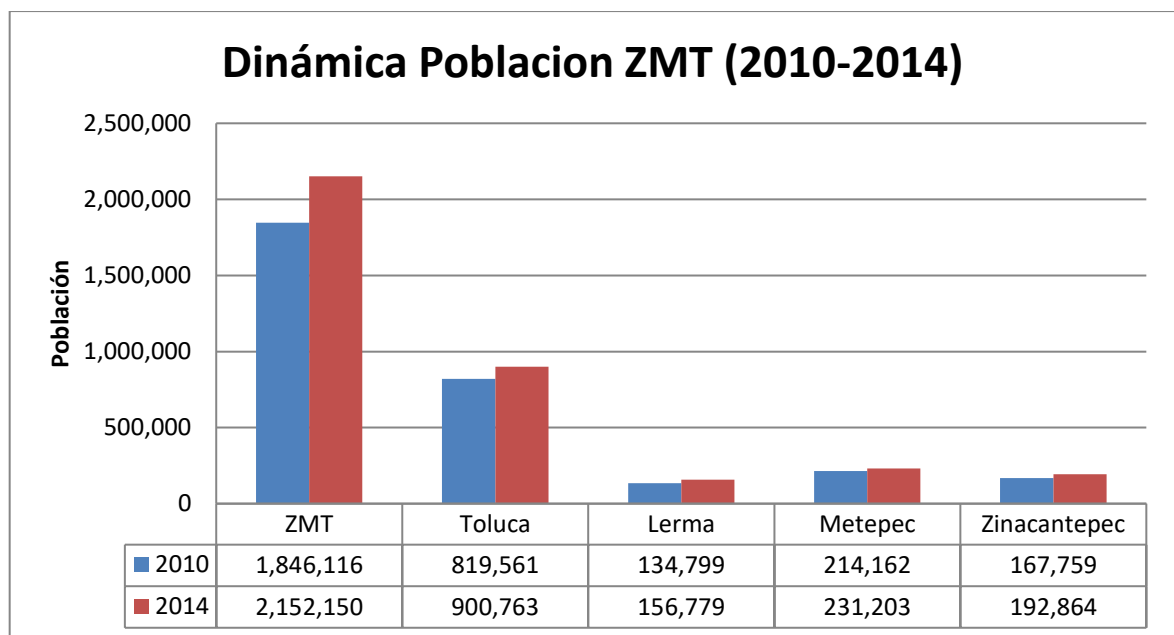


Mapa 1. Zonas Industriales.

Fuente: Google Maps (Marzo, 2018)

Las actividades económicas, vivienda, equipamiento, servicios y la población de la ciudad, también influyen en la expansión física de la misma, debido a que esta amplía su radio de influencia, y por esta razón se generan nuevos centros de trabajo y de concentración de servicios dentro del área urbana.

Respecto a la distribución de la población por municipio, más de la mitad de sus habitantes se encuentran en el municipio de Toluca, el segundo municipio de residencia es Metepec con un 16% de la población, y el resto de municipios concentran poblaciones que representan menos del 6% con respecto a la población total del área de estudio.



Gráfica 2. Dinámica poblacional de algunos municipios de la ZMT 2010-2014.

FUENTE: Elaboración propia con datos de COESPO. (COESPO, 2014)

A continuación, se muestra el incremento poblacional porcentual de los años 2010 y 2014 de la Zona Metropolitana de Toluca:

$$\text{ZMT} = ((2,152,150 - 1,846,116) / 1,846,116) * 100 = 16.57\%$$

$$\text{TOLUCA} = ((900,763 - 819,561) / 819,561) * 100 = 9.90\%$$

$$\text{LERMA} = ((156,779 - 134,799) / 134,799) * 100 = 16.30\%$$

$$\text{METEPEC} = ((231,203 - 214,162) / 214,162) * 100 = 7.95\%$$

$$\text{ZINACANTEPEC} = ((192,864 - 167,759) / 167,759) * 100 = 14.96\%$$

Según el Estudio de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca, se señala que el uso de suelo agrícola es el que ocupa una mayor superficie con un total de 112,357 hectáreas, seguido del uso urbano, que ocupa 39,500 hectáreas, las cuales se encuentran en el centro del Municipio de Toluca y se dispersan en la periferia de la metrópoli. En tercer lugar, lo ocupa el bosque, con una superficie de 32,151 hectáreas, el cual se mantiene alejado de la presión del crecimiento urbano, todo esto referido al año 2011.

Por otro lado, la ZMT es parte de una intensa dinámica urbana regional a nivel de la zona centro del país, misma que se encuentra caracterizada en gran medida por actividades del sector terciario.

De las actividades antes señaladas se deriva el personal ocupado, variable que se considera de particular interés por su relación con la naturaleza y ubicación del empleo, por ende, con los patrones de movilidad. En este sentido el personal ocupado refleja el tipo de capital humano que demanda la economía metropolitana.

De manera particular, el corredor Tollocan, destaca en el tramo correspondiente con los municipios de Toluca, Lerma, Metepec y San Mateo, por tanto se considera como un eje importante concentrador del empleo en la metrópoli. Siendo la zona centro de Toluca, la zona con la productividad más alta.

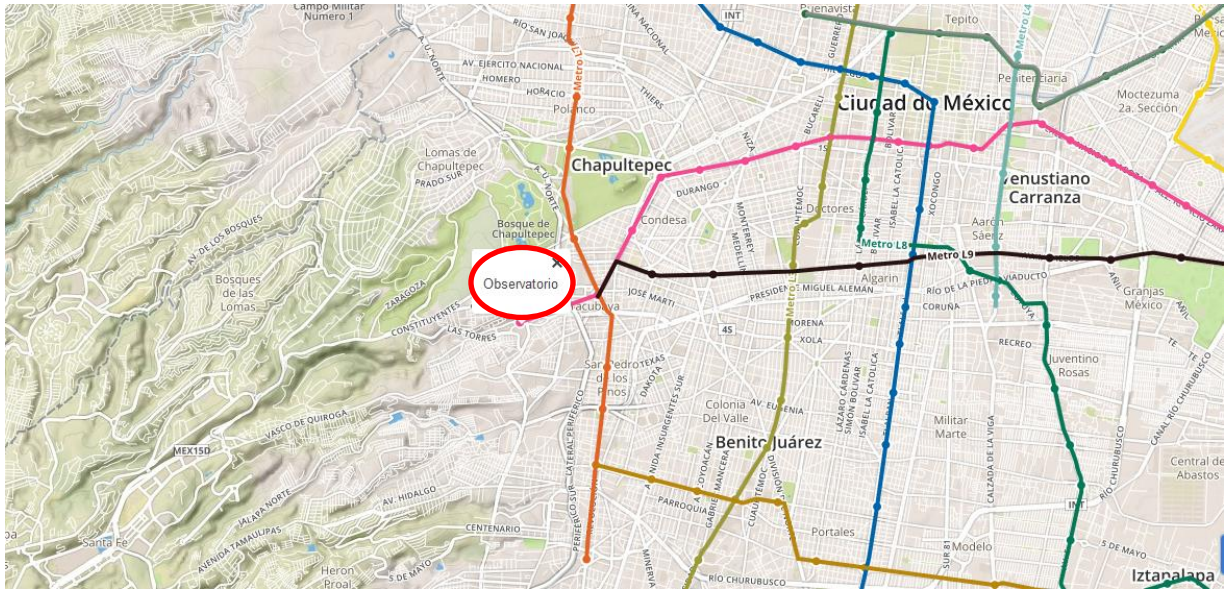
1.5 Transporte en el entorno urbano

Señalar el entorno urbano implica, la comprensión de ambientes modificados, transformados, perturbados y recreados. Al tratar de comprender el medio ambiente, y de mirar más allá de la naturaleza en general, nuestra atención se dirige hacia las formas en que la sociedad se organiza y el entorno se moldea. (Sénécal, 2007)

1.5.1 Contexto de los sistemas de transporte en el poniente de la CDMX.

En el caso del Distrito Federal, al 2006, el servicio de transporte colectivo cubría 9.6 millones de los viajes diarios, es decir 60.16% de los desplazamientos. Cuenta con un parque de 30,170 unidades de las cuales 20 mil son Microbuses y proporcionan servicio a la población de la ZMVM con 106 organizaciones, de las cuales 9 son empresas y el resto son asociaciones civiles. En conjunto suman 104 rutas y 1,150 ramales que representan **8,000 kilómetros** de servicio. (PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD 2007-2012)

El *Sistema de Transporte Colectivo – Metro* (STC-Metro) es el organismo encargado de la operación de este sistema. Para el año de 2006 contaba con una red de **201 kilómetros**, 250 trenes en operación que transportaban diariamente 4 millones 356 mil pasajeros en día laborable, en 116 mil kilómetros de recorrido. Esto se tradujo en el traslado durante el año 2006 de más de 1,417 millones de usuarios.



Mapa 2. Líneas del STC Metro cercanas a la zona poniente de la ciudad de México.

FUENTE: (ITDP, 2018)

El Gobierno del Distrito Federal opera, mediante el organismo público *Red de Transporte de Pasajeros*, un parque vehicular de 1,266 autobuses para prestar el servicio a 640 mil pasajeros que recorren más de 213 mil kilómetros, en día laborable, con una red en operación a finales del año 2006 de **3,098.6** kilómetros de longitud.

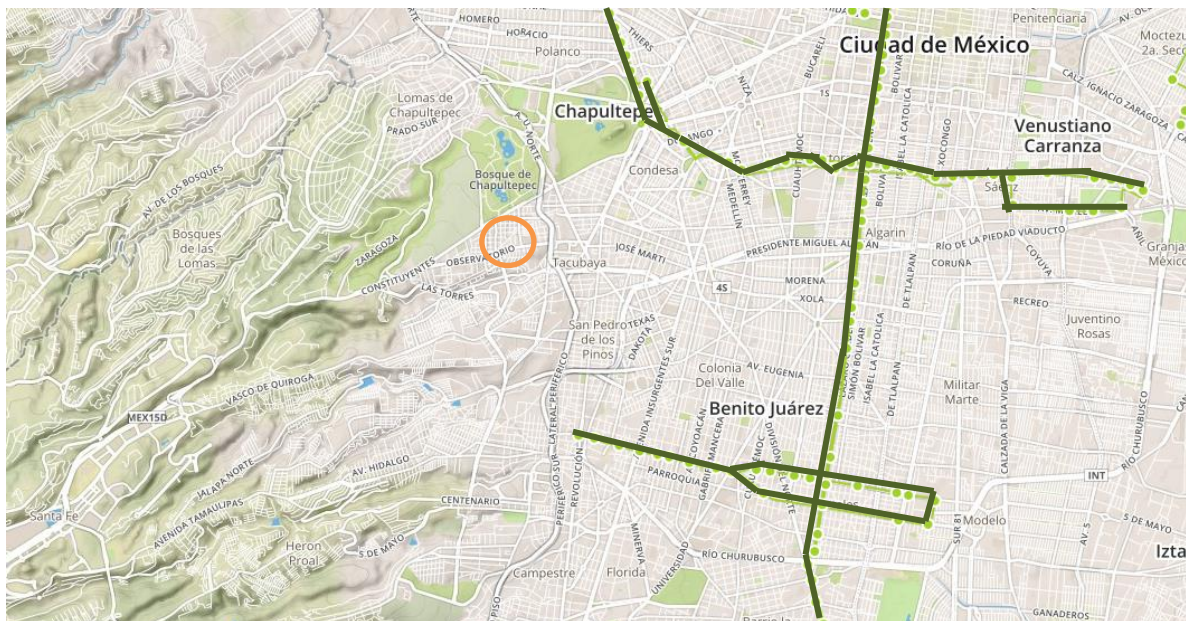
En el caso del *tren ligero*, éste opera en el sur de la Ciudad de México dando un servicio a la población de las Delegaciones Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco, brindando su servicio a través de 16 estaciones y 2 terminales, mediante 20 trenes dobles acoplados con doble cabina de mando, con capacidad máxima de 374 pasajeros por unidad y cuenta con una longitud de ruta de 13,04 kilómetros. (Servicios de Transportes Eléctricos, s.f.)

Hablando del *trolebús*, este cuenta con 8 líneas en servicio, con una longitud de operación de 203.64 kilómetros, incluye los Corredores Cero Emisiones "Eje Central", Eje 2 - 2A Sur y el nuevo Corredor Cero Emisiones Bus - Bici "Eje 7 - 7A Sur", inaugurado el 1 de noviembre de 2012, su nombre es debido a que comparte vialidad con ciclistas.

Es llamado **cero emisiones**, ya que su propósito es transformar la vialidad para reducir las emisiones a la atmosfera producidas por microbuses, autobuses y otros medios de transporte con motores de combustión interna. (La Jornada, 2008)

La flota vehicular programada es de 290 trolebuses, los cuales operan a un intervalo de paso promedio de 4.0 minutos, todas dentro de la Ciudad de México (CDMX).

En el Mapa 3, se observa que no hay transporte eléctrico cerca de la zona poniente de la ciudad de México.



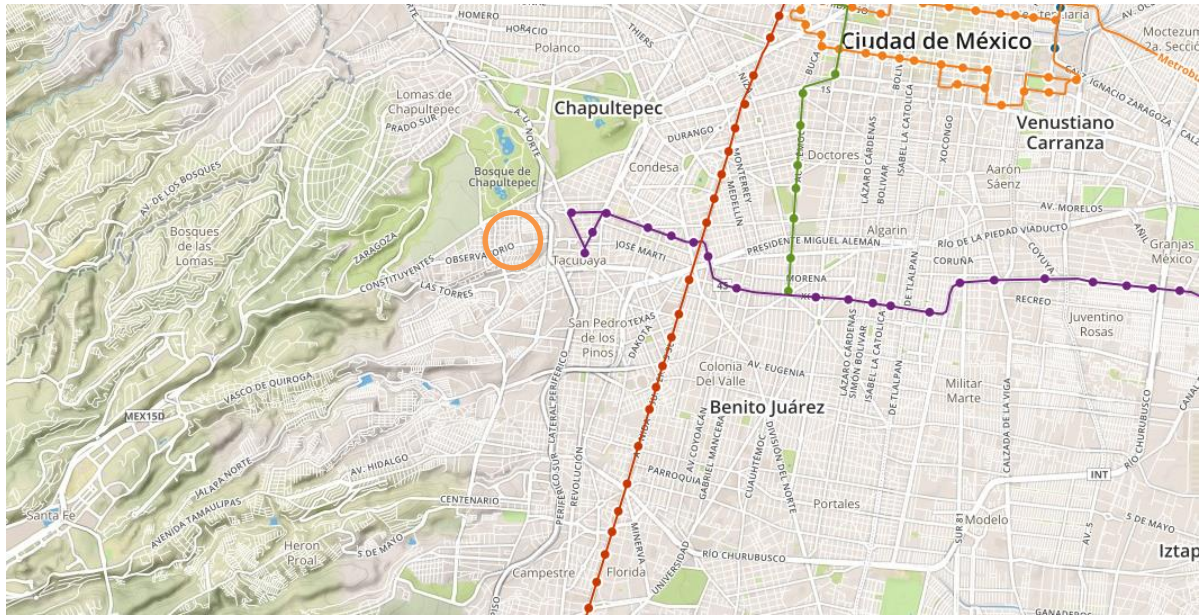
Mapa 3. Red del Servicio de Transporte Eléctrico (Trolebús) cercano a la zona poniente de la Ciudad de México.
FUENTE: (ITDP, 2018)

El *Servicio de Transporte Eléctrico* (STE), también tiene a su cargo el servicio de taxis eléctricos, a los cuales se refiere como modelos de movilidad de transporte sustentable a favor del medio ambiente y en beneficio de todos los que habitan la Ciudad de México, con una capacidad de 4 pasajeros y, una autonomía de 175 km para el recorrido de la ciudad. (Servicio de Transportes Eléctricos, s.f.)

Por otro lado, bajo el segmento del servicio de taxi, también existen diversas bases identificadas de manera regular, distribuidas en varios puntos de la ciudad, en donde se cuentan con vehículos de diferentes prestaciones, aunque en su mayoría, utilizan gasolina como combustible.

Existen también los servicios de taxi “privado”, por medio de aplicaciones, entre las más conocidas se encuentran “Uber”, “Cabify”, y “Easy Taxi”, donde su objetivo es trasladar personas de un origen a un destino con una alta calidad de servicio y a un costo no tan elevado, estos, son vehículos particulares que juegan el papel de conductores de estos “taxis”, por medio de la aplicación es como se obtiene un viaje, para el caso de los pagos, se tiene la opción de registrar una tarjeta de débito o crédito, o pago en efectivo.

Según la página del *Metrobús* (Metrobus, s.f.), este modo lo define como un sistema de transporte, basado en autobuses, que brinda movilidad urbana de manera rápida y segura por medio de la integración de una infraestructura preferente, operaciones rápidas y frecuentes, y sistema de pago automatizado.



Mapa 4. Red de Metrobús cercano a la zona poniente de la Ciudad de México.

FUENTE: (ITDP, 2018)

Cuenta con diversos componentes, que lo clasifican como un BRT (Bus Rapid Transit), el cual combina estaciones, vehículos, servicios y alta tecnología en un sistema integral. Estos componentes son:

- **Infraestructura:** en general, cuenta con un carril confinado que permite el tránsito libre a los autobuses articulados y biarticulados, además de las estaciones de plataforma elevada que permiten el ingreso al nivel de los autobuses al usuario.
- **Organización:** Aquí entran los concesionarios de operación, las cuales son las empresas privadas con la concesión de brindar el servicio de operación de flota. Por otro lado, están los concesionarios de recaudación, los cuales también son empresas privadas, pero estos dedicados a brindar el servicio de la recaudación de la tarifa, y finalmente el organismo público, el cual es el responsable de la administración, planeación y control de sistema.
- **Operación:** Aquí entra el servicio, el cual es programado y controlado para que sea rápido y frecuente entre origen y destino, la capacidad para atender altas demandas de pasajeros, la seguridad en el ascenso y descenso rápido, seguro y a nivel y, el pasaje es totalmente automatizado por medio de tarjeta inteligente.

- Tecnología: En la flota se ve en los autobuses de gran capacidad con alta tecnología y muy bajas emisiones contaminantes, el peaje y/o forma de pago y el control central, el cual sirve para tener una correcta ubicación y programación de autobuses.

El *Tren Suburbano* es el medio de transporte entre el Estado de México y la Ciudad de México, este es la opción más adecuada para recorrer grandes distancias a un precio accesible, de una manera cómoda, segura y responsable con el medio ambiente, estando en operación desde junio de 2008, en el tramo de Buenavista a Lechería.

El recorrido que va de Buenavista a Cuautitlán, generalmente se realizaba en un tiempo de 2.5 horas, lo cual cambió con este proyecto a una reducción de un máximo de 25 minutos. Cuenta con 5 estaciones intermedias, las cuales son:

- Tultitlán
- Lechería
- San Rafael
- Tlalnepantla
- Fortuna

Donde esta primera etapa cuenta con 27 kilómetros, los cuales atienden a 4 municipios del Estado de México (Tlalnepantla, Tultitlán, Cuautitlán y Cuautitlán Izcalli), además de dos delegaciones de la Ciudad de México (Cuauhtémoc y Azcapotzalco). (Ferrocarriles Suburbanos, 2017)

Los beneficios del tren suburbano se detallan a continuación:

- Transporta cerca de 180,000 pasajeros diariamente, y 100 millones anualmente.
- 4.8 millones de habitantes son beneficiados por su operación.
- Ahorro en tiempo de viaje (cerca del 70% de reducción de tiempos de viaje en los traslados en la zona norte de la Ciudad de México y en los municipios del Estado de México.
- Reducción de contaminantes.
- Viajes seguros (cuenta con cámaras de seguridad en vagones, estaciones y andenes)

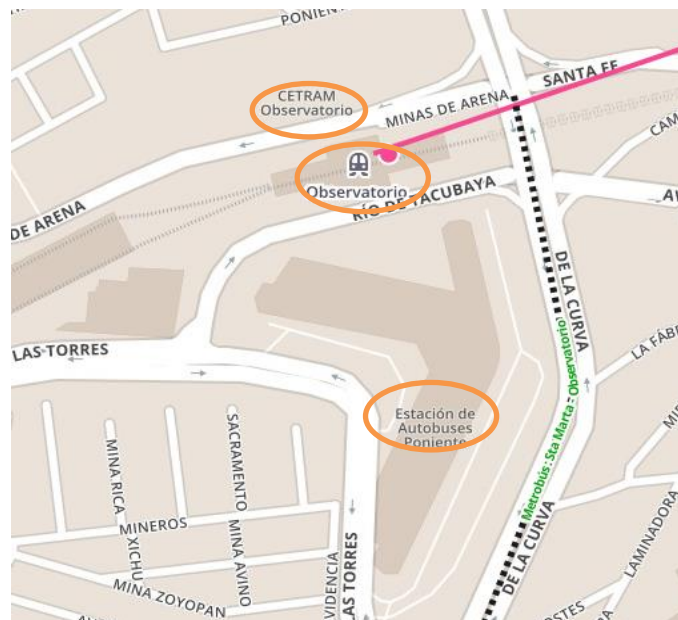
De la oferta de servicios de transporte público de la Ciudad de México a la Ciudad de Toluca, en particular de aquellos que se encuentran en el poniente de la Ciudad se destaca lo siguiente. En la tabla 1, se realiza una comparativa de los diversos modos de transporte público y particular que existen para la ruta de Observatorio – Toluca, en la que se considera el tiempo de recorrido, distancia y costo entre cada uno de estos.

Tiempo de recorrido (min)	Distancia recorrida (km)	Modo de transporte	Costo/Tarifa (\$)
60 – 100	56	Automóvil particular	217
49-58	60	Motocicleta	116
60	60	Autobús	80-90
39	58	Tren Interurbano	80

Tabla 1. Comparativa de los modos de transporte existentes en la ruta Ciudad de México (Observatorio) – Ciudad de Toluca.

FUENTE: Elaboración propia con datos de MAPPIR SCT. (Mappir México, s.f.)

- Metro Observatorio (Línea 1 STC)
- Santa Martha-Observatorio (GMT)
- Santa Fe-Balderas (M1 RTP)
- Santa Fe-Miguel Ángel de Quevedo (M1 RTP)



Mapa 5. Ubicación de terminales de transporte (Metro Observatorio, Terminal poniente de autobuses y CETRAM Observatorio)

FUENTE: (ITDP, 2018)

Delegación	Infraestructura vial	Sistema de transporte
Álvaro Obregón	San Antonio, Camino Real a Santa Fe, Vasco de Quiroga, Santa Lucía, Av. Constituyentes, Av. Observatorio, Av. Centenario, Calz. Las Águilas, Av. Toluca y Camino Real al Desierto de los Leones.	STC Metro (Línea 1, 3 y 7) con 2 estaciones de paso y una terminal, 3 CETRAM, Observatorio, Barranca del Muerto y San Ángel, RTP, Trolebús, rutas de microbuses y autobuses, sitios de taxi.
Cuajimalpa	Carretera Federal México-Toluca, Autopista Constituyentes-La Venta-La Marquesa (Autopista de cuota a Toluca) y Autopista Chamapa-La Venta.	25 rutas constituidas por transporte concesionado, 12 rutas del RTP y 5 líneas de autobuses que viajan por la carretera federal a Toluca.
Miguel Hidalgo	<p>Vías de acceso controlado: Av. Río San Joaquín, Anillo Periférico y Viaducto Miguel Alemán.</p> <p>Vialidades primarias: Av. Revolución, Av. Patriotismo, Calz. México-Tacuba, Calz. Legaría, Av. Marina Nacional, Calz. Mariano Escobedo, Av. Ejército Nacional, Paseo de la Reforma, Av. Constituyentes (Eje 1 Sur), Av. Observatorio (Eje 4 Sur), Av. Parque Lira, Vicente Eguía (Eje 3 Sur), Thiers (Eje 3 Pte.).</p> <p>Vías secundarias: Miguel de Cervantes Saavedra, Lado Alberto, Newton, Homero, Felipe Carrillo Puerto, Lago Catemaco, Gran Lago del Oso, Lago Garda-Lafuna del Carmen</p>	SCT Metro (Líneas 1, 2 7 y 9) con 16 estaciones de paso dentro de su territorio, 4 CETRAM, Tacuba, Tacubaya, Chapultepec y Cuatro Caminos. Transporte público de superficie mediante autobuses urbanos y trolebuses con similar nivel de eficiencia; taxis colectivos, taxis libres y de sitio.

Tabla 2. Infraestructura vial y modos de transporte cercana a la zona poniente de la Cd. De México.

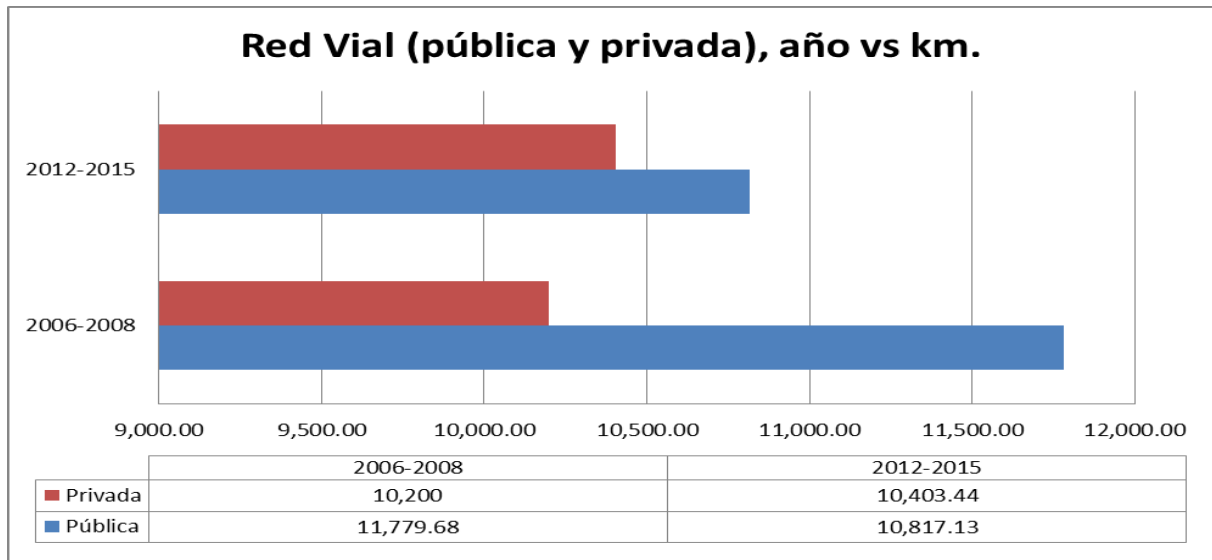
FUENTE: (SCT - SENERMEX, 2013)

- Caso Edo. Mex.:

Autobuses (Terminal de Autobuses de Pasajeros Poniente) Municipio	Infraestructura vial	Sistema de transporte
Huixquilucan	Autopista Chamapa-Venta, Carretera Federal México-Huixquilucan, conocida como Río Hondo-Huixquilucan.	Está conformado por 16 rutas de transporte con 100 paradas autorizadas, que cubren la región a través de autobuses, microbuses y combis, de las cuales 14 tienen su origen y destino en la estación del metro Cuatro Caminos, Observatorio y Tacubaya en la Ciudad de México y 2 tienen su origen y destino en las localidades internas del municipio. Asimismo, en el Municipio existen 9 sitios de taxis con 35 bases en operación.

Tabla 3. Infraestructura vial y modos de transporte cercana a la zona de Edo. De Mex.

FUENTE: (SCT - SENERMEX, 2013)

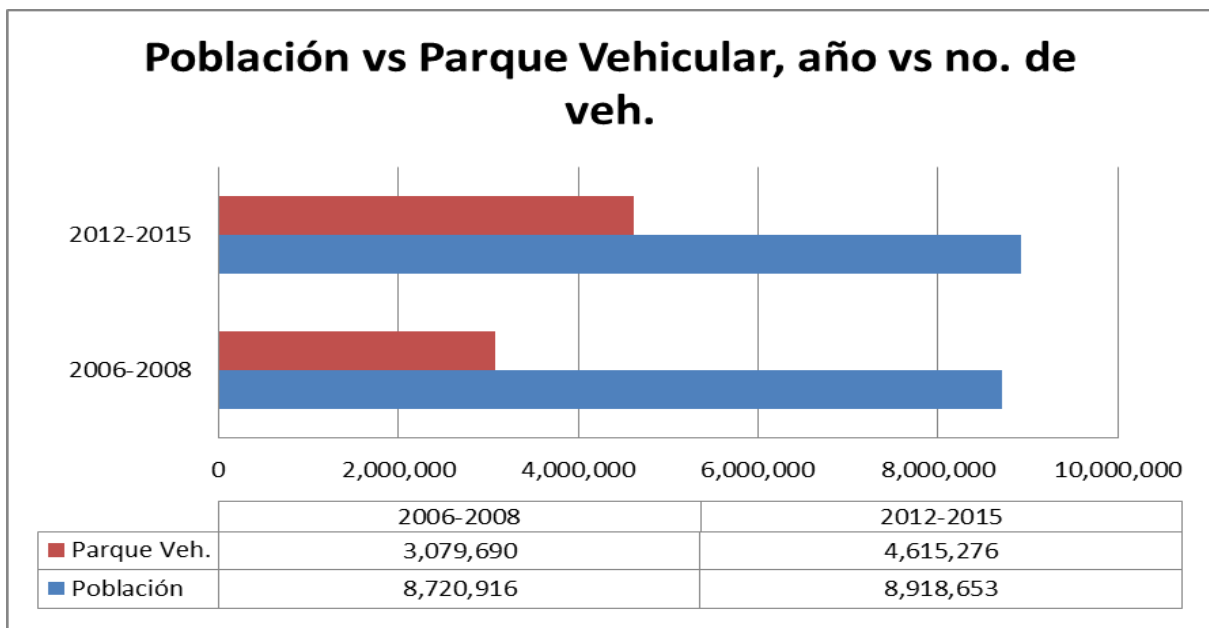


Gráfica 3. Red vial pública y privada de la CDMX 2006-2015

FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI y SMA.

En la Gráfica 3, se observa que entre el año 2006 y 2015 la red privada aumentó cerca de 200 kilómetros, mientras la pública disminuyó de manera considerable, con casi 1000 kilómetros. Con esto podemos deducir, que la red pública ha ido disminuyendo, con tal de que exista aún más red privada, donde el vehículo particular tenga más espacio, como las autopistas urbanas, e ir quitando red pública.

Por tanto, se puede notar la prioridad en la red vial de un transporte privado a uno público, tomando en cuenta que existen vialidades que son compartidas por el transporte público y los particulares.



Gráfica 4. Población vs parque vehicular (CDMX) 2006-2015

FUENTE: Elaboración propia con datos de INEGI y SMA.

En la gráfica 4, se muestra la comparativa del crecimiento poblacional respecto al parque vehicular, y se observa que en aproximadamente 9 años el crecimiento vehicular fue mucho mayor que la población.

1.5.2 Contexto de los sistemas de transporte en la ZMT.

Existe flota vehicular de baja capacidad, que actualmente opera de manera inadecuada para los volúmenes de personas que las utilizan, volviéndose costosas para sus operadores, y consumiendo valioso espacio vial. (CTS-México, 2011)

En el Estado de México, se tiene una red de transporte masivo integrado con líneas de Mexibús, Tren Suburbano, rutas alimentadoras e infraestructura para caminar y andar en bicicleta, permiten a las familias dedicarse más tiempo, además de respirar un aire más limpio y vivir en un entorno más seguro.

De acuerdo a CTS-México, se tiene lo siguiente:

- En el Estado de México-ZMVM, el transporte público se presta por vehículos de baja capacidad tipo “Combi”, inapropiados para dar servicio en los corredores de mayor demanda porque generan mayor congestión, son ineficientes y generan altos costos a los transportistas y eventualmente a los usuarios a través de la tarifa, además de que emiten más emisiones contaminantes por pasajero que otros modos de servicio público.
- Esta proliferación de vehículos de baja capacidad en el Estado se debe a factores de mercado, donde las asociaciones de transportistas conformadas por propietarios individuales u hombres-camión, ponen barreras de entrada a vehículos modernos, menos contaminantes y más eficientes.
- Además, en el esquema actual del transporte en el Estado de México, el 21% del parque vehicular total cuenta con más de 18 años de edad y cerca de la mitad con más de 10 años, o cerca de su vida útil.

El servicio y la planeación de transporte colectivo actual, también se muestra ineficiente debido a la falta de planeación y regulación adecuada, donde las funciones de orden y planeación se encuentran en distintas entidades dentro del gobierno y donde los servicios son limitados geográficamente por el límite entre la Ciudad de México y el Estado de México, a pesar de que los patrones de viajes no obedecen a esta frontera.

La red de Transporte público en la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT), se conforma por 22 empresas, las cuales dan servicio de transporte público de 222 rutas distribuidas en toda la ciudad, las cuales se presentan en el siguiente cuadro: (Centro Mario Molina, 2014)

Empresa	Número de rutas	Porcentaje
Autobuses Flecha Blanca de Toluca S.A. de C.V.	11	5.0%
Autotransportes Colón Nacional S.A. de C.V.	10	4.5%
Autotransportes México-Toluca-Zinacantepec y Ramales S.A. de C.V.	12	5.4%
Autotransportes Suburbanos de Toluca y Zona Industrial S.A. de C.V.	11	5.0%
Autotransportes Toluca-Capultitlán Triangulo Rojo S.A. de C.V.	18	8.1%
Autotransportes Urbano de Toluca y Zona Conurbada S.A. de C.V.	4	1.8%
Autotransportes Urbanos y Suburbanos Tollotzin, S.A. de C.V.	8	3.6%
Autotransportes Urbanos y Zona Conurbada del Valle de Toluca Adolfo López Mateos, S.A. de C.V.	9	4.1%
Línea de Turismos Toluca-Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V.	4	1.8%
Red de Transporte Público S.A. de C.V.	8	3.6%
Servicios Intermetropolitano de Transporte S.A. de C.V.	11	5.0%
Servicios Urbanos y Suburbanos Xinantécatl S.A. de C.V.	25	11.3%
Sistema de Transporte Urbano y Suburbano de la Ciudad de Toluca, S.A. de C.V.	13	5.9%
Transportes Urbanos y Suburbanos Tollocan S.A. de C.V.	11	5.0%
Autobuses Estrella del Noreste, S.A. de C.V.	17	7.7%
Autobuses Toluca Tlachaloya y Ramales S.A. de C.V.	7	3.2%
Autotransportes Ala de Oro, S.A. de C.V.	4	1.8%
Autotransportes del Valle de Toluca S.A. de C.V.	4	1.8%
Autotransportes Primero de Mayo S.A. de C.V.	4	1.8%
Autotransportes Temoayenses S.A. de C.V.	12	5.4%
Autotransportes Urbanos y Suburbanos Corsarios del Norte S.A. de C.V.	8	3.6%
Transportes de Pasajeros de Segunda Clase Flecha de Oro, S.A. de C.V.	11	5.0%
Total	222	100%

Tabla 4. Total de rutas de transporte en la ZMT.

Fuente: (Centro Mario Molina, 2014)

Para el caso de Toluca, se tiene que la estructura de la red de transporte público que predomina es la radial, ya que 182 de las 222 rutas son de este tipo (se identifican así porque conectan al centro de actividades o al centro histórico de la ciudad desde la periferia), 14 tangenciales (son aquellas que pasan por un costado del centro y unen dos extremos opuestos de la ciudad), 23 diametrales (es una extensión de las radiales, que parten desde la periferia, pasa por el centro y continúa hacia otro extremo de la periferia) y 3 circulares (Se presentan en forma de arcos o segmentos de círculos que no cruzan el centro de la ciudad).

En Toluca, la operación de la Vialidad Paseo Tollocan, ubicada al oriente de la ciudad resulta de gran relevancia, ya que absorbe los flujos de todo tipo de transporte y juega un papel de suma importancia en la dirección del crecimiento urbano regional. Sin embargo, esta vialidad presenta condiciones de ineficiencia como consecuencia de la multifuncionalidad que desarrolla, derivada de los problemas de estructura vial de la ciudad, donde actualmente, su nivel de servicio en hora pico es “E”, por lo que representa altas demoras y velocidades bajas en algunos tramos.

El crecimiento de la ZMT a inicios de 1900, el sector primario se destacaba en la zona, ya que concentraba el 60% de la actividad económica, esto cambió entre 1930 y 1960, cuando la ciudad de Toluca implementó un programa para mejorar las vías de comunicación, dándole un aspecto moderno a la ciudad, donde se establecieron condiciones para el desarrollo y crecimiento. (Alcántara, 2010)

A partir de los años ochenta, el crecimiento del sector terciario ha reforzado el proceso de metropolización, además se crea el Fideicomiso para el Desarrollo de Parques y Zonas Industriales en el Estado de México (FIDEPAR), con el objetivo de que se regulen y establezcan los parques industriales de la entidad.

Este fenómeno, además de la conurbación, incrementó la necesidad de tener una infraestructura vial que comunicara con la ciudad central y con los municipios cercanos, además de la Ciudad de México (Imagen 5).

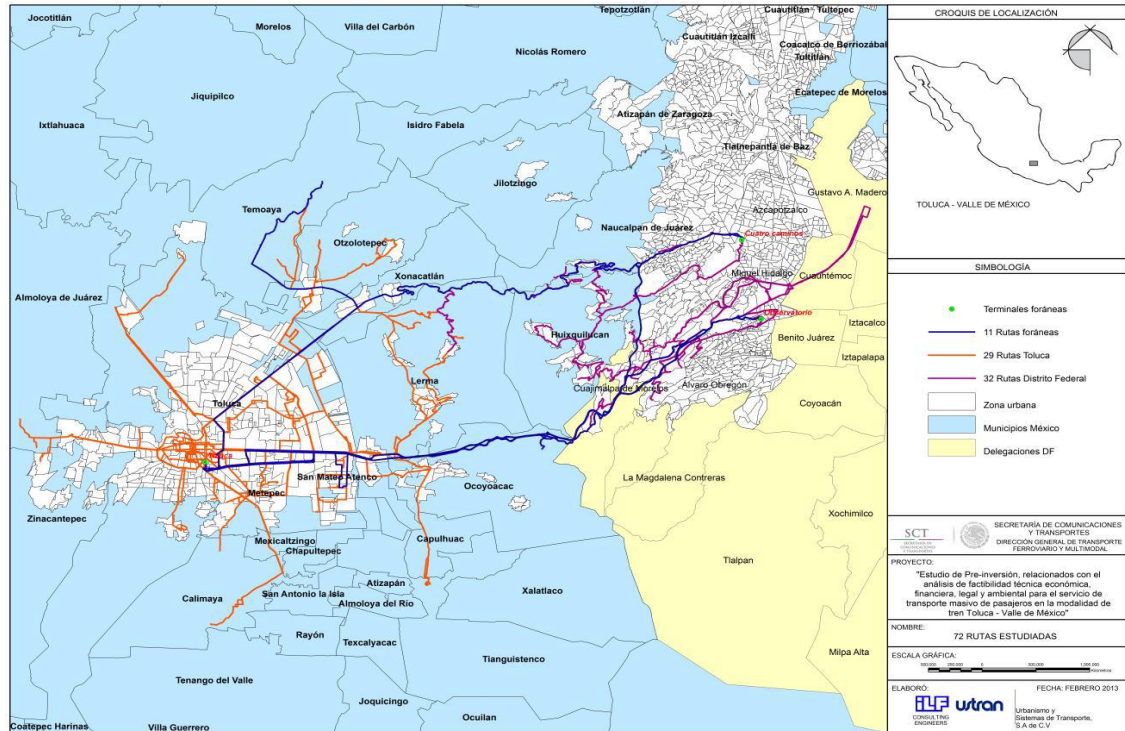


Imagen 5. Red de rutas verificadas.

Fuente: (SCT - SENERMEX, 2013, pág. 39)

Hablando de la estructura poblacional, la ciudad central de la ZMT concentraba 1.3 millones de habitantes de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010. El volumen de la población representa cerca del 9% de la población total del Estado de México y 68% de la ZMT. Es bueno mencionar, que la fuerte concentración de la población se traduce en un incremento en las actividades económicas y productivas, por tanto, la demanda de infraestructura vial, transporte público e infraestructura peatonal y ciclista es mayor.

La ZMT es el resultado de un fuerte proceso de industrialización, siendo el sector con mayor demanda en mano de obra, con esto se hace evidente el importante crecimiento de la población.

Este comportamiento, reafirma que se necesita contar con un sistema de transporte urbano moderno, que permita a la población actual y futura cubrir sus necesidades de movilidad de manera cómoda, eficiente y sustentable.

Además, el “Anteproyecto del Programa Metropolitano de Transporte y Vialidad en el Valle de México”, escrito por la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI), menciona que las actividades “modernas” van a seguir concentrándose en nodos situados esencialmente en el poniente de la metrópoli, marcando una articulación creciente entre el DF (ahora Ciudad de México) y la Ciudad de Toluca, (COMETRAVI, 2005)

Por otro lado, la ciudad de Toluca no cuenta con ninguna infraestructura que pueda ser considerada como CETRAM (Centro de Transferencia Modal), únicamente cuenta con dos Centrales de Autobuses donde se concentra el transporte urbano, suburbano y foráneo. (Centro Mario Molina, 2014)

La primera es la Central de Autobuses de Toluca, esta se localiza en la zona centro de la zona metropolitana, y también se denomina Terminal de Toluca, siendo el único espacio ubicado dentro de la ciudad que funciona de manera similar a la de un CETRAM, aunque cuenta con diversas limitaciones, como:

- Es una infraestructura que no ha sido modernizada, ya que sus instalaciones son obsoletas y esto limita la intermodalidad.
- La circulación de los vehículos foráneos genera congestionamiento y saturación de las vías aledañas, ya que se encuentra en la zona central de la ciudad.
- Es insegura para peatones y ciclistas, ya que no existe infraestructura para un paso seguro de ambos.
- Existe una gran invasión de comercio informal en la zona, así como un mercado de abasto, lo cual genera una atracción aun mayor de gente que genera conflicto con el paso de los autobuses y el transporte de la zona (Imagen 6).



Imagen 6. Terminal Central de Toluca.

Fuente: Google Maps, (Mayo, 2018)

En segundo lugar, se tiene la Central de Autobuses de San Mateo Atenco (Imagen 7), la cual no ofrece ningún tipo de servicio intermodal, cuenta con una superficie muy pequeña para que pueda fungir como CETRAM, además de que no tiene la infraestructura para el mismo.



Imagen 7. Terminal de San Mateo Atenco.

Fuente: Google Maps, (Mayo, 2018).

1.5.5. Encuesta Origen-Destino 2007 (EOD 2007)

La EOD 2007 brinda información sobre la frecuencia, duración, costos, tipos, medios y propósitos de los viajes que la gente efectúa cotidianamente en la Zona Metropolitana del Valle de México (en adelante ZMVM). Asimismo, la encuesta captó datos sobre las características sociodemográficas más relevantes de los viajeros, así como de las viviendas en las que habitan y su integración en hogares. (SCT - SENERMEX, 2013)

Esta es una fuente de información básica que permite conocer la movilidad de la población de la ZMVM, la cual se actualiza y complementa con encuestas referidas al proyecto o situación a través de diferentes métodos de análisis.

Según la Encuesta Origen-Destino 2007 (EOD), de los 21.9 millones de viajes que realizan los residentes del área de estudio a lo largo de un día hábil, 58.4% se originan en el Distrito Federal y 41.3% en los municipios seleccionados del Estado de México.

Aproximadamente uno de cada seis viajes que se generan en el Distrito Federal tiene por destino alguno de los municipios del Estado de México considerados por la encuesta, mientras que uno de cada cuatro viajes que se generan en tales municipios va al Distrito Federal.

En la zona de estudio de la EOD se realizan poco más de 15.1 millones de viajes en un solo modo, para los cuales el automóvil es el transporte más utilizado, al cuantificar poco más de 6.2 millones de viajes, esto es, el 41.5% del total y por otro lado el colectivo registra 5.2 millones de viajes, constituyendo 34.6% de los viajes (Imagen 8).

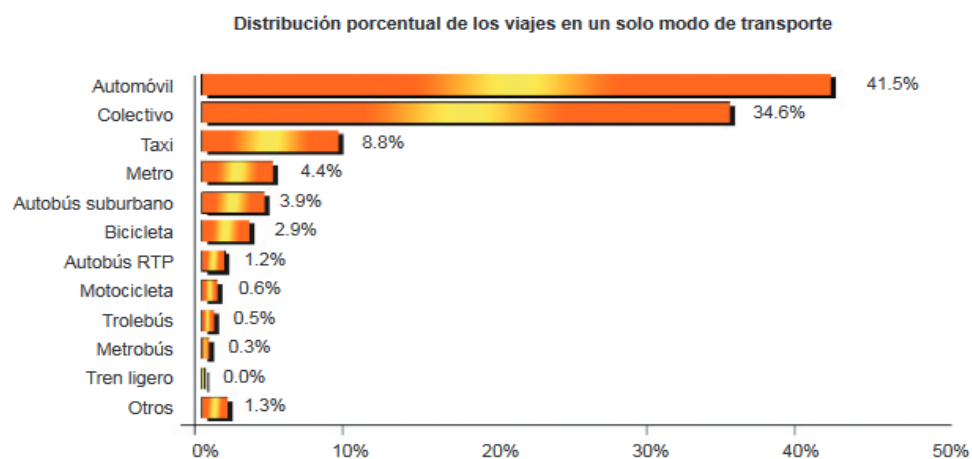


Imagen 8. Distribución porcentual de los viajes en un solo modo de transporte

Fuente: (SEMOVI, 2007)

La delegación que produce el mayor número de viajes, según la EOD-2007, es Iztapalapa con un 14.2%, seguida de la delegación Cuauhtémoc con 13.2% (zona centro del llamado Distrito Federal en aquel momento). Hablando de los municipios del Estado de México que más produce viajes, se encuentra Ecatepec de Morelos con un 15.9% del total de viajes de los municipios producidos en el Estado de México, seguido de Naucalpan de Juárez con 10.4%.

Hablando de los viajes internos de cada delegación y municipio con respecto a los que generan, indican que en las delegaciones Milpa Alta, Xochimilco, Iztapalapa y Cuajimalpa de Morelos casi la mitad de sus viajes se quedan dentro de la misma demarcación. Mientras que en el Estado de México, Texcoco, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos y Naucalpan, más de la mitad de sus viajes se quedan dentro del mismo municipio.

Los traslados de un lugar a otro, ya sea de un municipio a una delegación o viceversa, requieren del uso de dos o más vehículos diferentes en el transcurso del viaje, esto impactando en costo, tiempo y comodidad de dichos usuarios.

De manera descendente, el transporte más utilizado para la realización de transbordos en varios tramos es el colectivo con un 46.2%, seguido del automóvil con 20.7%, y en el punto más bajo queda la motocicleta y el tren ligero con un 0.7% del total de tramos.

1.5.6. Viajes entre entidades federativas

La mayor proporción de los intercambios (entradas-salidas) entre entidades federativas, se produce por la autopista México–Toluca con 35.4% de los viajes, en segundo lugar, está la México–Puebla con 26%; seguida por la México–Pachuca y la México–Cuernavaca con 12.5% y 12.6% respectivamente, finalmente a través de la México–Querétaro se verifican 9.2%.

Un diagnóstico de la oferta y demanda de movilidad de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (COMETRAVI, 2005), presenta las siguientes características:

- La interrelación de viajes-persona que utilizan autos y autobuses de pasajeros, muestra un patrón en el comportamiento y la intensidad de los movimientos, en este caso, las demandas más intensas de movilidad se dan con Toluca y Cuernavaca, con volúmenes horarios máximos de casi 10,000 y 7,000 pasajeros, respectivamente.

- Origen y destino metropolitano. Son muy pocos los cambios en las líneas de deseo, esto es porque las interrelaciones intensas que existen están en el centro de la Ciudad de México, ya que es donde se concentran los centros de trabajo y servicios.
- Accesibilidad. Las zonas aptas para nuevos desarrollos poblacionales, se ubican en las áreas de menor accesibilidad.

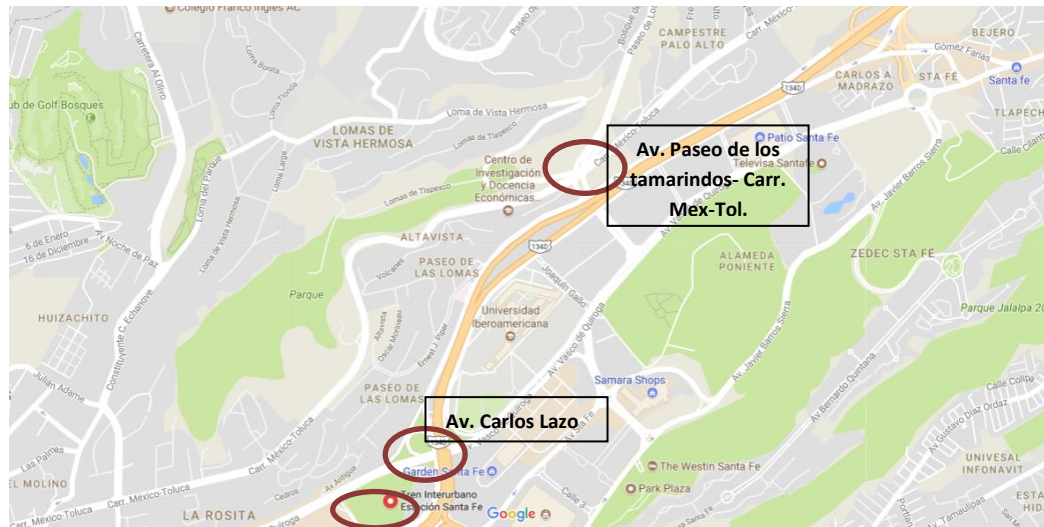
Se menciona que la movilidad de la población de la ZMVM, se realiza principalmente en el transporte automotor, ya que de los 20.5 millones de viajes-persona-día que se genera dentro del área urbana, el Metro (en 2005) solo satisface alrededor de 5 millones, donde el resto de población se mueve en el transporte contaminante, el cual circula principalmente en vías congestionadas. (COMETRAVI, 2005)

El favoritismo que se le da al auto desde la 2ª mitad del Siglo XX ha generado toda una cultura que gira alrededor de este modo de transporte. El uso del auto está arraigado en las costumbres de los ciudadanos y en gran medida establece un estilo de vida. En el Siglo XXI cuando el auto ya no satisface las necesidades de transporte en la Ciudad, se sigue prefiriendo su uso y la saturación provoca un mal uso del auto. (Introducción de Medidas Ambientalmente Amigables en Transporte, 2008)

La problemática vial de la zona de Santa Fe y Observatorio es diversa, principalmente podemos mencionar que la infraestructura vial es insuficiente y que se encuentra saturada por el alto nivel del aforo vehicular, cruceros conflictivos y falta de alternativas viales que generan nodos muy complicados y elevados tiempos de recorrido.

Se pueden destacar dos nodos que son los siguientes:

- Túnel que cruza la autopista México – Toluca con la Av. Paseo de los Tamarindos.
- Autopista México – Toluca y la Av. Carlos Lazo.



Mapa 6. Ubicación de los nodos Av. Paseo de los Tamarindos-Carr. Mex. -Tol y Av. Carlos Lazo.

FUENTE: Google Maps. (Mayo, 2018)

Cada día, miles de personas, realiza viajes interurbanos entre la Ciudad de Toluca y la Ciudad de México. Se registran en promedio diario más de 105 mil automóviles particulares en la Carretera México-Toluca (ambos sentidos), con una ocupación promedio de 1.8 personas por vehículo.

Se considera de suma importancia resaltar que de las 35 empresas estudiadas, la que cuenta con el mayor número de rutas en operación (6 rutas) es la Tacuba Huixquilucan y Anexas SA de CV, la cual proviene del CETRAM Cuatro Caminos, siguiéndole la ruta 4 que opera en el CETRAM Tacubaya con cinco rutas en operación y finalmente la ruta 5 que llega a éste mismo paradero con cinco rutas a su servicio. (SCT - SENERMEX, 2013)

1.6 Externalidades de los sistemas de transporte

Las externalidades del transporte, se refieren a cuatro conceptos de costo, originados por:

- Las demoras de los viajeros ocasionados por congestionamientos.
- Los accidentes.
- La contaminación del aire.
- Ruido

Los impactos relacionados con el tránsito condicionan el comportamiento de las personas, llevando a reacciones contra los impactos indeseados por parte de quienes tienen condiciones de protestar. Los impactos negativos pueden ser atribuidos a todos los medios motorizados de acuerdo con su uso específico. (Alcántara, 2010)

Por sus dimensiones y potencia de motor, los camiones causan mucho ruido y vibraciones, por otro lado, en los corredores especiales para realizar sus recorridos, los autobuses también causan impactos negativos, como lo es la concentración de gases contaminantes y el impacto visual.

La contaminación del aire de la Ciudad de México, es una de las más preocupantes del país, ya que una de las principales causas de este importante problema es el aumento en el número de vehículos que circulan diariamente, lo cual trae como consecuencia el aumento en los contaminantes, como el plomo, el monóxido de carbono y el bióxido de azufre, que son los que causan más daño al medio ambiente de la ciudad. (Lopez Olvera, 2009)

Algunas de las causas de esta externalidad, son particularmente las condiciones geográficas de la cuenca del valle, el crecimiento vehicular, el mal control gubernamental sobre la mayoría de los vehículos públicos y particulares, los periodos prolongados sin mantenimiento de los motores por parte de sus propietarios, la reducida velocidad de tránsito, el incumplimiento de las normas anticontaminantes por parte de los fabricantes de automotores, la mala calidad del combustible y, finalmente, la atrasada e inadecuada tecnología de cada automóvil.

De acuerdo a López Olvera, se tiene lo siguiente:

- Los accidentes de tránsito constituyen un gran problema tanto en los países desarrollados como en aquellos en vías de desarrollo, aunque cada uno tenga características diferentes de acuerdo a la región del mundo donde se encuentre, esta problemática comenzó a aumentar a medida que el número de automóviles en circulación incrementó. Estos constituyen la causa principal de muertes entre hombres en el rango de 15 a 44 años y son la quinta causa principal de muerte para las mujeres en el mismo rango de edad.

- El aumento de los modos motorizados, especialmente de automóviles y motocicletas, ha sido fomentado de una manera irresponsable y socialmente inaceptable en la gran mayoría de los países. De seguir de esta manera, el accidente de tránsito seguirá siendo la peor externalidad de transporte en los países en desarrollo, a menos que se impulsen cambios drásticos.
- Los vehículos motorizados son mucho más perjudiciales para la seguridad, ya que tienen un mayor potencial de causar daños, en sí, el mayor daño depende de la composición del tráfico de vehículos, de la velocidad y del comportamiento de los conductores.

Por otro lado, los problemas de congestión vial, son producto de uso intensivo de infraestructura para vehículos automotores, ya que el exceso de automóviles que intentan hacer uso de la vialidad, son quienes repercuten la velocidad media de operación. (Centro Mario Molina, 2014)

Según el Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca, para el caso de la ZMT, el municipio de Toluca es el que se encuentra con el mayor número de tramos congestionados, de los cuales, Paseo Tollocan es una vialidad que presenta este inconveniente, además de Zinacantepec y Metepec, presentando congestiones en vialidades como lo es Avenida de las Torres, Adolfo López Mateos y 16 de Septiembre.

El congestionamiento y la inseguridad vial son externalidades derivadas de los patrones de movilidad de la población de toda ciudad, por una parte, el congestionamiento no solo produce pérdidas significativas en tiempo para la realización de diversas actividades, además el uso excesivo de los vehículos automotores genera altas emisiones de gases de efecto invernadero y gases contaminantes que afectan la salud pública. (Centro Mario Molina, 2014)

La inseguridad vial, es el error de los diseños de infraestructura vial que repercuten en la integración de los diversos modos de transporte y el incremento de la posibilidad de que se presenten accidentes.

Por otro lado, el transporte colectivo se puede dividir en tres niveles de servicio: (Lopez Olvera, 2009)

- Transporte de gran capacidad, el cual se constituye de los sistemas de trenes en vías confinadas, como los Trenes Suburbanos, el Metro y Trenes Elevados.
- Transporte masivo en autobuses.
- Transporte colectivo en unidades medianas y chicas.

En el caso de las redes de trenes suburbanos y urbanos, son los modos de transporte que mayor eficiencia proporcionan para transportar masivamente viajes, ya que su circulación es continua, la cual garantiza que existan tiempos de viaje uniformes y así operar los sistemas a su máxima capacidad sin alguna interrupción que sea ajena al mismo sistema.

Estos son sistemas que deben operar en capacidades cercanas a su máxima capacidad para que sean rentables, ya que tienen un alto costo de inversión y de operación. Esto dependerá de la tecnología del tren y de la calidad del servicio del mismo.

Este tipo de sistema, es necesario para ciudades como la Ciudad de México, especialmente para los enlaces metropolitanos con los municipios de la Zona Conurbada, donde en otro modo de transporte se requiere de una mayor superficie. En un futuro, se puede pensar que este modo de transporte sea el que predomine y así se pueda alcanzar a resolver la necesidad de transporte público eficiente para los ciudadanos.

La comodidad durante el viaje, es uno de los principales motivos por los que el automovilista usa el auto, así como su seguridad. Por tanto, el transporte público tiene como tarea principal, el satisfacer estándares mínimos de calidad para que las deficiencias en el servicio no sean motivo que desaliente el uso de Transporte Colectivo.

1.6.1 Sustentabilidad en el transporte público.

En términos generales los modos de transporte con mejor calificación ambiental son los no motorizados por no contaminar y el transporte colectivo por que consumen menos energía y producen menos contaminación por viaje por persona.

Los congestionamientos viales son un agravante para la contaminación ambiental producida por el sistema de Transporte, ya que los motores contaminan más a medida que reducen la velocidad de circulación y con cada arranque se consume mayor volumen de combustible.

La sustentabilidad social se relaciona con la accesibilidad, la falta de esta en los grupos marginados, agudiza aún más su situación al impedirles el acceso a fuentes de empleo.

El espacio de la vía pública requerido por los automóviles es muy superior al requerido por los modos de transporte colectivo, esto hace que el automóvil sea la principal causa de los congestionamientos viales, ya que supera la capacidad de las vialidades y esto provoca que la distancia entre cada auto sea cada vez menor, por tanto, la velocidad de circulación disminuye.

El transporte motorizado consume grandes cantidades de energía, en el ámbito mundial, la energía consumida en el sector transporte corresponde a 48% de la demanda total de petróleo y se estima que llegue a los 77% en 2020. (Alcántara, 2010)

En comparación con el consumo de energía según el modo de transporte utilizado, va a variar de acuerdo al tipo de vehículo utilizado y la cantidad de personas que vayan dentro del él. Esto es importante analizarlo, especialmente en los países en desarrollo, ya que con esto es posible verificar las diferencias entre el modo de transporte usado y las ciudades comparadas.

Por otro lado, es importante mencionar el consumo de combustible, aunque va ligado al consumo de energía, es bueno verlo de manera aislada para efectos prácticos de análisis de condiciones de tránsito y transporte.

Este, tiene relación con la velocidad de circulación del vehículo, es decir, el consumo de combustible aumenta mucho cuando la velocidad se reduce, ya que por cada vez que se frena genera mayor gasto de combustible y por tanto mayor contaminación ambiental.

1.6.1.2 Tren regional

Este se entiende como los servicios locales de trenes interurbanos, los cuales presentan normas técnicas y operacionales muy altas. Generalmente, estos son operados por compañías férreas en sus propios derechos de vía, con vehículos de tracción eléctrica o diésel. (Molinero & Sánchez, 1996)

Este tipo de transporte, se caracteriza por los grandes espaciamientos entre estaciones (de 5 km en adelante), así como por las longitudes promedio de viajes de 35 km. Todo esto con la posibilidad de lograr altas velocidades, además de gran confiabilidad en el servicio.

Generalmente consisten en líneas radiales del centro de una ciudad de gran tamaño a puntos suburbanos, aun cuando en algunos casos se tienen líneas diametrales. Este servicio casi siempre opera en conjunción con otros medios de acceso, como rutas de autobuses alimentadoras, automóviles (estacionamientos de transferencia) y el peatón.

En este caso, sus intervalos son regulares (20, 30 y 60 minutos) y se presenta un gran número de asientos, dada las grandes distancias de recorrido promedio. Se tienen carros con 130 asientos y carros de dos niveles con 175 asientos. Sus velocidades de operación son grandes, oscilan entre los 30 y los 75 km/h, pudiendo lograr velocidades máximas hasta de 130 km/h.

CAPÍTULO 2

Tren Interurbano Toluca-Valle de México

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, establece dentro de su Meta Nacional “México Próspero”, el objetivo 4.2 “Democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento” mismo que de conformidad con la estrategia 4.2.5, se busca “Promover la participación del sector privado en el desarrollo de infraestructura, articulando la participación de los gobiernos estatales y municipales para impulsar proyectos de alto beneficio social que contribuyan a incrementar la cobertura y calidad de la infraestructura necesaria para elevar la productividad de la economía”. (SCT - DGTFyM, 2013)

El objetivo 4.9, “Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica”, contempla como líneas de acción dentro de la estrategia 4.9.1 “Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia”, el fomentar que la construcción de nueva infraestructura favorezca la integración logística y aumentar la competitividad derivada de una mayor interconectividad, así como evaluar las necesidades de infraestructura a largo plazo para el desarrollo de la economía, considerando el desarrollo regional, las tendencias demográficas, entre otros.

De acuerdo a la Dirección General de Transporte Ferroviario, se analizaron diversos modos de viaje y se compararon sus velocidades de operación e intervalos con las necesidades de la zona analizada, se pudo conocer que ninguno de estos sistemas generaría beneficios suficientes en ahorros de tiempo de viaje. Con base en lo antes mencionado, se analizaron 3 esquemas iniciales de posibles soluciones de tipo férreo:

- Interurbano
- Regional
- Suburbano

Este servicio ferroviario, debía permitir intervalos cortos y contar con pocas estaciones para atender de manera oportuna las demandas urbanas, sin restar mérito al servicio interurbano. Debía ofrecer conectividad con otros modos de transporte, a partir de puntos de intercambio modal y a su vez no debía depender su demanda de alimentación por otros modos de transporte, principalmente de los autobuses.

El sistema, tendría que ser capaz de movilizar demandas diarias superiores a los 200 mil vpd (viajes-pasajero-día) y dar servicio a volúmenes de pasajeros superiores a los 10 mil usuarios en la sección de máxima demanda con velocidades similares o mayores a las logradas por el automóvil, su principal competidor.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes: (SCT - DGTFyM, 2013)

- Reducción en el tiempo de traslado.
- Mejora de la conectividad regional entre Toluca y el Valle de México.
- Transporte sustentable, amigable con la naturaleza y el entorno social.
- Equidad.
- Proyecto de bajo impacto.

La problemática de Toluca no se centra tanto en la dificultad de acceder a su centro urbano, sino más bien en generar soluciones que busquen orientar el desarrollo urbano de su porción sur y poniente a través de una infraestructura permanente que estimule nuevas inversiones ordenadas y sensatas en las cuencas de capacitación de los probables nodos de atracción y desarrollo del corredor. (SCT - SENERMEX, 2013)

La solución no solo debe centrarse en el correcto desplazamiento de usuarios, si no también corregir y prevenir situaciones de desarrollo urbano descontrolado, de baja densidad y sin una adecuada orientación en la estructura urbana de Toluca.

Se han realizado obras para mejorar el transporte público, sin embargo, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (en adelante “ZMT”) carece de un sistema adecuado de transporte público que mejore las condiciones de comunicación con la Ciudad de México en la zona de Observatorio.

Las condiciones actuales del transporte público urbano, suburbano y foráneo en esta zona metropolitana, presenta elevados tiempos de viaje, altos costos de operación vehicular y bajas condiciones de seguridad y confort.

Este proyecto tiene principalmente dos finalidades:

- Mejorar los niveles de servicio de movilidad diaria de al menos 700 mil pasajeros/día.
- Servir como columna vertebral al transporte regional y urbano, de tal forma que permita ordenar y optimizar la operación de los espacios urbanos y rurales ahí contenidos.

El corredor Toluca – Ciudad de México presenta un flujo promedio de viajes diarios de 500 mil automóviles y 20 mil autobuses, en ambos sentidos. Los viajes en autobús del centro de Toluca hacia el poniente del Distrito Federal suman más de 30 mil viajes por año. (Centro Mario Molina, 2014)

La oferta de transporte de pasajeros en el Valle de Toluca, cerca del 76% es por medio de autobuses, taxis (colectivos y privados) y en menor medida con las combis, moto – taxis y bici – taxis, pero este servicio es ineficiente para la demanda de usuarios, se carece de transporte público bien estructurado, además de que casi un 43% de su parque vehicular rebasa su vida útil.

El estudio hace mención a diversas recomendaciones para que se pueda mejorar la movilidad de la zona, donde se puedan articular de manera deseable a las rutas de transporte público con una buena planeación urbana.

La demanda de un servicio de transporte público, se refiere al deseo de los usuarios o consumidores del servicio para utilizar determinado modo y así poder satisfacer sus necesidades de desplazamiento. La elección de cada usuario dependerá de la tarifa (como primer término) y la proximidad con su destino. (Centro Mario Molina, 2014)

Cuando existe una gran coincidencia de volumen para un mismo origen-destino, se dice que existe una línea de deseo, estas son importantes para que exista una correcta planeación del transporte público.

Por otro lado, se hace mención a las “externalidades negativas” que la construcción del tren de alta velocidad Toluca – Ciudad de México tendrá en términos de la movilidad urbana.

Algunas de estas externalidades, respecto al aire y al ruido, es que producirá contaminación atmosférica por gases y polvos, debido a las actividades de desmonte, despalme o cortes. (TRANSPORTES, s.f.)



Imagen 9. Deforestación de árboles sobre la carretera México-Toluca.

Fuente: Imagen propia, carretera libre México – Toluca, Junio, 2018.

La calidad del suelo disminuirá debido a la erosión y la polución, así como la contaminación del agua por la generación de residuos sólidos y líquidos, además de que la nivelación del suelo sufrirá alteraciones.

Por otra parte, el tren gravará el entorno económico y social por medio de la afectación a vialidades y transportes, la alteración de patrones conductuales, movilización de la población por aceptación del proyecto, ya que han externado su preocupación por el “impacto negativo” que se tendrá en su economía local, especialmente en los negocios ubicados sobre la avenida Vasco de Quiroga.

Siguiendo con el Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca, define a la movilidad sustentable, como la capacidad de la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT) y sus instituciones para garantizar el desplazamiento de personas independientemente de su condición o género, así como de sus bienes a través de una red estructurada de transporte y vialidad, además de la intermodalidad la cual dinamiza la actividad económica, reduce costos sociales, así como sus impactos ambientales.

Un buen sistema de movilidad, representa una importante área de oportunidad para hacer frente al cambio climático y reducir nuestra dependencia al uso de combustibles fósiles. La ZMT es el resultado de un proceso de conurbación de pueblos y áreas urbanizadas de los municipios aledaños a la ciudad central, esta es la concentración urbana de mayor jerarquía en el Estado de México y es considerada como uno de los centros urbanos más importantes de la megalópolis.

La conurbación se entiende como la delimitación de zonas urbanas, que por su crecimiento forman una continuidad con dos o más localidades o centros de población, integrando así, una superficie continua, en las cuales poseen ciertos intereses y necesidades comunes

En el caso de la conurbación de la ZMT, se puede concebir como una conurbación en vías de desarrollo, al ser producto de una crisis rural, la cual incorpora territorios a la formación de una ciudad central, la cual ha sido consecuencia del incremento tanto natural como social de la población.

La conurbación de la ZMT se debe a la presencia de dos centros de actividades terciarias, la primera es Toluca, el cual es como un núcleo de actividades político-administrativas, educativas, culturales y de servicios, y Metepec como un subcentro y ascenso de actividades comerciales, recreativas y culturales.

Según cifras del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), el tránsito diario promedio anual de autotransporte entre Toluca y la Ciudad de México (Distrito Federal en 2002), fue mayor a los 50 mil vehículos.

Para 2014, el corredor Toluca – Ciudad de México ocupaba el primer lugar entre el resto de las ciudades de la región centro por el número de viajes carreteros hacia el núcleo de la megalópolis. Se pudo identificar que el número de viajes intra e inter municipales y metropolitanos va en aumento, acompañado de eventos de congestión vehicular en los casos en ambas ciudades centrales, la ocurrencia de accidentes viales, además de un incremento en la concentración de contaminantes generados por fuentes móviles (automóvil, principalmente).

2.1 Descripción del proyecto.

El proyecto tiene como objetivo principal, atender la problemática de transporte que se presenta en el corredor que abarca la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) y el tramo interurbano que conecta la Ciudad de Toluca con la Ciudad de México, y pasa por la zona de Santa Fe y Observatorio. (SCT - SENERMEX, 2013)

De acuerdo a la SCT – SENERMEX (2013), la solución propuesta, consiste en un servicio de transporte de alta capacidad de tipo ferroviario interurbano, que constituye una alternativa superior de transporte de pasajeros segura, rápida, cómoda, accesible en precio y ecológicamente sustentable.

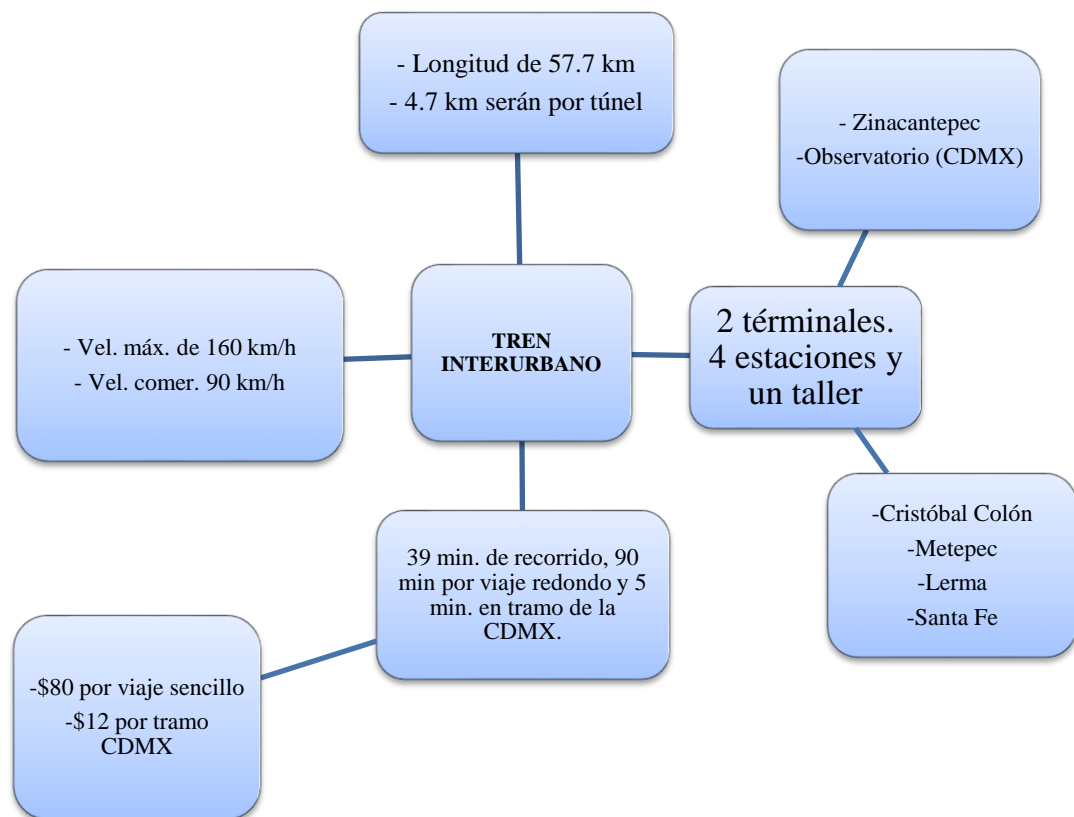
Para caracterizar la demanda actual en Transporte público se realizó en el estudio de demanda, un trabajo de campo integrado por tres tipos de estudio:

- Estudios para caracterizar la oferta de transporte.
- Estudios para determinar el volumen de demanda de transporte: aforos, estudios de frecuencia y cargas y estudios de ascensos y descensos.
- Encuestas Origen – Destino y encuestas de Preferencias Declaradas.

Según la página oficial del Tren Interurbano, menciona que este proyecto ayudará a disminuir las emisiones de CO₂ en 27,827 TON/AÑO, de igual modo, hace mención a la generación de empleos durante el proyecto, donde señala que son 17,500 empleos directos y 35,000 indirectos. (SCT - SOBSE - SEGOB, 2015)

Este dará servicio a una zona con gran demanda en la generación y atracción de viajes en la Ciudad de México, y será con la estación Observatorio de la línea 1 del Sistema de Transporte Colectivo Metro, donde existirá conexión, y, posteriormente, con la línea 9 y 12 del mismo.

Por otro lado, se señala que existirá una disminución de aproximadamente 400 accidentes viales en la Autopista México-Toluca al año, además de indicar que existirá mayor movilidad para las personas, ya que habrá una disminución del tráfico vehicular beneficiando hasta 3.5 millones de habitantes.



Mapa 7. Descripción general del proyecto.

FUENTE: Elaboración propia con datos de SCT - SENERMEX (2013).

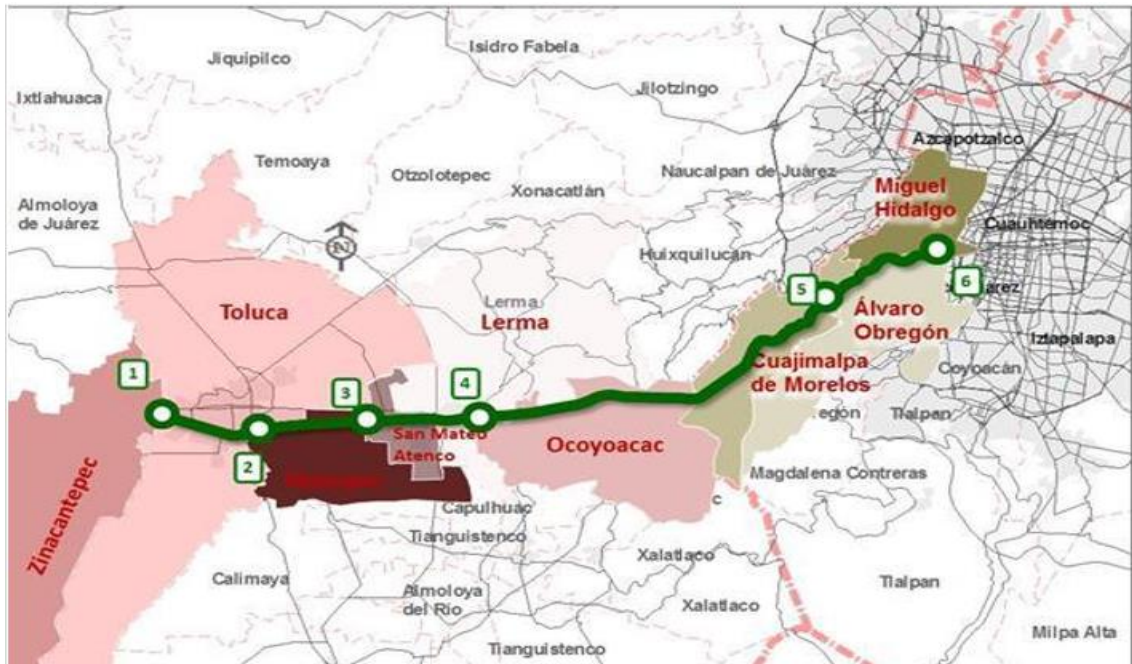


Imagen 10. Trazo del proyecto

FUENTE: (SCT - SENERMEX, 2013, pág. 5)

Para saber la distribución de cada estación y el tipo de estas, se analizaron diferentes espacios como los locales de servicio, taquillas, vestíbulos, zonas para alojar máquinas expendedoras de boletos, zona de control de acceso (torniquetes), vigilancia y jefe de estación, circulaciones verticales y equipos para la movilidad de personas con capacidades diferentes, así como las de tercera edad.

Así mismo, se analizaron las zonas de andenes con la dimensión suficiente para que los trenes de 150 m de largo operen de manera adecuada (para el ascenso y descenso de pasajeros), pero que al mismo tiempo faciliten a futuro la adopción de trenes de mayor longitud previendo el aumento de frecuencia debido al incremento de la demanda.

La capacidad máxima del tren en Horas de Máxima Demanda (HMD) será de 15,660 pasajeros en una frecuencia de 4-6 minutos y una capacidad por tren de 1,044 pasajeros (560 sentados y 484 de pie).

Se prevé que al inicio de la operación del proyecto existan 20 convoyes en operación en la hora punta y se considera que a partir del año 2022 se habrá alcanzado la máxima capacidad con el material rodante adquirido en el inicio de la operación, por lo que debe disponerse de 2 nuevos trenes en operación en la hora punta.

El trazo que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) tenía realizado y que corresponde a la Ciudad de México, tuvo adecuaciones en él, este comprende de 4.3 km, y está ubicado de la Glorieta Vasco de Quiroga a la estación del Metro Observatorio, se optó que se utilizarían terrenos federales en su mayor parte. (SCT - SOBSE - SEGOB, 2017)

La SCT hace mención que se han realizado reuniones con grupos vecinales de las delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos, según cifras han sido 73 reuniones con participación de ciudadanía y autoridades delegacionales, 49 reuniones institucionales y 9 recorridos interinstitucionales.

Sin embargo, comuneros de San Jerónimo Acazulco rechazaron que los terrenos que la SCT menciona que son de propiedad federal donde se construye el tramo III del Tren Interurbano, sean de la misma, por tanto, emplazaron a la dependencia a demostrar lo contrario. (Mendoza, 2018)

El proyecto se ubicará en los límites de la ZMT con la ZMVM, el trazo de la línea férrea atravesará por los municipios de Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac, así como por las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo.

Con este, se pretende facilitar la movilidad de 230 mil pasajeros diarios en su primer año de operación, además de disminuir las emisiones contaminantes, ya que los trenes cuentan con un sistema de alimentación por medio de electricidad, las cuales eran cerca de 27,827 toneladas de bióxido de carbono al año. (SCT, 2017)

El proyecto contempla la construcción de viaductos ferroviarios con dos propósitos: (SCT - DGTFyM, 2013)

- Minimizar los impactos viales y sociales en las zonas urbanas que puede generar la construcción de una nueva línea ferroviaria de esta naturaleza.
- Cruzar las zonas más accidentadas con sistemas de viaductos.

También hace mención de un túnel ferroviario, el cual será la obra de infraestructura civil más importante, tanto técnica como económicamente, por esto, se han tomado en consideración diversos factores:

- El proyecto ejecutivo del túnel minimiza la longitud del mismo.
- Se minimiza la afectación a zonas de protección medioambiental, ya que evita cruzar las zonas protegidas.
- La normativa internacional de aplicación para la construcción de túneles ferroviarios.
- La influencia de factores aerodinámicos en la circulación de un tren por el túnel se superpone y aumenta en túneles de vía doble cuando dos trenes se cruzan.
- En los túneles la seguridad se ha convertido en uno de los principales condicionantes del diseño, incrementando los costos de construcción, pero brindando una amplia seguridad a los pasajeros mediante la construcción de galerías de conexión.
- El túnel deberá contar con sistemas de ventilación capaces de extraer el aire viciado e impulsar aire fresco hacia cualquier punto del túnel en caso de emergencia, ya que, en la circulación normal del tren, es el propio movimiento de este el que hace que circule el aire a modo de émbolo.

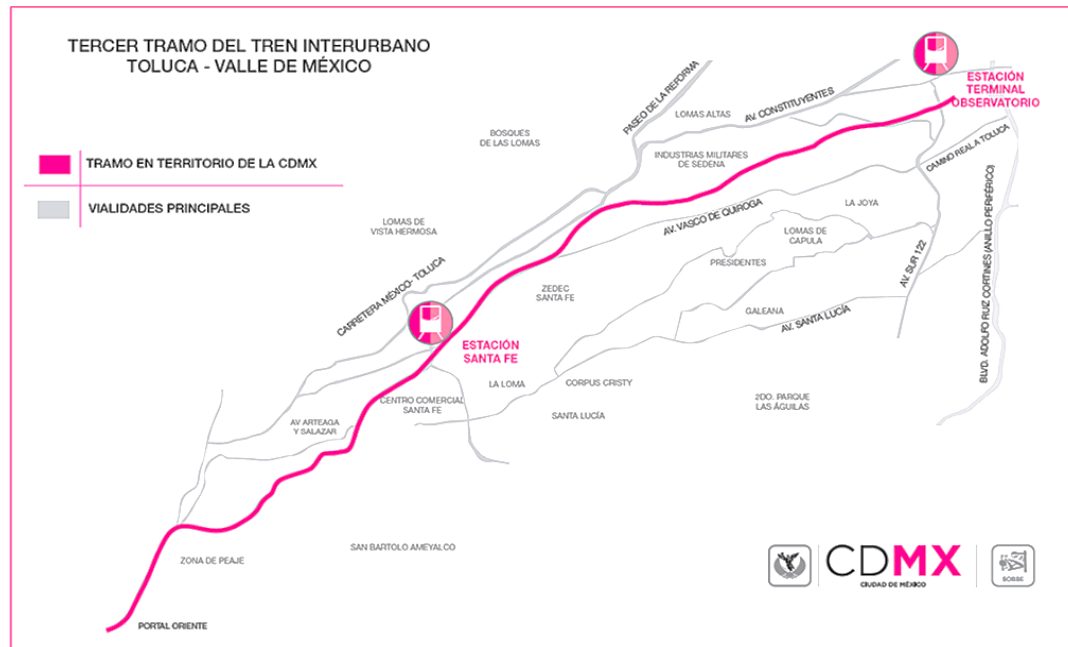


Imagen 11. Tercer tramo del Tren Interurbano correspondiente a la Ciudad de México.

Fuente: (SCT - SOBSE - SEGOB, 2015)

En la página oficial del Tren Interurbano (2015), señala que el trazo de Tramo III lo proyectó la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), con la finalidad de no invadir la zona urbana del Poniente de la Ciudad de México, por lo que la mayor parte de la construcción recaerá en terrenos federales, evitando el paso en zonas urbanas.

Por otro lado, según la SCT (2013, pág. 25), el sistema eléctrico del proyecto, se conectará a la red eléctrica de Alta Tensión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante una o dos Subestación de Alta Tensión (SEAT) ubicadas en emplazamientos contiguos al trazado de la línea. Cada subestación tendrá dos transformadores, uno destinado a tracción y otro destinado a los servicios del sistema (iluminación y fuerza motriz de las estaciones, talleres, locales técnicos, etc.)

La alimentación eléctrica en Alta Tensión transformada en las SEAT será distribuida en Media Tensión a las distintas Subestaciones de Tracción y a los Centros de Transformación de estaciones mediante sistemas de distribución independientes. (SCT - DGTFyM, 2013)

El sistema de alimentación de tracción se proporcionará a través de Subestaciones de Tracción, que se alimentarán de la red de distribución de tracción Media Tensión procedentes de las SEAT. (SCT - DGTFyM, 2013)

Este sistema, permite transportar la energía de tracción, lo cual asegura una reducción de las caídas de tensión, la cual será suministrada al sistema de catenaria y se establecerán secciones de alimentación determinadas por seccionadores de catenaria que serán distribuidos a lo largo de la línea, mientras que el material rodante recibe el hilo de contacto y los rieles. (SCT - DGTFyM, 2013)

El proyecto contará con una Protección Automática de Trenes (ATP), el cual estará compuesto por dos subsistemas: (SCT - DGTFyM, 2013, pág. 29)

- Equipos instalados en los trenes.
- Equipos instalados en las vías.

Sus requerimientos son:

- Contar con señalización lateral.
- Tener comunicación vía-tren.
- Detección de vía libre.

Este sistema permitirá:

- Calcular las curvas de frenado y los perfiles de velocidad.
- Calcular la velocidad real permitida.
- Previene el exceso de velocidad.
- Controla el frenado y acciona el freno de servicio o el freno de emergencia en casos de peligro.

La operación de los sistemas del Tren Toluca-Ciudad de México se coordinará desde un Puesto de Control Central (PCC), especialmente en situaciones de emergencia o contingencia. Este se ubicará en un edificio próximo a la línea y será el punto de concentración de información acerca del estado de funcionamiento de los sistemas y el control de tráfico, así como el punto de emisión de órdenes, mandos y toma de decisiones. (SCT - DGTFyM, 2013)

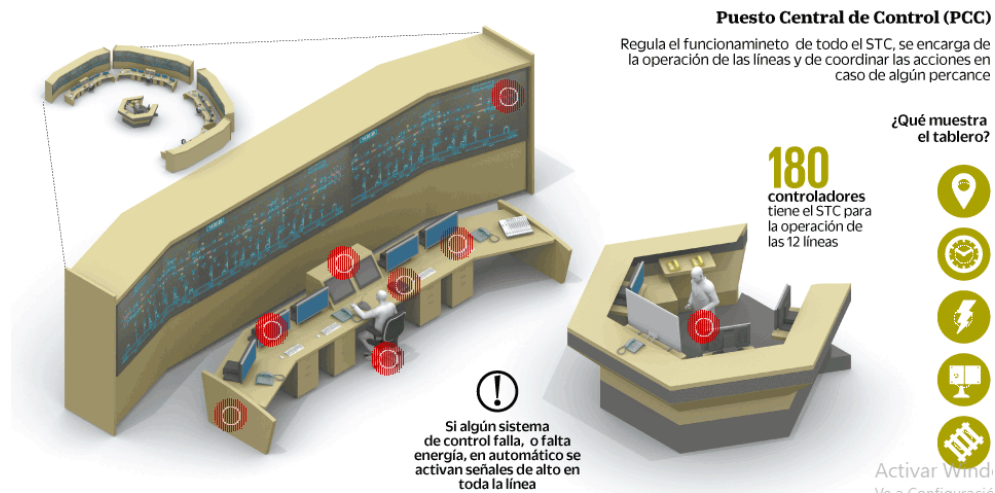


Imagen 12. Ejemplo de un puesto central de control (PCC) del STC metro.

Fuente: (El Universal, 2015)

En el PCC se instalarán pantallas gigantes tipo videowall para permitir un rápido intercambio de información entre operadores y equipos más importantes como lo es la red de comunicaciones local o la granja de servidores y aplicaciones críticas.

En los talleres y depósito se realizan las tareas de mantenimiento menor y mayor de trenes, así como el estacionamiento de la flota de trenes y vehículos de mantenimiento de vías, de los cuales se planea su ubicación en alguno de los extremos de la línea.

Y estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera: (SCT - DGTFyM, 2013)

- **Patio de vías:** este es el sitio donde se distribuyen y se desarrollan las diferentes maniobras de la operación de los talleres.

- Torre de maniobras: aquí se controla el movimiento de los trenes hacia los talleres y depósitos, este deberá tener una cobertura visual total, deberá contar con un local técnico, un tablero de control óptico, una cabina de control, baños y área para vestidores.
- Depósito: en esta área se estacionan los trenes cuando están fuera de servicio y debe contar con los siguientes elementos: andadores para los conductores, pasos de emergencia para vehículos de bomberos o ambulancias, locales de aseo para la limpieza de los trenes, y contará con cajas de arena como tope de vías en cada una.
- Nave de mantenimiento menor: aquí se les da mantenimiento a los trenes de forma periódica.
- Vía de lavado de trenes y máquina lavadora: en esta zona se realiza el lavado exterior de los trenes y se ubicará en la entrada de la nave de mantenimiento menor.
- Vía de sopleteado: el trabajo de esta será eliminar el polvo adherido a las partes bajas de los trenes.
- Nave de mantenimiento mayor: es el área donde se presenta el mantenimiento general y total a los trenes y se integra por las siguientes zonas: zona de cajas, de bogíes, de reserva, oficinas administrativas y locales técnicos, almacén y baños, además de que deberá contar con grúas viajeras polipastos.
- Taller de vías y nave de vehículos auxiliares: esta es el área donde se estacionan y reparan los vehículos que sirven para proporcionar un mantenimiento programado de las vías.

El sistema de boletaje, se basará en la utilización de tarjetas sin contacto que permita al usuario adquirir fácilmente los títulos de transporte, validar el viaje y trasladarse a su destino pagando solo el importe de este viaje; así como el equipamiento considerado en cada estación, como los torniquetes bidireccionales de entrada y salida con validadores de tarjetas, los cuales validarán el viaje en base al recorrido que haga el usuario para poder descontar el costo del recorrido desde las tarjetas sin contacto.

Se dispondrá de terminales de venta de tarjetas y recarga en taquilla, máquinas exclusivas para la recarga de estas, máquinas de venta de tarjetas, terminales portátiles para recarga de tarjetas, validación y cancelación, además de la impresión de comprobantes de cada transacción realizada. (SCT - DGTFyM, 2013)

2.1.1 Descripción de las estaciones

De acuerdo a lo observado mediante un recorrido de campo, son cuatro las estaciones que componen el proyecto del tren interurbano y dos terminales. Iniciando con la terminal de *Zinacantepec*, es la que lleva más avance al mes de mayo de 2018, año en el cual se había mencionado que se terminaría el proyecto.

En una apreciación personal, se observó un avance del 70% de la estación, hasta el mes de mayo de 2018, cifras dadas a criterio personal (en adelante “CP”), tiene los andenes bien definidos, los cuales permiten que el tren realice pruebas de manera segura, además de escaleras eléctricas, y un lugar amplio, el cual se presume, será un CETRAM en un futuro.



Imagen 13. Estación Zinacantepec en Febrero 2018.

Fuente: Imagen propia.

Seguida de esta, se encuentra la estación *terminal de autobuses* (o *Cristóbal Colón*) de la ciudad de Toluca, la cual tiene un 50% de avance a CP, solo cuenta con una parte de los andenes y la forma de las escaleras eléctricas.

Las estaciones de *Metepac* y *Lerma*, se encuentran en un 30-40% de su construcción, esto por apreciación personal.

La estación *Santa Fe* estará compuesta de andenes, edificios, pasarelas y vialidades internas. La estructura será una plataforma soportada por columnas que se desplantan desde el terreno natural del vaso regulador, lo cual permite la permeabilidad del agua y considera las funciones actuales de esta instalación. (SCT - SOBSE - SEGOB, 2015)

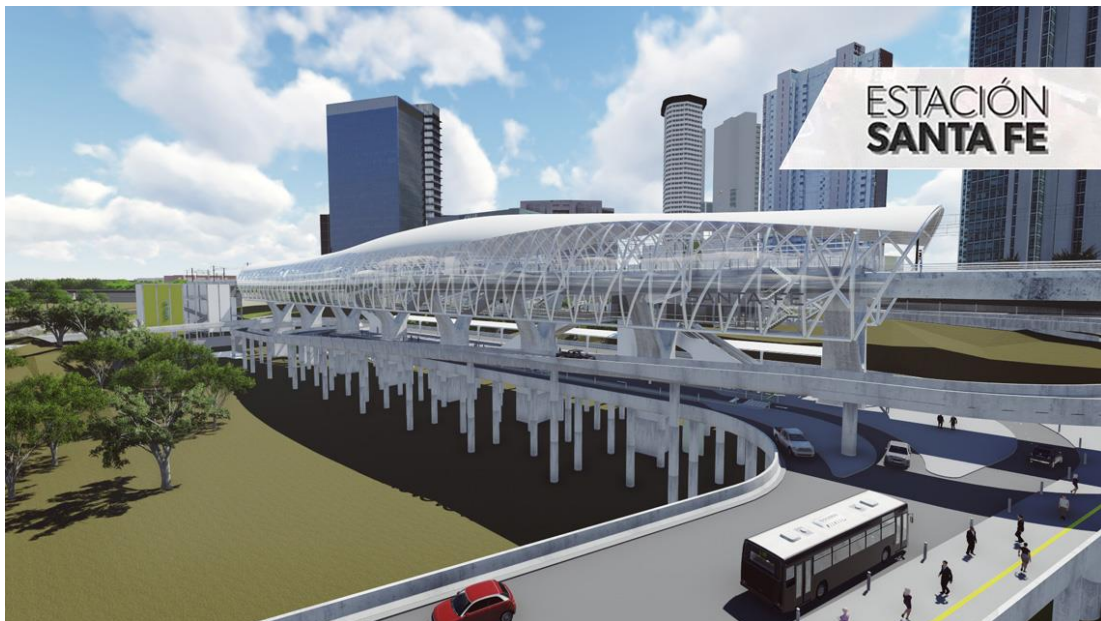


Imagen 14. Estación Santa Fe

Fuente: (SCT - SOBSE - SEGOB, 2015)

Finalmente, la terminal *Observatorio*, la cual contará con tres andenes. Lo criterios de diseño de este edificio son básicas: orden, sencillez y accesibilidad. Con estos tres criterios el edificio solucionará los conflictos viales existentes en la zona y atenderá los flujos peatonales de todos los sistemas de transporte que convergen en este punto. (SCT - SOBSE - SEGOB, 2015)



Imagen 15. Estación Observatorio.

Fuente: (SCT - SOBSE - SEGOB, 2015)

2.2 Impactos esperados en la demanda

La población de las zonas metropolitanas ha crecido de manera importante, por esto el número de traslados en esas zonas se han incrementado sin que el sistema de transporte público y la infraestructura se adapte a la par de su crecimiento. La metrópoli, es la concentración urbana más importante de un territorio, y se caracteriza por la diversidad y el elevado número de empleos que ofrece, aquí se encuentra el poder político. (SCT - SENERMEX, 2013)

La ZMT, cuenta con una población de 2, 152, 150 habitantes distribuidos en 22 municipios que la conforman, siendo los municipios con mayor población: (COESPO, 2014)

- Toluca (900, 763 habitantes).
- Metepec (231, 203 habitantes).
- San Miguel Zinacantepec (192, 864 habitantes).
- Almoloya de Juárez (165, 306 habitantes).
- Lerma de Villada (156, 779 habitantes).
- Temoaya (100,094 habitantes).

Para el caso de la CDMX, cuenta con una población de 8, 918, 653 habitantes siendo las delegaciones más pobladas: (INEGI, 2015)

- Iztapalapa (1, 827, 868 habitantes).
- Gustavo A. Madero (1, 164, 477 habitantes).
- Álvaro Obregón (749, 982 habitantes).

Donde cabe resaltar, que una de las zonas de interés de este trabajo corresponde al área de Santa Fe y Observatorio, las cuales se sitúan en las delegaciones Cuajimalpa (199, 224 hab.) (INEGI, 2015) y Álvaro Obregón, respectivamente.

2.2.1 Demanda Actual

La captación de viajes por unidad de transporte se ubica con valores cercanos a los 168 pasajeros por día para el caso de la ZMT, en el caso del transporte foráneo cuenta con un valor promedio de los 300 pasajeros por unidad por día. Para el caso de las rutas que operan desde los paraderos de Chapultepec y Tacubaya el valor se aproxima a los 200 pasajeros por unidad por día, mientras que en Cuatro Caminos este indicador se ve afectado por la diversidad de unidades que prestan el servicio de transporte y que hace que este índice esté por los 56 pasajeros por unidad por día. (SCT - SENERMEX, 2013)

Por otro lado, el índice de captación de pasajeros por kilómetro resulta bajo para las condiciones urbanas y suburbanas donde se presta el servicio, estando el indicador entre los 0.9 pasajeros por kilómetro hasta los 3.3 pas/km. (SCT - SENERMEX, 2013)

Mientras tanto, en el transporte foráneo, el indicador se ve afectado por la longitud de ruta y la tendencia a que los ascensos se realizan en los puntos iniciales del derrotero en cuestión.

Las unidades que corresponden al poniente de la CDMX operan llevando entre el 50 y el 60% de su capacidad en promedio durante el día, este mismo caso se da para el transporte foráneo. Sin embargo, la gran cantidad de unidades que se registran en la ZMT ocasiona que estas operen al 30% de su capacidad. (SCT - SENERMEX, 2013)

Las encuestas constituyen el otro método utilizado para determinar la demanda de transporte, ya que sirven para conocer de manera más precisa los hábitos de la transportación. A través de estas se interroga a los usuarios de los transportes sobre algunos tópicos necesarios para el diseño. (Alceda Hernández, 1997)

Una encuesta puede tener varios objetivos y varios alcances, la más tradicional de ellas es la que se conoce con el nombre de Encuesta Origen y Destino (Encuesta O-D). Puede ser aplicada como estudio domiciliario, así como en la modalidad de a bordo de los propios transportes, dependiendo del alcance que se le deba dar a la investigación. (Alceda Hernández, 1997)

Las Encuestas O-D domiciliarias se utilizan en los estudios de planeación de los transportes, estas son de grandes dimensiones, ya que suele cubrir un considerable número de preguntas de índole socioeconómica, aparte de otras cuestiones referentes a los hábitos de la transportación. (Alceda Hernández, 1997)

Para el caso de las encuestas a bordo de los medios de transporte se hacen en una cantidad menor, además de que el interrogatorio no abarca más que unas 5 o 6 preguntas, casi todas exclusivas de la movilidad del modo de transporte. Estas se hacen por muestreo, por ello deben ir acompañadas de un aforo que sirva como referencia numérica, es decir, si se ha de encuestar a los pasajeros de uno de cada tantos vehículos, es necesario saber cuántos vehículos, de esos que circulaban durante el momento de la encuesta, de ese modo se podrá estimar la población que representaba la muestra. (Alceda Hernández, 1997)

Como el nombre de la encuesta lo dice, esta busca establecer el origen y el destino de los traslados, aparte de conocer el motivo de viaje, su repetitividad o frecuencia, y la hora del día en que se producen. Además, se suele preguntar sobre la integración del viaje (como se llegó al punto de abordaje), la edad y la ocupación del encuestado. (Alceda Hernández, 1997)

Las encuestas son un gran auxiliar del técnico cuando no es suficiente la información que se obtiene de simples aforos, ya que con los datos que las encuestas aportan es factible poder configurar esquemas de demanda más completos y a la vez como mayor detalle. (Alceda Hernández, 1997)

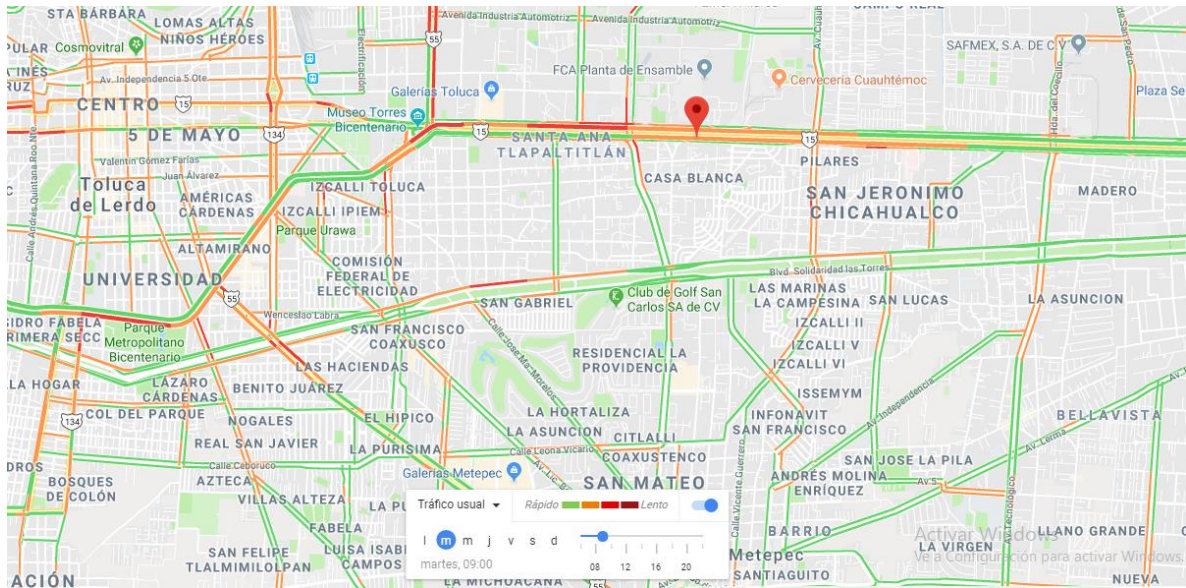
2.3 Problemática

Esta se sintetiza en que cada día, miles de personas realizan traslados entre Toluca y la Ciudad de México, pero la congestión tanto en la salida de Toluca como en la zona de Santa Fe y Observatorio en la CMDX, provocan que un recorrido de aproximadamente 60 kilómetros (km) no se realice en condiciones competitivas ni en costo ni en tiempo. (SCT - SENERMEX, 2013)

Actualmente, en Horas de Máxima Demanda (HMD), un viaje que inicia en el Municipio de Zinacantepec al poniente de Toluca y que tiene como destino final el Anillo Periférico en la Ciudad de México entrando por Av. De los Constituyentes, se realiza en no menos de 130 minutos.

Para el caso de la ZMT, el incremento de la población con mayor poder adquisitivo, llevó al aumento del número de automóviles, el incremento de la población con menor poder adquisitivo, provocó aumento de la demanda e incremento del número de vehículos de transporte público, mientras que el crecimiento de la actividad productiva, aumentó la presencia de tracto camiones en la zona.

La operación de la vialidad Paseo Tollocan (Mapa 8), resulta de gran relevancia, ya que esta absorbe flujos importantes de todo tipo de transporte, además de que juega un papel importante en la dirección del crecimiento urbano regional. En caso contrario, esta vialidad presenta condiciones de ineficiencia como consecuencia de la multifuncionalidad que desarrolla, derivada de los problemas de estructura vial de la ciudad, este actualmente tiene un nivel de servicio tipo E, donde representa altas demoras y velocidades bajas en algunos tramos.



Mapa 8. Tráfico usual en av. Paseo Tollocan.

Fuente: Google Maps (Enero 2019)

Es importante señalar que el Paseo Tollocan mantiene una triple función: (SCT - SENERMEX, 2013)

- Es el principal eje de circulación vial en Toluca.
- Es un eje estructurador de las conexiones regionales de Toluca.
- Y finalmente, es un eje promotor de la expansión urbana y económica.

Para poder realizar una correcta configuración del recorrido, se deben realizar estudios complementarios que pueden alterar el trayecto ideal, esto con el objetivo de que se pueda aumentar la eficiencia real. (Alceda Hernández, 1997)

Alceda hace mención, que cuando se plantean rutas como resultado de estudios teóricos, como lo son las Encuestas O-D y los aforos, estas no toman en cuenta los efectos que producirá en la circulación de vehículos nuevos. Por tanto, esto obliga a considerar ciertos aspectos no considerados en estudios anteriores, como:

- Cuencas de captación: son superficies del territorio de donde se concentran los viajeros que utilizan o podrían utilizar el servicio, ayudan a poder realizar una mejor ubicación de la ruta en el entorno geográfico. La anchura de éstas, dependen tanto del trayecto que el usuario realiza a pie o de cualquier otro modo de transporte, y de ciertos factores, como pueden ser la accesibilidad al lugar, opciones de transporte, la época del año, la calidad del servicio, la hora del día y la longitud global del viaje.
Generalmente suelen realizarse con la toma de encuestas propiamente diseñadas para los usuarios, enfocándose principalmente en el lugar donde iniciaron su recorrido para llegar al lugar en el que la encuesta se está realizando.
- Causas de las demoras: existe el tiempo real de recorrido, el cual es de gran importancia para tener un correcto programa de operación, así como el tiempo comprendido en los trayectos, el cual depende mucho de las condiciones que existan en el tránsito a lo largo de la ruta. Por esto es necesario estudiar donde está el origen de las causas de las demoras, para así poder tratar de disminuirlas, y un ejemplo de estas sería que la ruta pasará por un crucero muy congestionado con varias arterias, la solución sería cambiar la ruta, para evitar pasar por dicho crucero.
- Índice de siniestralidad de la ruta: este mide la incidencia de accidentes de un recorrido, y tiene mucho que ver con la seguridad y con los tiempos del trayecto. De igual manera que el punto anterior, la solución sería mover el derrotero para que no pase por los puntos con mayor siniestralidad.
- Emplazamiento de paradas y terminales: estas deben estar bien ubicada para que exista una gran eficiencia operativa, además de que sea seguro y rápido el ascenso y descenso.

Alceda menciona el tiempo generalizado de viaje, definiéndolo como el tiempo que el usuario toma de manera intuitiva para seleccionar el modo de transporte en el cual viajará. El analista debe tener en cuenta que el tiempo se considera de extremo a extremo, contando el tiempo que el usuario está esperando el transporte, el tiempo que tarda en llegar de su origen al lugar donde lo toma y el tiempo del trayecto.

Por lo general, el usuario ya tiene un tiempo de cuánto tarda en su trayecto, y cuando este presenta alguna anomalía, le genera cierta incertidumbre, y por esto podría cambiar la idea que tenía hacia su modo de transporte actual. Por tanto, se puede decir que un medio de transporte, cuyo tiempo es fijo, es máspreciado que uno donde existan variaciones.

Otros factores físicos para la operación son los siguientes, ya que estos de algún modo intervienen en los cálculos del programa operativo: (Alceda Hernández, 1997)

- Longitud de la ruta (L_r): esta se refiere a la medida del trayecto (ida y vuelta), y se mide en metros o kilómetros, y debe corresponder con la suma de las distancias entre paradas.
 - Índice de sinuosidad (I_s): este mide la tortuosidad o sinuosidad de la ruta, y se calcula dividiendo la L_r entre el doble de la distancia que hay, en línea recta, entre las terminales. Si la ruta consiste en un circuito, el I_s se calcula dividiendo la longitud del circuito entre el doble de la distancia que exista, en línea recta, de la terminal al punto más alejado de la misma.
 - El número y espaciamento de las paradas: para el número de paradas, solo se toma en cuenta aquellas en donde los vehículos se detengan de modo ordenado, por tanto no se cuentan las que se realice de manera ocasional. Y el espaciamento entre paradas, se refiere a la longitud en metros que existe de separación entre una y otra.
- Existen varios modelos para poder determinar el número de paradas y la separación, entre estos está el de E. Stelson y el de M. Conde C.

- Las velocidades de los vehículos (de marcha y comercial): la velocidad de marcha o de trayecto (V_m), es aquella que se desarrolla por los vehículos de transporte, sin tomar en cuenta las demoras por las interferencias, como los congestionamientos, semáforos, ascensos y descensos, y se calcula dividiendo la longitud del recorrido (L_r) entre el tiempo neto (T_n), empleado por el vehículo durante el recorrido.
La velocidad comercial (V_c), se calculará de la misma manera, pero tomando el tiempo global (T_g) sin descuentos.
- Tiempos de ascenso y descenso de los pasajeros: se refieren a los tiempos consumidos por los usuarios al ascender (t_a) y descender (t_d) de los vehículos de transporte, y se expresan en segundos por uno o más pasajeros.
- Tiempo de permanencia en terminales (t_t): se trata del tiempo medido en minutos, en el cual los vehículos de transporte están estacionados en los puntos de terminal, pueden ser diversos los casos, pero algunos ejemplos son la limpieza del vehículo, descanso del operador, pequeñas reparaciones al vehículo.
- Tiempos muertos (t_m): se refiere al tiempo que tarda el vehículo en ser trasladado de su terminal al lugar de depósito.
- Frecuencia de operación (F_o): se refiere al ritmo con el que trabajan los vehículos de transporte de una ruta o servicio, y se da en vehículos/hora, además a esto, existe un valor complementario, definido como intervalo (i) y generalmente se mide en minutos.

CAPÍTULO 3

Recopilación de información

Molinero y Sánchez (2003), mencionan la encuesta Origen-Destino (O-D), la cual permite obtener información actualizada sobre el número de viajes y la ubicación de las principales zonas atractoras y generadoras de éstos, además de predecir el comportamiento del usuario y las necesidades de desplazamiento de los habitantes; también clasifica sus necesidades con la finalidad de dar un mejor servicio y conocer la demanda potencial, tanto la que es atendida como la insatisfecha. (Obregón-Biosca, 2015)

Existen necesidades de información, divididas en las siguientes fases: (Molinero & Sánchez, 1996)

- Fase inicial: en esta fase se recopila toda la información, la cual permite efectuar comparaciones directas entre rutas, así como efectuar análisis de las diversas opciones de servicios que se pueden dar.
- Fase de monitoreo: Una vez que se cuenta con el perfil de cada ruta, el prestatario del servicio debe verificarlas regularmente para detectar cambios significantes. Generalmente, esta información se recopila conjuntamente con los conteos de cargas o ascensos.

Para el caso del presente estudio, se inició con la recopilación de antecedentes de ambas ciudades donde se realizará el proyecto, en este caso la Ciudad de México en la zona de Observatorio, la Ciudad de Toluca en la zona de Zinacantepec y la Terminal de autobuses de Toluca.

Así como los modos de transporte que se mueven en ambas zonas de estudio, para el caso de la Ciudad de México, solo se mencionaron los cercanos a Observatorio, como las líneas del metro cercanas (Línea 1, principalmente), metro bus, trolebús, y para el caso de Toluca, las rutas que pasan por las zonas de estudio.

Existen un gran número de técnicas para la recopilación de información que van desde métodos manuales hasta los que utilizan aparatos electrónicos sofisticados. Algunos de estos son los estudios de: (Molinero & Sánchez, 1996)

- Ascenso y descenso: se contabiliza a bordo de las unidades la cantidad de pasajeros que suben y bajan en cada parada, así como los tiempos de llegada a puntos previamente establecidos.
- Demanda puntual o de cargas: en la sección de máxima demanda se contabilizan los usuarios que pasan por unidad de tiempo. Dentro de este estudio se pueden tomar las frecuencias del modo de transporte estudiado.
- Velocidad y demora: se contabilizan las causas y las demoras a lo largo de la ruta del transporte público, además de que se revisan los tiempos de paso por los puntos de control.
- Conteo de abordajes: se contabilizan los usuarios que abordan las unidades, generalmente dividiéndose por tipos de tarifas.
- Lectura de cajas recolectoras: aquí es en caso de que se cuente con este equipo, se toma la lectura de los contadores en puntos previamente seleccionados o en un horario específico.
- Conteo de ingresos: aquí se contabiliza el ingreso obtenido al final de cada recorrido.
- Conteo de transbordos: se trata de contabilizar los transbordos que se llevan a cabo en cada parada o punto de transbordo importante, o en el caso de recibir boletos de transbordo, se contabiliza el número que recibe cada operador.
- Encuesta: consiste en una gran variedad de técnicas en las cuales se le pregunta al usuario sobre aspectos referentes a su movilidad, a su estrato socioeconómico, a su opinión sobre el sistema de transporte.

Para el presente caso, se decidió realizar una encuesta, ya que es de los estudios más completos por el cual se pueden obtener datos de los usuarios, en este caso de su movilidad actual en tal ruta, además de que es una manera sencilla de llegar al público o en este caso a los posibles usuarios.

La utilidad de esta va desde cómo atraer a los posibles usuarios a utilizar el servicio, saber cuáles son sus puntos de vista hasta el momento, cuál es su percepción actual y futura para este proyecto, además de poder resolver posibles dudas de lo que será el tren interurbano.

Para que se pueda decir que existe un buen diseño de una encuesta, esta debe ser sencilla y clara para quien va a responder la encuesta, esto pensando en que el posible usuario sea quien la lea, o exista alguna persona que la aplique.

Por otro lado, debe ir orientada a un objetivo concreto, debe ser fácil de entender para cualquier persona, además de que su diseño sea atractivo a la vista del entrevistado, además de llevar preguntas concretas del tema que se quiere saber.

3.1 Diseño de la encuesta

La encuesta a bordo del transporte público, requiere de un equipo especializado de personal de campo, así como de gabinete para su realización, por lo que considera pertinente señalar los pasos que se deben llevar a cabo para su correcta elaboración.

Para el diseño de la encuesta que compete a este estudio, se inició detallando que tipo de preguntas se podrían realizar, esto conforme a quienes serían nuestros encuestados, para que dicha encuesta fuera lo más clara y coherente posible, con un lenguaje cotidiano y entendible para cualquier persona.

Las preguntas tendrían que ser referente al proyecto, para así poder saber qué tipos de usuarios serían quienes utilizarían el servicio, además de conocer la movilidad actual de ellos, y así tener en cuenta qué es lo que más sobresale para que tomen una decisión de qué modo de transporte utilizar.

Después de tener las preguntas realizadas, se debe tener en cuenta cual será el diseño más entendible y menos tedioso para el encuestado y el encuestador, ya que de esto depende que tan cierta sea la respuesta de nuestro usuario, esto es, si la persona no logra entender fácil y rápidamente tenderá a responder lo primero que se le venga en mente.

Debe de ser una encuesta rápida, concisa y precisa, para que no sea complicada tanto la aplicación como la codificación de las respuestas, esto ayudará al momento de explicarla, así como al momento de recabar resultados.

Para el presente trabajo se utilizó el método de la encuesta de interceptación, la cual es muy breve y normalmente se realiza a pie de calle, interceptando los desplazamientos de llegada/salida del área de estudio, por ejemplo en algún semáforo, para el caso de encuestas a autos, en medios de transporte público o en puntos de intercambio modal, como fue este caso. (Ortúzar, 2008)

Se muestra la movilidad del usuario, así como su preferencia en los diversos modos de transporte y su opinión acerca de nuestro tema de estudio.

3.1.1 Preparación de la encuesta

- **Delimitación del área de estudio:** Se deben establecer los límites que abarcará el estudio, tanto físicos como de estructura de la red. Entre los criterios que permiten definir esta área se encuentran la densidad de población; las áreas de trabajo que presentan una influencia sobre el área de estudio; así como otros límites geopolíticos o de otros estudios relacionados. Es importante contar con un inventario actualizado de las empresas y rutas que operan en el área de estudio y verificar los derroteros en campo con el fin de contar con una versión actualizada de los recorridos, así como la ubicación de las paradas.

Para este punto, se tomaron en cuenta las terminales de dicho proyecto, ya que se consideró serán las más demandadas, estudiando dichos puntos se obtuvo que el mejor en la terminal de Observatorio sería la Terminal de Autobuses Poniente, ya que el mayor flujo de la gente que viene de la Ciudad de Toluca se concentra en este punto.

Se realizaron las gestiones necesarias para aplicar las encuestas dentro de las zonas públicas de la mencionada Terminal, sin embargo, no se obtuvo respuesta alguna. Por tal motivo se solicitó permiso a una empresa de autobuses (Flecha Roja, una de las que mayores usuarios registra entre la Terminal de Autobuses Poniente y la Ciudad de Toluca), para poder abordar a sus usuarios y aplicarles las encuestas.

Por otro lado, para el caso de la Terminal de Zinacantepec, se observó que actualmente (Febrero, 2018), no existe ningún tipo de infraestructura para algún CETRAM o su equivalente, y mucho menos algún transporte con el que se pueda conectar el Tren Interurbano, por tanto se decidió que el mejor punto de atracción de usuarios es la Terminal de Autobuses de Toluca.

- **Zonificación:** La información considerada aquí es la variedad de viajes con orígenes, destinos, propósitos y medios utilizados que deben ser relacionados con otros factores económicos, sociales y de tránsito. Su ventaja es que se puede crear un sistema de zonas jerarquizado en el que la unidad básica puede ser una cuadra y la jerarquía ir a unidades censales, zonas de análisis de transporte, ciudades, municipios, estados y regiones.

Para el caso de estudio de esta tesis, se tomó en cuenta el trayecto que compone el Tren Interurbano, particularmente en la delegación Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos, para la Ciudad de México, y los municipios de Zinacantepec, Metepec y Lerma en la Ciudad de Toluca.

- **Diseño de la muestra:** A partir de la información preliminar con que se cuenta sobre la demanda de transporte en la ruta o red de transporte a encuestar, se procederá a estimar la muestra requerida para el estudio. Esta dependerá del propósito para el que la información está siendo recopilada y de la precisión que se requiera.

En esta parte se tomó en cuenta la cantidad de usuarios que la SCT menciona que trasladará el Tren Interurbano, los cuales son 230,000 pas/día, cabe señalar que la muestra que se obtuvo para el presente trabajo, se consideró un error muestral del 9%, (debido a los recursos monetarios, de personal, en general, por los recursos disponibles), su aplicación se realizó tanto en las zonas dentro de la Ciudad de México, como en el municipio de Zinacantepec, a los alcances del trabajo y la importancia que tiene la realización de una encuesta para una persona, en el caso de una población de gran tamaño, como es este caso.

- **Diseño del cuestionario:** Este tiene como propósito recabar la información sobre los siguientes aspectos principales: el origen y el destino de los viajes, la cadena de medios de transporte utilizados, los motivos para realizar el viaje, entre otros aspectos. Es importante establecer si el cuestionario será contestado por el usuario directamente o el encuestador será el que formule las preguntas. En cualquier caso, es necesario que el contenido de la pregunta sea el adecuado y que la secuencia en que se realicen las preguntas siga la secuencia lógica de los pasos que se siguen para realizar el viaje. Es conveniente efectuar una prueba piloto para detectar el grado de entendimiento que presenta cada pregunta y ajustar las mismas a un vocabulario accesible al usuario.

Para el diseño de la encuesta, misma que será parte primordial en este trabajo, se consideraron datos como el origen de viaje del usuario, el cual para efectos del estudio se tomó como la Terminal de Zinacantepec, además de hacer mención al municipio del que vienen y al que van, así como el destino del mismo, que para este caso se tomó la Terminal de Autobuses Poniente y viceversa.

Se consideró que la encuesta fuera de manera anónima, sin preguntar datos personales, ya que para este caso no son datos que afectan los resultados. Por otra parte, se cuestionó acerca del transporte actual que utilizan, así como algunos factores cualitativos de este, como lo es la comodidad, la seguridad, la economía y la rapidez (preferencias declaradas), y así poder calificar el transporte que utilizan además de saber si aprobarían o no a cambiar de modo de transporte, y saber qué es lo que busca cada usuario (preferencias reveladas).

Y finalmente, se les pregunto acerca del conocimiento que tienen sobre el proyecto del Tren Interurbano, además de la opinión que tienen sobre este y así poder caracterizar a los posibles usuarios del mismo.

3.1.2 Aplicación de la encuesta, según Molinero y Sánchez (1996):

- **Programa de trabajo:** aquí se establecen las rutas donde se toma la muestra de la encuesta, cada día, y se le asignan los equipos necesarios para realizar la encuesta y el número mínimo de corridas que deben efectuar.
- **Selección y capacitación del personal:** Es recomendable la elaboración de un manual de procedimientos del encuestador, en el que se trata de manera detallada las tareas, el equipo y material necesario, además de la manera en que deben llenarse las diferentes formas de control.

La capacitación debe cubrir dos etapas: una teórica y otra práctica. En la primera se incluye la presentación de los conceptos básicos y el entendimiento del manual, además de realizar un ejercicio de simulación fuera de servicio para detectar errores, aclarar dudas y visualizar situaciones que pudieran presentarse con el operador o el usuario y así ver de qué manera solucionarlas.

La etapa práctica consistirá en hacer un recorrido en el cual se pone al encuestador en contacto con las condiciones reales de trabajo (la unidad de movimiento, actitudes y respuestas más comunes del usuario hacia la encuesta).

- **Método de aplicación:** Este dependerá si el usuario es el que contesta directamente el cuestionario o el encuestador es el que realiza las preguntas.

Para la aplicación de la encuesta, se establecieron los puntos con mayor flujo de gente que pueden ser usuarios del proyecto, esto con base en aforos realizados en días típicos (martes, miércoles y jueves), con los cuales se identificaron las Terminales de Autobuses de ambas ciudades (México y Toluca), además de Santa Fe.

No existió ningún tipo de capacitación ni selección de encuestadores, ya que el presente trabajo fue realizado de manera personal, en febrero y marzo de 2018.

3.1.3 Codificación, captura y validación.

El proceso de codificación consiste en anotar en la cédula de encuesta el código numérico correspondiente a la zona de origen y a la zona de destino conforme a la zonificación realizada en su oportunidad. Finalmente, en esta etapa se organiza la información relativa a los folios de las tarjetas, así como verificar la calidad de la información recabada. (Molinero & Sánchez, 1996)

En el caso de la captura, se tomaron en cuenta los orígenes y destinos que se definieron en un inicio, además de los municipios y/o delegaciones que los entrevistados hicieron mención, así como las preguntas que se realizaron con opciones, y por otro lado las preguntas abiertas, solo se utilizaron de manera cualitativa (saber cómo ven los usuarios a su modo de transporte actual, es decir, que cualidades observan en el).

3.1.4 Expansión y procesamiento.

La muestra obtenida debe ser expandida con el propósito de obtener el universo de viajes que utilizan la red en cuestión. Las siguientes son las consideraciones que deben tomarse en cuenta para la expansión de la muestra:

- Frecuencias observadas.
- Expansión por hora del día.
- Expansión por motivo de viaje.

- Expansión conjunta de motivo y hora del día.
- La no respuesta.
- Los periodos de expansión.

Las encuestas fueron realizadas en días típicos (martes, miércoles, jueves), sin embargo, también se aplicó los días lunes y sábado, ya que, según opiniones de trabajadores de ambas terminales, el día lunes es un día de mucho flujo de personas en la terminal de la Ciudad de Toluca, y el día sábado en la terminal de la Ciudad de México, esto en horario matutino (de 9 a 11), por la tarde (de 13 a 15) y nocturno (de 17 a 19).

3.1.5 Encuesta.

Los resultados obtenidos de cualquier encuesta de origen y destino a bordo pueden clasificarse de acuerdo con su naturaleza en tres grandes grupos: (Molinero & Sánchez, 1996)

- Información relativa a los desplazamientos de la población: como su nombre lo dice, presenta información de los desplazamientos de los usuarios en las diferentes horas del día, además del total de viajes que genera o atrae cada zona.
- Información que describe el comportamiento de la demanda sobre la red: el modo de comportamiento de la demanda dentro del sistema, así como la intensidad con la que se utiliza cada parada, pudiendo obtener reportes referentes a los ascensos y descensos, polígonos de carga y afluencias de pasajeros a cada una de las paradas.
- Índices operativos del sistema: estos pueden ser a nivel ruta, empresa o sistema, donde la información más frecuente es la ocupación de la unidad por día, velocidad de operación, intervalo de paso, captación por kilómetro, distancia recorrida por el usuario, transbordos entre otros. (Molinero & Sánchez, 1996)

Para el caso de la información de los desplazamientos de la población, en el presente trabajo, se incorporaron un par de preguntas a la encuesta diseñada para poder obtener el origen y destino de ambas ciudades, esto con el objetivo de saber cuál será el mayor punto atractor o generador de viajes del proyecto.

La siguiente imagen, muestra la encuesta utilizada para el presente estudio:

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno



COLEGIO
DE CIENCIA
Y TECNOLOGÍA

IMPACTO ENTRE LOS USUARIOS DEL TRANSPORTE PÚBLICO POR EL PROYECTO DEL TREN INTERURBANO TOLUCA - CIUDAD DE MÉXICO

<p>Hombre () Mujer ()</p> <p>Rango de edad:</p> <p>15-30 () 31-45 () 46-más ()</p> <p>¿De dónde viene?</p> <p>() Ciudad de México (CDMX)</p> <p>() Zona Metropolitana de Toluca (ZMT)</p> <p>() Otra</p> <p>¿De qué delegación o municipio?</p> <p>¿A qué parte de la CDMX y/o Toluca se dirige?</p> <p>¿Con que frecuencia visita la CDMX y/o Toluca?</p> <p>1-3 días () 3-5 días () 5-7 días ()</p> <p>¿Cuál es el motivo de su viaje?</p> <p>Trabajo () Escuela () Visita () Otro ()</p> <p>¿Cuál es el modo de transporte que utiliza con mayor frecuencia para llegar a su destino?</p> <p>En la escala del 1 al 5, donde 1 es pésimo y 5 excelente, califique lo siguiente de acuerdo al modo de transporte que actualmente utiliza:</p> <p>Comodidad ()</p> <p>Seguridad ()</p> <p>Rapidez ()</p>	<p>Tarifa ()</p> <p>Aproximadamente, ¿Cuánto paga en su trayecto?</p> <p>¿Sabe algo sobre el proyecto del Tren Interurbano México-Toluca?</p> <p>¿Qué es lo que ha escuchado?</p> <p>Según datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el costo aproximado del viaje será de \$80 y el tiempo promedio del recorrido será de 39 minutos de la terminal de Toluca a la Ciudad de México y regreso. ¿Utilizaría el servicio?</p> <p>¿Por qué?</p> <p>¿Cree que este tipo de proyectos mejoran la movilidad entre usuarios de ambas entidades?</p> <p>¿Por qué?</p> <p>¿Qué mejoraría de su servicio actual?</p>
--	---

Imagen 16. Encuesta realizada a usuarios de transporte público en la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Determinación del tamaño de la muestra

Para este caso se utilizará el método del “Muestreo aleatorio simple”, el cual es un procedimiento de muestreo probabilístico que da a cada elemento de la población objetivo y a cada posible muestra de un tamaño determinado, la misma probabilidad de ser seleccionado.

Parte importante para poder utilizar este tipo de muestreo, es que se debe contar con el tamaño de la muestra correcta, para que el error de muestreo sea el mínimo posible.

Para este estudio utilizaré la siguiente fórmula, con la cual podemos saber la muestra de la población que requerimos: (Feedback Networks la información viva., 2013)

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Dónde:

N= tamaño de la población o universo (número total de posibles usuarios).

k= constante que depende del nivel de confianza que asignemos, en este caso asignaremos un nivel de confianza de 95%, donde k=1.96

e= error muestral deseado, en este caso le daremos el 9%.

p= proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio, generalmente es dato desconocido y se suele suponer que p=q=0.5; dado que, para el caso, es un proyecto que aún no está en marcha y, en consecuencia, no se cuenta con información sobre las preferencias de los usuarios se considera que p=q=0.5

q= proporción de individuos que no poseen esa característica de estudio, es decir, 1-p.

n= tamaño de la muestra y/o número de encuestas a realizar.

Por tanto, quedaría de la siguiente manera:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(230,000)}{((0.09)^2 * (230,000 - 1)) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = \mathbf{119 \text{ encuestas.}}$$

Como se mencionó anteriormente, las encuestas fueron realizadas en puntos con mayor flujo de gente, los cuales pueden ser usuarios del proyecto, en días típicos (martes, miércoles, jueves), sin embargo, también se aplicó los días lunes y sábado, ya que, según opiniones de trabajadores de ambas terminales, el día lunes es un día de mucho flujo de personas en la terminal de la Ciudad de Toluca, y el día sábado en la terminal de la Ciudad de México, esto en horario matutino (de 9 a 11), por la tarde (de 13 a 15) y nocturno (de 17 a 19).

No existió ningún tipo de capacitación ni selección de encuestadores, ya que el presente trabajo fue realizado de manera personal, en febrero y marzo de 2018.

Se tomaron en cuenta las terminales de dicho proyecto, ya que se consideró serán las más demandadas, estudiando dichos puntos se obtuvo que el mejor en la terminal de Observatorio sería la Terminal de Autobuses Poniente, ya que el mayor flujo de la gente que viene de la Ciudad de Toluca se concentra en este punto.

Finalmente, se tomó en consideración la cantidad de usuarios que la SCT menciona que trasladará el Tren Interurbano, los cuales son 230,000 pas/día, cabe señalar que la muestra que se obtuvo para el presente trabajo, se consideró un error muestral del 9%, (debido a los recursos monetarios, de personal, en general, por los recursos disponibles), su aplicación se realizó tanto en las zonas dentro de la Ciudad de México, como en el municipio de Zinacantepec, a los alcances del trabajo y la importancia que tiene la realización de una encuesta para una persona, en el caso de una población de gran tamaño, como es este caso.

CAPÍTULO 4

Análisis de datos y diagnóstico

La ZMVM, en un futuro tenderá a estabilizar su población, esto debido al lento proceso de descongestión de la misma, la magnitud será considerable y se deberán solucionar problemáticas de movilidad pendientes en todo su territorio y especialmente al poniente de esta área, en la cual, se ha presentado un crecimiento sin previsión alguna en cuanto a su transporte, a su vialidad y a su desarrollo urbano sostenible. (SCT - SENERMEX, 2013)

El reto actual es conectar 2 áreas urbanas con capacidades diferentes en la generación de viajes, en las que existe una fuerte interacción económica y social, mediante un sistema de transporte eficiente, rápido y seguro.

4.1 Captura y manejo de la información y resultados

Después de la realización de la encuesta en los puntos indicados, se requiere hacer la captura de los datos encontrados en dicho estudio, realizando una base de datos de los mismos en una hoja de cálculo, para así poder graficarlos y dar los resultados obtenidos.

La información solicitada es de manera anónima, ya que solo se solicitan datos generales y no personales, así como la opinión de cada usuario acerca del proyecto del Tren Interurbano, además de la movilidad que los encuestados realizan de manera cotidiana y la calificación que le dan a diversos factores de su modo de transporte actual, según su criterio, como lo es la comodidad, seguridad, tarifa y rapidez.

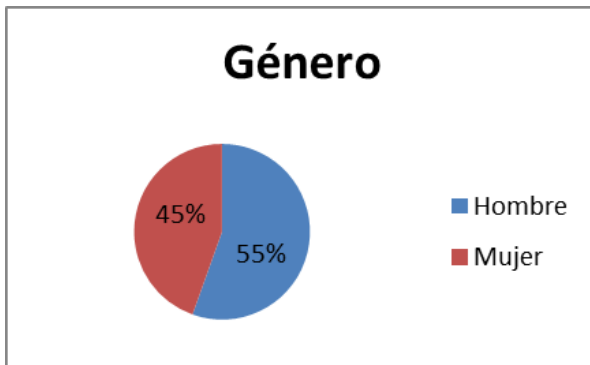
Se realizaron 119 encuestas, las cuales se obtuvieron de la ecuación vista en el capítulo anterior, esto con el fin de analizar el proyecto del Tren Interurbano que correrá de la Ciudad de México, para ser exactos de Observatorio, hacia Toluca, el cual tendrá como terminal el municipio de Zinacantepec.

Para el análisis de dichas encuestas, se consideró la temporalidad de las preguntas empleadas, por lo que los resultados se dividieron en dos partes, la **percepción actual** de los servicios vigentes y la **percepción del proyecto**.

4.1.1 Percepción actual

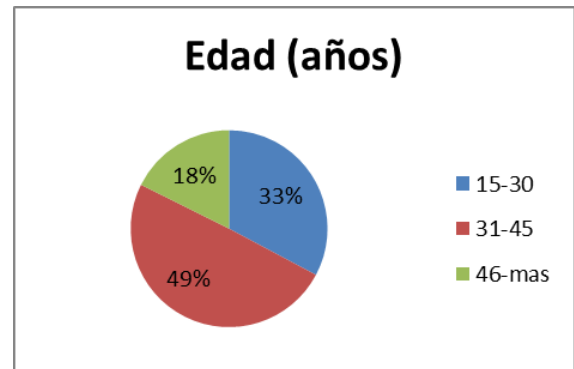
En este apartado se explica de manera breve, cómo cada uno de los usuarios de transporte entrevistados evalúan su servicio de transporte actual.

Según la encuesta realizada, se obtuvo que el 55% del total de los encuestados, son hombres y el 45% mujeres; mientras que el 49% del total están en un rango de edad de 31-45 años de edad, en las gráficas siguientes se muestran dichos resultados.



Gráfica 5. Género de los encuestados.

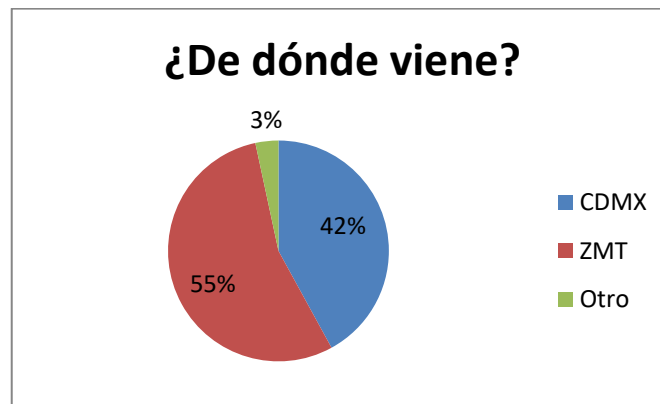
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 6. Edad de los encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

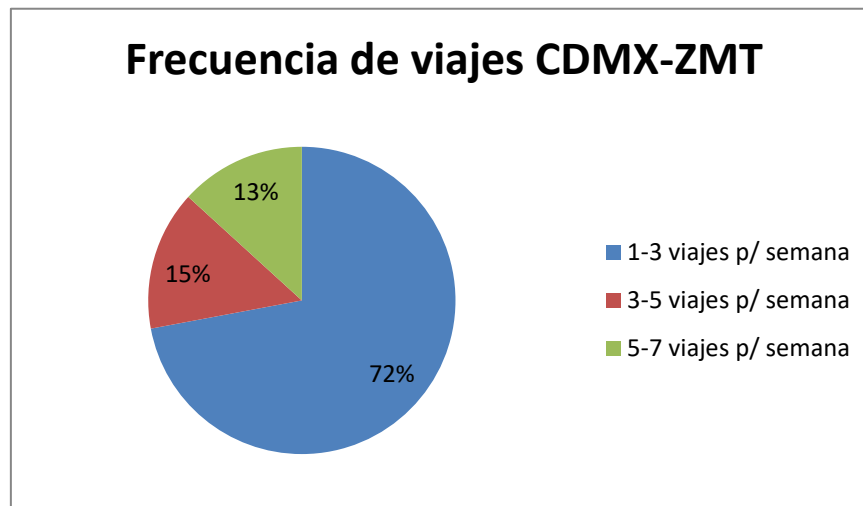
El 55% de las personas entrevistadas, señalaron que su punto de origen del viaje fue la Zona Metropolitana de Toluca, el 42% de la Ciudad de México, y el 3% de otro lugar diferente a estas opciones.



Gráfica 7. Origen de los entrevistados

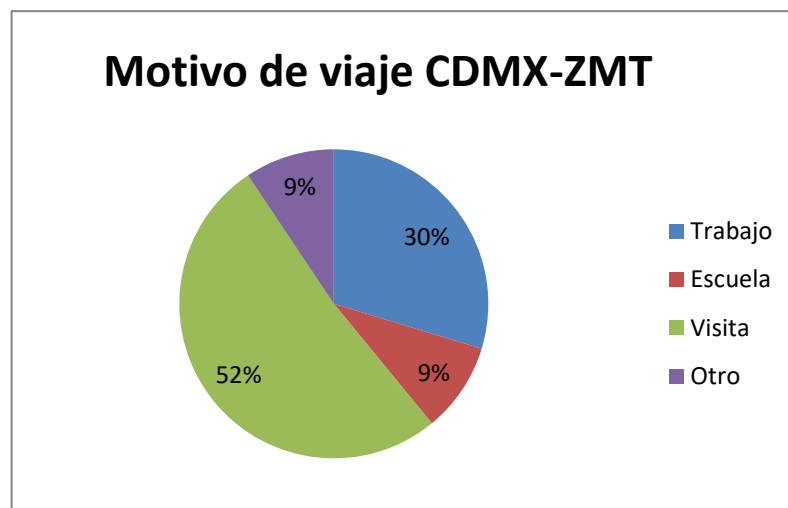
Fuente: Elaboración propia

De aquellos que tienen como origen de sus viajes la Ciudad de México, el 72% de los encuestados declaró realizar entre 1 y 3 viajes por semana. En tanto que, para este mismo grupo, el motivo de viaje para el 52% es por visita, seguido de trabajo con el 30%.



Gráfica 8. Frecuencia de viajes de la Ciudad de México a la Zona Metropolitana de Toluca.

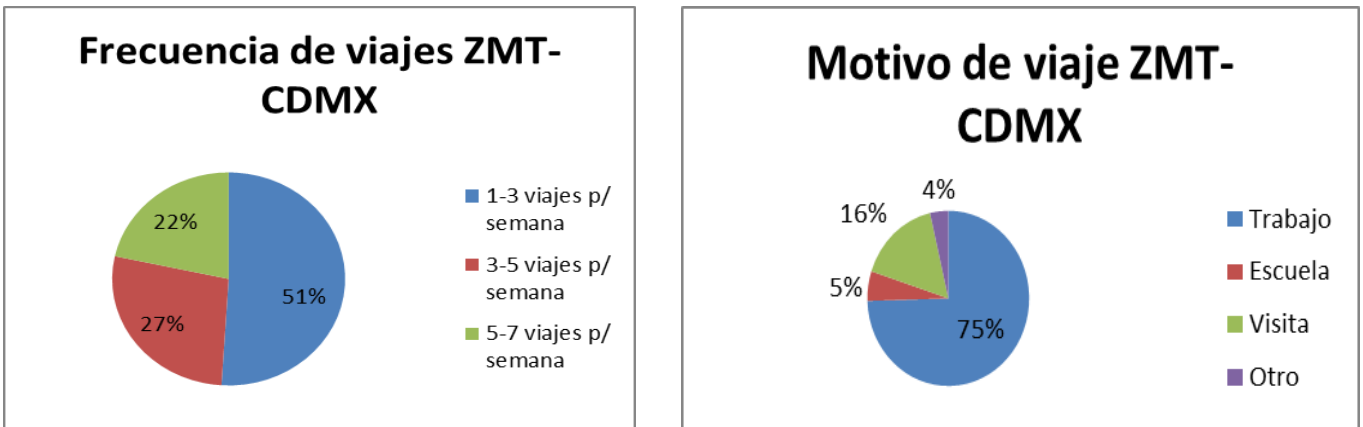
Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 9. Motivo de viajes de la Ciudad de México a la Zona Metropolitana de Toluca.

Fuente: Elaboración propia.

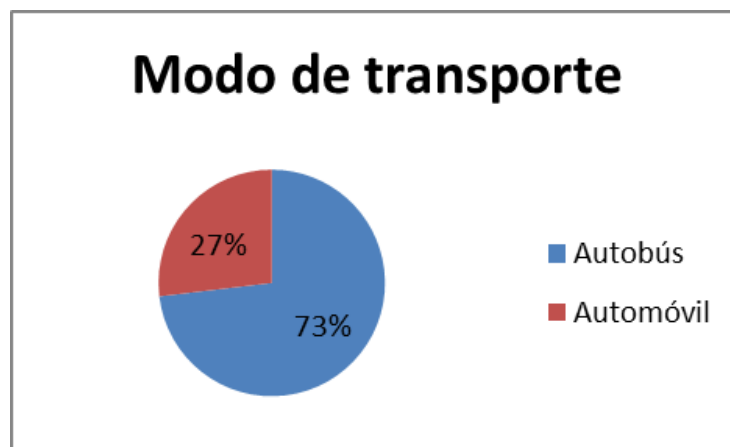
Para el caso de los viajes de la Zona Metropolitana de Toluca a la CDMX, el 51% de la frecuencia es de 1 a 3 viajes por semana, mientras que el resto suma el 49% y se refiere a la frecuencia entre 4 y 7 viajes por semana, por otro lado, el 75% declaró razones laborales como su motivo de viaje.



Gráfica 10. Frecuencia y motivo de viajes de la Zona Metropolitana de Toluca a la Ciudad de México.

Fuente: Elaboración propia.

Con esto, se observa que la Ciudad de México atrae más viajes por motivo laboral y la Ciudad de Toluca por visita. Se tiene que el 73% de los usuarios utiliza autobús para poder trasladarse de una ciudad a otra.

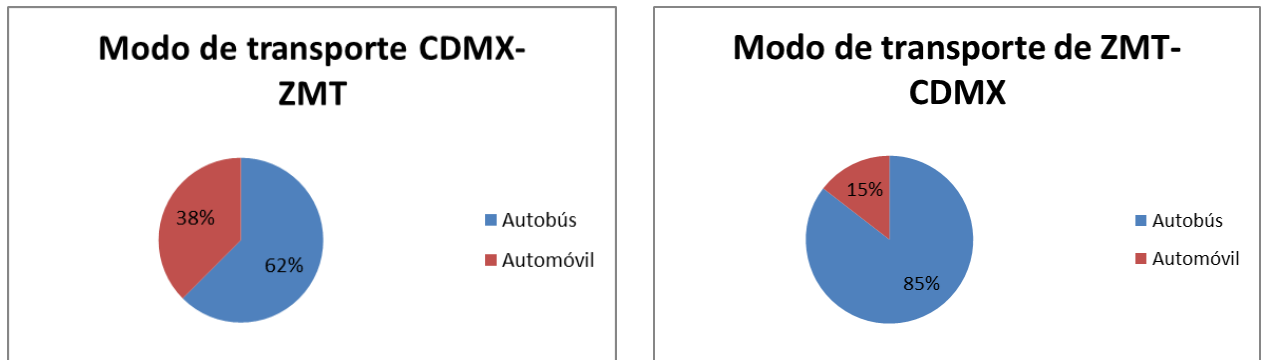


Gráfica 11. Modo de transporte más utilizado en ambos sentidos.

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, si se divide este dato entre ciudades, se tiene lo siguiente:

De la Ciudad de México a la Ciudad de Toluca, 62% de los encuestados se trasladan en autobús, ya que según resultados, se obtuvo que es más rápido y económico que el automóvil, aunque no se descarta el uso de este último, ya que el 38 % hace uso de él, caso contrario al trayecto que va de la Ciudad de Toluca a la Ciudad de México, como se muestra en la Gráfica 12, el 85% utiliza el autobús, pero solo el 15%, hace uso del automóvil.



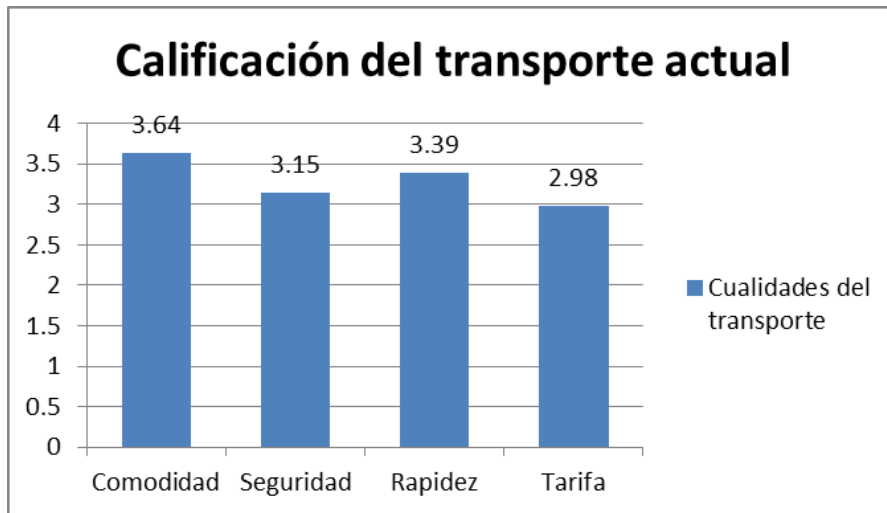
Gráfica 12. Modo de transporte más utilizado CDMX-ZMT y regreso.

Fuente: Elaboración propia.

Aunque en ambos casos, el autobús es el de mayor elección, se observa que el uso del automóvil es aún mayor de la Ciudad de México a Toluca, y esto según el resultado de motivo de viaje de la encuesta realizada (ver gráfica 9), se ve que en el trayecto mencionado, el motivo principal es de visita, por tanto, se concluye que los usuarios usan el automóvil por mayor comodidad y menor gasto de traslado, considerando que cuando se visita una ciudad, el viaje lo realizan más de dos personas.

Por otra parte, se realizó una pregunta, en donde se les indicaba a los usuarios que calificaran cuatro cualidades de su modo de transporte actual (comodidad, seguridad, rapidez y tarifa), de las respuestas logradas se obtuvo lo siguiente:

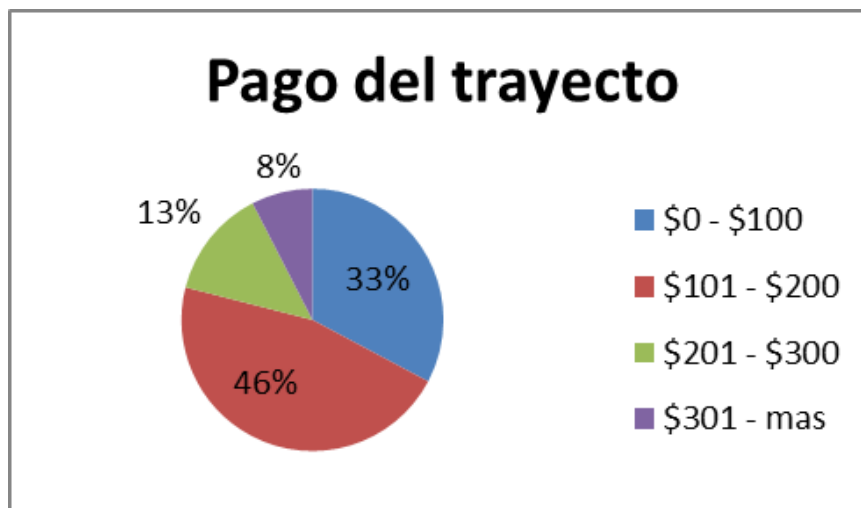
Tomando en consideración una escala del 1 al 5, dónde 1 es pésimo y 5 excelente, se le pidió a los entrevistados que calificaran las cualidades para su medio de transporte actual, bajo este contexto, se concluye que la comodidad es la característica más importante ya que alcanzó la mayor calificación de los atributos señalados, con 3.64, esto quiere decir que, el usuario considera que su medio de transporte es más cómodo que económico (2.98).



Gráfica 13. Calificación al modo de transporte actual.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la tarifa, un 46% de la población encuestada, gasta en un rango de \$101 - \$200 pesos en su trayecto, esto considerado como un viaje redondo, además del transporte utilizado en ambas ciudades, como lo es el metro y microbuses, por ejemplo.



Gráfica 14. Pago de trayecto.

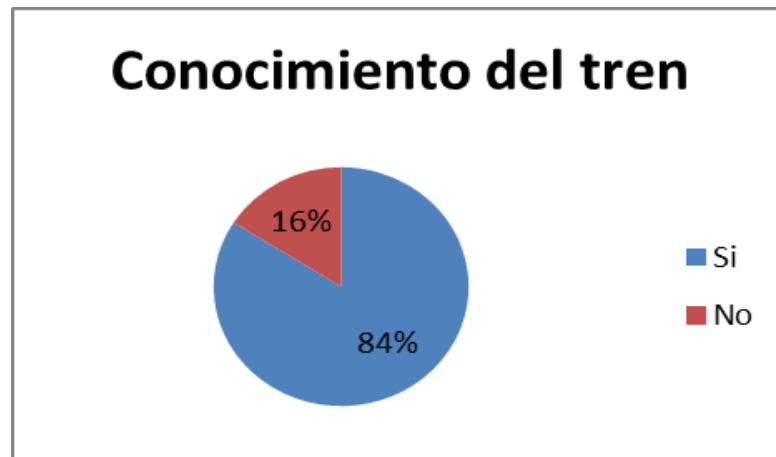
Fuente: Elaboración propia.

Considerando la respuesta anterior, y que el costo del Tren Interurbano será de \$80 en viaje sencillo y \$160 en viaje redondo, se observa que un viaje redondo en el tren interurbano se encuentra dentro del rango de gasto de la mayoría de los usuarios potenciales, por lo que es de esperar que el Tren Interurbano compita directamente con algunos de los servicios actuales, principalmente aquellos ofrecidos por las líneas de autobuses.

Por otro lado, pese a significar un gasto mayor para el siguiente segmento de los encuestados, dado que su valoración se inclina por la comodidad y rapidez como características más importantes del servicio, se puede esperar que algunos usuarios de este segmento se interesen por el Tren Interurbano. Esto es consistente con las respuestas obtenidas y explicadas más adelante (véase el análisis de la pregunta “¿Utilizaría el servicio?”).

4.1.2 Percepción del proyecto

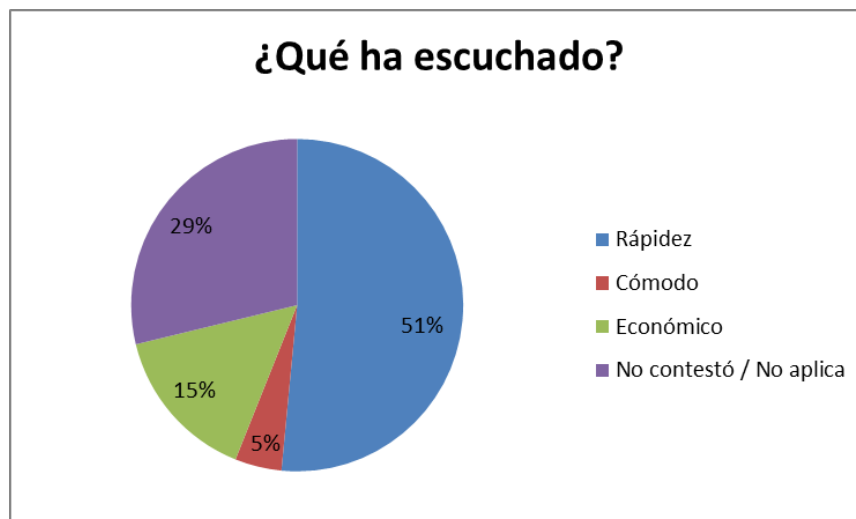
Para este apartado, se comenzó por ver si los encuestados tenían algún conocimiento sobre el proyecto, a lo que el 84% refirió si tenerlo y el 16% restante señaló no conocerlo.



Gráfica 15. Conocimiento del tren.

Fuente: Elaboración propia.

Derivado de la respuesta positiva de la pregunta anterior, se obtuvo que el 51% han escuchado o sabe que será un transporte rápido en tanto que 15% lo entiende como un servicio económico, sin embargo, se hace notar que el 29% respondió tener conocimiento sobre otras características o incidencias diferentes a las anteriores, además de la comodidad.



Gráfica 16. ¿Qué ha escuchado del proyecto?

Fuente: Elaboración propia.

Esto es, ese 29% de la población encuestada que no respondió a ninguna de las posibles respuestas representadas en el gráfico anterior, respondió del siguiente modo:

- Está próximo a inaugurarse (que este año lo terminaban y por tanto se volvió un proyecto retrasado),
- Han existido alteraciones a vecinos (manifestaciones, conflictos viales, deforestación, entre otras)
- Que el costo del proyecto se ha elevado
- Es un proyecto de alta tecnología y que este hará que México crezca como país (ya que acortará distancias)

Aunque también existieron respuestas no tan positivas, como:

- Que está mal construido y que se puede caer.

De este conjunto de respuestas se destaca que son observaciones que no cuentan con un sustento formal al respecto, toda vez que no se refirieron fuentes ni se pudo constatar que los entrevistados que proporcionaron estas respuestas tuvieran el conocimiento requerido o pruebas para sustentar lo dicho, en todo caso se reconoce una apreciación del proyecto en la que algunas de las respuestas caen en la obviedad y otras más generan una visión negativa del mismo.

Para el caso de la siguiente pregunta, se dieron datos que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes dio a conocer en su estudio de costo – beneficio, como que su costo aproximado será de \$80 y el tiempo promedio del recorrido será de 39 minutos de la terminal de Toluca a la Ciudad de México.

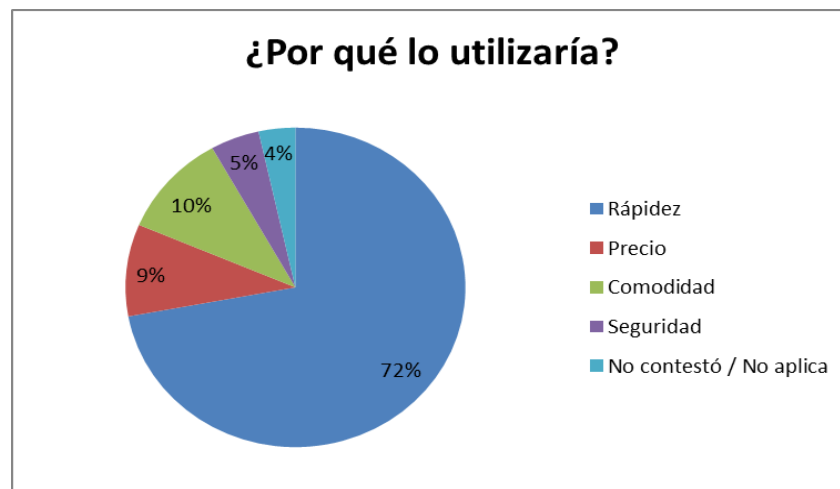
Bajo esta consideración, se observó que el 75% de los entrevistados sí utilizarían el servicio.



Gráfica 17. ¿Utilizaría el servicio?

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen, se muestran los resultados del por qué se utilizaría, se destaca ampliamente que el 72% de los encuestados lo usarían por la rapidez, seguido por la comodidad con el 10% y el precio con el 9% del precio.



Gráfica 18. ¿Por qué lo utilizaría?

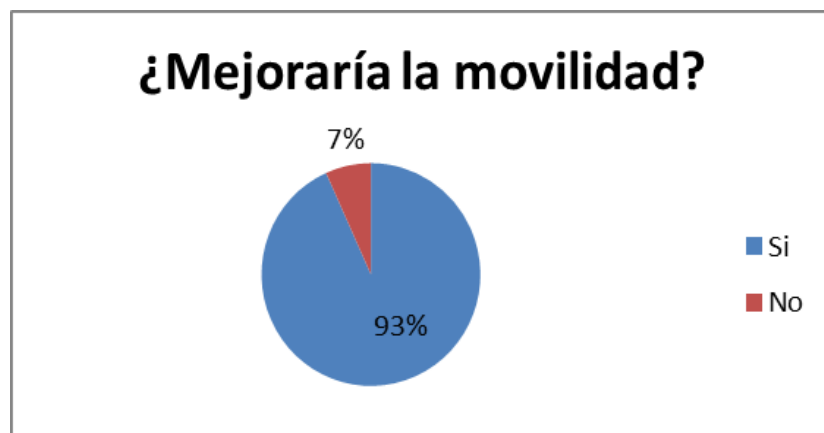
Fuente: Elaboración propia.

Dado que esta pregunta tuvo un formato abierto, existieron respuestas que no se pudieron englobar en alguna de las características indicadas en la gráfica anterior, ya que algunas de las respuestas obtenidas fueron que lo usarían solamente por probar otro modo de transporte, otros por ver cómo funciona, para verificar si es como lo relatan, en tanto que otros encuestados señalaron que les sería incómodo porque transportan mercancía y que pagarían más, ya que no hay estación cerca de su origen o que el autobús que va a Observatorio pasa más cerca de su casa.

Es importante mencionar que algunas de las respuestas señalan que es inseguro, que está mal construido o que les da temor subirse, que tiene pocas paradas y que consideran que el costo es elevado a comparación del autobús.

De lo observado en los dos párrafos anteriores, si bien solo representan el 4% de las respuestas a este respecto, se enfatiza desconocimiento del proyecto, pero al mismo tiempo muestra algunas dificultades para los usuarios, los dos más relevantes son que utilizan los servicios de transporte para el arrastre de mercancías y que, hasta el momento, los usuarios potenciales no observan cómo los demás servicios existentes se podrían vincular un mejor modo con el Tren Interurbano.

Una pregunta más, es que si el usuario considera que este tipo de proyectos mejoran la movilidad entre usuarios de ambas entidades, y como muestra el siguiente gráfico el 93% dice que si la mejoraría.



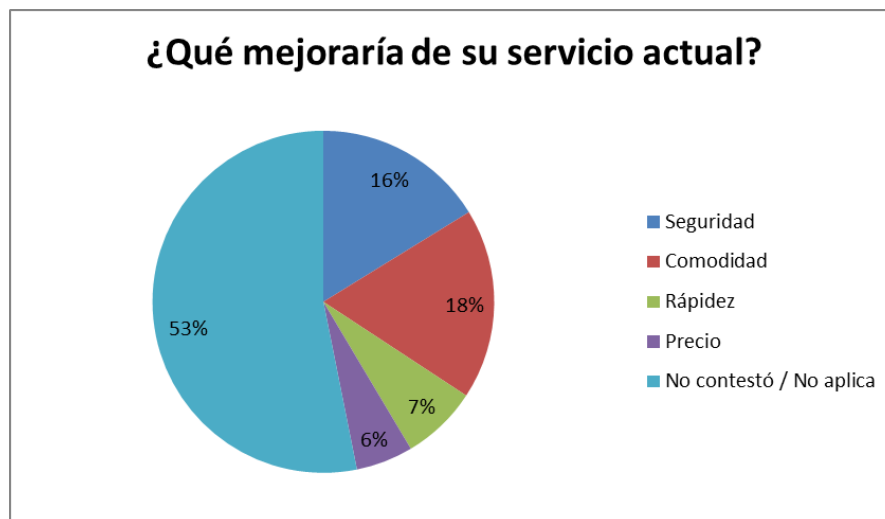
Gráfica 19. ¿Mejoraría la movilidad?

Fuente: Elaboración propia.

Según la apreciación de los usuarios, si mejoraría la movilidad, porque el tráfico disminuiría en vialidades principales entre ambas entidades, ya que habría una opción más de transportes con un modo de transporte diferente a los actuales.

Por otra parte, se cuestionó a cada usuario, que es lo que mejoraría de su modo de transporte actual, y se obtuvo que el 53% aumentaría la seguridad, seguido de que fueran más cómodos con un 18%, como se muestra en la Gráfica 20.

Finalmente, existieron otras respuestas, que al igual que los casos anteriores, no coincidían con los calificativos que se dieron, proponiendo que se mejoren las infraestructuras carreteras y que existan más frecuencias, además de que baje el precio del combustible.



Gráfica 20. ¿Qué mejoraría de su servicio actual?

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Transporte público vs transporte privado

El corredor Toluca –México cruza por los municipios de Toluca, San Mateo Atenco, Lerma, Ocoyoacac, Huixquilucan y finalmente las delegaciones Cuajimalpa, Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón en la CDMX.

4.2.1 Oferta en la ZMVM

En el análisis de la ZMVM se han considerado 3 delegaciones que tienen una injerencia directa sobre el corredor Toluca – México y son: la delegación Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Miguel Hidalgo.

Delegación	Infraestructura vial	Sistema de transporte
Álvaro Obregón	San Antonio, Camino Real a Santa Fe, Vasco de Quiroga, Santa Lucía, Av. Constituyentes, Av. Observatorio, Av. Centenario, Calzada Las Águilas, Av. Toluca y Camino Real al Desierto de los Leones.	STC Metro (Línea 1, 3 y 7) con 2 estaciones de paso y una terminal, 3 CETRAM, Observatorio, Barranca del Muerto y San Ángel, Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), Sistema de Transporte Eléctrico (Trolebús), rutas de microbuses y autobuses y sitios de taxi.
Cuajimalpa	Carretera Federal México-Toluca, Autopista Constituyentes-La Venta-La Marquesa (Autopista de cuota a Toluca) y Autopista Chamapa-La Venta.	25 rutas constituidas por transporte concesionado, 12 rutas de RTP y 5 líneas de autobuses que viajan por la Carretera Federal a Toluca.
Miguel Hidalgo	Vías de acceso controlado: Av. Río San Joaquín, Anillo Periférico y Viaducto Miguel Alemán. Vialidades Primarias: Av. Revolución, Av. Patriotismo, Calzada México-Tacuba, Calzada Legaría, Av. Marina	STC Metro (Líneas 1, 2, 7 y 9) con 16 estaciones de paso dentro de su territorio, 4 CETRAM, Tacuba, Tacubaya, Chapultepec y Cuatro Caminos. Transporte público de superficie mediante autobuses urbanos

	<p>Nacional, Calzada Mariano Escobedo, Av. Ejército Nacional, Paseo de la Reforma, Av. Constituyentes (Eje 1 Sur), Av. Observatorio (Eje 4 Sur), Av. Parque Lira, Vicente Eguía (Eje 3 Sur), Thiers (Eje 3 Pte.).</p> <p>Vías Secundarias: Miguel de Cervantes Saavedra, Lago Alberto, Newton, Homero, Horacio, Felipe Carrillo Puerto, Lago Catemaco, Gran Lago del Oso, Lago Garda-Laguna del Carmen</p>	<p>y trolebuses con similar nivel de eficiencia; taxis colectivos, taxis libres y de sitio.</p>
--	--	---

Tabla 5. Transporte público en alcaldías cercanas a la zona de estudio.

FUENTE: (SCT - SENERMEX, 2013)

4.2.2 Oferta en la ZMVT

La SCT en su estudio de costo – beneficio menciona: “El sistema carretero regional del Municipio de Toluca permite la comunicación con la región centro del país, la longitud de la red carretera es de 215.6 km, de los cuales 186.5 km son pavimentados y el resto revestidos; la mayoría de ellas son estatales; a estos kilómetros habrá que sumar 209.4 km correspondientes a las vialidades locales.” (SCT - SENERMEX, 2013)

Además que, “el sistema vial y de transporte público en Toluca se integra y conecta con los municipios de Metepec, Lerma, Ocoyoacac y Xonacatlan. En la siguiente tabla se muestra el comportamiento del transporte público que opera dentro de los municipios considerados en la ZMT para este estudio.”

Municipio	Infraestructura vial	Sistema de transporte
Toluca	Carretera Toluca-México libre y la autopista de cuota, Carretera Toluca-Atlacomulco, Calzada al Pacífico y Toluca-Zitácuaro (Libre y Autopista)	135 rutas en toda la ZMT, servicio proporcionado por autobuses, el horario de servicio impuesto por la autoridad no es respetado, hay 29 agrupaciones de transporte urbano. En cuanto a la ubicación de las paradas la mayoría son del tipo discrecional lo que repercute en el tiempo de recorrido y en el costo de operación. Los intervalos de servicio van de 4 hasta 60 minutos, por su parte las rutas más productivas se acercan a una carga promedio de 35 a 45 pasajeros por autobús por corrida lo que se traduce en 1, 600,000 viajes/persona/día. En la zona de la terminal de autobuses hay 14 sitios de taxis colectivos. Localidades como La Palma Totoltepec, Sor Juanma Inés de la Cruz, Tecaxic, Palmillas, San Martín Totoltepec y Tlachaloya 1ª y 2ª sección,

		aún no cuenta con servicio de transporte urbano y suburbano.
Metepec	Carretera México-Toluca, Carretera Metepec-Tenango del Valle, Av. Tecnológico y Av. Las Torres.	14 líneas de autobuses urbano y suburbanos, 3 foráneos. Taxis colectivos y autobuses se consideran las únicas opciones de transporte público en el municipio. No cuenta con infraestructura adecuada, realizan ascenso y descenso en lugares prohibidos y no tienen paradas definidas.
Lerma	Carretera México-Toluca, Carretera la Marquesa-Toluca, Carretera Cuernavaca-Tianguistenco, Carretera Ameyalco-Atarasquillo, Libramiento Nororiente de Toluca, Avenida Lerma-Cerrillo (De las partidas), Tenango-Lerma y Carretera Atarasquillo.	Cuenta con transporte concesionado a rutas de autobuses, además de taxis y radio taxis, los cuales son cerca de 100 unidades autorizadas.
Ocoyoacac	Carretera Federal México-Toluca, Carretera La Marquesa-Tenango, Carretera del Acueducto y la Carretera Amomolulco-Ocoyoacac-Capulhuac-Santiago Tianguistenco, San Pedro Cholula-Ocoyoacac-San Jerónimo Acazulco.	Transporte público dividido en suburbano y urbano. También salen autobuses foráneos con destino a la Terminal de Autobuses Poniente, El Yaqui, La Marquesa, Santa María Jajalpa y Chalma.
Xonacatlán	Carretera Toluca-Naucalpan y Villa Cuauhtémoc (Av. del Canal) integrando el municipio de Otzolotepec y Lerma.	Autobuses foráneos de Toluca a Naucalpan, Xonacatlán a Naucalpan. El servicio de

		transporte urbano en la región se da a través de rutas pertenecientes a los municipios de Ocotlán y Lerma.
--	--	--

Tabla 6. Transporte en la ZMT cercana a la zona de estudio.

FUENTE: (SCT - SENERMEX, 2013)

La mayor parte de la ZMT está integrada por vialidades que interconectan sus municipios, sin embargo hay zonas que carecen de carreteras troncales federales o tienen poca longitud vial por lo que sí se considera que estos caminos comunican grandes distancias se puede reafirmar que los municipios que carecen de este tipo de carreteras carecen de una integración con el resto del país y en consecuencia su comunicación regional y nacional es deficiente.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y recomendaciones.

Según el Estudio Costo-Beneficio que publicó la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2013), el año óptimo para operar el proyecto es 2018, ya que la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) es de 13.19%, la cual es mayor a la tasa social de descuento de 12%. Por tanto, considerando que el proyecto requiere de 4 años para su construcción, el año óptimo de inversión fue el año 2014.

Además se obtuvo que si se invertía en el periodo 2014-2017, su Valor Presente Neto (VPN) de 7,904.14 millones de pesos del 2013 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 14.45%, indicadores de rentabilidad que son socialmente favorables, por tanto, bajo las condiciones analizadas en el estudio antes mencionado se concluyó que era factible la realización del proyecto “Construcción y Operación del Tren Interurbano Toluca-Valle de México”.

Tenemos que tener claro el concepto de un transporte integrado en la ciudad, para esto, podemos situarnos en grandes ciudades como lo es Inglaterra, Alemania, Holanda, entre otras, las cuales cuentan con este tipo de transporte. No es solo introducir varios tipos de transporte en un solo lugar, sino saber cómo funcionan de manera integrada.

Con base a las encuestas realizadas, se obtuvo que poco más de la mitad (55%) de los usuarios encuestados fueron hombres, el 49% del total de los entrevistados están en un rango de edad de 31-45 años, por lo que podemos deducir que son trabajadores.

El 55% de los encuestados tienen como origen la Ciudad de Toluca y el resto la Ciudad de México, de estos últimos mencionaron que realizan entre 1-3 viajes por semana (72%) por motivo de visita (52% según en encuestas).

En caso contrario, los resultados arrojaron que existe una frecuencia entre 1-3 viajes por semana (51%) por motivo laboral (75%), para el trayecto Ciudad de Toluca-Ciudad de México, y con un mayor porcentaje, claramente se nota la diferencia del motivo de viaje con un 75% en la opción de trabajo.

Con esto podemos suponer que, gran parte de los habitantes de Toluca salen de su ciudad para trabajar fuera de ella, en tanto que los pobladores de la Ciudad de México acuden en sentido opuesto a visitar dicha ciudad.

En el primer capítulo se mencionó que la movilidad aumentaría si el ingreso es alto, esto por que existirían más modos de poder viajar, así como más opciones para visitar, así que teniendo en cuenta las encuestas realizadas, se puede afirmar lo anteriormente dicho observando los gráficos 8 y 9, en los cuales se ven las frecuencias, además de los motivos de viaje para el trayecto Ciudad de México a la Ciudad de Toluca, dónde el 72% se observa que viajan entre 1 y 3 días, con un 52% de los encuestados los cuales su principal motivo de viaje es ir de visita.

Para el caso de la Ciudad de Toluca a la Ciudad de México, según la gráfica 10, se observa que el 51% de los entrevistados viajan de igual modo con una frecuencia de 1 a 3 días, pero aquí se tiene que el principal motivo de viaje es el trabajo, esto con un 75% del total de entrevistados.

Con base a la encuesta, se obtuvo que el 73% de los usuarios utilicen con mayor frecuencia el autobús como modo de transporte actual.

A pesar de que la mayor parte de los encuestados respondieron que su transporte habitual es el autobús, no se descarta el uso del automóvil, ya que, en la Ciudad de México se obtuvo un 35% de su uso hacia la Ciudad de Toluca. Esto fundamentándose con una pregunta que se realizó, donde se hacía mención a como calificaban los usuarios su transporte actual. En esta parte, a partir de un promedio realizado de las calificaciones que cada uno planteo, se obtuvo que la cualidad más importante para los usuarios es la comodidad y la rapidez, evocando que para ellos la seguridad y el precio es lo que deberían mejorar.

Tomando en cuenta lo anterior, se considera que el proyecto del tren interurbano es viable, ya que, si comparamos el transporte actual y lo que ofrece dicho proyecto, tendrá mayor comodidad, seguridad, rapidez y un precio competitivo de acuerdo a las respuestas obtenidas, ya que un 46% de los entrevistados, gasta en un rango de \$101-\$200 en el trayecto, mientras que el tren ofrece un costo de \$80 pesos en un sentido.

Por otra parte, se obtuvo que el 84% de los usuarios si tiene conocimiento del proyecto, además que han escuchado que será rápido, principalmente, además de que tendrá un buen precio para el tipo de transporte que se pretende ofertar. Seguido de esto, y teniendo en cuenta que el tren realizará un tiempo de 39 minutos de recorrido en un sentido, el 75% de los

entrevistados sí usarían el servicio, especialmente por la rapidez que presume tendrá dicho proyecto, seguido de su precio.

Para el caso de que si el usuario considera que este proyecto mejoraría la movilidad, se obtuvieron respuestas positivas (93%) ante esta cuestión, ya que se alude que el tráfico disminuiría, ya que gran parte de los habitantes de ambas ciudades, dejarían su automóvil por utilizar el tren, además de que existiría un modo más en las opciones de los usuarios.

Usuarios del transporte público, dijeron que la prioridad para mejorar su transporte actual sería que existiera una mejora en la carretera, así como más frecuencias del modo de transporte (en este caso el autobús), seguido de la comodidad y la seguridad.

Por lo anterior, la brecha que existe entre la oferta y la demanda del transporte disminuiría, ya que habría más opciones de transporte y así el tráfico usual disminuiría, esto si las frecuencias de los diversos modos de transporte aumentan.

Por otra parte, la estación terminal Observatorio se encuentra en un punto cercano a las ya mencionadas líneas de metro y a la terminal de autobuses, de modo que es de esperar que el intercambio modal de ferrocarril con el resto de modos de transporte se realice de forma cómoda y rápida.

Sin embargo, por la alta concentración de infraestructuras en Observatorio (desde puentes, vialidades, sitios de taxis, exceso de comercio informal, entre otros) y para evitar una congestión urbana, sería necesario realizar una reordenación de la zona y, de manera concreta, un intercambiador multimodal que conecte las distintas estaciones de metro, autobuses y tren.

Por tanto, después del análisis del proyecto del Tren Interurbano México-Toluca, en el presente trabajo se obtuvo que la oferta de transporte que existe en la Ciudad de México, hablando exactamente del área de estudio (Observatorio), no es suficiente para poder distribuir la demanda que el tren generará.

Ya que, según opiniones de los usuarios, la Línea 1 del STC Metro (Línea a la cual pertenece la estación de Observatorio, así como la que tiene conexión con la terminal de autobuses), no es suficiente para recibir la demanda que generará el Tren Interurbano, ya que hoy en día, es una de las líneas con mayor demanda.

Según datos de la página oficial del metro, Observatorio en el año 2017, tuvo una afluencia de 6, 918,348 usuarios/año, así como un total de la Línea de 61, 594,340 de usuarios/año. (Metro CDMX, s.f.)

Por otra parte, el Gobierno de la Ciudad de México, ya dio aviso que existirá la ampliación de la Línea 9 del STC Metro (Línea que corre de Pantitlán a Tacubaya), y de la más actual Línea 12 (Línea que corre de Tláhuac a Mixcoac y que ya está en construcción), hasta Observatorio, no sería suficiente, ya que ambas líneas, actualmente, trasladan una cantidad importante de usuarios.

Tomando esto en cuenta, se concluye que se necesitará un modo de transporte alternativo, para así poder satisfacer la demanda que se generará por el nuevo proyecto. Para esto se deberán analizar las siguientes opciones.

La ampliación de la red del Sistema de Transporte Eléctrico, en su modalidad de trolebús, con el fin de que pudiera llegar lo más cerca posible a Observatorio.

Una segunda opción, es la ampliación del mismo tren hacia la zona del aeropuerto (para el cual ya existen pláticas, según el nuevo gobierno), que conectará con alguna zona más céntrica de la ciudad, en este caso en la zona de la delegación Benito Juárez, y la zona centro de la ciudad, ya que son las zonas que más frecuentan los usuarios de la terminal, según el estudio realizado.

Y finalmente, como una tercera opción, una línea de teleférico de la zona de Santa Fe hacia la zona centro de la ciudad, esto pensado en que este modo de transporte no estaría expuesto al congestionamiento vial que existe hoy en día, así como el “competir” con otros modos de transporte por un espacio terrestre.

Para el caso de la ZMT, su crecimiento poblacional como territorial ha sido sorprendente, y por esto se deben establecer los mecanismos para el control, principalmente de su dispersión, buscando con esto la densificación al interior de Toluca, toda vez que se puedan reducir significativamente los costos de urbanización mediante el aprovechamiento de infraestructuras y servicios existentes, la erradicación de asentamientos en zonas no aptas y la reversión de la dispersión urbana.

Bibliografía

- Alcántara, E. V. (2010). *Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad*. Bogotá, Colombia: CAF. Obtenido de https://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf
- Alceda Hernández, Á. (1997). *La operación de los transportes*. México.
- Autopista Urbana Sur*. (s.f.). Obtenido de <http://www.ausur.com.mx/quienes-somos/>
- CDMX. (07 de JULIO de 2016). Recuperado el 2017, de <http://www.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/presenta-jefe-de-gobierno-modelo-de-taxi-hibrido-que-circulara-proximamente-en-la-cdmx#>
- Centro Mario Molina. (Diciembre de 2014). *Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca*. Obtenido de Centro Mario Molina: <http://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2015/01/Documento-de-difusi%C3%B3n-Movilidad-Sustentable-Toluca.pdf>
- COESPO. (2014). *Consejo Estatal de la Poblacion*. Recuperado el 10 de febrero de 2018, de http://coespo.edomex.gob.mx/zonas_metropolitanas
- COMETRAVI. (2005). *Anteproyecto del Programa Metropolitano de Transporte y Vialidad en el Valle de México*. Ciudad de México.
- Corredor Periférico S.A de C.V. COPESA*. (2017). Recuperado el 8 de Marzo de 2018, de <http://www.cope-sa.com.mx/v17/>
- CTS-México. (Junio de 2011). *10 Estrategias de Movilidad para un Estado de México Competitivo, Seguro y Sustentable*. México, México.
- Feedback Networks la informacion viva*. (2013). Recuperado el 04 de Diciembre de 2017, de <https://www.feedbacknetworks.com/cas/experiencia/sol-preguntar-calculas.html>
- Ferrocarriles Suburbanos*. (2017). Obtenido de http://www.fsuburbanos.com/secciones/la_empresa/presentacion.php
- Gaceta Oficial del Distrito Federal*. (14 de octubre de 2014). Recuperado el 1 de mayo de 2017, de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Distrito%20Federal/wo99436.pdf>
- García, P. (Febrero de 2005). *La inserción de Colombia en el sistema internacional cambiante "Grupo de Asia Pacífico"*. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de *La transformacion de Asia y el Pacífico: Desafíos y Opciones*: library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/50471.pdf

- García-González, M. d., Adame-Martínez, S., & Sánchez-Nájera, R. M. (21 de Mayo de 2015). *Expansion metropolitana de Toluca: caso de estudio municipio de Calimaya, México. Quivera*. Recuperado el 2 de Febrero de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/401/40140031003.pdf>
- Gutierrez, A. (2012). *Revista Bitácora Urbano territorial*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/748/74826255011.pdf>
- INEGI. (2015). *Información de México para niños*. Recuperado el 31 de Enero de 2019, de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/>
- INEI. (2007). *Instituto Nacional de Estadística e Informatica*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2017, de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0901/cap02.pdf>
- Introducción de Medidas Ambientalmente Amigables en Transporte*. (16 de Diciembre de 2008). Obtenido de PROGRAMA DE SUSTENTABILIDAD DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DELA CIUDAD DE MÉXICO: http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/proaire-2011-2020-anexos/documentos/16-docs_programa_sustentabilidad_transporte.pdf
- Islas Rivera, V. M., & Lelis Zaragoza, M. (2007). *Análisis de los sistemas de transporte*. Sanfandila, Qro.: IMT, SCT. Obtenido de Analisis de los sistemas de transporte: <http://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnicapt307.pdf>
- ITDP. (Mayo de 2018). *Proyecto DOT MX*. Obtenido de <http://itdp.mx/dotmx/#/mapa>
- La bicicleta*. (2017). Recuperado el 8 de Marzo de 2018, de <http://labicikleta.com/5-pasos-para-convertirte-en-ciclista-urbano/>
- Lopez Olvera, M. A. (2009). *El transporte de pasajeros y el sistema vial en la Ciudad de México*. Recuperado el 01 de Octubre de 2017, de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2735/12.pdf>
- Luis Calderón. (2015). *El Universal*. Recuperado el 28 de Enero de 2019, de <http://interactivo.eluniversal.com.mx/puesto-central-control/pcc.html>
- Mappir México*. (s.f.). Recuperado el 24 de julio de 2017, de Secretaria de Comunicaciones y Transportes: <http://ttr.sct.gob.mx/mappir/>
- Mendoza, V. (14 de Febrero de 2018). *"Terrenos del interurbano son nuestros", reviran comuneros de Acazulco a la STC*. Recuperado el 15 de Febrero de 2018, de Proceso.com.mx: <http://www.proceso.com.mx/522596/terrenos-del-interurbano-son-nuestros-reviran-comuneros-de-acazulco-la-sct>
- Metro CDMX*. (s.f.). Recuperado el 09 de Octubre de 2018, de <https://metro.cdmx.gob.mx/operacion/mas-informacion/afluencia-de-estacion-por-linea/afluencia-de-estacion-por-linea-2017>

- Metrobus*. (s.f.). Obtenido de CDMX: <http://www.metrobus.cdmx.gob.mx/de-la-dependencia/acerca-de>
- Molinero, Á., & Sánchez, I. (1996). En *Transporte Público. Planeación, diseño, operación y administración*. Ciudad de México.
- Obregón-Biosca, S. A. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, casi de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía, Sociedad y Territorio*, 61-98.
- Ortúzar. (2008). Modelos de transporte. En J. d. Ortúzar, & L. G. Willumsen, *Modelos de transporte* (pág. 254). España.
- PROGRAMA INTEGRAL DE TRANSPORTE Y VIALIDAD 2007-2012*. (s.f.). Recuperado el abril de 2017, de PUBLICADO EN LA GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL EL 22 DE MARZO DE 2010: <http://cgsservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/2906.pdf>
- Ramírez, B. T. (2008). *La Jornada*. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2008/06/24/index.php?section=capital&article=040n1cap>
- rehoteles.com*. (1 de Diciembre de 2014). Recuperado el 19 de Marzo de 2018, de <http://guia.rehoteles.com/el-transporte-publico-en-dakar/>
- SCT - DGTFyM. (2013). *CONSTRUIR EL TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA, PRIMERA ETAPA "DESCRIPCION DEL PROYECTO Y VIABILIDAD TECNICA DEL MISMO"*. México.
- SCT - SENERMEX. (Noviembre de 2013). *Secretaría de Comunicaciones y Transportes*. Recuperado el Julio de 2017, de ACB "Construir el tren interurbano México-Toluca, 1er etapa": http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTFM/Proyectos_Pasajeros/Mex-Tca/ACB_Mex-Tca.pdf
- SCT - SOBSE - SEGOB. (2015). *Tren Interurbano tramo CDMX*. Recuperado el 15 de Febrero de 2018, de Tren Interurbano: <http://treninterurbano.cdmx.gob.mx/informacion.html>
- SCT - SOBSE - SEGOB. (Octubre de 2017). *Tren Interurbano*. Recuperado el 02 de Octubre de 2017, de <http://treninterurbano.cdmx.gob.mx/descripcion.html>
- SCT. (2017). Obtenido de Secretaría de Comunicaciones y Transportes: <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/transporte-ferroviario-y-multimodal/tren-interurbano-mexico-toluca/>
- SEGOB, C. -S.-S. (11 de Diciembre de 2015). *Tren Interurbano, tramo CDMX*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2017, de <http://treninterurbano.cdmx.gob.mx/descripcion.html>
- SEMOVI. (2007). *Encuesta Origen Destino*. Recuperado el Abril de 2017, de <http://data.semovi.cdmx.gob.mx/work/sites/stv/docs/EOD2007.pdf>

- Sénécal, G. (2007). Urban environment: mapping a concept. *Environnement Urbain/ Urban Environment*. Obtenido de Environment Urban: http://www.vrm.ca/wp-content/uploads/EUE1_IntroNote.pdf
- Servicio de Transportes Eléctricos*. (s.f.). Recuperado el 24 de julio de 2017, de <http://www.ste.cdmx.gob.mx/taxi-electrico>
- Servicios de Transportes Eléctricos*. (s.f.). Obtenido de <http://www.ste.cdmx.gob.mx/>
- Sussman, J. (2006). *Introducción a los sistemas de transporte*. Ciudad de México: Sistemas Técnicos de Edición S.A de C.V.
- Technosite, & ONCE, F. (Febrero de 2009). Accesibilidad Cognitiva Urbana: Conocimientos y Experiencias. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017, de http://accesibilidadcognitivaurbana.fundaciononce.es/docs/accesibilidadcognitiva_conocimiento.pdf
- Transportation Research Board. (s.f.). *Highway Capacity Manual*. Recuperado el 22 de Octubre de 2017, de https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-carreteras_luis-bac3b1on-y-jose-bevia_elementos-y-proyecto.pdf
- TRANSPORTES, S. D. (s.f.). *Manifestación de impacto ambiental, Modalidad regional del transporte masivo en la modalidad de tren Toluca-Valle de México, entre el estado de México y el Distrito Federal*. Recuperado el 10 de Agosto de 2017, de <http://noticiasutopia.blogspot.mx/2015/01/tren-interurbano-generara-17-efectos.html>
- Valdez, I. (s.f.). *Milenio*. Recuperado el Abril de 2017, de Milenio: http://www.milenio.com/df/Linea_12_del_Metro-Metro_L12-ampliacion_L12-obras_ampliacion_L12_0_751724972.html