

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**

**“DIAGNÓSTICO Y MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD
EN LA CALZADA ERMITA IZTAPALAPA”**

**TRABAJO RECEPCIONAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN:**

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO

PRESENTA:

DÍAZ ROSALES CLAUDIA ELIZABETH

DIRECTORA DE TRABAJO RECEPCIONAL:

M.I. MIRIAM E. TÉLLEZ BALLESTEROS

MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE 2013

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.

Esta tesis se desarrolló con el apoyo del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal (ICYTDF), del Proyecto “Planeación y Operación del Transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México.” No. Convenio UACM/OAG/ADI/024/2011.

AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida.

A mis padres, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mi directora de tesis, M.I. Miriam E. Téllez Ballesteros por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí, que pueda terminar mis estudios con éxito.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional, porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial al profesor Rubén Téllez Sánchez, por todo su apoyo.

A mis compañeros en general, porque me han brindado su apoyo y por compartir conmigo buenos momentos.

A la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM), por el apoyo otorgado para la impresión y empastado de tesis.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado.

Para ellos: Muchas gracias.

Índice

| | |
|--|-----|
| RESUMEN | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| Objetivo general | 14 |
| Objetivos específicos | 14 |
| Técnicas de investigación a emplear. | 15 |
| Justificación | 15 |
| Hipótesis | 15 |
| | |
| Capítulo 1. La movilidad en el marco del desarrollo urbano | 16 |
| | |
| 1.1. El crecimiento Urbano | 16 |
| 1.1.2. Distrito Federal | 17 |
| 1.1.3. Población de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) | 23 |
| 1.2. Descripción del sistema de transporte en la ZMVM | 26 |
| 1.3. Delegación Iztapalapa. | 29 |
| 1.3.1. Dinámica de población | 30 |
| 1.3.2. Población Total | 31 |
| 1.3.3. Marginación | 32 |
| 1.3.4. Distribución del uso del suelo | 32 |
| 1.4. Diagnóstico Del Transporte en Iztapalapa | 34 |
| | |
| Capítulo 2. Análisis de la Zona de estudio | 36 |
| | |
| 2.1. Delimitación de la zona de estudio. | 36 |
| 2.2. Descripción de la problemática | 39 |
| 2.3. Infraestructura vial en la zona de estudio | 50 |
| 2.4. Distribución de la población y densidad urbana | 51 |
| 2.5. Distribución modal en el área metropolitana de Iztapalapa | 54 |
| 2.6. Distribución geográfica y densidad de viajes metropolitanos en la colindancia con Iztapalapa. | 56 |
| | |
| Capítulo 3. Diagnóstico de la movilidad actual en la zona de estudio. | 63 |
| | |
| 3.1. Diseño de encuesta Origen-Destino | 63 |
| 3.1.1. Tiempo promedio de viaje. | 66 |
| 3.2. Oferta de Transporte Público disponible y derroteros. | 67 |
| 3.3. Análisis de la cobertura y accesibilidad de la oferta de transporte público con las líneas de deseo de viaje de los usuarios de la zona de estudio. | 71 |
| 3.4. Identificación de la demanda actual. Estudios de Pasaje a Bordo (PAB) | 72 |
| 3.4.1. Análisis de la oferta | 85 |
| 3.5. Análisis de la operación vial en la zona de estudio. | 87 |
| 3.5.1. Realización de Aforos Vehiculares en Intersecciones. | 88 |
| | |
| Capítulo 4. Análisis técnico de escenarios | 106 |
| | |
| 4.1 Escenario Base. Condiciones operativas, situación actual | 107 |
| 4.2 Escenario Uno. Análisis de condiciones operativas con solución vial | 109 |
| 4.3 Escenario Dos. Análisis de condiciones operativas con la implementación de un corredor de transporte de superficie | 117 |
| 4.3.1. Beneficios | 121 |
| 4.3.2. Diseño geométrico | 123 |

| | |
|--|-----|
| 4.4 Escenario Tres. Análisis de condiciones operativas con la implementación de metro | 128 |
| 4.4.1. Conectividad con el sistema de transporte | 131 |
| Capítulo 5. Análisis económico de escenarios y vida útil. | 139 |
| 5.1. Condiciones operativas actuales | 140 |
| 5.2 Escenario Uno. Análisis de condiciones operativas con solución vial | 143 |
| 5.3 Escenario Dos. Análisis de condiciones operativas con la implementación de un corredor de transporte de superficie | 145 |
| 5.3.1 Beneficios asociados al proyecto | 147 |
| 5.3.2. Vida Útil. | 150 |
| 5.3.3. Flota vehicular | 150 |
| 5.3.4. Análisis de la oferta y demanda | 152 |
| 5.4 Escenario Tres. Análisis de condiciones operativas con la implementación de metro | 153 |
| 5.4.1 Ahorros por reducción de emisiones contaminantes | 155 |
| 5.4.2. Vida Útil | 157 |
| 5.4.3. Flota vehicular | 157 |
| 6. Conclusiones y recomendaciones. | 159 |
| Bibliografía | 163 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1.1. Teoría de anillos concéntricos. | 18 |
| Figura 1.2. Teoría de Burgess, Caso de la Ciudad de México. | 20 |
| Figura 1.3. La red del STC-Metro para el 2012. | 27 |
| Figura 1.4. Ubicación geográfica de la Delegación Iztapalapa. | 30 |
| Figura 1.5. Grado de Marginación en la Delegación Iztapalapa. | 32 |
| Figura 1.6. Uso de suelo de la Delegación Iztapalapa. | 32 |
| Figura 3.1. Localización de transporte masivo en la zona de influencia. | 69 |
| Figura 3.2. Rutas que circulan en la zona de estudio. | 70 |
| Figura 3.3. Cobertura de las líneas de deseo con el transporte público. | 72 |
| Figura 3.4. Localización de puntos de conflicto vial. | 88 |
| Figura 3.5. Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle San Lorenzo. | 90 |
| Figura 3.6. Ciclo de Semáforo. | 91 |
| Figura 3.7. Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle 39. | 92 |
| Figura 3.8. Ciclo de Semáforo. | 93 |
| Figura 3.9. Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle Santa Cruz. | 94 |
| Figura 3.10. Ciclo de Semáforo. | 95 |
| Figura 3.11. Calzada Ermita Iztapalapa/Calle Jalisco. | 96 |
| Figura 3.12. Ciclo de Semáforo. | 97 |
| Figura 3.13. Calzada Ermita Iztapalapa/Eje 5 Sur (Av. De las Torres). | 98 |
| Figura 3.14. Ciclo de semáforo. | 99 |
| Figura 3.15. Calzada Ermita Iztapalapa / Calle Niños Héroes. | 100 |
| Figura 3.16. Ciclo de Semáforo. | 101 |
| Figura 4.1. Esquema de paradas. | 115 |
| Figura 4.2. Calle aledaña al Paradero Santa Martha. | 116 |
| Figura 4.3. Líneas Propuestas del Metrobús. | 118 |
| Figura 4.4. Esquema operacional del corredor tronco alimentador. | 119 |
| Figura 4.5. Recorrido del corredor propuesto. | 120 |
| Figura 4.6. Corte transversal esquemático del corredor. | 124 |
| Figura 4.7. Distribuidor Vial Zaragoza – Texcoco. | 125 |
| Figura 4.8. Tramo sin complicaciones para el corredor. | 126 |
| Figura 4.9. Ubicación de la estación de Metro Constitución. | 127 |
| Figura 4.10. Infraestructura de Metro Constitución. | 127 |
| Figura 4.11. Infraestructura de la estación de Metro UAM. | 128 |
| Figura 4.12. Propuesta de continuación de la línea 8. | 130 |

INDICE DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1.1. Evolución Poblacional de la ZMVM. | 25 |
| Gráfica 1.2. Evolución Demográfica de Iztapalapa. | 31 |
| Gráfica 1.3. Número de cruces observados por delegación. | 35 |
| Gráfica 2.1. Automóviles registrados en las delegaciones. | 48 |
| Gráfica 2.2. Evolución de la densidad poblacional. | 53 |
| Gráfica 3.1. Motivos de viaje en la Delegación Iztapalapa. | 65 |
| Gráfica 3.2. Polígono de carga Metro Santa Martha - Metro Zapata. | 74 |
| Gráfica 3.3. Polígono de carga Metro Zapata - Metro Santa Martha. | 74 |

| | |
|--|-----|
| Gráfica 3.4. Polígono de carga Barranca de Guadalupe – Metro Constitución. | 75 |
| Gráfica 3.5. Polígono de carga Metro Constitución - Barranca de Guadalupe. | 76 |
| Gráfica 3.6. Polígono de carga Palmas - Metro Constitución. | 77 |
| Gráfica 3.7. Polígono de carga Metro Constitución – Palmas. | 77 |
| Gráfica 3.8. Polígono de carga Ampliación Santiago - Metro Constitución. | 78 |
| Gráfica 3.9. Polígono de carga Metro Constitución – Ampliación Santiago. | 79 |
| Gráfica 3.10. Polígono de carga Metro Santa Martha – Metro Zapata. | 80 |
| Gráfica 3.11. Polígono de carga Metro Zapata – Metro Santa Martha. | 80 |
| Gráfica 3.12. Polígono de carga Santa Catarina – Metro Zapata. | 81 |
| Gráfica 3.13. Polígono de carga Metro Zapata – Santa Catarina. | 82 |
| Gráfica 3.14. Polígono de carga Metro Santa Martha – Metro Portales. | 83 |
| Gráfica 3.15. Polígono de carga Metro Portales – Metro Santa Martha. | 83 |
| Gráfica 3.16. Polígono de carga Metro Acatitla – Metro Portales. | 84 |
| Gráfica 3.17. Polígono de carga Metro Portales – Metro Acatitla. | 85 |
| Gráfica 5. 1. Inversión de Líneas de Metrobús en el D.F. | 146 |
| Gráfica 5. 2. Demanda proyectada | 153 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1. Delegaciones y Municipios que integran la ZMVM. | 23 |
| Tabla 1.2. Distribución Poblacional de la ZMVM. | 24 |
| Tabla 1.3. Distribución Poblacional de la Delegaciones del D.F. | 25 |
| Tabla 1.4. Distribución Poblacional de la Delegación Iztapalapa. | 31 |
| Tabla 2.1. Delegaciones y municipios con mayor concentración de viajes. | 39 |
| Tabla 2.2. Datos de Operación de los CETRAMS. | 45 |
| Tabla 2.3. Costos de viaje de distrito a distrito de la Delegación Iztapalapa. | 49 |
| Tabla 2.4. Modos de transporte utilizados de distrito a distrito. | 55 |
| Tabla 2.5. Afluencia de pasajeros en las estaciones del metro. | 55 |
| Tabla 2.6. Afluencia de pasajeros en viaje por Metro. | 56 |
| Tabla 3.1. Motivos de viaje en los distritos de la Delegación Iztapalapa. | 64 |
| Tabla 3.2. Volumen de viajes producidos en cada distrito. | 65 |
| Tabla 3.3. Tiempo promedio de viaje en los distritos de la Delegación Iztapalapa. | 66 |
| Tabla 3.4. Inventario de rutas y recorridos. | 68 |
| Tabla 3.5. Longitud Promedio de cada ruta. | 71 |
| Tabla 3.6. Demanda de cada ruta. | 86 |
| Tabla 3.7. Demanda aproximada de la Encuesta Origen- Destino. | 87 |
| Tabla 3.8. Intersecciones seleccionadas para trabajos de campo. | 88 |
| Tabla 3.9. Volúmenes Vehiculares. | 90 |
| Tabla 3.10. Volúmenes peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajero en transporte público. | 91 |
| Tabla 3.11. Volúmenes Vehiculares. | 92 |
| Tabla 3.12. Volúmenes peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajero en transporte público. | 93 |
| Tabla 3.13. Volúmenes Vehiculares | 94 |
| Tabla 3.14. Volúmenes peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajero en transporte público. | 95 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 3.15. Volúmenes Vehiculares. | 96 |
| Tabla 3.16. Volúmenes peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajero en transporte público. | 97 |
| Tabla 3.17. Volúmenes Vehiculares | 98 |
| Tabla 3.18. Volúmenes peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajero en transporte público. | 99 |
| Tabla 3.19. Volúmenes Vehiculares. | 100 |
| Tabla 3.20. Volúmenes peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajero en transporte público. | 100 |
| Tabla 3.21. Niveles de servicio en intersección con semáforo. | 102 |
| Tabla 3.22. Nivel de Servicio de la Intersección. | 103 |
| Tabla 3.23. Nivel de Servicio de la Intersección. | 103 |
| Tabla 3.24. Nivel de Servicio de la Intersección. | 104 |
| Tabla 3.25. Nivel de Servicio de la Intersección. | 104 |
| Tabla 3.26. Nivel de Servicio de la Intersección. | 105 |
| Tabla 4.1. Soluciones Planteadas. | 110 |
| Tabla 4.2. Optimización del semáforo. | 111 |
| Tabla 4.3. Optimización del semáforo. | 111 |
| Tabla 4.4. Optimización del semáforo. | 111 |
| Tabla 4.5. Optimización del semáforo. | 112 |
| Tabla 4.6. Optimización del semáforo. | 112 |
| Tabla 4.7. Número de paradas. | 114 |
| Tabla 4.8. Análisis DAFO con solución vial. | 133 |
| Tabla 4.9. Análisis DAFO de autobuses de alta capacidad. | 133 |
| Tabla 4.10. Análisis DAFO de metro. | 134 |
| Tabla 4.11. Comparativa de la capacidad de los distintos modos de transporte. | 135 |
| Tabla 4.12. Indicadores Técnicos de Desempeño Comparables de Distintos Modos de Transporte. | 136 |
| Tabla 5.1. Costo anual de la operación. | 140 |
| Tabla 5.2. Determinación del costo del tiempo por hora. | 141 |
| Tabla 5.3. Costo del tiempo anual monetizado. | 141 |
| Tabla 5.4. Emisiones de las Fuentes Móviles en el D.F., 2008. | 142 |
| Tabla 5.5. Costo anual de la operación con solución vial. | 143 |
| Tabla 5.6. Costo del tiempo anual monetizado con solución vial. | 144 |
| Tabla 5.7. Costo del tiempo anual monetizado con un corredor vial. | 148 |
| Tabla 5.8. Costo anual de la operación con un corredor vial. | 149 |
| Tabla 5.9. Número de unidades de acuerdo a cada esquema. | 151 |
| Tabla 5.10. Número de unidades de acuerdo a cada esquema. | 151 |
| Tabla 5.11. Demanda de transporte. | 152 |
| Tabla 5.12. Proyección de la demanda. | 153 |
| Tabla 5.13. Costo del tiempo anual monetizado con una Línea de Metro. | 154 |
| Tabla 5.14. Costo de tiempo monetizado en todos los escenarios. | 156 |
| Tabla 5.15. Costo de operación de todos los escenarios. | 157 |

INDICE DE MAPAS

| | |
|---|----|
| Mapa 2.1. Población de la delegación Iztapalapa. | 52 |
| Mapa 2.2. Población en la zona de estudio. | 53 |
| Mapa 2.3. Líneas de deseo en vehículo particular en la zona de estudio. | 58 |
| Mapa 2.4. Líneas de deseo en colectivo en la zona de estudio. | 59 |
| Mapa 2.5. Líneas de deseo en metro en la zona de estudio. | 59 |
| Mapa 2.6. Líneas de deseo en otro modo de transporte en la zona de estudio. | 61 |

RESUMEN

El acelerado proceso de urbanización por el que atraviesan las principales entidades de la Zona Metropolitana del Valle de México, ponen de manifiesto la urgente necesidad de buscar soluciones integrales que permitan enfrentar la problemática actual en materia urbana y ambiental, pero también prever los impactos que se vayan a presentar en el mediano y largo plazo.

Hoy en día es indispensable pensar en el modelo de ciudad que queremos y la forma en que pretendemos sea en el futuro, es decir pensar en un esquema donde todos los aspectos y elementos que interviene en el territorio, sean analizados como un todo y no de manera independiente, que se contemple la inclusión de la sociedad y que contenga una visión de largo plazo, en suma, tener una visión estratégica del espacio urbano y de la movilidad.

Es por ello que en este trabajo se considera fundamental la intervención del territorio, de su población y de sus actividades: la movilidad urbana; por tanto, es importante señalar que este gran esfuerzo, es resultado de ir más allá del campo de la infraestructura vial como el espacio urbano en el que ocurren los accidentes, la contaminación del aire, el congestionamiento vehicular y la desarticulación por un lado y el transporte público en su modelo y funcionamiento actual, por el otro lado.

La movilidad urbana se debe desarrollar como una estrategia integral que se enfoque particularmente a la movilidad de personas y no tanto de automóviles; esta integralidad pretende involucrar medidas de gran envergadura como son:

- Integración del transporte urbano como elemento fundamental de la planeación urbana,
- Reducción del número de automóviles particulares en circulación,
- Provisión de un sistema de transporte público de alta capacidad, eficiente, poco contaminante, seguro, cómodo y accesible,
- Promoción del uso de transporte no motorizado, como caminar y andar en bicicleta,
- Mejoramiento de tecnologías vehiculares y de la calidad de los combustibles.

En el presente estudio se evalúan técnica y económicamente diferentes medios de transporte con la finalidad de elegir el más conveniente para las condiciones de demanda de un corredor de transporte que opera en la Zona Oriente de la Ciudad de México. Además cabe señalar que al implementar la infraestructura que facilite los desplazamientos por medio de un adecuado sistema de transporte público de personas en el área urbana, es posible emprender con mayores posibilidades de éxito acciones enérgicas que desalienten el uso del automóvil particular, ya que el servicio que se les brinde satisfaga sus demandas y cubra sus necesidades en forma razonable. Como colofón, conviene hacer los proyectos de transporte público de personas de la mejor manera, como si fueran a utilizarse siempre.

INTRODUCCIÓN

El Distrito Federal es una de las capitales más densamente pobladas del mundo. En un espacio de 1,478 km² alberga a 8.7 millones de personas¹, con lo cual su densidad de población alcanza la cifra de 5,871 habitantes por km² (a nivel nacional esta cifra promedio es de sólo 53 personas por km²). Junto con la zona conurbada del Estado de México alcanza los 19.9 millones de habitantes². Por ser la capital del país centraliza partes importantes de la economía: actividades financieras, comerciales e industriales y por esa razón millones de personas se desplazan diariamente en ella.

Diariamente se realizan un total aproximado de más de 22 millones de viajes considerando al D.F. y su Zona Metropolitana.³ Del total de los viajes, el 81 por ciento se realiza en el Transporte Público y de ellos, el transporte concesionado atiende 55 por ciento del total de la demanda de viajes diarios⁴.

El transportarse en esta ciudad se convierte para hombres y mujeres en una necesidad indispensable para el desempeño de sus actividades *económicas, sociales, recreativas, etc.* pero, su evolución no ha sido la adecuada, produciéndose un transporte ineficiente, no congruente con las necesidades de la sociedad en cuanto a calidad del servicio que ésta requiere (disponibilidad, costo, seguridad, etc.) ni con la dinámica de la demanda, generando importantes costos sociales (deterioro ecológico, consumo irracional de energía, etc.)

Diariamente, y sobre todo las y los habitantes de la zona oriente del Distrito Federal, sufren dicho rezago, por ser parte de la periferia del Distrito Federal, del interés de mejorar esa condición, surge la necesidad de conocer el comportamiento de esta zona, ya que es el eje vertebral entre el Distrito Federal y el Estado de México, donde los habitantes de ambas entidades, que carecen de auto particular, abordan el transporte público en alguna de sus modalidades existentes enfrentándose a las dificultades de conexiones, transbordos ,horas pico, fallas, accidentes, embotellamientos; que constituyen pérdidas sustanciales de tiempo.

El transporte de pasajeros en la delegación Iztapalapa constituye un problema cada vez más importante en nuestra sociedad. En los últimos años se ha demostrado empíricamente que la construcción de infraestructura o la ampliación de las vías existentes no es una solución adecuada a este problema, sino que se debe planificar en el transporte público que requiere hoy en día una reorganización, a través de políticas públicas orientadas a encauzar el transporte no contaminante.

¹ INEGI. *Cuéntame*.

<http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/df/default.aspx?tema=me&e=09>.

² Censo de Población y Vivienda 2010, INEGI.

³ En la actualidad se efectúan casi 22 millones de viajes en la Ciudad de México; 4.2 millones de ellos son metropolitanos, y la ZMVM tiene una extensión de 5,599km y casi 20 millones de habitantes. Anuario 2008 SETRAVI, pag.14.

⁴ Encuesta Origen-Destino 2007 (INEGI, 2007).

Existen una serie de propuestas, desde distintos ámbitos, para atacar el problema de la movilidad de personas, en la Delegación Iztapalapa, con el propósito firme de lograr la ciudad que queremos y hacer los cambios necesarios para construirla.

En ellas se expresan diagnósticos convergentes en un reconocimiento de que la Zona Metropolitana del Valle de México enfrenta un proceso de continua expansión que requiere de un sistema de transporte público que permita estructurar ordenadamente el desarrollo urbano, con un conjunto coherente de políticas públicas, proactivo y previsor, de la organización urbana. Asimismo, se coincide en el diagnóstico de que la ZMVM puede re-zonificarse para que su suelo tenga usos mixtos mejor distribuidos, y con ello disminuyan los desplazamientos a grandes distancias.

También se abordan los problemas que implican la necesidad de construir estrategias encaminadas a otorgar un servicio integral de transporte, que contemple el desarrollo de un transporte público de alta capacidad, bien articulado, eficiente y poco contaminante, además de seguro.

Ahora bien, en busca de lograr el objetivo, que es mejorar la movilidad en la zona Oriente del Distrito Federal, este trabajo está dividido en cinco capítulos.

En el primero de ellos, denominado “**La movilidad en el marco del desarrollo urbano**”, se identifican y analizan las relaciones entre los factores poblacionales y urbanos como elementos importantes para entender la dinámica de movilidad de la Zona de estudio.

En el segundo capítulo, titulado “**Análisis de la zona de estudio**”, se describen de manera general las características de la estructura vial y del sistema de transporte que opera actualmente, además de sus características socio demográficas y la forma en que se relacionan con la dinámica de movilidad que reporta la Encuesta Origen-Destino 2007 (INEGI, 2007).

El tercer capítulo, denominado “**Diagnóstico de la movilidad actual en la zona de estudio.**”, describe la dinámica de los desplazamientos de la Delegación Iztapalapa, en general, y de las jurisdicciones en la Zona de estudio, en particular. Para ello se consideran las variables origen y destino de viajes, a nivel delegacional; distribución modal, tiempos y costos de traslado. La información está basada en la Encuesta Origen-Destino 2007 (INEGI, 2007).

En el cuarto capítulo, “**Análisis técnico de escenarios**”, se analizan una serie de escenarios, en los que se sugiere la sustitución del sistema de transporte que opera actualmente por otras opciones de medios de transporte que favorezcan la movilidad. En este análisis, se incluye una propuesta del Gobierno del Distrito Federal, así como otras variantes, que permitan generar una posible tendencia de las políticas de transporte a seguir para la zona.

El quinto capítulo, **Análisis económico de escenarios y vida útil.**, se presenta el análisis económico de cada escenario considerado y la vida útil que tendrán, todo esto

de manera que se elija la mejor solución para satisfacer la demanda de la población, en la zona de estudio.

Finalmente, conviene mencionar que el mejoramiento en la operación de un corredor de transporte masivo de pasajeros en el oriente de la Ciudad de México, permite sumar acciones a lo que debería pensarse como una estrategia integral de movilidad para la zona urbana, que no sólo favorezca a una delegación, sino a todos y todas los usuarios de la ciudad, logrando la reducción de tiempos de traslado, mejorando factores como la comodidad y seguridad, favoreciendo el desarrollo de las actividades cotidianas, y así ***“tener un sistema de transporte público colectivo seguro, eficiente, cómodo y rentable, que se sustente en una política de estado orientada a la calidad del servicio y a la mejora continua que garantice aumentar la calidad de vida de los habitantes”***.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El transporte de pasajeros en áreas urbanas constituye un problema cada vez más importante en nuestra sociedad. En los últimos años se ha demostrado que el incremento del parque vehicular en las principales rutas que prestan el servicio en el Distrito Federal o la construcción de infraestructura no es la solución adecuada a este problema, por ello con esta investigación se pretende dar una solución a la problemática que se presenta en la Calzada Ermita Iztapalapa en el tramo de Metro UAM a metro Santa Martha.

En este tramo de vialidad se observa que hay una mala operación de los sistema de transporte urbano de pasajeros que predominan en la zona, en particular en las Horas de Máxima Demanda ya que el parque vehicular que predomina es de baja capacidad saturando la vialidad además de que algunas rutas son insuficiente para cubrir la demanda de usuarios.

Con la problemática identificada nos permitirá mejorar la operación por medio de la Ingeniería en Transporte donde se aportarán los conocimientos de transporte urbano relacionados con la planeación de la operación de transporte. Y se incorporaran aspectos de control operativo a un sistema de transporte público que puede mejorar haciendo eficiente y rentable su operación, identificando los factores de la demanda, tipos de demanda, así como los estudios de origen – destino que en los cuales se realizan aforos de ascenso - descenso, frecuencia de paso y carga, tiempos de recorrido permitiéndonos representarlos en un polígono de carga y a su vez determinar puntos de máxima carga y volumen de diseño; verificación de itinerarios, medición de parámetros de operación para un dimensionamiento adecuado y aportar elementos para proponer soluciones eficientes.

Objetivo general

Mejorar el servicio de transporte público de pasajeros que actualmente opera en la Calzada Ermita Iztapalapa en el tramo de Metro UAM a Metro Santa Martha, mediante una propuesta viable y sustentable a corto y largo plazo para mejorar la calidad de vida de la población.

Objetivos específicos

1. Identificar los elementos involucrados y las técnicas de investigación a desarrollar,
2. Conocer los antecedentes y las características actuales de la zona de estudio,
3. Describir la situación actual de la oferta – demanda,
4. Identificar la demanda de las rutas que circulan en el tramo de estudio,
5. Elaborar Propuestas de mejora.

Técnicas de investigación a emplear.

Las técnicas de investigación que se utilizaran en el estudio será mixta, es decir, documental y de campo.

Con las técnicas documentales se obtendrán datos demográficos, estadísticos y metodológicos apoyados en investigación bibliográfica, libros de ingeniería de Transporte, Ingeniería de Transito, transporte público, modelos de demanda de transporte, investigación metodológica, revistas de transportes especializadas, así como documentos oficiales emitido por la Secretaria de Transporte y Vialidad y en páginas de Internet como INEGI para obtener la información referente a los datos demográficos de la zona estudiada , GOOGLE, guíaraji, para tener una referencia de la zona por medio de mapas, archivos fotográficos.

Se realizará investigación de campo haciendo observaciones directas a bordo de las unidades y de puntos específicos sobre el derrotero del ramal para la identificación de las características de la operación y para la realización de aforos los cuales nos serán de gran utilidad para recabar la información sobre la operación del servicio que se presta en la zona.

Justificación

La presente investigación está dirigida a conocer el volumen de la demanda que atiende y determinar cuál es la demanda potencial para seleccionar el sistema de transporte más conveniente, así como verificar las características de operación que actualmente prevalece, siendo de interés conocer los errores en la operación para corregirlos y ofrecer un servicio de transporte satisfactorio cubriendo con la demanda requerida, así como equilibrar la oferta del servicio y la demanda del mismo.

Hipótesis

El servicio de transporte público de la Zona de estudio es ineficiente, la incorporación de sistemas de transporte masivo es una buena opción para mejorar la movilidad de los usuarios de la zona.

Capítulo 1. La movilidad en el marco del desarrollo urbano

En los últimos años el crecimiento de la ciudad le ha otorgado un papel muy importante a las periferias, precisamente por la acelerada urbanización que estas zonas han presentado principalmente en los últimos 20 años. Dichas zonas han presentado diversas transformaciones, entre las que se encuentra un reciente crecimiento demográfico, el cual resulta muy importante si se compara con lo observado en las zonas centrales de las ciudades, las cuales, como en el caso de Ciudad de México, han presentado pérdida de población.

Este crecimiento de la población en la periferia puede ser de dos tipos, uno es el producto del crecimiento de la población con mayores recursos económicos, que buscan espacios más tranquilos y alejados del deterioro de la zona central, ya que dicha periferia cuenta con todos los recursos necesarios para satisfacer sus necesidades y además con las facilidades de transportación, motivo por el cual ubicarse fuera de la zona central no resulta un inconveniente para desplazarse hacia sus lugares de trabajo; no obstante, es importante considerar que en la mayoría de los casos, tanto los lugares de residencia como de trabajo se encuentran íntimamente relacionados. Por otra parte está la otra periferia, conformada por población de bajos recursos económicos, que en la mayoría de los casos llegan a invadir estas zonas, que no cuentan con infraestructura ni mecanismos para obtenerla, como es el caso de la zona oriente de la Delegación Iztapalapa.

En general la periferia es considerada principalmente como un área segregada, con carencia de toda clase de servicios básicos y donde se encuentra localizada población discriminada y con pocos recursos económicos.

1.1. El crecimiento Urbano

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) ha crecido aceleradamente desbordándose hacia su periferia, lo cual ha significado en la actualidad una conurbación de 16 delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios conurbados del Estado de México y 21 del estado de Hidalgo⁵ que a su vez se ha traducido en un incremento significativo en las distancias de los desplazamientos de tránsito.

Dichos desplazamientos se dirigen en gran parte al Distrito Federal, porque representa un punto de paso o de destino de estos traslados inter-metropolitanos. Consecuencia de ello ha sido la mayor circulación de vehículos particulares y el incremento en la demanda de los viajes en los servicios públicos de transporte, tanto los que forman parte del Gobierno de la Ciudad como los que constituyen el sistema público de transporte concesionado. Por lo tanto, la saturación y congestión de la infraestructura

⁵Fuente: Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional Metropolitana, Subsecretaría de Desarrollo Metropolitano, Gobierno del Estado de Hidalgo: Análisis para la incorporación de municipios hidalguenses a la Zona Metropolitana del Valle de México (2011).

vial se ha ido agravando, agudizando el severo problema de movilidad y repercutiendo en el consumo promedio de combustibles fósiles lo cual deteriora la calidad atmosférica.

1.1.2. Distrito Federal

La urbanización acelerada en México se remonta a la década de los cuarenta, como resultado de la explosión demográfica y de las migraciones campo-ciudad producidas por el proceso de industrialización del país y el deterioro del sector agrícola. Desde los años cincuenta y más enfáticamente en la década de los sesenta, la mancha urbana de la ciudad de México se extiende hacia la periferia del Distrito Federal y se inicia el fenómeno de conurbación del Valle de México.

En México es posible distinguir dos etapas, en torno al proceso de urbanización. La primera que va de 1910 a 1940, la cual se puede catalogar como de crecimiento lento, la segunda de 1941 hasta la actualidad, catalogada como de urbanización rápida, la cual a su vez se subdivide en dos periodos: a) de 1941 a 1970, en la cual se integran políticas urbanas y regionales en una estrategia económica regional y finalmente el que va de 1977 a 1985 en la que se institucionaliza la planeación del desarrollo urbano (Unikel Ruiz C. y G. Garza, 1976).

El periodo de 1910 a 1940 se caracterizó por un proceso de urbanización que estuvo determinado por hechos de muy diversa índole: demográficos, sociales, económicos y políticos. Hacia 1910 la Ciudad de México concentraba poco más del 3 por ciento de la población total del país, contaba con 471 mil habitantes⁶ de un total de 15,160 mil pobladores. De manera particular, además de ser limitadas las corrientes migratorias, se dirigían principalmente hacia la Ciudad de México, y otros centros urbanos; no constituían hasta entonces un factor de atracción para la población rural.

Este fenómeno se originó por la expulsión de parte de la población del Distrito Federal y por el aumento de inversiones industriales en los municipios colindantes del Estado de México. A partir de los años ochenta, el mayor crecimiento demográfico de la ciudad se ha concentrado en los municipios metropolitanos. En 1995, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) tenía 17.2 millones de habitantes, con una distribución de 8.5 millones en el Distrito Federal y 8.7 en los municipios metropolitanos del Estado de México (Covarrubias, 2000).

La densidad territorial desde los años cincuenta hasta a los años ochenta (inclusive a principios del Siglo XX) parece haber mantenido una estabilidad poblacional, a pesar de que el número de habitantes y el tejido urbano hayan crecido de manera acelerada.

Ahora bien, se menciona esta densidad, porque las tasas de población crecían rápidamente y por lo tanto requería expandirse a las zonas periféricas; de hecho la visión que se tenía de una Ciudad Tradicional y Hegemónica, que surge a través del

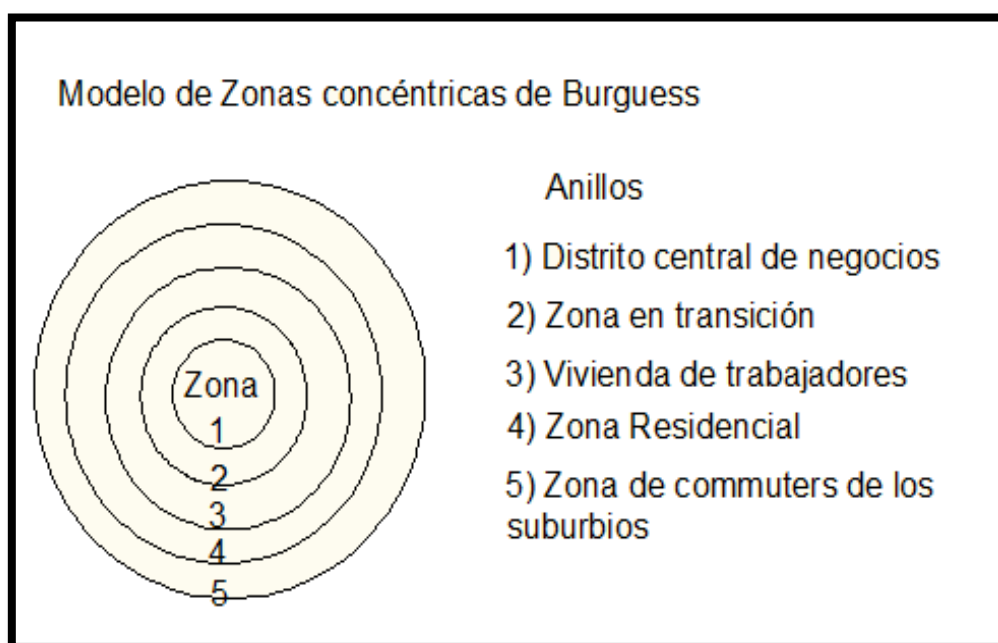
⁶ Conapo (1910)

proceso de conformación y expansión territorial de una forma continua ya empezaba a deformarse, pues el crecimiento de la Ciudad se vuelve cada vez más complejo y parece darse en forma indiscriminada y expansiva, dando por resultado la dispersión y fragmentación no sólo a lo largo y ancho del Distrito Federal sino también al Estado de México.

De hecho un cambio demográfico que acompañó esta expansión fue la disminución de la densidad habitacional central, (delegaciones centrales) esto se debió a la eliminación de viviendas de alquiler y su sustitución por otros usos del suelo, principalmente de comercio y servicios.

Uno de los primeros investigadores que hace referencia al crecimiento de la ciudad es Burgess, quien presenta una teoría denominada “Teoría de anillos concéntricos”, Figura 1.1, que explica el crecimiento de la ciudad a partir de diversos procesos: “concentración, centralización, descentralización, segregación, invasión y sucesión”. Para Burgess, la ciudad se conforma a partir de cinco anillos concéntricos “*un anillo central* en donde se concentraban los comercios, oficinas, la vida civil y los nodos de comunicación; una *zona de transición* que corresponde a un área de deterioro residencial con invasión de actividades urbanas más rentables; un tercer anillo denominado *de uso habitacional* en donde viven familias de trabajadores que prefieren permanecer cerca de sus lugares de trabajo; un *círculo concéntrico* ocupado por la clase media y una quinta *zona periférica* de espacios dormitorio⁷”.

Figura 1. 1. Teoría de anillos concéntricos



Fuente. Boris Graizbord (2008) Geografía del Transporte en el Área Metropolitana de La Ciudad de México.

⁷ Boris Graizbord (2008) Geografía del Transporte en el Área Metropolitana de La Ciudad de México

Estos contornos buscan expandirse, hasta el punto incluso de invadir el anillo siguiente. Una de las principales características de este modelo, es que dado que se inicia el crecimiento desde el centro, la mayoría de los grupos sociales buscan incorporarse a este centro, lo que incrementa el precio del suelo en este sector, quedando en la zona periférica la población con menores recursos económicos, población que no posee los recursos económicos para acceder a la zona central.

De acuerdo con la propuesta de Burgess, dentro de la composición de estos anillos o contornos hasta el año 2002 habían sido contemplados los municipios y delegaciones de la ZMVM, Figura 1.2, una delimitación en la cual se distinguen un anillo o contorno central y cuatro contornos adicionales de la siguiente manera:

-**Ciudad central:** delegaciones Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.

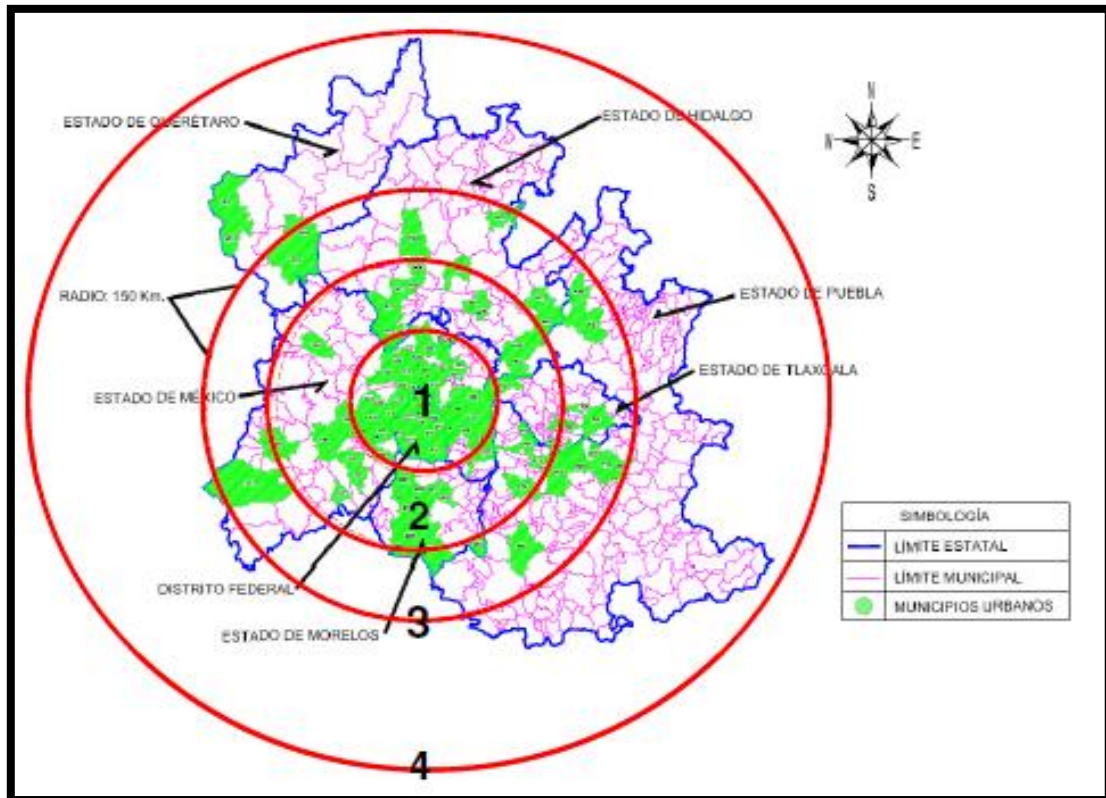
-**Primer contorno:** delegaciones Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Coyoacán, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztacalco e Iztapalapa y los municipios mexiquenses de Tlalnepantla, Naucalpan, Huixquilucan y Nezahualcóyotl.

- **Segundo contorno:** delegaciones Magdalena Contreras, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco y los municipios mexiquenses de Atenco, Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Chimalhuacán, Ecatepec, Jilotzingo, La Paz y Tultitlán.

- **Tercer contorno:** delegación Milpa Alta y los municipios mexiquenses de Acolman, Chalco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jaltenco, Melchor Ocampo, Nicolás Romero, Nextlalpan, Tecámac, Teoloyucan, Tepotzotlán, Texcoco, Tezoyuca, Tultepec y Valle de Chalco Solidaridad.

- **Cuarto contorno:** los municipios mexiquenses de Cocotitlán, Coyotepec, Huehuetoca, Papalotla, San Martín de las Pirámides, Temamatla, Teotihuacán, y Zumpango, y el municipio hidalguense de Tizayuca (Sergio, 2002).

Figura 1. 2. Teoría de Burgess, Caso de la Ciudad de México.



Fuente: Tomado de FLORES González, Sergio. (2002) La megalópolis de la región centro de México Cambios en el periodo 1970- 2000. Universidad Benemérita de Puebla. Mayo 2002.

Dichos contornos explican el crecimiento de la ciudad desde el centro hacia la periferia, es decir, que en principio la población se incorpora a la ciudad central; sin embargo, poco a poco se va desplazando hacia los otros anillos, a la par que se incorpora nueva población producto de la migración interna en un primer momento hacia las delegaciones y municipios pertenecientes al primer contorno, más adelante al segundo y así de manera sucesiva.

De hecho un cambio demográfico que acompañó a esta expansión fue la disminución de la densidad habitacional central, (delegaciones centrales) esto se debió a la eliminación de viviendas de alquiler y su sustitución por otros usos del suelo, principalmente de comercio y servicios.

Una de las principales características de este crecimiento hacia la periferia fue el cambio de una economía predominantemente rural a una economía urbana, que involucraba actividades comerciales, de servicios, de recreación, entre otras. Anterior a esto, en los años treinta aproximadamente, el gobierno apoyó al sector rural a partir de la distribución de tierras, que aunado a la extensión de los servicios de salud y educación, generó un periodo de bonanza para la población rural, que se reflejó en el aumento de la población por disminución de la mortalidad y en mejoras en la alimentación, ya que contaban con recursos económicos que les permitía cubrir algunos servicios con mayor facilidad. Sin embargo, esta época concluyó cuando el nuevo gobierno a finales de los años cuarenta adoptó un nuevo modelo de desarrollo,

el de sustitución de importaciones, en el cual las actividades no se centraban en el sector rural, sino que se enfocaron en la industrialización y las actividades se concentraron en las ciudades, pasando el sector rural y su población a ser un soporte y subsidio. Esta fue una de las razones por las cuales se crearon oportunidades de empleo en las grandes ciudades, particularmente en la Ciudad de México (Azuela, 1989).

Resultado de la dinámica anterior, en principio se disminuyeron las inversiones en el campo, ocasionando una baja en la producción agrícola que se hizo más evidente en los años setenta. Ello generó que un número importante de la población rural se desplazara hacia las grandes ciudades en busca de empleos. Debido al auge que este nuevo modelo le dio a las industrias, quienes se desplazaban a las grandes ciudades encontraban empleo con mayor facilidad, aun sin contar con mayores niveles educativos; sin embargo, con el tiempo estos empleos empezaron a escasear, y la industria no pudo recibir a toda la población que buscaba incorporarse al mercado laboral, y en consecuencia se refugiaron en el sector informal, que aunque generaba pocos ingresos, era la única forma de empleo disponible. Para la década de los ochenta se constata una disminución en el crecimiento de la población, debido en primer lugar al fenómeno de disminución de la fecundidad, el cual inició desde la década anterior, y en segundo lugar a los cambios en los patrones migratorios, dejando de ser la Ciudad de México y su área de conurbación uno de los destinos principales de la población inmigrante.

Ello no significó una disminución en la migración, sino un cambio en las zonas de atracción; un ejemplo de ello es el hecho de que el Distrito Federal dejó en cierta medida de ser una zona de atracción para los migrantes, los cuales empezaron a ubicarse en los municipios conurbados del estado de México.

De acuerdo con información del CONAPO (1998), en 1940 el Distrito Federal contaba con 1.757.530 habitantes, de las cuales 1.645.422 se ubicaban en la denominada Ciudad Central, lo que significaba una alta concentración de la población en dicha zona y dispersión en el resto de las delegaciones pertenecientes al Distrito Federal. Un aspecto que significó cambios en esta distribución fue el económico, ya que la incorporación de algunas industrias por la disponibilidad de suelo permitieron que comenzara una mayor urbanización en Azcapotzalco, Gustavo A. Madero y Álvaro Obregón, además de Naucalpan y Tlalnepantla, municipios del estado de México que además de su cercanía, presentan actividades industriales que los hacen llamativos para la población, motivo por el cual comienza un desplazamiento de población tanto del Distrito Federal como de otros estados hacia esta zona.

Este efecto de concentración de población en la zona central y de expansión hacia algunos municipios que presentaban mayores posibilidades laborales debido a la industria, continuó durante los años cincuenta. Para los años sesenta, la Zona Metropolitana estaba conformada por 15 delegaciones del Distrito Federal y cuatro municipios del estado de México, contando con un total de aproximadamente cinco millones de habitantes (73 por ciento más que en los años cincuenta), generando

diversos cambios para la ciudad. En 1990 se agregan nuevos municipios del estado de México al Distrito Federal, incorporando así la ZMVM, además de Tizayuca perteneciente al estado de Hidalgo, lo cual generó un aumento de la población en la zona a pesar de la disminución en la ciudad central (CONAPO, 1998).

A pesar del continuo crecimiento de población y de la expansión territorial de la ZMVM, la zona central continuó perdiendo población, incorporándose algunos municipios que fueron los primeros en hacer parte de la ZMVM, como es el caso de Azcapotzalco. A pesar de la recuperación poblacional que presentó la capital del país en 2000, las delegaciones centrales continuaron perdiendo población (238,088 habitantes de 1990 a 2000). Se sumaron a éstas las delegaciones de Azcapotzalco, Gustavo A. Madero e Iztacalco. Por el contrario, aquellas con mayor dinamismo fueron Iztapalapa con 282,844 habitantes más (CONAPO, 1998).

El resultado de la expansión territorial hacia los municipios del Estado de México trajo como primera consecuencia los cambios en el uso de suelo urbano, segundo los estratos socioeconómicos bajos se asentaron en zonas no aptas para uso habitacional y los estratos medios y altos se asentaron en espacios que contaban con servicios urbanos en su mayoría, la tercera consecuencia fue una descentralización de las actividades económicas y comerciales hacia la periferia y por último la creciente invasión de tierra en la periferia, como resultado de la escasez de la vivienda barata.

Para el año 2006, se publicó en el Diario Oficial de la Federación del mes de diciembre, el decreto mediante el cual se amplía la ZMVM, quedando integrada por las delegaciones del Distrito Federal y municipios del Estado de México. Esta nueva superficie representa 0.25 por ciento de la superficie total del país y abarcó una superficie de 4, 715.3 km², de la cual el 65.5 por ciento es de uso urbano (43 por ciento del Distrito Federal y 22.5 por ciento del Estado de México), el 34.5 por ciento restante es zona rural con usos del suelo agrícola, pecuario, forestal y de conservación.

En este sentido, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) es una de las 44 zonas metropolitanas del país y abarca tres entidades federativas: Distrito Federal (D.F.), México e Hidalgo; las 16 delegaciones del D.F., 59 municipios conurbados del Estado de México y 21 del Estado de Hidalgo (Tabla 1.1.).

Tabla 1. 1.Delegaciones y Municipios que integran la ZMVM

| 16 Delegaciones del Distrito Federal | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Azcapotzalco | Iztacalco | Tlalpan | Tláhuac |
| Coyoacán | Iztapalapa | Xochimilco | Álvaro Obregón |
| Cuajimalpa de Morelos | La Magdalena Contreras | Benito Juárez | Miguel Hidalgo |
| Gustavo A. Madero | Milpa Alta | Cuauhtémoc | Venustiano Carranza |
| 59 Municipios del Estado de México | | | |
| Acolman | Nextlalpan | Chiautla | Teotihuacán |
| Amecameca | Nicolás Romero | Chicoloapan | Tepetlaoxtoc |
| Apaxco | Nopaltepec | Chiconcuac | Tepetlixpa |
| Atenco | Otumba | Chimalhuacán | Tepotztlán |
| Atizapán de Zaragoza | Ozumba | Ecatepec de Morelos | Tequixquiac |
| Atlautla | Papalotla | Ecatzingo | Texcoco |
| Axapusco | La Paz | Huehuetoca | Tezoyuca |
| Ayapango | San Martín de las Pirámides | Hueypoxtla | Tlalmanalco |
| Coacalco de Berriozábal | Tecámac | Huixquilucan | Tlalnepantla de Baz |
| Cocotitlán | Temamatla | Isidro Fabela | Tultepec |
| Coyotepec | Temascalapa | Ixtapaluca | Tultitlán |
| Cuautitlán | Tenango del Aire | Jaltenco | Villa del Carbón |
| Chalco | Teoloyucan | Jilotzingo | Zumpango |
| Naucalpan de Juárez | Tonanitla | Juchitepec | Cuautitlán Izcalli |
| Nezahualcóyotl | Melchor Ocampo | Valle de Chalco Solidaridad | |
| 21 Municipios del Estado de Hidalgo | | | |
| Ajacuba | Villa de Tezontepec | Pachuca de Soto | Tula de Allende |
| Atitalaquia | Tezontepec de Aldama | Progreso de Obregón | Zapotlán de Juárez |
| Atotonilco de Tula | Tizayuca | Mineral de la Reforma | Zempoala |
| Epazoyucan | Tlahuelilpan | San Agustín Tlaxiaca | Tetepango |
| Mineral del Monte | Tlaxcoapan | Tepeji del Río de Ocampo | Tolcayuca |
| Mixquiahuala de Juárez | | | |

Fuente: Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional Metropolitana, Subsecretaría de Desarrollo Metropolitan, Gobierno del Estado de Hidalgo: Análisis para la incorporación de municipios hidalguenses a la Zona Metropolitana del Valle de México (2011).

1.1.3. Población de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

En 1998, el INEGI reportaba una población de 18.1 millones de habitantes en la ZMVM, de acuerdo a datos actualizados del 2012 se distribuye, a nivel de entidades federativas, de la siguiente manera:

Tabla 1. 2 Distribución Poblacional de la ZMVM

| ESTADO Y DELEGACIÓN | Población Censal | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2005 | 2010 |
| ZMVM | 3,522,788 | 5,678,265 | 9,273,204 | 14,440,804 | 15,533,502 | 18,350,333 | 19,183,337 | 20,019,381 |
| DISTRITO FEDERAL | 3,050,442 | 4,870,876 | 6,874,165 | 8,831,079 | 8,235,744 | 8,605,239 | 8,720,916 | 8,851,080 |
| 59 MUNICIPIOS MEXIQUENSES | 472,346 | 807,389 | 2,399,039 | 5,609,725 | 7,297,758 | 9,745,094 | 10,462,421 | 11,168,301 |

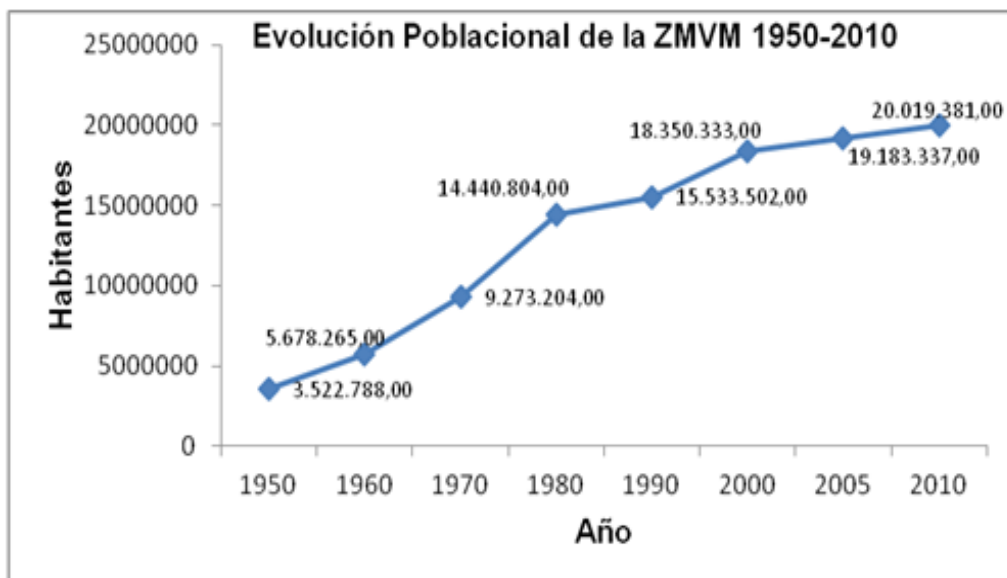
Fuentes: Secretaría de Economía, DGE, VII Censo General de Población 1950, Estado de México, México, D.F., 1952. Secretaría de Industria y Comercio, DGE, VIII Censo General de Población 1960, Estado de México, México, D.F., 1963. Secretaría de Industria y Comercio, DGE, IX Censo General de Población 1970, Estado de México, México, D.F., 1971. Secretaría de Programación y Presupuesto, INEGI, X Censo General de Población y Vivienda 1980. INEGI, XI Censo General de Población y Vivienda 1990. Secretaría de Gobernación, et al., los municipios del Estado de México, enciclopedia de los municipios de México, México, 1988. INEGI, División de las Entidades Federativas, XI Censo General de Población y Vivienda 1990. INEGI, Conteo de Población y Vivienda 1995. INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI, II Conteo de Población y Vivienda 2005. INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010.

De acuerdo a estos datos podemos observar en la Tabla 1.2, que la Zona Metropolitana en su conjunto ha aumentado su cantidad de población, sin embargo, el D.F. ha perdido participación porcentual con respecto al Estado de México, ya que este ha tenido un aumento considerable, desde 1960, el Estado de México es la entidad que aporta mayor cantidad población a la ZMVM.

Según los resultados del censo elaborado por el INEGI en el año 2010 la ZMVM contaba con una población de poco más de 20 millones de habitantes,(Gráfica 1.1.), con esta dinámica poblacional que se observa que va en aumento en cada decenio y si sigue esa tendencia, y las autoridades correspondientes no hacen nada para detener el crecimiento demográfico en la zona, se complicara los servicios públicos que se necesitan para vivir, decayendo más su calidad de vida de la población.

Las condiciones adversas que enfrenta la población de la ZMVM, tienen implicaciones directas sobre el ensanchamiento de la brecha de desigualdad social, pues gente de bajos recursos invierte un porcentaje importante de sus ingresos para transportarse en una movilidad insegura y desarticulada .Según datos de la ONU en el año 2012 es junto con la ciudad de Nueva York la tercera aglomeración humana más poblada del mundo.

Gráfica 1. 1. Evolución Poblacional de la ZMVM



Fuente: Elaboración Propia con Datos de INEGI 2010

Las mayores concentraciones de población de la ZMVM se ubican en las delegaciones Gustavo A. Madero e Iztapalapa del D.F. (Tabla 1.3.), y en los municipios mexiquenses ubicados al oriente y al norte de la Ciudad de México, que son los municipios de Nezahualcóyotl, Ecatepec y Tlalnepantla con poblaciones que van desde los 700 mil habitantes en Tlalnepantla, hasta un millón 900 mil en Nezahualcóyotl.

Tabla 1. 3. Distribución Poblacional de las Delegaciones del D.F.

| Distrito Federal | Total | % |
|------------------------|-----------|-----------|
| | | 8,851,081 |
| Álvaro Obregón | 727,034 | 8,2 |
| Azcapotzalco | 414,711 | 4,7 |
| Benito Juárez | 385,439 | 4,4 |
| Coyoacán | 620,416 | 7,0 |
| Cuajimalpa de Morelos | 186,392 | 2,1 |
| Cuauhtémoc | 531,831 | 6,0 |
| Gustavo A. Madero | 1,185,772 | 13,4 |
| Iztacalco | 384,326 | 4,3 |
| Iztapalapa | 1,815,786 | 20,5 |
| La Magdalena Contreras | 239,086 | 2,7 |
| Miguel Hidalgo | 372,889 | 4,2 |
| Milpa Alta | 130,582 | 1,5 |
| Tláhuac | 360,265 | 4,1 |
| Tlalpan | 650,567 | 7,4 |
| Venustiano Carranza | 430,978 | 4,9 |
| Xochimilco | 415,007 | 4,7 |

Fuente: Elaboración Propia con datos de INEGI, censo Poblacional 2010.

Iztapalapa desempeña un papel fundamental en la ZMVM, debido que es el espacio que enlaza el sector metropolitano oriente con la Ciudad Central. Siendo Iztapalapa la Delegación más poblada del Distrito Federal y enlace entre el sector metropolitano oriente y el centro de la ciudad, atrae y produce una gran cantidad de viajes. Se estima que más de un millón y medio de viajes se realizan en Iztapalapa, el 10 % del total de la zona metropolitana. Dicha situación evidencia la intensa interrelación de actividades económicas de Iztapalapa con el resto de la ciudad.

1.2. Descripción del Sistema de Transporte en la ZMVM

El transporte urbano de pasajeros en la ZMCM es de vital importancia porque implica la movilidad de la población y sus mercancías. Por medio del sistema de transporte y de la oferta de medios disponibles en la ciudad, públicos y privados, la población tiene acceso a los mercados espaciales urbanos (principalmente trabajo y vivienda, pero también a los mercados de bienes y servicios).

La situación de movilidad actual en la ZMVM es el resultado de haberle otorgado prioridad al transporte individual sobre el colectivo desde hace décadas, además de que los patrones de asentamiento y el modelo de desarrollo urbano son ajenos a la relación *lugar de vivienda/lugar de trabajo*, lo que significa que la población económicamente activa se asienta cada vez más lejos de sus centros laborales, principalmente en fraccionamientos habitacionales de la periferia, con pocas conexiones de transporte colectivo y con poca o nula infraestructura para peatones y ciclistas.

En la siguiente figura se observa que la red del Metro ha sido particularmente desarrollada en la ciudad central, teniendo un contacto restringido con los barrios periféricos, puesto que la dinámica poblacional que ha seguido el Distrito Federal y la ZMVM, durante las últimas décadas, se caracteriza por su instalación en la periferia, especialmente en las zonas que tienen espacios libres, también se ha observado que durante las últimas décadas, el DF ha vivido un proceso de despoblamiento de las delegaciones centrales a pesar de ser las de mayor infraestructura urbana. Esta situación ha sido acompañada de un crecimiento expansivo hacia las delegaciones del poniente, oriente y sur; y en mayor medida hacia los municipios de los Estados de México e Hidalgo, particularmente los ubicados al oriente. Este proceso de concentración de la población en las áreas externas de la Ciudad ha provocado cambios importantes en los patrones de viaje.

Figura 1. 3. La red del STC-Metro para el 2012



Fuente: Sistema de Transporte Colectivo (Metro), 2012.

Una de las consecuencias directas del crecimiento demográfico y de la mancha urbana de la Ciudad de México es el aumento de población en las zonas periféricas, que se da en su mayoría en el estado de México. Por lo tanto, una gran parte de la población, alejada de las principales zonas de empleo terciario, tiene acceso restringido a la oferta de transporte público gubernamental del Distrito Federal. A pesar de la centralidad del transporte masivo, la escasez del parque vehicular de trolebuses, de autobuses RTP y GMT no favorece su utilización, de acuerdo a la Encuesta Origen Destino (2007); se estima que el número de viajes entre los municipios conurbados del Estado de México y las delegaciones centrales del Distrito Federal es de 22 millones de viajes diarios. Poco más de dos terceras partes (14.8 millones) se realizan en transporte público, casi una tercera parte (6.8 millones) en transporte privado. De los viajes diarios, 58.4 por ciento se originan en el Distrito Federal y 41.3 por ciento en los municipios del Estado de México (EOD, 2007).

Por otra parte, el medio de transporte más utilizado son los denominados de baja capacidad, de los viajes en transporte público, 54.9 por ciento son realizados en un único modo (poco más de 8 millones), de esta proporción, el transporte público concesionado (microbuses, autobuses y combis) concentran 64.5 por ciento, seguido por el taxi con 16.4 por ciento. El metro se ubica en el tercer sitio con 8.2 por ciento. Los menores porcentajes corresponden al autobús suburbano con 7.3 por ciento, el autobús RTP con poco más de 2 por ciento, quedando el trolebús, metrobús y tren ligero, con menos de un punto porcentual (EOD, 2007).

Si el transporte público gubernamental parece no estar realmente adaptado a la realidad de la ciudad en crecimiento espacial constante, es también porque su desarrollo ha estado vinculado con los conflictos de liderazgo entre los diferentes actores políticos de la ciudad y del transporte, en el aspecto espacial podemos observar dos oposiciones, en primer lugar hay un contraste entre el transporte público del Distrito Federal y el del estado de México, dado el hecho que la gran ciudad no se administra como una sola aglomeración, donde los diferentes sistemas de transporte público del Distrito Federal (gubernamental y concesionado) solo pueden circular dentro de los límites del D.F. "entidad-ciudad-capital". En segundo lugar, el acceso a la ciudad central está restringido para el transporte concesionado, la cual corresponde al área de mayor desarrollo de la red del metro. De la misma manera el transporte público del estado de México (en mayoría concesionado) no puede desplazarse sobre todo el territorio del Distrito Federal: los taxis colectivos tienen un acceso restringido, limitado a los puntos de transferencia modal que se ubican en la periferia del Distrito Federal. Esos lugares son generalmente los CETRAM de la red del metro.

Los taxis colectivos parecen tener un doble papel: el de alimentar la red del metro, siendo el vínculo con las zonas lejanas de la red de transporte masivo, y entre las diferentes zonas periféricas.

El transporte público gubernamental, que fue durante mucho tiempo la iniciativa del Distrito Federal, presenta una falta de eficiencia a la luz de las estadísticas de la Encuesta Origen Destino (2007). Una de las razones se encuentra en el hecho que su llegada ha sido tardía en una ciudad manejada por el servicio de autobuses privados, así como la falta de políticas públicas para desarrollar el sector del transporte. Desde el 2008, la dinámica ha cambiado y nuevas líneas de transporte han sido creadas tanto en la ciudad capital como en el estado de México. Sin embargo, esas nuevas acciones parecen estar vinculadas con la competencia electoral, dado el hecho que cada entidad está haciendo sus propios proyectos de transporte sin un plan conjunto del ámbito metropolitano y esto limita fuertemente la implementación de estrategias exitosas.

En los primeros tres trimestres del 2011, el 62.3 por ciento del presupuesto en el Distrito Federal derivado de fondos federales fue invertido en infraestructura para el transporte público y el espacio público, mientras que el 16.31 por ciento se destinó a infraestructura para el automóvil. En el Estado de México, las cifras fueron las

siguientes: el 16.3 por ciento para el transporte público, y 85.4 por ciento para el automóvil. (ITDP⁸, 2012).

Como podemos observar existe una dicotomía entre ambas entidades y no solo espaciales sino también la existencia de tarifas desiguales ya que actualmente la tarifa entre ambas entidades es totalmente opuestas, según datos de la Encuesta Origen Destino (2007), el costo promedio que representa para una persona que habita en el Distrito Federal trasladarse de un punto a otro –sin considerar el retorno– es de 8.4 pesos dentro de la entidad, mientras que el promedio mínimo es de 6.9 pesos, pero se incrementa hasta 11 si se cruza hacia territorio del estado de México, es decir que, en promedio, los capitalinos gastan entre 14 y 22 pesos diarios en transporte público.

Aunado esta problemática de transporte también existe una desarticulación vial entre ambas entidades lo que aumenta aún más el tiempo de viaje, la infraestructura vial del zona conurbada del Estado de México, por su parte, se caracteriza por un trazo radial hacia el D.F. limitado y desarticulado; del total de la red vial en la ZMVM está conformada por 11 mil 586.68 km, de los cuales 90 por ciento le corresponde al D.F. y sólo el 10 por ciento a la zona conurbada. Lo anterior plantea un serio problema tanto de comunicación con el D.F., como de integración entre los municipios metropolitanos, y obliga a concentrar en estas vías cantidades importantes de vehículos de carga y de pasajeros. Además es una red con falta de continuidad, reducido número de carriles, escasez de pasos a desnivel, carencia de sistemas integrados de señalización, y también es afectada por la invasión y mal uso de los automovilistas, transportistas y comercio informal.

1.3. Delegación Iztapalapa.

La Delegación Iztapalapa se encuentra al oriente del Distrito Federal, y tiene una extensión de 105.8 Km², cantidad que representa el 7.5 por ciento de la superficie del D.F.; colinda al norte con la Delegación Iztacalco, al sur con las Delegaciones Xochimilco y Tláhuac, al oriente con el Estado de México, al poniente con la Delegación Coyoacán y al norponiente con la Delegación Benito Juárez (Figura 1.4).

⁸ Transformando la movilidad urbana en México, 2012, ITDP, (Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo).

**Figura 1. 4. Ubicación geográfica de la Delegación Iztapalapa
En el Distrito Federal.**



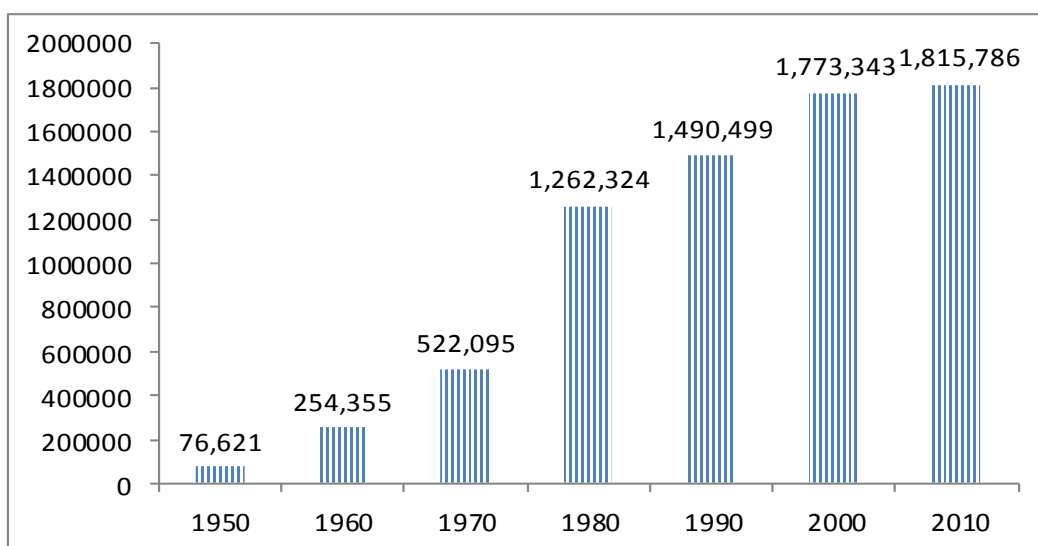
Fuente. Elaboración Propia.

Presenta una situación geográfica importante, ya que es el punto de entrada y salida hacia el oriente y sureste de la Ciudad de México, además de ser limítrofe con el Estado de México, lo que genera una interrelación de servicios, equipamiento, transporte y actividad económica cotidiana con los municipios de Nezahualcóyotl, Los Reyes-La Paz y Chalco Solidaridad.

1.3.1. Dinámica de población

Desde 1930 la tasa de crecimiento de la población iztapalapense es más alta que la presentada a nivel del Distrito Federal. Buena parte de ese crecimiento se podría explicar por la expansión de la ciudad central que terminó por desbordarse a las tierras circundantes, que anteriormente habían sido dedicadas a los cultivos. De acuerdo con los resultados del II Censo Nacional de Población y Vivienda generado por el INEGI, la Delegación Iztapalapa contaba al año 2005 con 1,820,888 habitantes en su territorio. Para un periodo de tres quinquenios, del año 1990 al 2000, el total de la población iztapalapense creció a una tasa del 0.77 por ciento. Esto es, de tener 1,488,636 habitantes en 1990, pasando a 1,694,677 habitantes en 1995, llegó a tener 1,773,343 habitantes en el año 2000. Para un periodo similar, pero partiendo del año 1995, Iztapalapa llegó a tener 1,820,888 habitantes en el año 2005 con una tasa de crecimiento que disminuyó a 0.32 por ciento lo cual nos habla de un aumento en la emigración de la gente que la habita así como de los efectos sociales que han tenido las políticas públicas de planificación familiar, como se puede observar en la Gráfica 1.2.

Gráfica 1. 2. Evolución Demográfica de Iztapalapa



Fuente: Elaboración Propia con datos obtenidos de INEGI.

1.3.2. Población Total

En el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en el año 2010 registró una población de más 1,815,786 habitantes, con esto es la demarcación más poblada de todo el país, actualmente la población se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Tabla 1. 4. Distribución Poblacional de la Delegación Iztapalapa

| | Iztapalapa | Distrito Federal |
|--|------------|------------------|
| Población total | 1,815,786 | 8,851,080 |
| Población total hombres | 8,809,98 | 4,233,783 |
| Población total mujeres | 9,347,88 | 4,617,297 |
| Porcentaje de población de 15 a 29 años | 26.7 | 25.5 |
| Porcentaje de población de 60 y más años | 9.2 | 11.6 |
| Relación hombres-mujeres, 2010 | 94.3 | 91.7 |

Fuente: Elaboración Propia con datos del Censo Poblacional 2010 de INEGI.

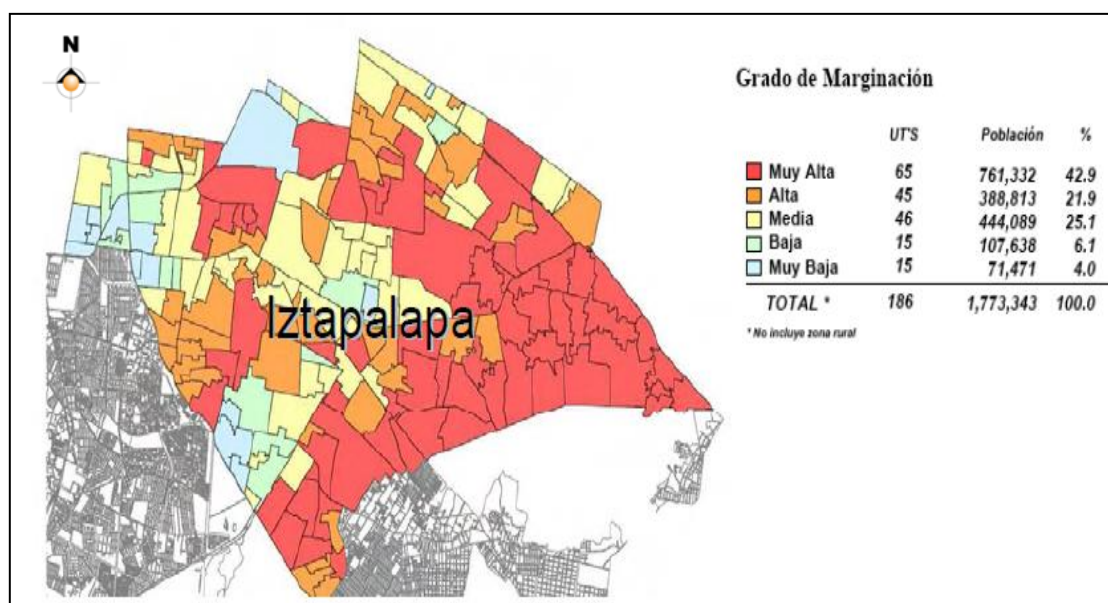
Podemos observar en la Tabla 1.4., que la delegación Iztapalapa es una delegación joven, puesto que la mayoría de sus habitantes se encuentra en un rango de edad de 15 a 29 años, lo cual desempeñan un papel muy importante en el desarrollo social y económico de la delegación.

1.3.3. Marginación

En comparación con el resto del Distrito Federal, Iztapalapa presenta indicadores socioeconómicos menos favorables. Si bien alberga la quinta parte de los capitalinos, su participación en la economía es mucho menor. El sector de los servicios constituye el componente más importante de su PIB, y un número importante de sus habitantes deben trasladarse fuera de la demarcación para conseguir trabajo. La infraestructura y los servicios urbanos se encuentran menos desarrollados o son deficientes, particularmente en el caso de transporte público, que es uno de los retos más importantes. En términos generales, la delegación posee un desarrollo humano alto, pero hay muchos contrastes en su interior.

En Iztapalapa las 186 unidades territoriales agrupan 240 colonias. De estas unidades territoriales, 65 tienen muy alta y 45 alta marginación. Esto en parte por el limitado acceso a servicios de infraestructura pública básica. Debido a su alta densidad poblacional, Iztapalapa concentra el mayor número de AGEBs de las 16 Delegaciones del D.F.(Figura 1.5.).

Figura 1. 5. Grado de Marginación en la Delegación Iztapalapa



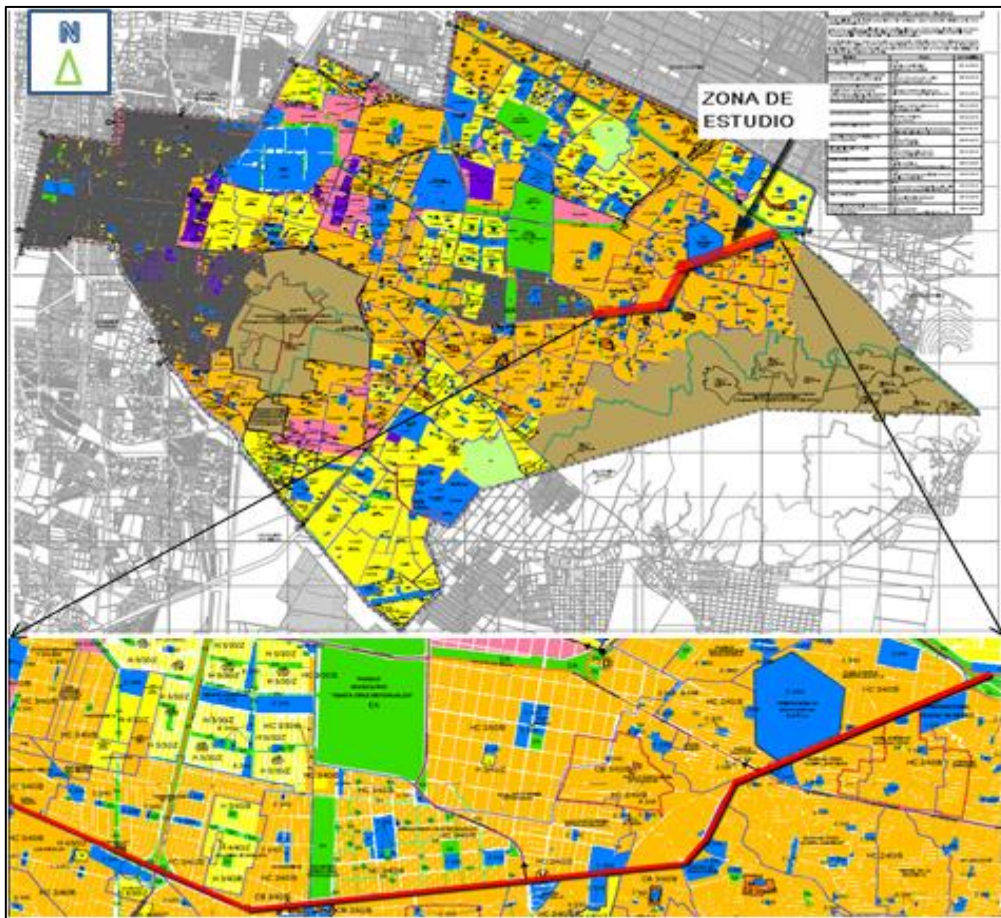
Fuente: Programa de Desarrollo Social de la Delegación Iztapalapa (2011)

1.3.4. Distribución del uso del suelo

Para el caso de estudio es importante comprender el uso de suelo en la zona de estudio, ya que con ello podemos observar como influye en términos de las actividades que se realizan, con respecto a la movilidad y en relación a la demanda de viajes que requiere la población.









En la Figura 1.6., se muestran los usos de suelo predominantes conforme al plan parcial de la delegación. El cual es principalmente habitacional y habitacional con comercio y equipamientos (Tabla 1.5.).

Figura 1. 6. Uso de suelo de la Delegación Iztapalapa



Fuente. SEDUVI, Programa Delegacional de Desarrollo Urbano ,2008.

Tabla 1.5. Tipo de uso de suelo

| SUELO URBANO | |
|---|--|
|  | H HABITACIONAL |
|  | HC HABITACIONAL CON COMERCIO EN PLANTA BAJA |
|  | HM HABITACIONAL MIXTO |
|  | E EQUIPAMIENTO |
|  | I INDUSTRIA |
|  | AV ÁREAS VERDES DE VALOR AMBIENTAL |
|  | EA ESPACIOS ABIERTOS, DEPORTIVOS, PARQUES, PLAZAS Y JARDINES |
|  | CB CENTRO DE BARRIO |

Fuente. SEDUVI, Programa Delegacional de Desarrollo Urbano ,2008.

1.4. Diagnóstico Del Transporte en Iztapalapa.

La Delegación se ubica al oriente de la Zona Metropolitana, colinda al norte con el municipio de Nezahualcóyotl y está directamente relacionada con otros municipios del Estado de México que presentan un proceso acelerado de crecimiento como Valle de Chalco, Ixtapaluca y La Paz. Por tratarse del acceso poniente-oriental de la Ciudad de México a través de la Calzada Ermita Iztapalapa, la Delegación juega un papel de enlace del sector metropolitano oriente con el resto de la Ciudad, en lo que se refiere a la movilidad de la población. Es importante destacar que la Calzada Ermita Iztapalapa, por falta de otras alternativas para cruzar la Ciudad, presenta un alto grado de saturación vial debido al paso de transporte de carga y foráneo que proviene del oriente-poniente del país.

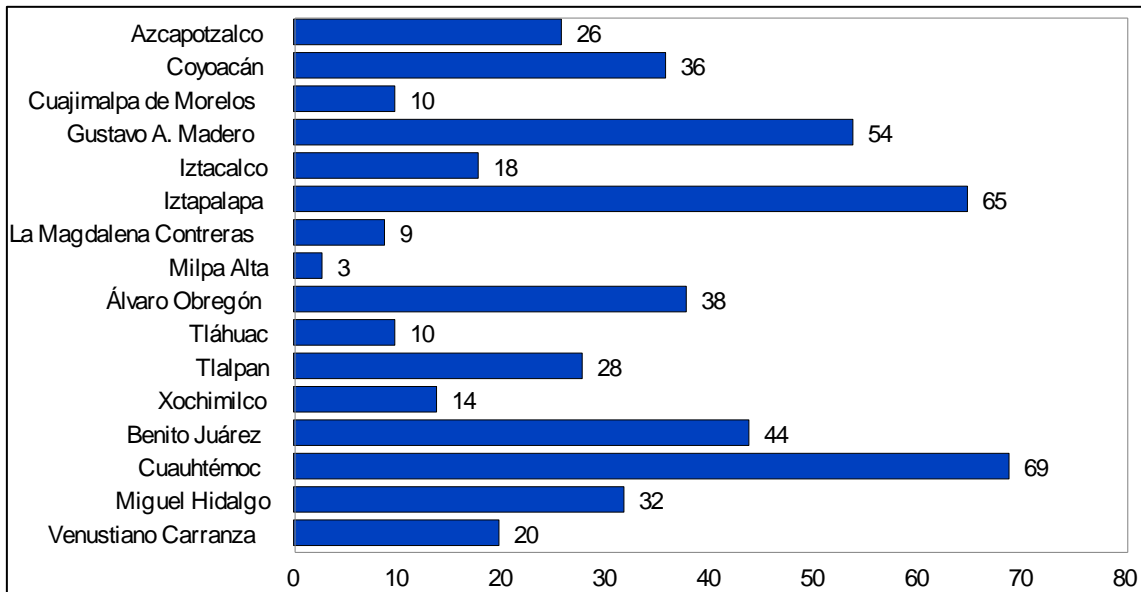
De los viajes que se generan en la Zona Metropolitana, el 58.4 por ciento de viajes diarios, tienen como destino el Distrito Federal. Siendo Iztapalapa la Delegación más poblada del Distrito Federal y produce por lo tanto 14.2 por ciento, es decir 1, 821,88 de viajes de acuerdo a la Encuesta Origen Destino (2007), las modalidades con las que se cubre la demanda corresponden principalmente a las del transporte público, gubernamental y concesionado.

En el transporte gubernamental se encuentra, el Sistema de Transporte Colectivo (Metro) que cubre las zonas centro y norte de la Delegación mediante las Líneas 8 Garibaldi-Constitución de 1917 y "A" Metro Férreo Pantitlán-La Paz, respectivamente. La primera, que comunica el Centro de la Ciudad con el Centro de Iztapalapa corre por el Eje 3 Oriente hasta tomar la Calzada Ermita Iztapalapa. Las estaciones que se localizan dentro de la demarcación son Apatlaco, Aculco, Escuadrón 201, Atlalilco, Cerro de la Estrella, Purísima y la terminal actual Constitución de 1917 sobre la Calzada Zaragoza incluye dentro de la demarcación las estaciones Canal de San Juan, Tepalcates, Guelatao, Peñón Viejo, Acatitla y Santa Martha, al igual que cuenta con los organismos descentralizados Red de Transporte de Pasajeros (RTP) y Servicio de Transportes Eléctricos (STE).

El transporte público concesionado está a cargo de empresas transportistas como es GMT (Grupo Metropolitano del Transporte) y de las diferentes rutas de microbuses, que fundamentalmente articulan sus derroteros en función del intercambio modal con el STC Metro. Dicho servicio, es regulado a través de la Secretaría de Transporte y Vialidad.

Otro modo de transporte con el que cuenta y no le toman la importancia debida es el de transporte no motorizado, la bicicleta, aquí la delegación Iztapalapa tiene una participación importante ya que es una de las delegaciones con mayor flujo de ciclistas (Gráfica 1.3.).

Gráfica 1. 3. Número de cruces observados por delegación



Fuente: Estudio de Movilidad Ciclista en la Ciudad de México, 2008

En este contexto, se observa que la cobertura de transportes masivos en la ZMVM se enfoca a la zona centro y norte, dejando escasamente abastecida de este tipo de sistemas a las delegaciones del sur y oriente. En este sentido, Iztapalapa (ubicada al oriente de la ZMVM) al estar vinculada con transportes masivos de manera limitada, ha encontrado en los vehículos de baja a mediana capacidad (taxis y microbuses) una alternativa para resolver la movilidad, cabe mencionar que muchas de las colonias de esta delegación nacen de asentamientos irregulares, dificultando la planeación de los servicios tan elementales como el agua, de equipamiento y principalmente de transporte, desde su nacimiento, por lo que la condición actual de ineficiencia y mala calidad en el sistema de transporte de la zona, es simplemente la continuación de un proceso prácticamente nulo de planeación de la estructura urbana.

Precisamente, en este entorno, se ubican corredores viales con problemas de congestión importantes, como parte de esta investigación se analizará el corredor que articula el Metro UAM, con el Metro Santa Martha Acatitla por considerarse una zona con una afluencia importante ya que en este punto hay polos a tractores y generadores de viajes, y más en este último punto respectivamente ya que se ubica casi la entrada del municipio de La Paz, Estado de México, además de que esta zona oriente es donde se ubican algunas de las colonias más marginadas del Distrito Federal y el nivel de vida es, por mucho, inferior a la media, por ello es importante mejorar su calidad de vida de la población aledaña a la zona de estudio. En el siguiente capítulo se abunda sobre la descripción de la problemática a estudiar.

Capítulo 2. Análisis de la Zona de Estudio

De entre los diversos, complejos y más fuertes problemas que enfrentan la delegación Iztapalapa se encuentran aquellos relacionados con la movilidad o el desplazamiento cotidiano de la población, pues debido que en las últimas décadas no ha dejado de crecer ha provocado que grandes contingentes de población habiten en la periferia urbana; una periferia con escasa oferta de infraestructura y equipamiento, entre ellos de transporte, por esta razón dicha población se tiene que trasladar hacia el centro de la ciudad para trabajar, estudiar, o para realizar cualquier otra actividad, y lo hacen a través de modos de transporte de baja capacidad, altamente consumidores de espacio⁹ e hidrocarburos, y en horarios y vías de comunicación fuertemente concentradas, provocando importantes niveles de congestión, contaminación y utilización de tiempo y recursos para los traslados, afectando también la capacidad de las áreas centrales para atender la demanda de espacio y viajes.

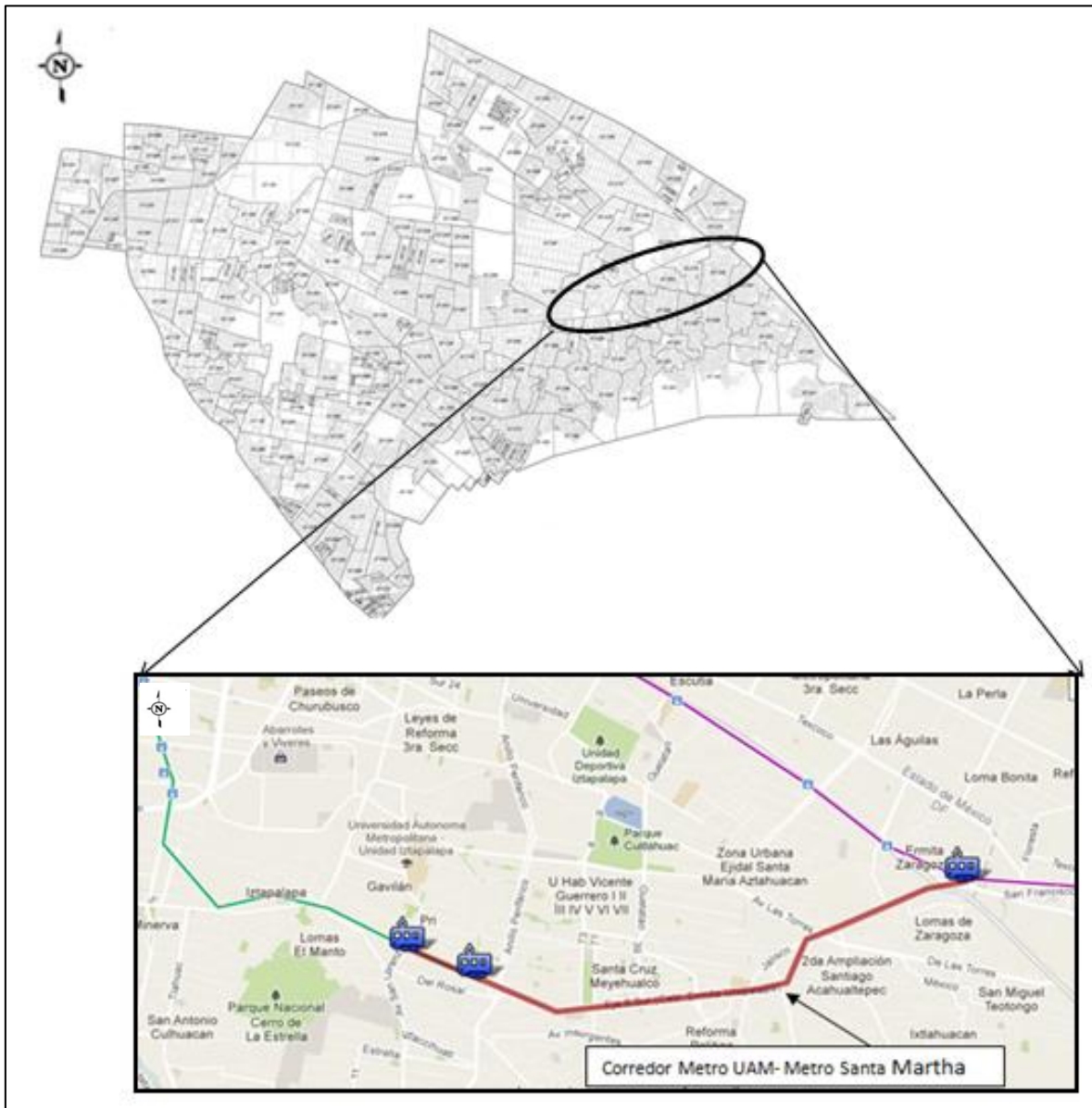
2.1. Delimitación de la zona de estudio.

La Calzada Ermita Iztapalapa fue construida en tiempos prehispánicos por el emperador Izcóatl; conectaba a pueblos como Santa Martha Acatitla, Santa Cruz Meyehualco, Santa María Aztahuacán, Iztapalapa y Mexicaltzingo. Hasta principios del siglo XX se le llamó Camino Real, por ser la ruta que unía a la ciudad con Puebla y Veracruz.

Ahora en nuestro tiempo en el siglo XXI, la Calzada Ermita Iztapalapa es una vía principal de acceso controlado y es de gran importancia para los habitantes del oriente de la delegación Iztapalapa, al igual que su importancia predomina porque es el eje estructurador del Distrito Federal y del Estado de México, que sirven como vía de entrada para los pobladores del oriente del Valle de México hacia el centro, por esta razón frecuentemente se encuentra saturada además de que a su alrededor de la Calzada Ermita Iztapalapa se localizan colonias populares que carecieron de planificación urbana, enfrentando graves problemas la vialidad, en especial la zona oriente, que cuentan con menores fuentes de empleos y servicios lo que los obliga a desplazarse hacia el centro de la ciudad, teniendo una menor oferta de servicios de transporte, que a pesar de la construcción de dos líneas de transporte masivo, Metro, no llega a cubrir toda la oferta, por ello es importante realizar un análisis de movilidad en dicha zona de la delegación Iztapalapa, en específico en el tramo de metro UAM a metro Santa Martha, cubriendo una longitud de 10 km, (Figura 2.1).

⁹Un auto promedio tienen una longitud de 5m, con una ocupación de 1.7 pas/veh. Y mientras que un vehículo tipo Metrobús tiene una longitud de 16m, con una ocupación promedio de 160 pasajeros.

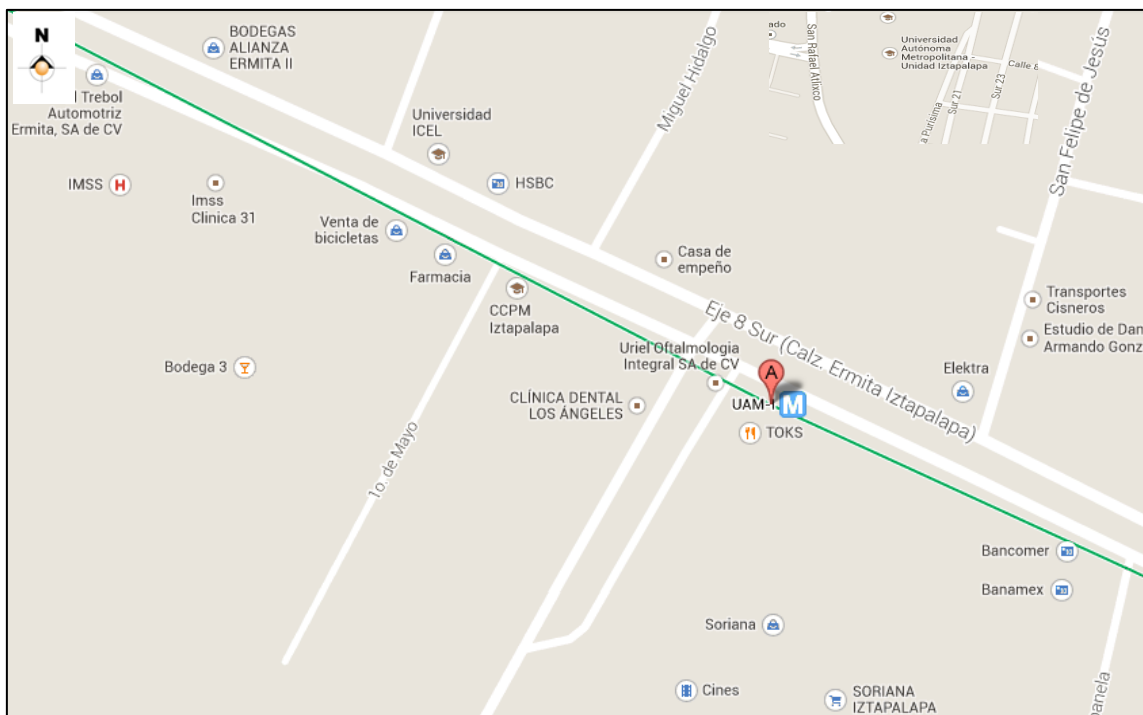
Figura 2. 1. Localización de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google Maps, INEGI

Se comenzará el estudio de análisis desde metro UAM porque es una zona a tractora y distribidora de viajes, según la encuesta origen destino 2007, en la zona de metro UAM se producen 150,975 viajes y atrae 150,710 viajes, esto se debe a que posee equipamiento, que es de suma importancia para los pobladores de Iztapalapa, aquí se localiza la clínica del IMSS 45, la universidad privada (ICEL) y se sitúan dos tiendas departamentales, además se localiza la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM campus Iztapalapa) a un 1km del metro, (Figura 2.2).

Figura 2. 2. Equipamiento en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google maps, INEGI

De igual manera en la zona de estudio se localizan 5 pueblos de los dieciséis, existentes en toda la delegación, de los cuales son: Santa María Aztahuacan, Santa Cruz Meyehualco, San Sebastián Tecolochtitlan, Santiago Acahuatepec y Santa Martha Acatitla, estos pueblos se ubican al oriente de la delegación y son algunas de las zonas que concentran una mayor tasa de población.

El tramo de análisis terminará en Metro Santa Martha, que tiene colindancia con zonas altamente urbanizadas del Estado de México, esto se traduce en una carga de desplazamientos de origen metropolitano altamente concentrado en una importante área del Distrito Federal., hay que destacar que la evaluación se centra en la delegación Iztapalapa y sólo considera al contexto metropolitano como obligada referencia para entender la problemática del transporte.

De ahí, entonces, la importancia de analizar la interacción entre espacio urbano y sistema de transporte, ya que de no hacerlo se seguirán configurando y promoviendo espacios urbanos desequilibrados y complejos, y medios de transporte poco funcionales y de altos costos ambientales, con efectos negativos en la movilidad, accesibilidad y calidad de vida de población en general.

De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino 2007 los habitantes de la zona metropolitana efectúan casi 22 millones de viajes diarios. Poco más de dos terceras partes (14.8 millones) se realizan en transporte público, casi una tercera parte (6.8 millones) en transporte privado. De los viajes diarios, 58.4 por ciento se originan en el

Distrito Federal y 41.3 por ciento en los municipios seleccionados del Estado de México.

Más de la mitad de los viajes que realizan los habitantes de la zona metropolitana se concentran en solamente 10 entidades político administrativas, 7 de ellas son delegaciones del Distrito Federal y 3 municipios del Estado de México (Tabla 2.1.).

Tabla 2. 1. Delegaciones y municipios con mayor concentración de viajes

| Entidad | Viajes |
|---------------------|------------|
| Iztapalapa | 1,812,574 |
| Cuauhtémoc | 1,695,206 |
| Gustavo A. Madero | 1,453,531 |
| Ecatepec de Morelos | 1,439,748 |
| Coyoacán | 1,103,951 |
| Benito Juárez | 986,277 |
| Álvaro Obregón | 954,641 |
| Miguel Hidalgo | 941,402 |
| Naucalpan de Juárez | 937,117 |
| Nezahualcóyotl | 897,062 |
| ZMVM | 21,954,157 |
| Distrito Federal | 12,833,615 |
| Estado de México | 9,028,821 |

Fuente: Encuesta Origen-Destino 2007

Las delegaciones con mayor cantidad de viajes producidos y atraídos son Iztapalapa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero y Coyoacán; siendo Iztapalapa la delegación que produce el mayor número de viajes estimados en el 14.2 por ciento, es decir más de un millón y medio (1,821,880, según la EOD 2007) producto de una intensa interrelación de actividades económicas con el resto de la Ciudad sobre todo por los desplazamientos de casi la mitad de la Población Económicamente Activa (PEA) a la Ciudad Central y municipios conurbanos.

En general tanto en el D.F. como en los municipios del Estado de México, las jurisdicciones que tienen una dinámica más fuerte en cuanto al aumento en la generación de viajes, son las periféricas; principalmente la parte oriente del D.F, donde se localiza la delegación Iztapalapa, cuyos viajes se concentran por el hecho que son las zonas con mayor densidad poblacional en el D.F.

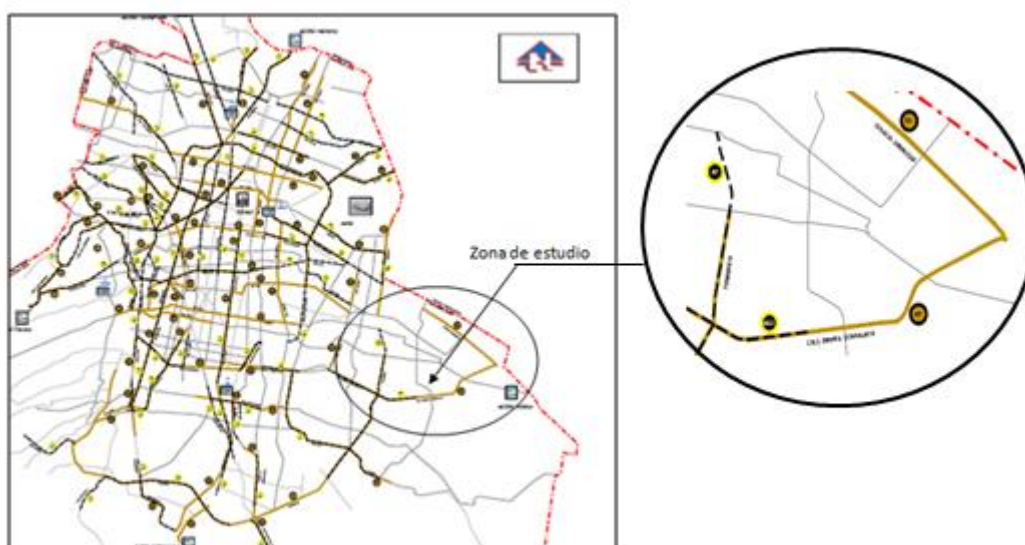
2.2. Descripción de la problemática

Cada día, los problemas de transporte urbano en la delegación Iztapalapa, se hacen mayores e impactan negativamente en la movilidad urbana. Pero esta problemática principalmente se da por el proceso de urbanización, que muestra como característica común un crecimiento poblacional en la periferia de la delegación, realizándose sin coordinación entre el desarrollo de nuevos fraccionamientos de viviendas y el transporte público; este proceso de expansión urbana se orientó para la formación de nuevos polos de desarrollo, donde el fenómeno pasa a tener consecuencias en el

transporte público que van siendo agravadas en función del tamaño y de la tasa de crecimiento de población que genera una sobredemanda de las rutas existentes. Una implicación importante de la expansión urbana en la delegación, es el crecimiento de la demanda de viajes que no ha ido acompañada de una red de infraestructura de transporte adecuada.

De esta forma, la movilidad se enfrenta a varias distorsiones e insuficiencias tanto en los diversos modos de transporte como en la red vial disponible, rebasando su capacidad; con fallas de integración para facilitar transferencias en los modos de transporte y entre las vialidades secundarias, donde a su saturación se le suman las deficiencias en la administración, control y regulación del tráfico, así como una escasa cultura vial que colaboran a acentuar los congestionamientos, como es el caso de la Calzada Ermita Iztapalapa, que en horas pico (principalmente en el horario nocturno, 18:30 a las 21:30) presenta saturación, de acuerdo con el Programa Integral de Transporte y Vialidad, Iztapalapa (excepto en su sector norponiente más próximo al centro de la Ciudad) presenta los niveles más bajos de accesibilidad en horas de máxima demanda provocando desarticulaciones e ineficiencias en la coordinación de los diversos modos de transporte público existentes en la zona (Figura 2.3).

Figura 2.3. Saturación de la zona de estudio, en horas de mayor demanda turno nocturno (18:30 a 21:30)



Fuente: Dirección General de Planeación y Vialidad, SETRAVI

En particular resalta que la movilidad en la zona de estudio se sustenta actualmente en una estructura modal distorsionada, que tiene su mayor potencial de traslado en transporte de baja capacidad -colectivos, taxis y autos particulares- con desorden en las rutas, operando de distintas formas y bajo diversos esquemas tarifarios, lo que impacta en la calidad de la prestación del servicio. Además este modo de transporte tiene escasa integración con los otros modos de transporte de alta y mediana capacidad, trayendo consigo serios problemas que a continuación se describen:

El mayor problema del transporte público de baja capacidad, tipo “microbus”, es la forma de operación del servicio, que no es la más conveniente, y se caracterizan por el concepto de “hombre-camión” como se les denomina comúnmente, esta forma de operar, normalmente significa que alguien invierte en un vehículo y el dueño es quien opera la unidad, aunque también hay variantes, como concesionarios que han podido ir aumentando su flota vehicular, pero la dan a un operario, quien está obligado a entregar una cuenta fijada por el dueño del vehículo; en ninguna de estas variantes, los operadores tienen prestaciones (servicio social, pensión, vacaciones, etc.). El interés es el resultado del vehículo en particular y no el del grupo de unidades que presta servicio en una ruta. En estos sistemas, el servicio no es coordinado.

Esta forma de operar hace que los dueños, sientan que su rentabilidad sea cada día menor debido a la sobreoferta de unidades y al desequilibrio financiero en la operación, lo que produce competencia por el pasaje; los conductores buscan adelantar al otro para garantizar el pasaje, o bien haciendo base varios minutos en lugares donde hay demanda de transporte, que primordialmente se da en las estaciones del Metro, en este caso son: en Metro UAM, Metro Constitución y Metro Santa Martha (Figura 2.4).

Figura 2. 4 Base realizada por microbuses en Metro Constitución



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Aunado a esta problemática, la causa que más repercute en los usuarios, es el tiempo de viaje promedio, que se incrementa de forma significativa en las horas pico, donde podemos encontrar de 60 minutos en trayectos menores a los 16 km, sin considerar que en la hora de máxima demanda la velocidad disminuye a 13 kilómetros por hora o menos, si hay manifestaciones o accidentes

En la zona de estudio se localizaron varios puntos conflictivos ocasionados por los microbuses, que hacen base o esperan de dos a tres semáforos para continuar con la marcha, (Figura 2.5).

Figura 2. 5 Puntos conflictivos en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google maps, INEGI

De acuerdo con lo anterior, la predominación de los autobuses de baja capacidad, provocan saturación de la vialidad, inseguridad para el usuario y alto impacto ambiental, y esto se ha ido agravando cada vez más por cuestiones políticas del Gobierno del Distrito Federal, ya que , los programas del Gobierno de sustitución de parque vehicular por autobuses, se ha dado en la zona pero no han retirado los microbuses lo que dio como resultado que la composición vehicular se complicara al grado de tener microbuses, autobuses, taxis, combis, vehículos privados y transporte de carga operando en la Calzada ermita Iztapalapa de manera desordenada (Figura 2.6).

Figura 2. 6. Proliferación de transporte, en la Calzada Ermita Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Respecto a los autobuses de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) y Grupo Metropolitano de Transporte (GMT), que dan servicio en la zona de estudio, presentan una sobre demanda y principalmente RTP, ya que tiene una baja oferta, debido a la falta de reposición de unidades, dando como resultado un bajo nivel de servicio con largos intervalos de paso de las unidades y un alto nivel de captación de pasajeros por

unidad. Asimismo, no se dispone de suficientes depósitos para las unidades y se dan largos recorridos en vacío.

Estos 2 modos de transporte tienen gran importancia en la zona de estudio ya que diariamente por sus rutas se logra una conexión de la periferia hacia las zonas centrales de la ciudad, y en condiciones de accesibilidad para toda la población, estos modos de transporte realizan recorridos largos con determinadas paradas estratégicas.

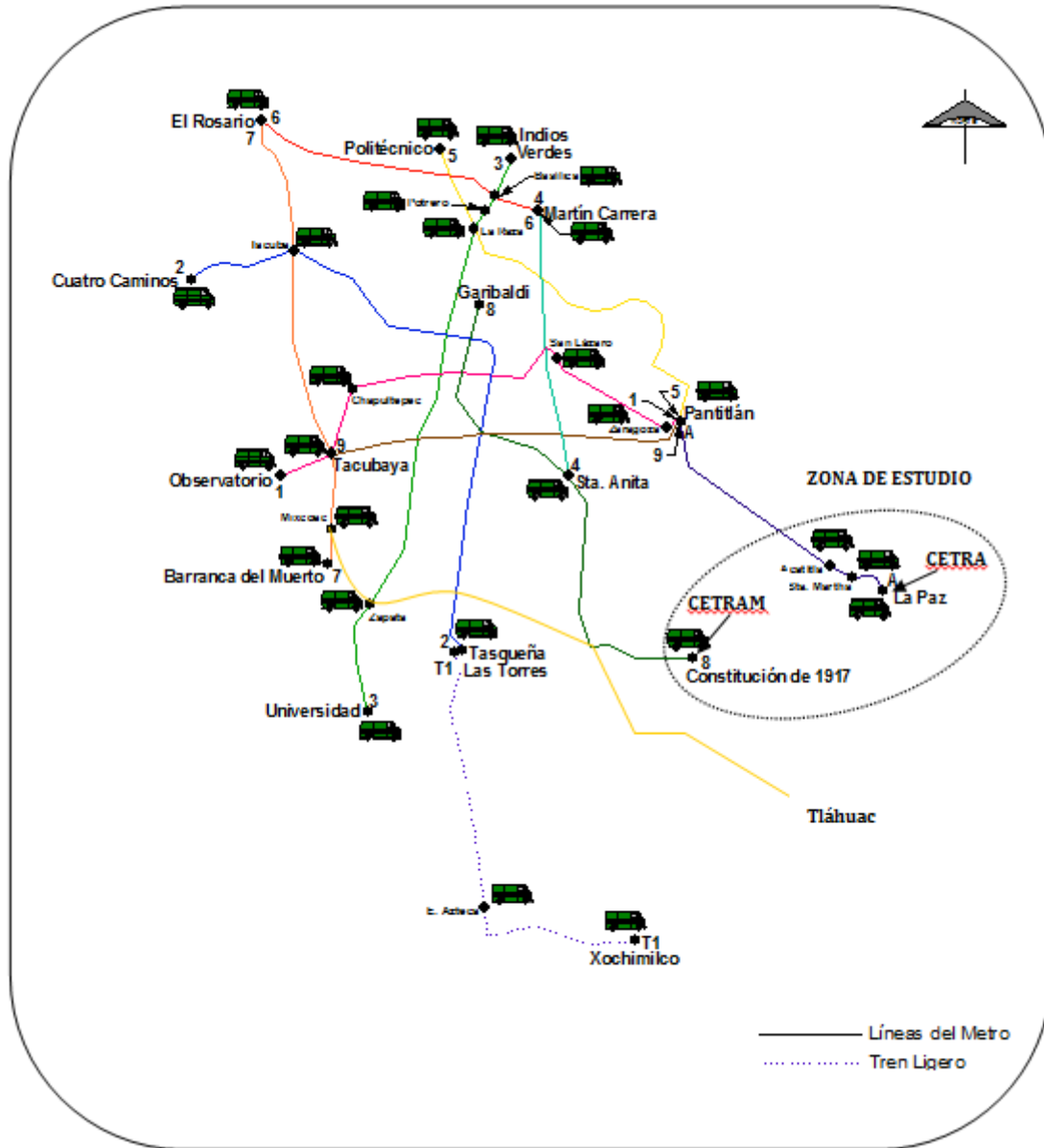
Las rutas de RTP brinda servicio en dos modalidades: el ordinario y el Atenea, este último solo en algunas rutas, pero subsiste un problema central que impide hablar de un sistema integrado de transporte: no hay suficientes equipamientos, infraestructuras ni mecanismos para facilitar la intermodalidad con el metro.

Ante la insuficiencia de un modo de transporte eficiente, los taxis también se han convertido en una modalidad en rápida expansión; presentando dificultades para una operación integrada, por su crecimiento desmesurado, en la zona de estudio se localizan varias rutas de taxis piratas, como son los denominados pantera que prestan servicio en la estación de Metro Constitución, ocasionando más congestión ya que tiene su base afuera de la estación, entorpeciendo la circulación con los otros modos de transporte.

Otro punto a considerar son los centros de transferencia modal (CETRAMs), concebidos originalmente para agilizar el trasbordo a los usuarios con los diferentes modos de transporte, de manera segura y rápida, sin interferir en la continuidad del flujo vehicular de la vialidad aledaña a las estaciones terminales del Metro. Sin embargo, los CETRAMs se han constituido en puntos saturados, donde se concentra una aguda problemática vial, urbana, social y económica.

En la zona de estudio se localizan dos CETRAMs que están ubicados en Metro Constitución y Metro Santa Martha de los cuales conectan a usuarios de autobuses y microbuses con el metro o con el tren ligero, este último con la línea A, (Figura 2.7).

Figura 2. 7 CETRAMS en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Los dos CETRAMs atienden aproximadamente a más 185 mil usuarios al día, y actualmente estos se encuentran saturados, ya que su diseño no se previó el incremento de la demanda de transporte público, por lo que se presenta insuficiencia de espacios para usuarios y prestadores del servicio, como se puede observar en la Tabla 2.2., siguiente, los datos de operación de los dos CETRAMs:

Tabla 2. 2. Datos de Operación de los CETRAMS

| DATOS DE OPERACIÓN Y SERVICIO POR DÍA | | | | |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------|--------|
| AÑO 2012 | | | | |
| Centro de Transferencia Modal | Superficie | pasajeros | Parque | Bahías |
| | m ² | Transportados (unidades: pas/día) | Vehicular (veh) | |
| Constitución de 1927 | 45,500 | 81,633 | 818 | 10 |
| Santa Martha | 28,410 | 103,903 | 1,274 | 6 |

Fuente: SETRAVI, Dirección General de Regulación al Transporte.

El CETRAM, que tiene serios problemas en la zona de estudio es, Santa Martha causa congestión dentro y fuera de las instalaciones en las horas pico, lo que contribuye a incrementar la contaminación y los accidentes. En horas donde no se registra saturación, la problemática no sólo se origina por los excesivos tiempos de permanencia de las unidades dentro del CETRAM, sino también por la invasión de las calles de la periferia por unidades en espera durante largos periodos, que utilizan espacios de la vía pública como lanzaderas, estacionamiento y reparación de las unidades, lo que afecta a los usuarios y a los ciudadanos, además que en este CETRAM no solo llegan unidades del Distrito Federal sino también del Estado de México, lo cual se debe, a decir de operadores: “a que la zona conurbada creció tanto, que se tuvo la necesidad de crear nuevas rutas que ya no cabían en los andenes y por eso están en las calles aledañas”.(Figura 2.8.).

Figura 2. 8. CETRAM de Santa Martha, Autopista México-Puebla



Fuente: Elaboración propia, 2012.

Pero no solo predomina el desorden de los servicios de transporte público en los CETRAMs sino también hay serios problemas de inseguridad, contaminación y comercio ambulante, entre otros, lo que coadyuva sensiblemente para que se incremente el índice de delincuencia. Incluso se pueden observar coches

abandonados, puestos de tacos que ocupan toda la banqueta, máquinas de juegos sobre pasos peatonales, ausencia de guarniciones para transeúntes, presentando así deficiencias estructurales; y sin suficientes facilidades de tránsito para personas con capacidades diferentes.

Aunada la situación de los diferentes modos de transporte y la infraestructura existente en la zona se puede indicar que los modos de transporte se encuentran distorsionados y desintegrados. La red de transporte de alta capacidad, es decir, el metro, y mediana capacidad: autobuses y la línea de trolebús¹⁰, deberían ser la columna vertebral, mientras que el servicio concesionado de microbuses debería estar orientado a la alimentación de esta columna.

En su lugar ocurre que la columna vertebral no está trazada según los orígenes-destino de los viajes, mientras que los servicios concesionados compiten, sobreponen y provocan una sobre oferta de servicios.

Otras problemáticas observadas en la zona de estudio son las siguientes:

- Deficiente operación de semáforos y señalamientos

Se observó que, en general, el nivel de cobertura del señalamiento vertical y horizontal es adecuado. Sin embargo, es más evidente el deterioro que presenta el señalamiento horizontal respecto al vertical. Es común observar que la pintura de las líneas canalizadoras de carriles y pasos peatonales, presenta desgastes importantes por la falta de mantenimiento, pues la durabilidad de la pintura es de corto plazo.

La señalización restrictiva tiene una cobertura baja, ya que no resulta evidente para el usuario que existe una prohibición expresa para la realización de ciertas maniobras, como vueltas izquierdas o en U, o bien si están permitidas; los conductores realizan dichas maniobras en bajas velocidades, generando colas en las horas pico y agravando el problema vial.

- Apropiación del suelo urbano por comerciantes.

Otro problema que surge son los comerciantes ya que en algunos tramos de la Calzada Ermita Iztapalapa, los días martes y viernes se instala un mercado sobre ruedas (tianguis), cuya instalación invade la mitad de un carril para la carga y descarga de mercancía, entorpeciendo la circulación vehicular de oriente-poniente, lo que conlleva que todo el día ese carril se encuentre inhabilitado para circular (Figura 2.9.).

Este tipo de situaciones tienen como consecuencia que los vehículos aumenten la longitud de las líneas de espera y el tiempo de su recorrido, presentándose a la vez una sobresaturación de la vialidad.

¹⁰Que actualmente no se encuentra en operación, ya que a partir del mes de septiembre del 2012, dejó de funcionar por mantenimiento en la ruta.

Figura 2. 9. Apropiación del suelo por comerciantes en el tramo oriente-poniente de la Calzada Ermita Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia, 2012

Asociado la problemática del transporte público de pasajeros, también existe una fricción con el transporte de carga, ya que la Calzada Ermita Iztapalapa ha llegado a constituirse en un corredor importante de transporte de carga por ser el acceso oriente a la autopista México-Puebla, lo que provocan congestión, por las maniobras que realizan, que en algunos casos, no disponen de suficiente radio de giro provocando demoras, o bien entorpecen la circulación de los vehículos que circulan en la zona, ya que algunas de estas unidades sobrepasan la carga permitida por la NOM-012-SCT-2-2008, lo que provoca reducción de velocidad y entorpecen la circulación (Figura 2.10.).

Otro punto de negativo del transporte de carga es que su exceso de peso daña el pavimento de la vialidad

Figura 2.10. Transporte de carga

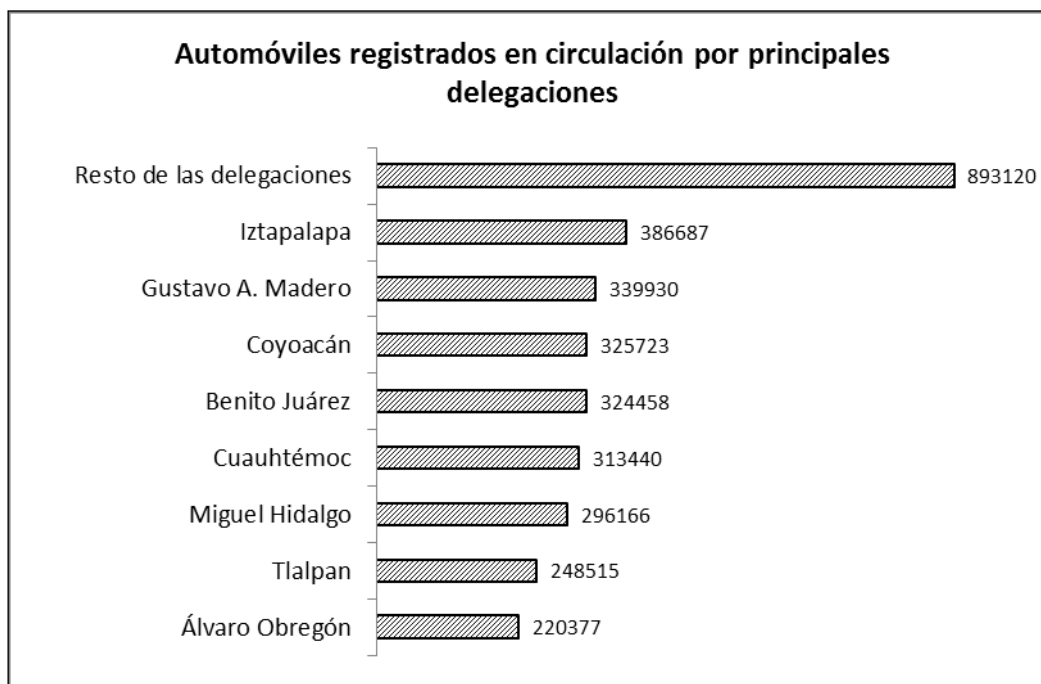


Fuente: Elaboración propia, 2012

Otros de los graves problemas que enfrenta la delegación Iztapalapa es el predominio de vehículos particulares dado que en el año 2009, el parque vehicular asciende a un

total de 387,176 vehículos, de los cuales: 92 por ciento son automóviles particulares (incluyendo taxis), 1 por ciento son camiones de pasajeros, 4 por ciento son motocicletas y 3 por ciento transporte de carga. El total del parque vehicular registrado en la delegación, representa el 9.4 por ciento del total del parque del DF, como podemos observar en la Gráfica 2.1.

Gráfica 2. 1. Automóviles registrados en las delegaciones



Fuente: Elaboración propia con datos de Inegi, 2009

De esta manera se observa una sobredemanda de este tipo de transporte de baja capacidad en las principales vialidades, por lo que se volvió también un factor que afecta seriamente la movilidad, superado la capacidad vial afectando la velocidad de desplazamiento y acentuando los conflictos viales y los niveles de congestionamiento y contaminación.

Pero esta tasa de motorización en los últimos años en Iztapalapa, ha sobrepasado la poblacional, creando una situación donde cada día más la vialidad existente estará más tiempo y de forma más severa saturada y con bajos niveles de servicio, superando la capacidad de expansión de las vialidades, ya que estudios han demostrado de forma contundente que los problemas de congestión vehicular no se pueden resolver con más vialidades, y al revés, se empeoran debido a efectos de demanda inducida.

Asociada a toda la problemática planteada anteriormente, y los efectos que tienen, otro punto a considerar es la cobertura del servicio del transporte público, que es otro problema de carácter general ya que no cubre la totalidad de las zonas de estudio, podemos concluir que la cobertura es limitada y diferenciada, aún hay amplias zonas

en las que la población no tiene acceso a las estaciones y paraderos de transporte público, es decir a distancia peatonal o en bicicleta. Para llegar a los sitios de abordaje se ven obligados a tomar otro modo de transporte (taxi, microbús, vagoneta, bicitaxis); los espacios que dejan estas franjas de proximidad se convierten en verdaderas “islas” ozonas aisladas que favorecen el uso del automóvil particular o del transporte concesionado. Eso implica un mayor gasto de los ciudadanos en términos de tiempo y recursos económicos, que se ven reflejados en sus ingresos ya que tienen diversos sistemas tarifarios. Además, en algunos modos de transporte, como en el caso de los taxis colectivos, se viola con mucha frecuencia la tarifa oficial.

En la siguiente tabla se muestran los costos en cada distrito dentro de la delegación Iztapalapa, de acuerdo a la Encuesta de Origen- Destino, 2007. En la Tabla 2.3., se observa el costo ponderado por viaje de distrito a distrito.

Tabla 2. 3 Costos de viaje de distrito a distrito de la Delegación Iztapalapa

| DISTRITO | 052 | 053 | 054 | 055 | 056 | 057 | 058 | 059 | 060 | 061 | 062 | 063 |
|---------------------------------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| 052 San Andrés Tetepilco | 5,85 | 6,55 | 3,81 | 4,76 | 6,38 | 8,26 | 6,21 | 4,98 | 11,02 | 5,49 | 7,34 | 6,23 |
| 053 Central de Abastos | 9,01 | 4,88 | 5,47 | 5,89 | 11,39 | 8,07 | 7,20 | 7,50 | 8,67 | 6,75 | 7,68 | 5,28 |
| 054 UAM | 4,54 | 5,07 | 4,81 | 5,63 | 11,80 | 6,13 | 6,21 | 7,53 | 6,76 | 5,06 | 5,93 | 6,73 |
| 055 Ejército Constitucionalista | 8,30 | 8,65 | 5,00 | 5,48 | 5,79 | 7,71 | 7,98 | 6,19 | 8,20 | 5,26 | 5,67 | 5,16 |
| 056 Santa Martha Acatitla | 6,00 | 8,17 | 5,01 | 6,15 | 6,22 | 8,93 | 6,49 | 8,35 | 4,19 | 3,63 | 16,32 | 5,98 |
| 057 San Miguel Teotongo | 8,84 | 5,65 | 10,82 | 7,79 | 6,48 | 5,55 | 5,59 | 8,92 | 11,10 | 4,35 | 5,56 | 6,94 |
| 058 Santa María Xalpa | 5,86 | 6,59 | 5,81 | 9,16 | 7,46 | 8,29 | 5,71 | 5,09 | 6,28 | 4,99 | 6,11 | 9,83 |
| 059 Santa Cruz Meyehualco | 3,30 | 5,74 | 5,69 | 9,23 | 8,47 | 9,86 | 5,54 | 5,94 | 6,99 | 6,08 | 7,11 | 11,27 |
| 060 Jacarandas | 6,51 | 6,66 | 7,49 | 5,13 | 4,50 | 4,58 | 7,87 | 6,62 | 5,10 | 4,82 | 6,32 | 7,21 |
| 061 Molino Tezonco | 6,88 | 7,85 | 7,14 | 5,51 | 3,98 | 5,16 | 5,78 | 7,41 | 5,21 | 4,79 | 6,40 | 5,60 |
| 062 Lomas Estrella | 8,72 | 5,43 | 6,06 | 7,47 | 9,82 | 5,13 | 5,73 | 8,14 | 7,28 | 6,94 | 5,60 | 4,53 |
| 063 Pueblo de Culhuacan | 4,70 | 6,17 | 6,40 | 4,65 | 5,55 | 5,91 | 5,14 | 7,86 | 5,19 | 5,62 | 4,67 | 4,53 |

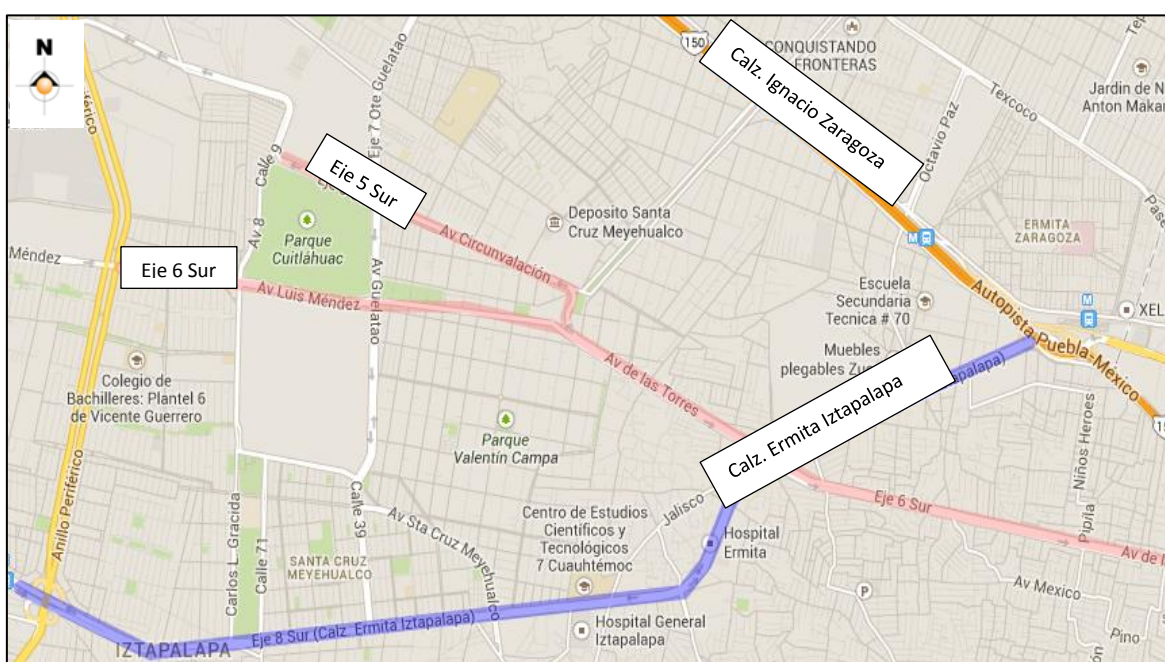
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Observando ahora el costo de los viajes podemos identificar varios aspectos. En primer lugar los viajes más baratos son aquellos que se realizan dentro de la delegación, que para el caso es de 4 o 5 pesos. Los viajes que implican desplazamientos a distritos adyacentes, tienen costos de entre 7 y 8 pesos, y para el caso de San Andrés Tetepilco es de 11 pesos, y esto se debe a que conforme se van alejando del centro de Iztapalapa más aumenta la tarifa.

2.3. Infraestructura vial en la zona de estudio

La infraestructura existente en la zona de estudio, de poniente a oriente, es cruzada por la Calzada Ermita-Iztapalapa (Eje 8 Sur) que es el principal elemento estructurador en sentido oriente-poniente, ya que cruza el territorio Delegacional por la parte central, ligando al Centro Urbano de Iztapalapa con otros Corredores Urbanos que lo cruzan a lo largo de su desarrollo, además liga a la Delegación con las Delegaciones Benito Juárez e Iztacalco. Se convierte en un elemento vital en el tramo del Anillo Periférico a la Calzada Ignacio Zaragoza, y los ejes 6 y 5 Sur, que desembocan en la Autopista México-Puebla. Esta autopista y su prolongación hacia el noroeste (la Calzada Ignacio Zaragoza) sirven como vía de entrada para los pobladores del oriente del valle de México hacia el centro (Figura 2.11.).

Figura 2. 11. Infraestructura Vial



Fuente: Elaboración propia, google maps 2012

La Calzada Ermita Iztapalapa se constituye como una importante vialidad primaria, opera en doble sentido de circulación en este tramo y presenta una sección transversal promedio de 29.00 metros que le permite operar con dos calzadas de 13.05 m cada una de ellas para operar con cuatro carriles de circulación por sentido, separados por un camellón central de aproximadamente 2m de ancho. A lo largo de esta vialidad las intersecciones más importantes operan con semáforos y a pesar de que está prohibido el estacionamiento en la vía pública se encuentran vehículos estacionados esporádicamente, disminuyendo con esto la capacidad de la vía (Figura 2.12).

Figura 2. 12. Calzada Ermita Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia, 2012

La sección vial se reduce en dos carriles por sentido, a partir del distribuidor vial Zaragoza-Texcoco (Figura 2.13).

Figura 2. 13. Reducción de carriles en el tramo del distribuidor vial Zaragoza-Texcoco



Fuente: Elaboración propia, 2012

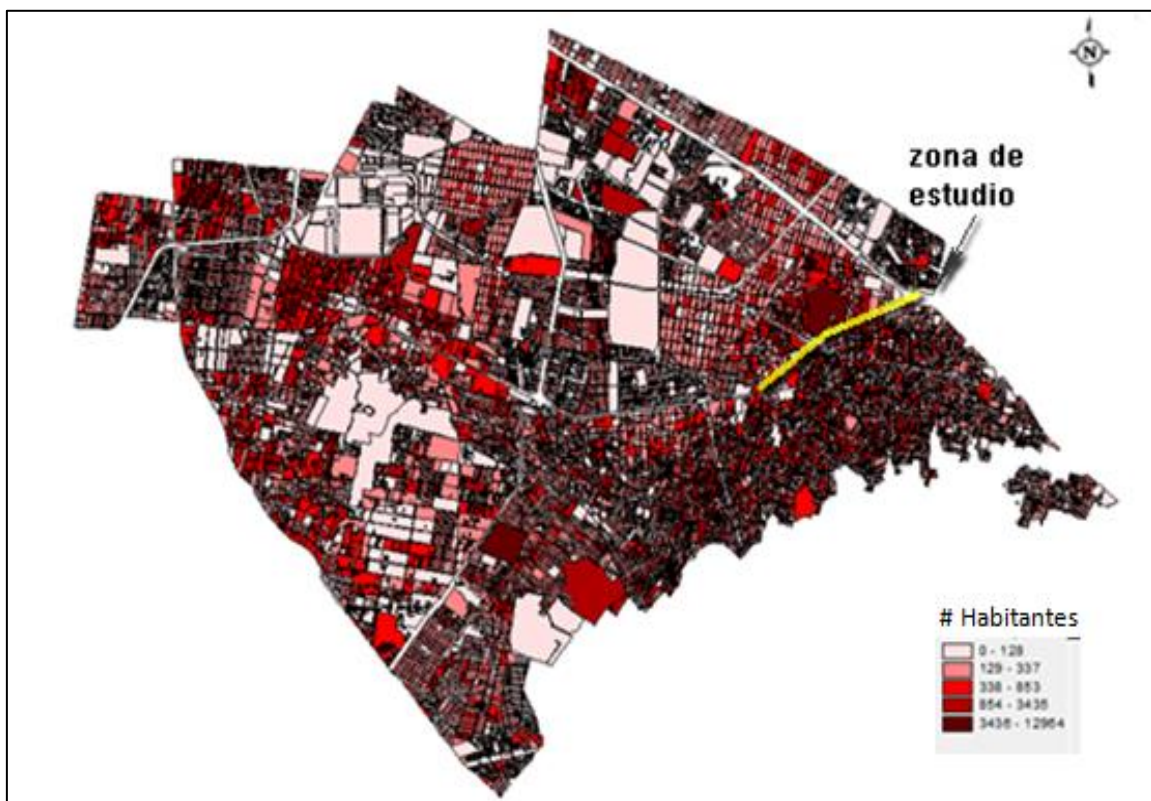
2.4. Distribución de la población y densidad urbana

La densidad poblacional (hab/Km), es la distribución de la población en el territorio de una ciudad o municipio, es un indicador determinante en el estudio de la demanda de diversos servicios públicos y la complejidad que supone atenderla eficientemente.

La delegación de Iztapalapa es de las demarcaciones más pobladas y problemáticas de la Ciudad. Su extensión territorial es de 116,13 km² de hectáreas, con una población de 1,815, 596, habitantes, en toda la demarcación, pero esta población se encuentra dispersa ya que en algunas zonas es mucho mayor la concentración poblacional; principalmente se localizan al oriente de la Delegación delimitado por el

Eje 8 sur, que tiene sus orígenes en asentamientos irregulares formados a finales de los años setentas y principios de los ochentas la mayoría ya consolidados (Mapa 2.1.).

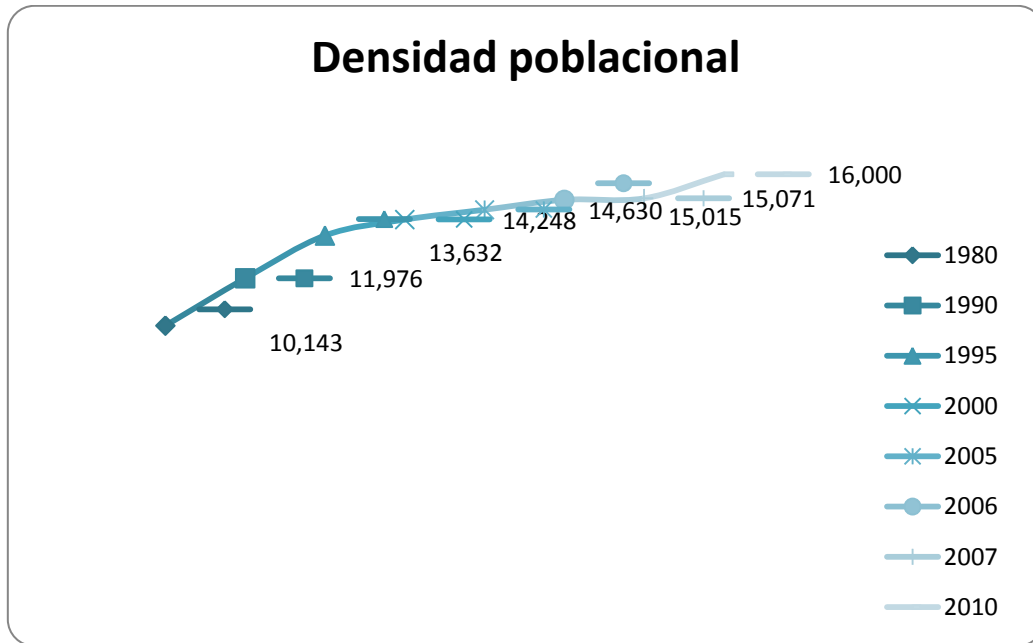
Mapa 2. 1. Población de la delegación Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia, en ArcView, con datos de Inegi, 2010

La densidad de población (habitante por kilómetro cuadrado) de la delegación Iztapalapa expresa los niveles de complejidad y de heterogeneidad intraurbana, generados por el proceso de desarrollo urbano. De acuerdo a los censos la densidad de la delegación ha cambiado de 10,143 en 1980 a 14,248 hab/Km² en 2000. La delegación Iztapalapa es la entidad con la densidad más alta en el Distrito Federal. En los 116 km² de su superficie, en el 2010, residían 1, 815,786 habitantes. Esto significa que en promedio se asientan 16, 029 hab/Km² en esta entidad, como se puede apreciar en la Gráfica2.2.

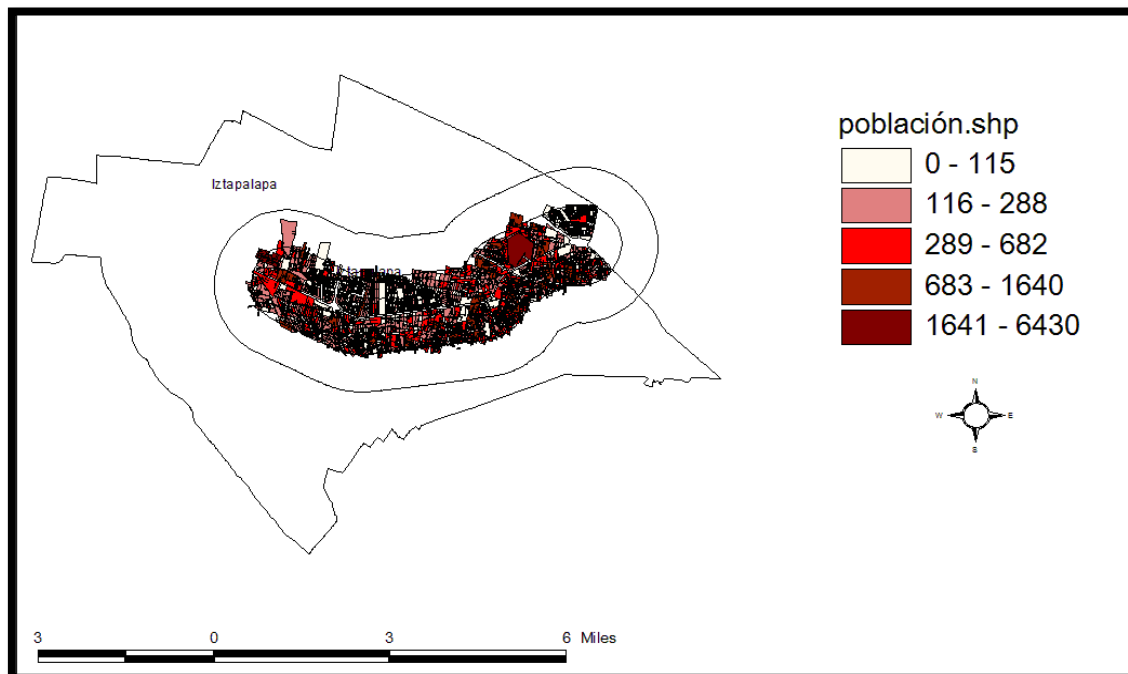
Gráfica 2. 2. Evolución de la densidad poblacional



Fuente: Elaboración propia, con datos de Inegi, 1980,1990, 1995, 2005,2006, 2007, 2010

Para el área de estudio, la zona oriente de Iztapalapa se estableció la densidad urbana en un radio de un kilómetro a la redonda de la Calzada Ermita Iztapalapa, determinando la concentración de habitantes en el territorio, como se puede observar, en el Mapa 2.2.:

Mapa 2. 2. Población en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia, en ArcView, con datos de Inegi, 2010

Cabe resaltar que la expansión urbana a nivel metropolitano y principalmente en el área conurbada entre el Estado de México, presenta un sostenido desarrollo, lo que permite suponer que la densidad urbana de estas áreas se incrementará considerablemente en los próximos 20 años.

2.5. Distribución modal en el área metropolitana de Iztapalapa

Uno de los aspectos de mayor interés al analizar el transporte, en Iztapalapa, es la cantidad de viajes que se realizan, así como su distribución entre los modos de transporte.

Para entender el papel que juega la movilidad cotidiana en la delegación, se verán los resultados de la Encuesta Origen Destino 2007 (INEGI, EOD, 2007).

Según la EOD 2007 el Distrito Federal atrae 60 por ciento de los viajes generados por la zona metropolitana y la ciudad central atrae el 20 por ciento del total de los viajes generados dentro de la misma. De los viajes que tienen como motivo "ir a su trabajo" (29 por ciento del total de los viajes), el 69 por ciento tienen como destino el Distrito Federal. De los viajes por trabajo el 30 por ciento es atraído por la ciudad central, con estos datos observamos que todavía existe una dicotomía entre el lugar de residencia y el lugar de trabajo.

La periferia es la zona donde el crecimiento demográfico es el más importante, pero la ciudad central del Distrito Federal todavía concentra una gran parte del empleo formal. Por ello la importancia de los sistemas de transporte en la articulación entre el centro y las periferias del Distrito Federal. Según la EOD 2007 el transporte público es la principal alternativa de movilidad para los habitantes ya que capta casi el 70 por ciento de los viajes generados por la zona metropolitana.

En la delegación Iztapalapa el transporte público es la principal alternativa de movilidad, siendo el colectivo el modo más utilizado, (Tabla 2.4.).

Tabla 2. 4. Modos de transporte utilizados de distrito a distrito de la Delegación Iztapalapa.

| NOMBRE | AUTOMÓVIL | COLECTIVO | METRO | OTROS |
|-----------------------------|-----------|-----------|---------|---------|
| San Andrés Tetepilco | 67,197 | 67,408 | 14,480 | 28,285 |
| Central de Abastos | 72,675 | 91,773 | 15,776 | 41,778 |
| UAM | 37,993 | 77,233 | 11,558 | 24,191 |
| Ejército Constitucionalista | 37,781 | 101,776 | 14,217 | 32,584 |
| Santa. Martha Acatitla | 24,735 | 47,908 | 18,990 | 22,476 |
| San Miguel Teotongo | 17,436 | 53,591 | 1,332 | 22,103 |
| Santa María Xalpa | 21,205 | 80,656 | 594 | 19,783 |
| Santa Cruz Meyehualco | 38,154 | 81,491 | 1,871 | 31,214 |
| Jacarandas | 29,736 | 81,211 | 1,940 | 30,719 |
| Molino Tezonco | 18,093 | 62,778 | 1,449 | 26,466 |
| Lomas Estrella | 52,623 | 97,625 | 10,470 | 34,911 |
| Pueblo de Culhuacan | 34,920 | 77,454 | 15,826 | 25,415 |
| Total | 452,548 | 920,904 | 108,503 | 339,925 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Observando ahora la distribución modal de los viajes producidos (originados en la delegación) y los distritos de la zona de estudio, tenemos lo siguiente: modo colectivo con 920 mil, automóvil con 451 mil, otros con 339 mil y el STC-Metro con 108 mil. Sin embargo, la distribución varía dependiendo de cada distrito. La participación del Metro, como modo para realizar sus viajes es baja en la demarcación y es porque no cubre las líneas de deseo de los usuarios, y esto se debe que dentro de la delegación Iztapalapa solo se localizan dos líneas de metro que son la línea 8 y la línea A.

Aunado a esto, se puede observar en la tabla anterior que cerca de 108,503 mil viajes se realizan en el Metro, lo cual se refleja en la concentración de usuarios en las estaciones terminales, dentro del área de estudio se localizan las estaciones de metro UAM, metro Constitución esta última es la terminal de la línea 8, y Metro Santa Martha de la línea A, siendo principalmente Constitución una de las estaciones con mayor afluencia de acuerdo a datos del metro, durante el 2012 se obtuvo la siguiente afluencia de usuario, (Tabla 2.5.):

Tabla 2. 5. Afluencia de pasajeros en las estaciones del metro, en la zona de estudio.

| Abril-Junio 2012 | | |
|------------------|----------------------|-----------|
| LÍNEAS | ESTACIÓN | AFLUENCIA |
| 8 | Metro UAM | 2,779,975 |
| 8 | Constitución de 1917 | 7,629,848 |
| A | Santa Martha | 2,996,567 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la SCT-Metro, 2012

Con estos datos se observa la cantidad de usuarios que se transporta trimestralmente en cada estación, y la importancia que tiene el metro, aunque sea uno de los modos menos utilizados, pero no por falta de eficiencia, si no por que no hay una conexión con la periferia, y podemos observar en la tabla siguiente, demostrando que los distritos que más utilizan el metro son aquellos que se localizan a una estación del metro, y los que están más alejados toman otra opción para viajar.

Tabla 2. 6. Afluencia de pasajeros en viaje por Metro de la delegación Iztapalapa

| Distrito | | 052 | 053 | 054 | 055 | 056 | 057 | 058 | 059 | 060 | 061 | 062 | 063 |
|----------|-----------------------------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|
| 052 | San Andres Tetepilco | 251 | 205 | 841 | 252 | 181 | 91 | 594 | 606 | 788 | 354 | 331 | 541 |
| 053 | Central de Abastos | 205 | 1075 | 336 | 142 | 74 | 218 | 1547 | 68 | 544 | 606 | 1196 | 340 |
| 054 | UAM | 326 | 421 | 0 | 0 | 0 | 0 | 390 | 0 | 194 | 98 | 0 | 722 |
| 055 | Ejército Constitucionalista | 93 | 0 | 0 | 89 | 951 | 78 | 252 | 135 | 170 | 0 | 0 | 86 |
| 056 | Santa Martha Acatitla | 0 | 0 | 256 | 938 | 1732 | 178 | 590 | 100 | 0 | 0 | 0 | 219 |
| 057 | San Miguel Teotongo | 0 | 54 | 0 | 78 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 222 |
| 058 | Santa María Xalpa | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 059 | Santa Cruz Meyehualco | 105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 060 | Jacarandas | 115 | 94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 | 190 |
| 061 | Molino Tezonco | 104 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 149 | 152 | 154 | 0 |
| 062 | Lomas Estrella | 77 | 659 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 282 | 98 | 0 | 451 |
| 063 | Pueblo de Culhuacan | 219 | 553 | 457 | 86 | 219 | 235 | 266 | 286 | 837 | 70 | 539 | 0 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Desde el punto de vista de la eficiencia del sistema de transporte, preocupa el hecho de que un volumen tan alto de viajes se realice en medios colectivos de baja capacidad (donde se realizan cerca de ocho millones de tramos de viajes en estos medios, y esto se debe a la falta de política del Gobierno, ya que la escasez del parque vehicular de trolebuses, de autobuses de RTP y GMT no favorece su utilización

Es imperante la necesidad de atender principalmente con transporte masivo los movimientos entre la zona centro y la periferia de la ciudad.

El sistema de transporte en la zona de estudio debe movilizar 8 millones de viajes diarios, esta cifra aumenta en ocasiones especiales como fiestas nacionales, navidad, etc. La administración de la demanda debe orientarse al uso de transportes masivos no contaminantes y a la sustitución del automóvil particular en la mayoría de los viajes.

2.6. Distribución geográfica y densidad de viajes metropolitanos en la colindancia con Iztapalapa.

Un aspecto que es igual de importante que la distribución de los viajes por modo de transporte, es la identificación de las líneas de deseo de los viajes (que son, las corrientes de viajes que se formarían según las intenciones de desplazamiento de los

habitantes de la ciudad) y de los corredores de viajes (es decir, las corrientes de pasajeros que se observan en determinadas partes de la red vial y de transporte).

Se debe de recordar que los usuarios se trasladan por donde es posible, es decir, no necesariamente en línea recta entre orígenes y destinos, sino por las calles y rutas existentes y que implican el menor tiempo total de viaje para cada usuario.

En todo caso, es muy importante conocer la distribución geográfica y otorgarles alta prioridad en la operación cotidiana, a las vialidades de mayor afluencia, para su buen funcionamiento de la misma y del sistema de transporte.

El principal corredor de viajes que confluyen hacia la zona oriente-poniente de la delegación Iztapalapa se encuentran: Calzada Ermita Iztapalapa, Autopista México-Puebla, Calzada Ignacio Zaragoza y línea A del Metro. Entre los corredores adyacentes destacan: Eje 6 sur, Eje 5 sur, Av. De las Torres y Periférico

En este contexto, los patrones de movilidad, de la delegación de Iztapalapa presentan el 10 por ciento de los viajes metropolitanos, producto de una interrelación de servicios, equipamiento, transporte y actividad económica cotidiana con los municipios del Estado de México, y flujos regionales por la presencia de la Central de Abasto.

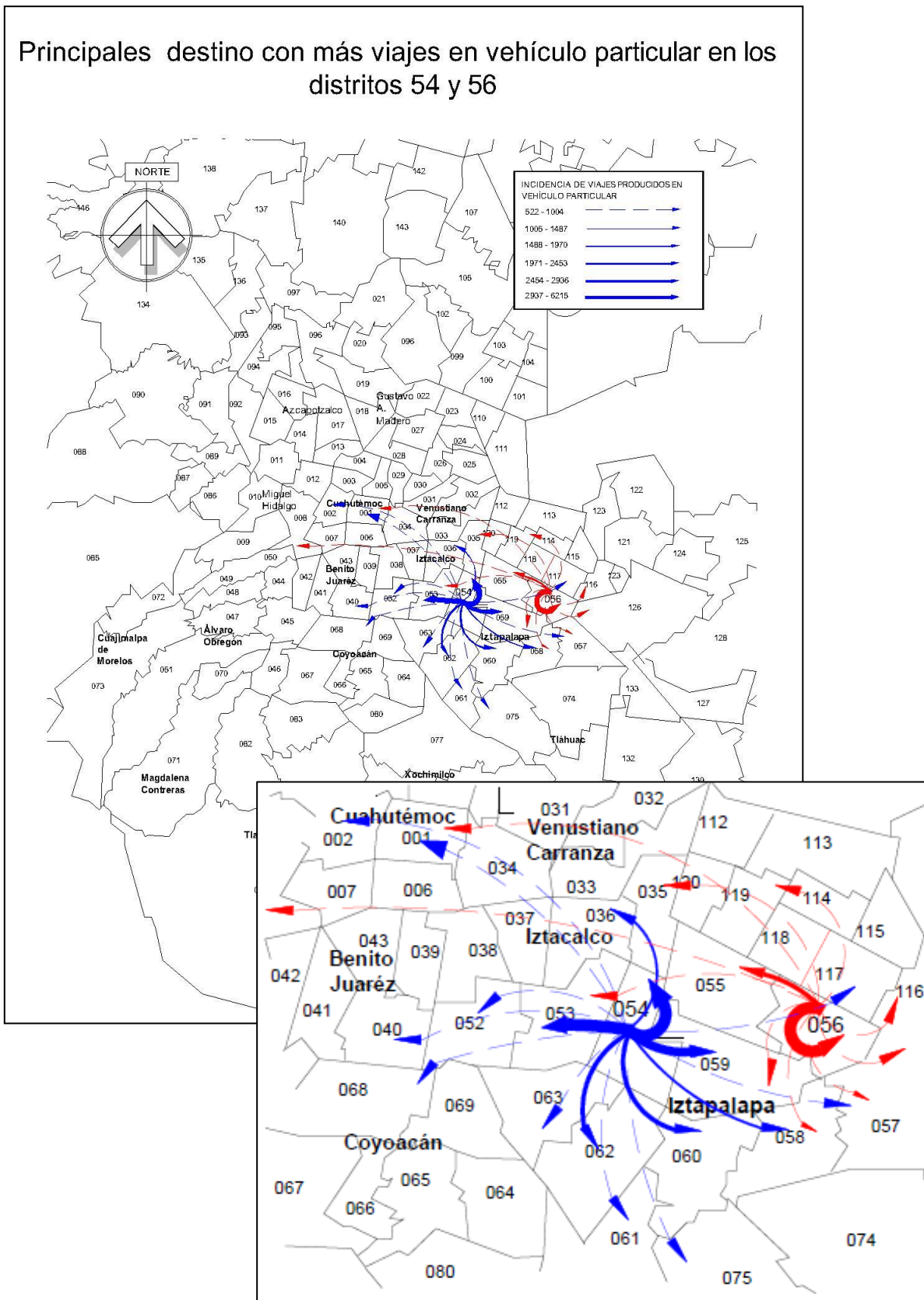
Para mayor comprensión, se parte de la idea de que la regularidad de los viajes y la trayectoria que siguen al enlazar determinados orígenes y destinos dan forma a ciertas corrientes de desplazamientos que se encuentran vinculadas con el uso del espacio urbano.

Tomando en cuenta los modos de transporte que operan en la delegación Iztapalapa, y según lo planteado anteriormente las líneas de deseo con origen y destino, describen a la superficie de la delegación como una estrella abierta con muchas direcciones.

Las descripciones de las líneas de deseo por modo de transporte, varían, pero se aceptan comúnmente que los movimientos son de tipo radial, de la periferia al centro de la ciudad.

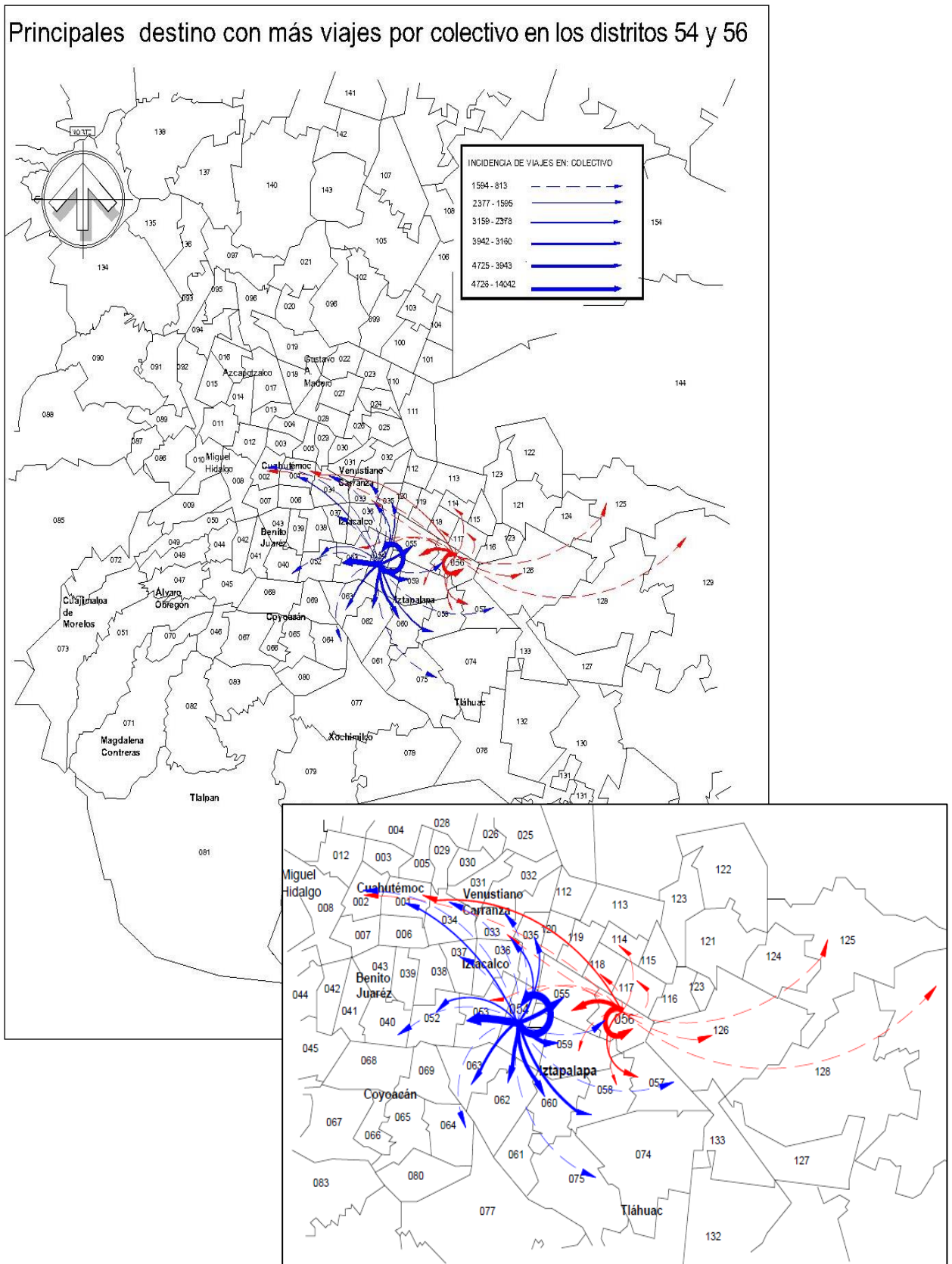
Antes de ello es importante mencionar que su origen se localizó en la zona de estudio metro UAM y metros Santa Martha, y fueron agrupados en distritos, de acuerdo a la encuesta origen-destino 2007, quedando de la siguiente manera:

Mapa 2. 3. Líneas de deseo en vehículo particular en la zona de estudio



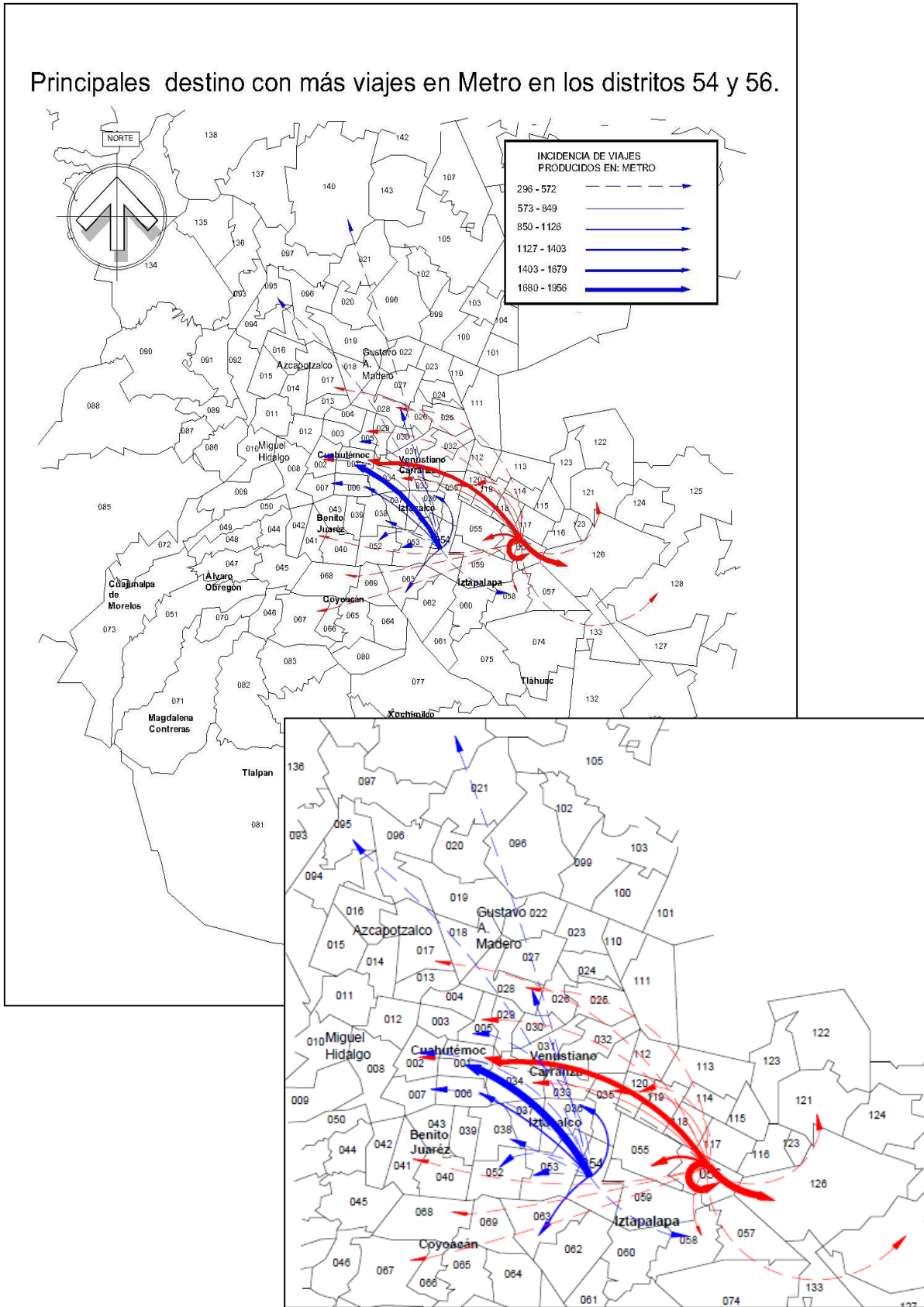
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Mapa 2. 4. Líneas de deseo en colectivo en la zona de estudio



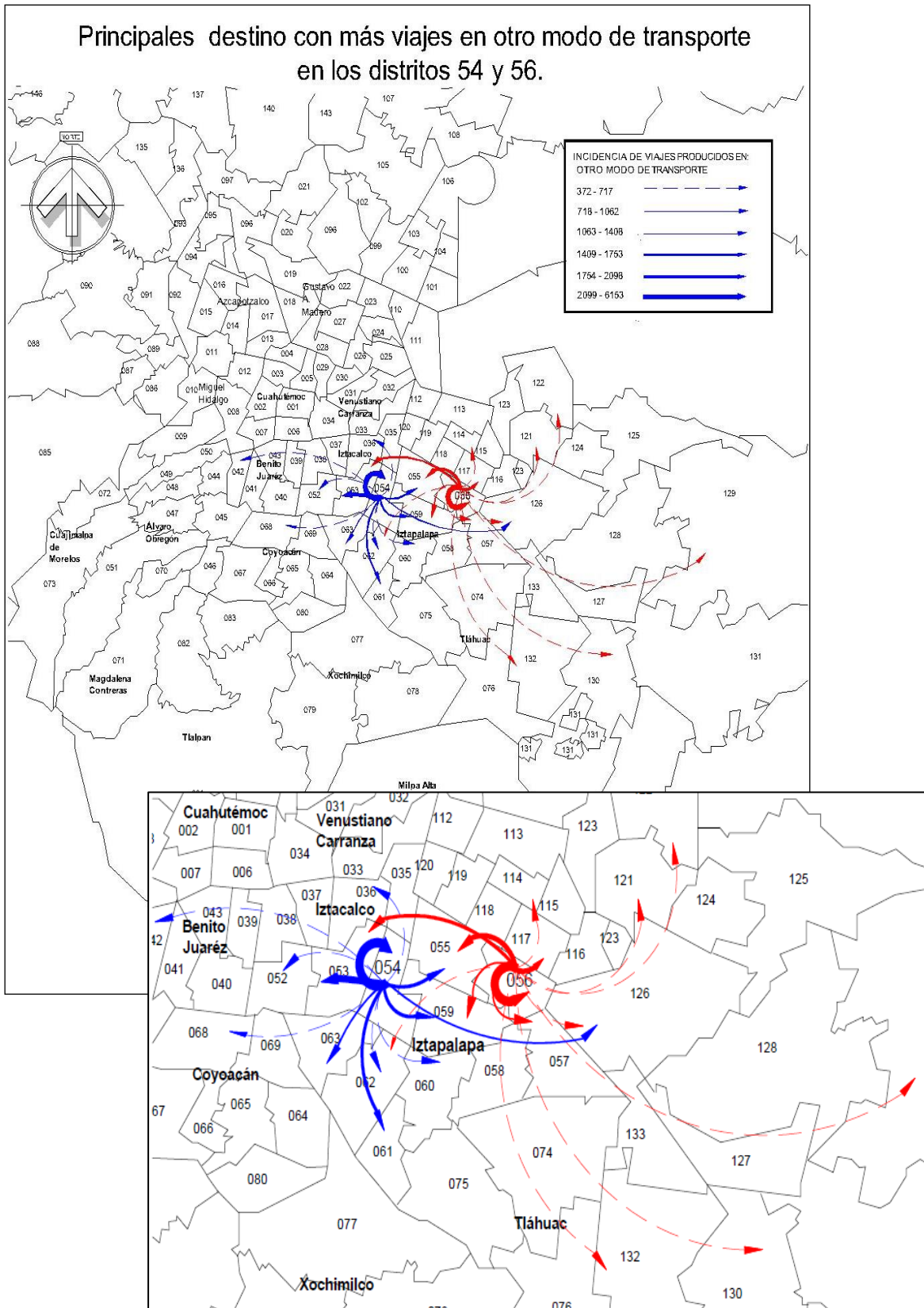
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Mapa 2. 5. Líneas de deseo en metro en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Mapa 2. 6. Líneas de deseo en otro modo de transporte en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Partiendo de lo antes mencionado, Iztapalapa es principalmente generadora de viajes, por el gran número de movimientos que realiza en las demás delegaciones y en la propia demarcación, siendo la zona de Metro UAM el distrito que posee la mayor atracción de viajes, pero esto no ocurre lo mismo, en la zona de Santa Martha, en este caso este distrito se localiza entre el límite del Distrito Federal y Estado de México, lo que genera más viajes en el Estado de México, pero el movimiento central se localiza al centro de ciudad en ambos distritos, cabe mencionar que cada línea de deseo es diferente de acuerdo a los modos de transporte pero aun así describen áreas de influencia y espacios de la delegación que son atendidos principalmente por el colectivo, (microbuses, RTP y GMT) que atiende los movimientos que los acerca a una estación de metro o bien hasta lo extremos del estado de México; por su parte el metro comunica a la ciudad a la zona centro principalmente. En cuanto al transporte individual en automóviles particulares, predomina en los movimientos que ocurre en el lado oeste de la ciudad con direcciones norte-sur.

Esta asociación de los principales movimientos por modo de transporte con los lugares de la ciudad deja de lado varios elementos importantes que están presentes en los viajes que se realizan, como la secuencia en el uso distintos modos, transbordos, competencia, duplicidad en el servicio de las rutas y otras interrelaciones, pero quedando claro que no hay una integración física ni funcional entre ambos modos de transporte, sobre todo en lo que respecta a Metro.

En el contexto metropolitano la operación de los distintos modos de transporte público es deficiente sobre todo ante la gran y creciente relevancia de la movilidad metropolitana, lo que se refleja en el número de viajes diarios intermetropolitanos, las deficiencias de los mecanismos de transbordo y los altos costos de dinero y pérdida de horas hombre, tanto de los que viajan del D.F. al EDOMEX y viceversa. Además de las incomodidades, inseguridad, y los largos trayectos que alargan la jornada de trabajo

Capítulo 3. Diagnóstico de la movilidad actual en la zona de estudio.

Con la finalidad de facilitar la comprensión de la movilidad del transporte público de pasajeros en la zona de estudio, se abordara en este capítulo las características de operación de las unidades que típicamente se emplean para tal fin.

En este capítulo se analizará las condiciones operativas de las diferentes rutas que operan en la zona de estudio y de la infraestructura, es decir de la vialidad y de sus intersecciones semaforizada más conflictivas, que causan al usuarios demoras y para ello se realizaron diversos estudios que nos ayudan a conocer su operación durante el día y el comportamiento que tiene cada ruta con los usuarios.

Por parte de las intersecciones semaforizadas se realizaron aforos vehiculares y peatonales al igual que se conoció el tiempo de los semáforos, para así conocer el nivel de servicio en que opera, y para ello se utilizó un software especializado de transporte; Synchro, con su ayuda se conoció el nivel de servicio que tienen cada intersección.

En la información operativa de las diferentes rutas se detalla el número de pasajeros que ascienden y desciende de la unidad al igual que entre que calles se localiza la parada, y el número de pasajeros a bordo. Se incluye los polígonos de carga.

Con los datos obtenidos se pudo conocer realmente como está operando la Calzada Ermita Iztapalapa, para ver de qué manera se puede dar soluciones que ayuden a reducir el tiempo de viaje de los usuarios y ordenar las rutas de transporte público para el uso eficiente de la infraestructura.

3.1. Diseño de encuesta Origen-Destino

De acuerdo con la EOD-2007 los habitantes de la delegación Iztapalapa, son los que mayor cantidad de viajes produce con 1.8 millones; los viajes per cápita es decir 0.98¹¹ viajes/persona. Sin embargo, al tomar el dato de viajes y viajeros en las diferentes delegación el promedio varía, registrando Iztapalapa 2.05 viajeros; en algunos distritos del D.F. los promedios son mayores

Poco más de la mitad de los viajes que se realizan en la demarcación se realizan en colectivo casi una tercera parte en transporte privado. De los viajes diarios, 58.4 por ciento se originan en el Distrito Federal y 41.3 por ciento en los municipios seleccionados del Estado de México.

¹¹ Viajes per cápita se obtiene dividiendo el número de viajes realizados desde cada zona de procedencia entre la población de la misma zona. Esta función nos muestra como varía el número de visitas per cápita ante variaciones de la distancia (costos de tiempo y viaje).

Con respecto, a la distribución de viajes por motivo, en cada distrito la movilidad es diferente pero coinciden en algunos propósitos, se puede apreciar en la Tabla 3.1, los motivos de viaje en cada distrito, siendo el principal ir al trabajo, seguido de ir a estudiar y regresar a casa, este último tiene los porcentajes más altos dado que, cualquiera sea el motivo original de viaje (trabajo, estudio, salud, compras, servicios, etc.), si se parte de la residencia familiar, en la mayoría de los casos se realizará el trayecto de regreso a la misma .

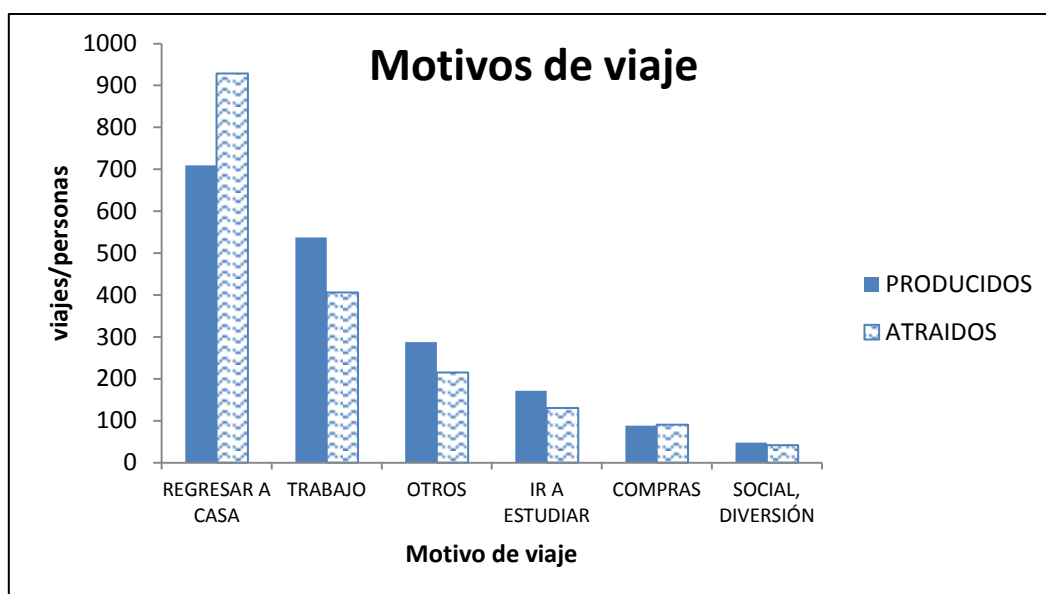
Tabla 3.1. Motivos de viaje en los distritos de la Delegación Iztapalapa

| CVE_DIST | NOMBRE | TRABAJO | REG_CASA | IR_ESTUDIO | COMPRAS | LR_ALGUIEN | DIVERSION | R_TRABAJO | IR_A_COMER | TRAMITE | OTRO_P |
|----------|-----------------------------|---------|----------|------------|---------|------------|-----------|-----------|------------|---------|--------|
| 052 | San Andrés Tetepilco | 43417 | 62545 | 17513 | 10296 | 16300 | 7249 | 5328 | 1279 | 2827 | 10616 |
| 053 | Central de Abastos | 46783 | 133465 | 10379 | 6800 | 9202 | 2561 | 3201 | 811 | 1940 | 6860 |
| 054 | UAM | 41228 | 67663 | 13232 | 5228 | 9561 | 2723 | 2250 | 301 | 1530 | 7259 |
| 055 | Ejército Constitucionalista | 50619 | 82096 | 16900 | 6570 | 10693 | 4617 | 2643 | 830 | 4245 | 7145 |
| 056 | Santa Martha Acatitla | 29227 | 41408 | 11154 | 8571 | 7363 | 6478 | 1293 | 230 | 2668 | 5717 |
| 057 | San Miguel Teotongo | 38808 | 17790 | 9917 | 6508 | 5448 | 3966 | 4008 | 535 | 3244 | 4238 |
| 058 | Santa María Xalpa | 56097 | 22218 | 15244 | 6649 | 8727 | 4318 | 1652 | 146 | 3266 | 3921 |
| 059 | Santa Cruz Meyehualco | 39516 | 70218 | 11688 | 6875 | 7994 | 3671 | 4461 | 627 | 2233 | 5447 |
| 060 | Jacarandas | 57478 | 40480 | 15333 | 8405 | 6408 | 2855 | 1592 | 860 | 2892 | 7303 |
| 061 | Molino Tezonco | 43406 | 31842 | 11961 | 4190 | 6105 | 1594 | 1120 | 278 | 2473 | 5817 |
| 062 | Lomas Estrella | 53363 | 73432 | 21638 | 10644 | 13176 | 4089 | 2061 | 1074 | 3603 | 12549 |
| 063 | Pueblo de Culhuacan | 37659 | 65890 | 16303 | 7854 | 10743 | 3521 | 2610 | 730 | 2384 | 5921 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Excluyendo los regresos a casa, los viajes más importantes son aquellos cuyo propósito es ir a trabajar, estudiar o realizar cualquier otra actividad, que representan más de 50 por ciento con flujos claramente concentrados en su dirección (periferia-centro). El resto de los propósitos de viaje varían entre 2 por ciento y poco menos de 6 por ciento. Entre estos, sobresalen los viajes de compras y aquellos cuyo propósito es recreativo (Gráfica 3.1.).

Gráfica 3. 1. Motivos de viaje en la Delegación Iztapalapa



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

En suma, se producen 1,821,880 viajes diarios en la delegación de los cuales estos se distribuyen entre las demás demarcaciones del D.F. y del Estado de México, incluyendo los viajes dentro de la misma delegación, como se puede apreciar en la siguiente Tabla 3.2.

Tabla 3. 2. Volumen de viajes producidos en cada distrito

| Distrito | | Volumen de viajes producidos | | |
|----------|-----------------------------|------------------------------|----------|----------|
| | | Producidos | Atraídos | Internos |
| 052 | San Andrés Tetepilco | 177,37 | 177,283 | 28,715 |
| 053 | Central de Abastos | 222,002 | 222,163 | 22,954 |
| 054 | UAM | 150,975 | 150,71 | 25,573 |
| 055 | Ejército Constitucionalista | 186,358 | 186,349 | 22,809 |
| 056 | Santa Martha Acatitla | 114,109 | 113,323 | 16,75 |
| 057 | San Miguel Teotongo | 94,462 | 91,709 | 12,702 |
| 058 | Santa María Xalpa | 122,238 | 120,669 | 15,86 |
| 059 | Santa Cruz Meyehualco | 152,730 | 152,051 | 32,928 |
| 060 | Jacarandas | 143,606 | 142,025 | 18,959 |
| 061 | Molino Tezonco | 108,786 | 107,639 | 17,968 |
| 062 | Lomas Estrella | 195,629 | 195,294 | 36,581 |
| 063 | Pueblo de Culhuacan | 153,615 | 153,359 | 24,472 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

Aunado a la distancia de viaje que se recorre diariamente la población del oriente del D.F y del Estado de México también hay otra variable que afecta su movilidad y es el tiempo de viaje promedio, que no depende tanto de la distancia del viaje sino del tipo de transporte: entre más diverso es, mayor resulta la duración del viaje.

3.1.1. Tiempo promedio de viaje.

Considerando los tiempos de traslados producidos, podemos identificar tres rangos, que están obviamente ligados a las distancias recorridas. Los viajes que tiene como destino la misma jurisdicción en promedio requieren de 40 minutos para su desplazamiento, aquellos que se dirigen hacia alguna jurisdicción cercana utilizan en promedio entre 50 y 60 minutos, y, finalmente, aquellas que implican desplazamientos más allá de las jurisdicciones adyacentes, requieren más tiempo en promedio, llegando a alcanzar los 85 minutos, (Tabla 3.3). Esto significa que diariamente se invierten en los distritos de mayor tiempo de viaje 152 minutos viaje/hora/persona (viaje de ida y de regreso) a la semana se tienen un promedio de 912 horas (contando los 6 días laborales). Lo anterior implica un alto costo de oportunidad, pues de acuerdo a cálculos, si se considera el salario mínimo¹² proporcional por hora del 2013 en una jornada de 8 horas es de 8.10 pesos, que pudieron haber recibido las personas que realizaron el viaje 7,383 pesos al mes o bien pudieron dedicar dicho tiempo a realizar alguna actividad productiva.

Tabla 3. 3. Tiempo promedio de viaje en los distritos de la Delegación Iztapalapa

| Tiempo de viaje en cada Distrito de la delegación Iztapalapa | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Clave Distrito | | 052 | 053 | 054 | 055 | 056 | 057 | 058 | 059 | 060 | 061 | 062 | 063 |
| 052 | San Andrés Tetepilco | 19 | 25 | 32 | 64 | 59 | 67 | 75 | 49 | 58 | 59 | 51 | 30 |
| 053 | Central de Abastos | 27 | 23 | 31 | 50 | 48 | 72 | 68 | 38 | 48 | 65 | 49 | 33 |
| 054 | UAM | 37 | 28 | 22 | 32 | 56 | 62 | 57 | 30 | 44 | 61 | 37 | 32 |
| 055 | Ejército Constitucionalista | 58 | 47 | 32 | 28 | 35 | 55 | 53 | 35 | 41 | 64 | 47 | 48 |
| 056 | Santa Martha Acatitla | 48 | 54 | 46 | 28 | 22 | 33 | 44 | 28 | 46 | 63 | 52 | 70 |
| 057 | San Miguel Teotongo | 53 | 64 | 53 | 56 | 33 | 26 | 28 | 39 | 58 | 63 | 61 | 55 |
| 058 | Santa María Xalpa | 61 | 54 | 49 | 45 | 38 | 30 | 20 | 29 | 27 | 34 | 49 | 56 |
| 059 | Santa Cruz Meyehualco | 48 | 38 | 32 | 32 | 31 | 46 | 33 | 21 | 38 | 57 | 33 | 40 |
| 060 | Jacarandas | 59 | 43 | 44 | 43 | 40 | 76 | 29 | 35 | 26 | 31 | 36 | 49 |
| 061 | Molino Tezonco | 62 | 58 | 46 | 62 | 75 | 57 | 42 | 51 | 31 | 21 | 33 | 46 |
| 062 | Lomas Estrella | 44 | 45 | 34 | 40 | 56 | 39 | 62 | 30 | 34 | 35 | 26 | 29 |
| 063 | Pueblo de Culhuacan | 31 | 26 | 33 | 50 | 58 | 53 | 53 | 43 | 55 | 46 | 29 | 22 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Origen Destino, 2007

¹²La Comisión Nacional de Salarios Mínimos fijó en 64.76 pesos el salario mínimo diario en la zona A , que incluye el DF y la zona conurbada.

Como se puede observar los flujos son cada vez mayores y más dispersos en el espacio y, también, en tiempo, se produce una redistribución de los desplazamientos en el tiempo concentrada según motivos (trabajo y estudios), según direcciones de flujo (periferia- centro) y en la dimensión temporal (horas pico y horas valle), a una movilidad singular, que diversifica los motivos, los flujos de desplazamiento y la distribución horario de los mismos identificando una movilidad de tipo “radial” que denota la importancia que aun significa el centro histórico de la ciudad, la cual es evidente, existe también una movilidad de tipo “tangencial” entre diferentes zonas habitacionales y centros de consumo o incluso, entre zonas habitacionales, de equipamiento, periféricas, así como la zona industrial

Cabe destacar que si bien los viajes identificados pueden tener propósitos, orígenes y destinos diversos de un día para otro, en conjunto mantienen cierta congruencia lo cual representa su principal virtud y atractivo al estimar la demanda cotidiana de transporte.

La encuesta también entrega información relevante acerca de la distribución de los viajes en el día. Durante la hora pico de la mañana y en la hora pico de la tarde. Este comportamiento demuestra un porcentaje de concentración de viajes en una hora (en horas de máxima demanda) que es consistente con los patrones de demanda de transporte público. El patrón espacial de los viajes muestra una ciudad monocéntrica con un fuerte polo de atracción en la zona central de la ciudad con generación de viajes en su periferia.

Periferia en donde existe una escasa oferta de transporte público de pasajeros, proliferando el transporte público concesionario.

3.2. Oferta de Transporte Público disponible y derroteros.

Del inventario de transporte público colectivo de pasajeros levantado en la zona de estudio, Metro UAM-Metro Santa Martha se determinó que operan los organismos públicos descentralizados “Red de Transporte de Pasajeros” (RTP),y “Grupo Metropolitano de Transporte” (GMT); así como rutas de transporte concesionado del Distrito Federal. En conjunto, organismos públicos y concesionarios atienden a la población oriente-poniente del Distrito Federal, mismos que se relacionan en la Tabla 3.4.

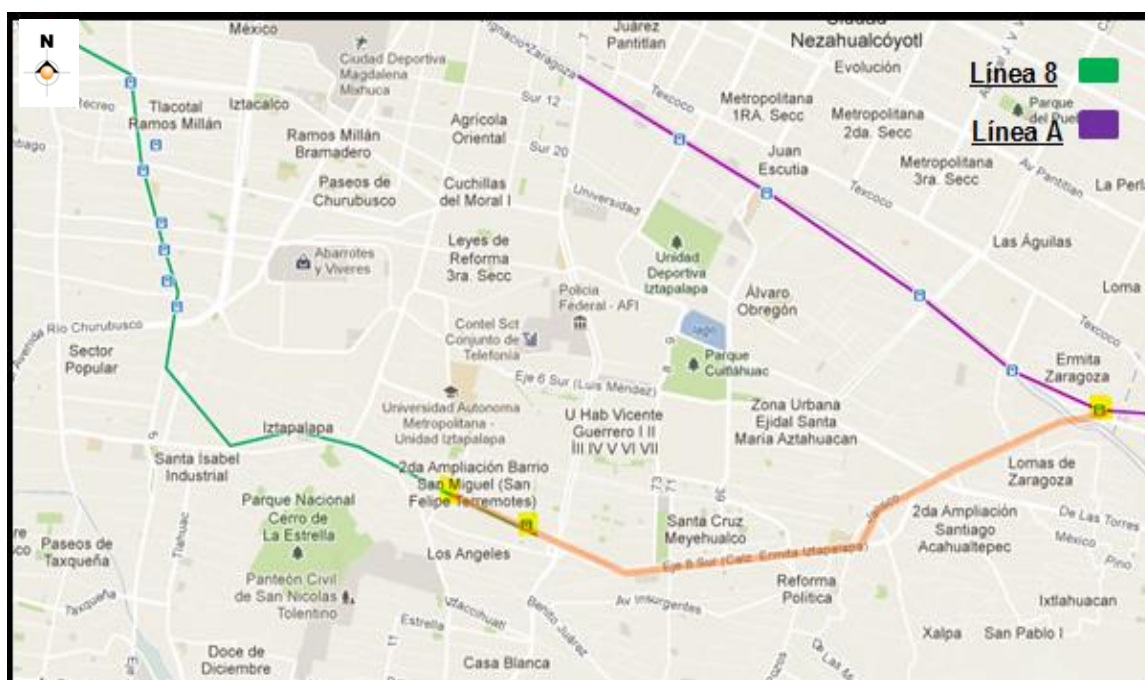
Tabla 3. 4. Inventario de rutas y recorridos

| Ruta | Recorrido | Operador |
|-------------|--|--------------------|
| Ruta 52 | Metro Santa Martha-Metro Zapata | GMT |
| Ruta 57-B | Metro Santa Martha-Metro C.U. | GMT |
| Ruta 57 BRs | Santa Catrina-Metro C.U. | GMT |
| Ruta 1-D | Metro Santa Martha-Metro Mixcoac | RTP ATENEA |
| Ruta 52-C | Metros Santa Martha- Metro Zapata | RTP ATENEA |
| Ruta 1-D | Metro Santa Martha-Metro Mixcoac | RTP ORDINARIO |
| Ruta 52-C | Metro Santa Martha- Metro Zapata | RTP ORDINARIO |
| Ruta 159 | Palmitas-Metro Constitución | RTP ORDINARIO |
| Ruta 161 | Ampliación Santiago-Metro Constitución | RTP ORDINARIO |
| Ruta 161-C | Palmas-Metro Constitución | RTP ORDINARIO |
| Ruta 161-F | Barranca de Guadalupe-Metro Constitución | RTP ORDINARIO |
| Ruta 14 | Metro Uam- Metro Santa Martha | Concesión microbús |
| Ruta 14 | Metro Constitución- Metro Santa Martha | Concesión microbús |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Santa Martha | Concesión microbús |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Acatitla | Concesión microbús |

Fuente: Elaboración propia

De igual manera existen servicios de transporte público masivos. En este sentido, en la zona de influencia del corredor operan: línea 8 y la línea "A" del Sistema de Transporte Colectivo Metro, que en conjunto cuentan con un total de 3 estaciones, en la zona de influencia (Figura 3.1.)

Figura 3. 1. Localización de transporte masivo en la zona de influencia



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google Maps, INEGI

El parque vehicular con que actualmente se prestan los servicios mayor cobertura a la zona de estudio, está integrado por dos tipos de vehículos:

- Principalmente microbuses con capacidad para 40 pasajeros y propulsados por motores a gasolina, convertidos a gas LP o a gas natural comprimido.
- Autobuses cortos con capacidad para 80 personas, propulsados por motores a diésel.

La mayor parte de este parque vehicular está conformado por microbuses que tienen una edad superior a los 16 años, una mínima parte (aproximadamente 30 unidades) son autobuses, en cuyo caso la edad máxima es de 8 años.

Particularmente respecto a las unidades tipo microbús se tienen las características siguientes:

- a) Desde el punto de vista de su diseño son inadecuadas para el transporte de pasajeros, en detrimento de la comodidad de viaje de los usuarios.
- b) Son tecnológicamente obsoletas, ya que son de modelo 1994 y anteriores, lo cual influye en su fiabilidad y en la generación de emisiones contaminantes.

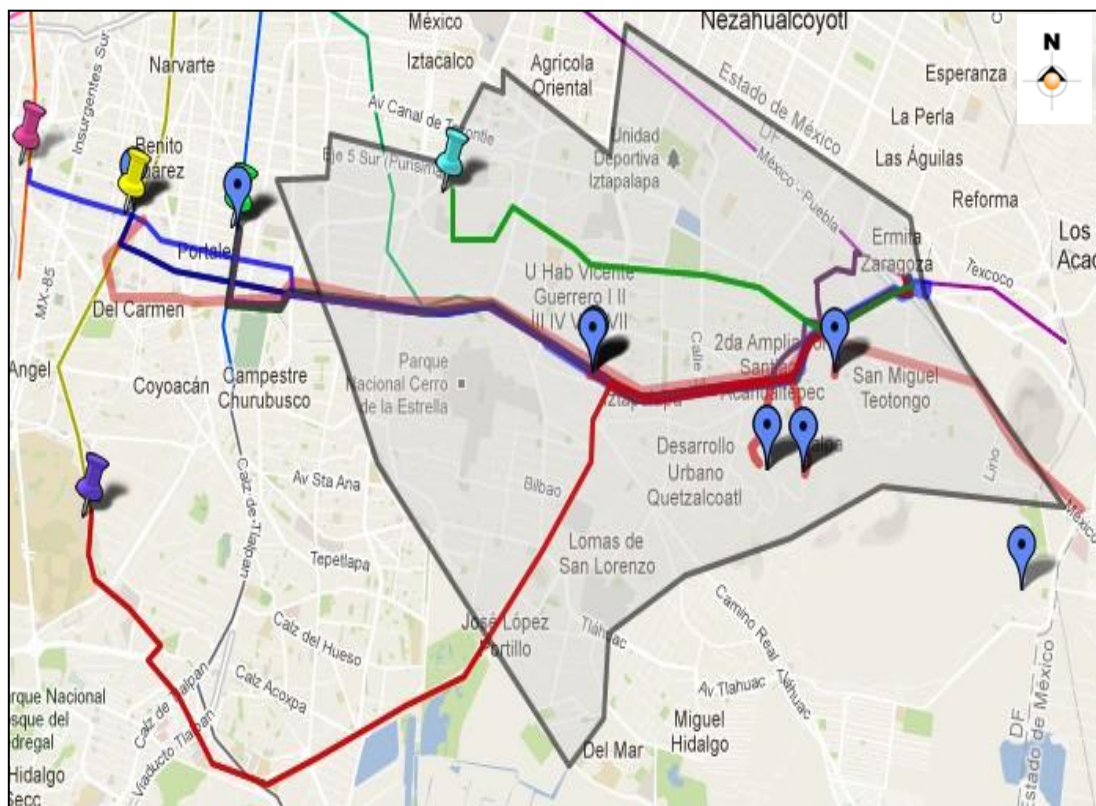
En general, el diseño de los autobuses y microbuses que prestan el servicio actualmente dificulta el acceso a las personas con discapacidades, derivado de su altura y la presencia de escaleras.

Los prestadores del servicio de transporte público colectivo de pasajeros que tienen a su cargo los recorridos asociados a la movilidad sobre la Calzada Ermita Iztapalapa son los siguientes:

- GMT y la RTP, prestan el servicio con base en una programación previa de su oferta, cuentan con una organización formal orientada al transporte y con infraestructura de apoyo a la operación (patios de encierro, talleres y estaciones para el abasto de combustible).
- Los demás concesionarios del transporte colectivo, en su mayor parte son asociaciones civiles, que se encuentran vinculadas a la prestación del servicio en distintas zonas de la ciudad, con derroteros específicos, donde los concesionarios son personas físicas que de manera individual son propietarios de los vehículos autorizados para prestar servicio. El servicio que prestan sus integrantes no responde a una relación entre oferta y demanda, ni está sujeto a ningún tipo de programación previa conjunta, ya que organizan su operación de modo esencialmente informal.

El transporte público actual en el área de estudio se compone de aproximadamente 13 rutas de Colectivos, RTP, GMT y concesionarios, que completan derivaciones o derroteros (Figura 3.2). La longitud total promedio por ruta en la zona de influencia es diversa y depende del origen y destino de estas, como se muestra en la Tabla 3.5.

Figura 3. 2.Rutas que circulan en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google Maps, INEGI

Tabla 3. 5. Longitud Promedio de cada ruta

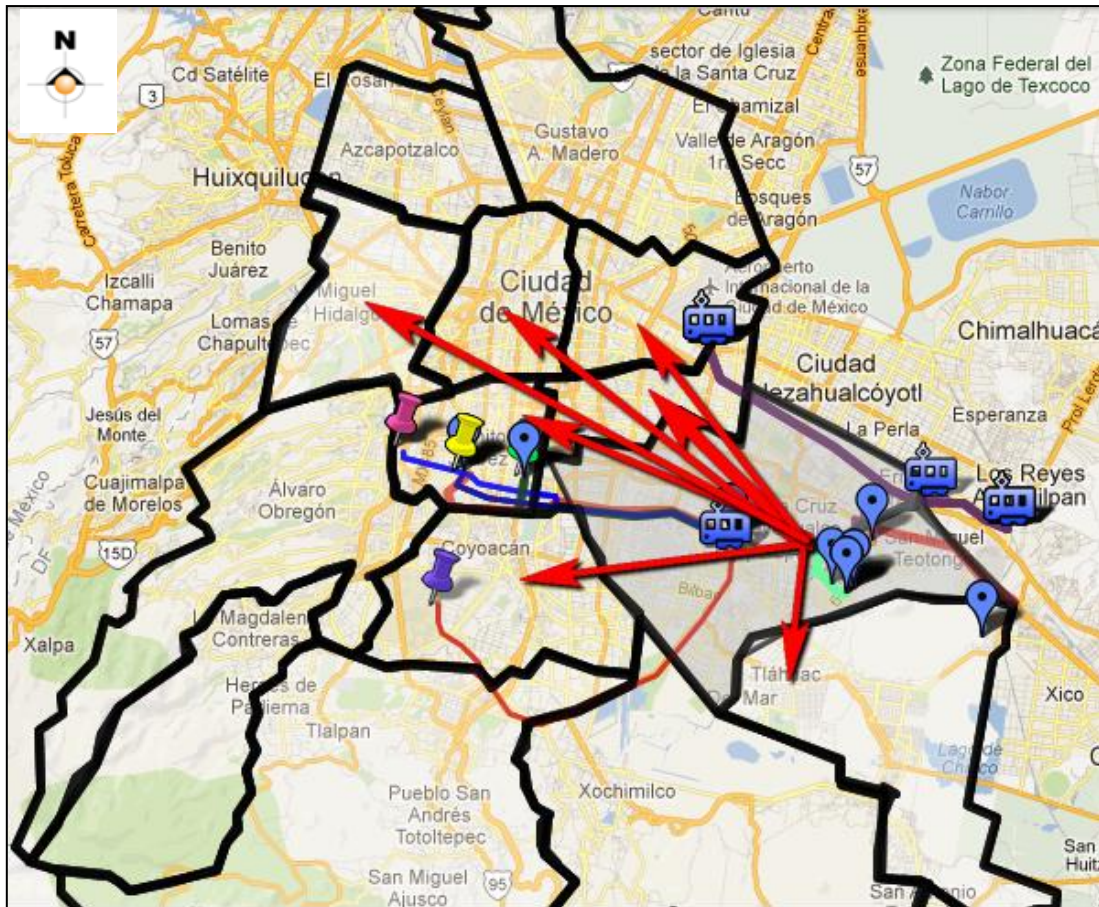
| Ruta | Recorrido | Longitud Promedio (Km) |
|-------------|--|------------------------|
| Ruta 52 | Metro Santa Martha-Metro Zapata | 20.03 |
| Ruta 57-B | Metro Santa Martha-Metro C.U. | 26.05 |
| Ruta 57 BRs | Santa Catarina-Metro C.U. | 25.70 |
| Ruta 1-D | Metro Santa Martha-Metro Mixcoac | 22.23 |
| Ruta 52-C | Metro Santa Martha- Metro Zapata | 20.03 |
| Ruta 159 | Palmitas-Metro Constitución | 6.07 |
| Ruta 161 | Ampliación Santiago-Metro Constitución | 6.72 |
| Ruta 161-C | Palmas-Metro Constitución | 6.5 |
| Ruta 161-F | Barranca de Guadalupe-Metro Constitución | 6.47 |
| Ruta 14 | Metro Uam- Metro Santa Martha | Concesión microbús |
| Ruta 14 | Metro Constitución- Metro Santa Martha | 8 |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Santa Martha | 18.47 |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Acatitla | 18.27 |

Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google Maps, INEGI

3.3. Análisis de la cobertura y accesibilidad de la oferta de transporte público con las líneas de deseo de viaje de los usuarios de la zona de estudio.

El transporte público juega un importante rol en el acceso por parte de la población, si bien partimos del supuesto asumido que la población debiera tener su área de influencia en el sector más cercano a ella (es decir, las personas tenderían a asistir a sus actividades diarias que le quedan más cerca). Por tal motivo tomamos los motivos de viaje como nodos o puntos de oferta que sirven a una población demandante, pero este supuesto en la realidad no es así ya que en la zona de estudio se localiza en la periferia por tanto los habitantes para realizar sus actividades deben de salir a otras delegaciones, no precisamente las más cercanas, en el Figura 3.3 se visualizar las líneas de deseo, y el recorrido de todas las líneas de colectivos en la zona de estudio.

Figura 3. 3. Cobertura d las líneas de deseo con el transporte público Existente en la zona.



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google Maps, INEGI

Llegando así a la conclusión de que la oferta de transporte en la zona de estudio no satisface la demanda ya que la mayoría de rutas llegan a la delegación Benito Juárez, y la que tiene mayor afluencia de viajes es la delegación Iztacalco, también podemos observar que todas la rutas de transporte tienen como destino una estación del metro y la que tiene más rutas es en metro Constitución y Metro Santa Martha.

3.4. Identificación de la demanda actual. Estudios de Pasaje a Bordo (PAB)

Con la finalidad de conocer las características de operación de los diferentes modos de transporte que operan en la zona de estudio, y como parte de la información básica para el análisis de la demanda del servicio, se realizó el estudio de pasaje a bordo, este estudio tiene por objetivo conocer la ocupación de un vehículo a lo largo de su recorrido, además de los principales puntos de ascenso y descenso de pasajeros.

Este estudio consiste básicamente en cuantificar el número de personas que suben y bajan de las unidades, a lo largo de las rutas, en un periodo de tiempo determinado, realizándose a bordo del vehículo, para ello, se tuvo que subir a la unidad de transporte público al inicio del recorrido y registrar, para cada parada o tramo, en consecuencia, se abordaron dos vehículos (uno por sentido), con el objeto de conocer la cantidad de pasajeros que suben y bajan, así como la ubicación de las paradas, con este estudio podemos conocer la rotación de la demanda que se presenta a lo largo de las diferentes rutas y las cargas de pasajeros en los diferentes tramos que la conforman. Esta información permite revisar la ubicación de paradas o de los cierres de circuito, así como incrementar o reducir los recorridos, pero su utilización más común es la determinación de las secciones de máxima demanda.

Este estudio se realizó en la hora punta, en este caso fue en la mañana período comprendido entre las 8:00 am, en un día típico laboral (martes, miércoles o jueves).

La demanda de transporte público en la zona de estudio, tanto en el periodo pico de la mañana como en el de tarde, ocurre en el sentido oriente -poniente, y durante la tarde en sentido poniente-oriente, pero la carga de pasajeros es similar en ambos periodos.

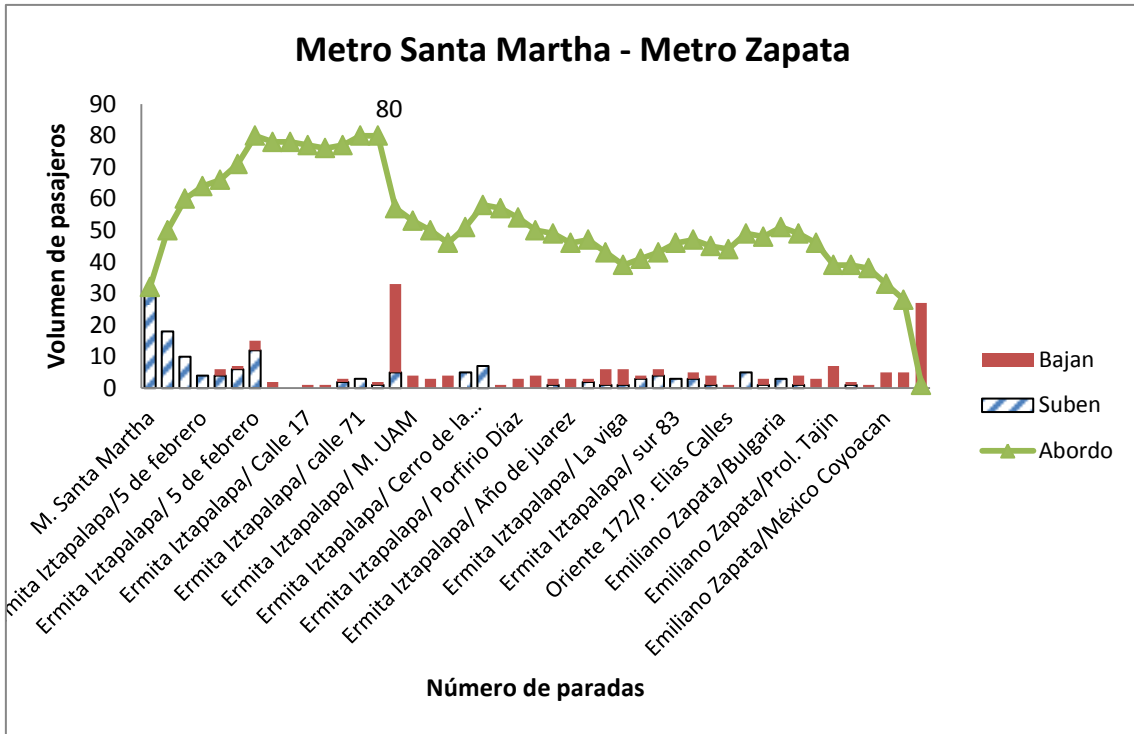
En los siguientes polígonos se presenta la demanda correspondiente al periodo pico de la mañana, de los cuales se muestran los datos promedios de ascenso y descenso de pasajeros y los que permanecen a bordo en cada uno de los puntos de control, se presentan de la siguiente manera:

- En el eje de las abscisas, se muestra el orden consecutivo de los puntos de control.
- En el eje de las ordenadas se muestra el número de pasajeros que suben, bajan o permanecen a bordo a lo largo del recorrido de la ruta.
- Las barras rojas, muestran el promedio de descensos de pasajeros en cada punto de control.
- Las barras azules, muestran el promedio de ascensos de pasajeros en cada uno de los puntos de control.
- La línea verde, muestra el número de personas que permanecen a bordo de la unidad a lo largo de la ruta y esta va variando dependiendo del número de personas que suban o bajen en cada uno de los puntos de control.

Estos gráficos se generaron por sentido y para cada una de las rutas.

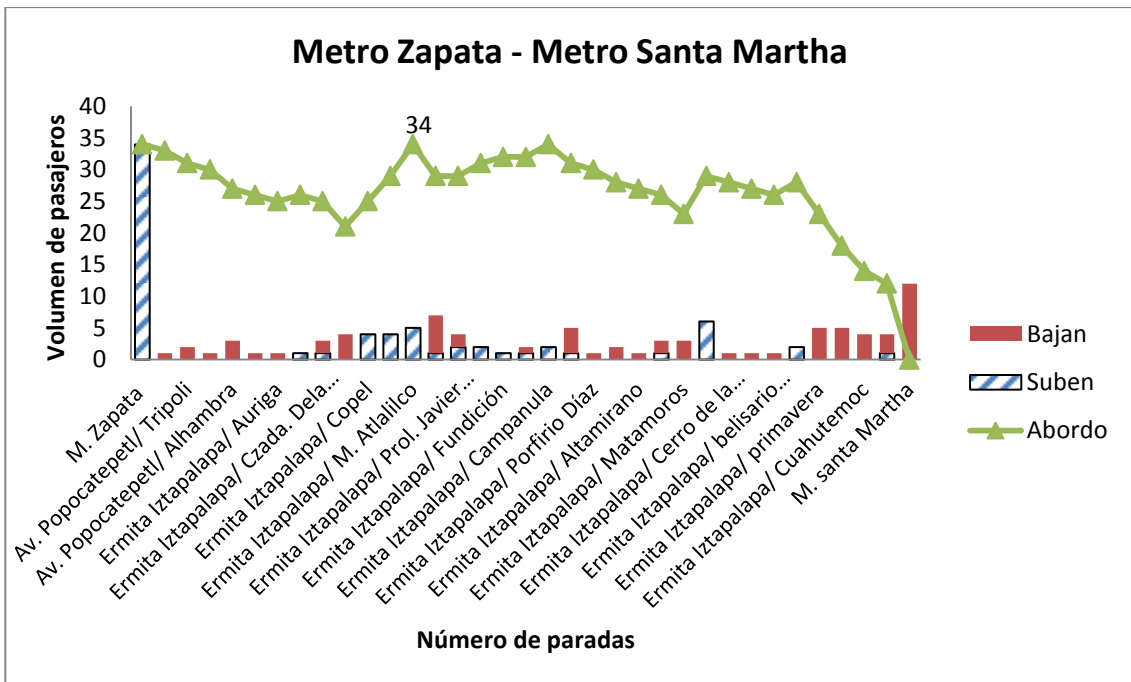
Ruta de RTP: 52-C Metro Santa Martha –Metro Zapata

Gráfica 3. 2. Polígono de carga Metro Santa Martha - Metro Zapata



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. 3. Polígono de carga Metro Zapata - Metro Santa Martha



Fuente: Elaboración propia

El tramo con mayor cantidad de ascensos es el inicio de la ruta en ambos polígonos (Metro Santa Martha y Metro Zapata). Los descensos son más representativos que los abordajes ya que a medida que la ruta se acerca a su destino estos tiene una ocupación más baja.

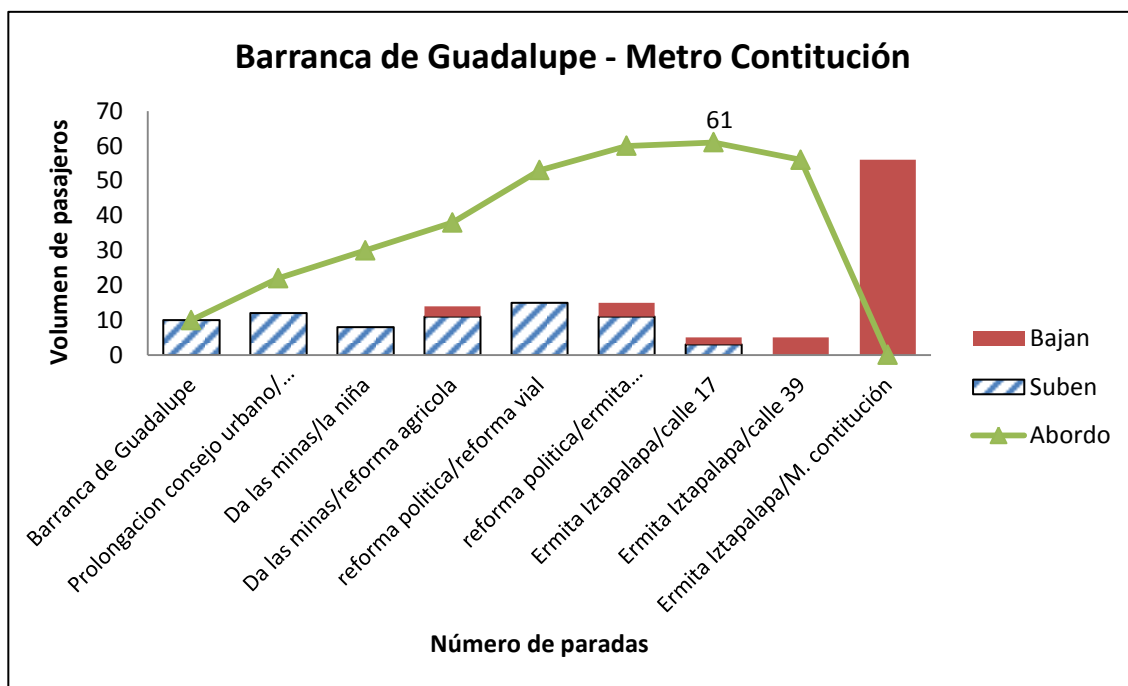
Se puede observar que el mayor flujo de usuarios corresponde al derrotero de Metro Santa Martha – Metro Zapata, ya que este se realizó en la hora pico en donde el mayor flujo de descenso es en la estación Metro Constitución, presentando un volumen máximo de 80 pasajeros, pero esto no quiere decir que sea el total de pasajeros en toda la ruta ya que el promedio de pasajeros movilizados en esta vuelta fue de 138 personas, de las cuales durante el trayecto no pudieron abordar 19 personas.

Y en contraste el recorrido de regreso (Metro zapata – Metro Santa Martha) su ocupación es más baja, y esto se debe a que se realizó en la hora valle, sin embargo su demanda es 69 pasajeros movilizados durante todo el trayecto, lo cual nos indica que esta ruta es de las más demandadas por los usuarios ya que si cubre sus líneas de deseo y además por la baja tarifa que posee que es de \$2.00

Esta ruta cuenta con 45 paradas con una longitud de 20 Km, el tiempo promedio de viaje es de 1:30 minutos y una ocupación unitaria del 1.53, en hora pico, mientras que en hora valle es de aproximadamente 1:10 con una capacidad unitaria de 0.77.

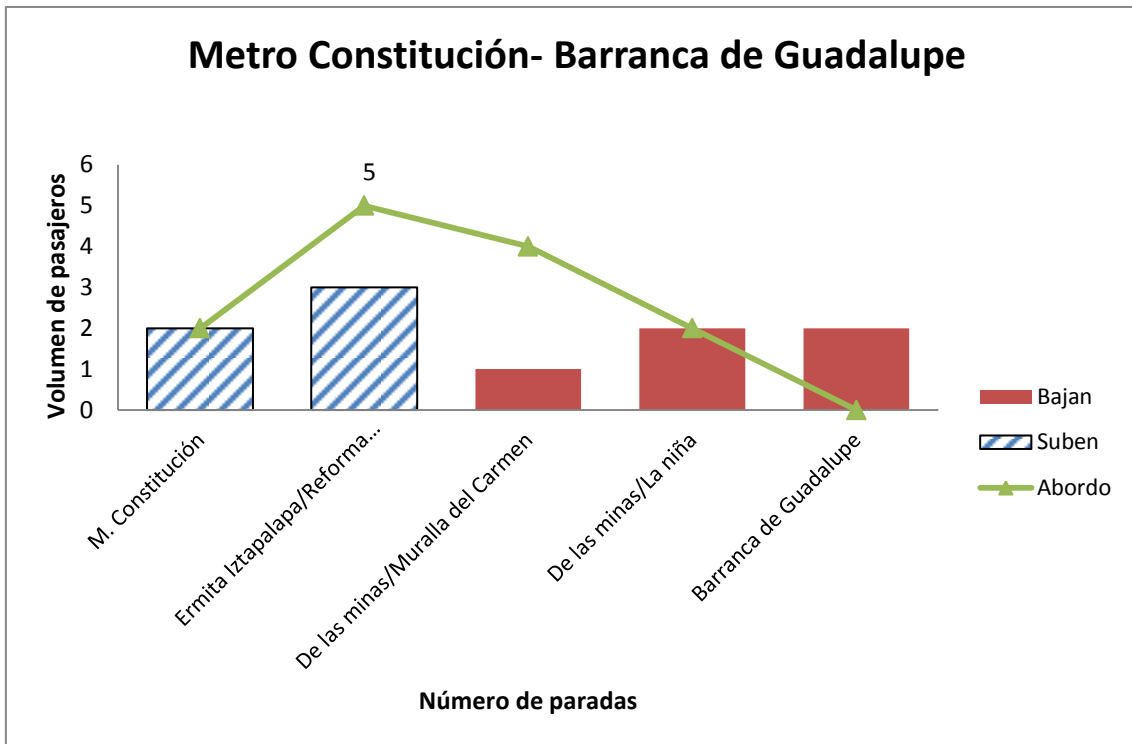
Ruta de RTP: 161-F, Metro Constitución – Barranca de Guadalupe

Gráfica 3. 4. Polígono de carga Barranca de Guadalupe – Metro Constitución



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. 5. Polígono de carga Metro Constitución - Barranca de Guadalupe



Fuente: Elaboración propia

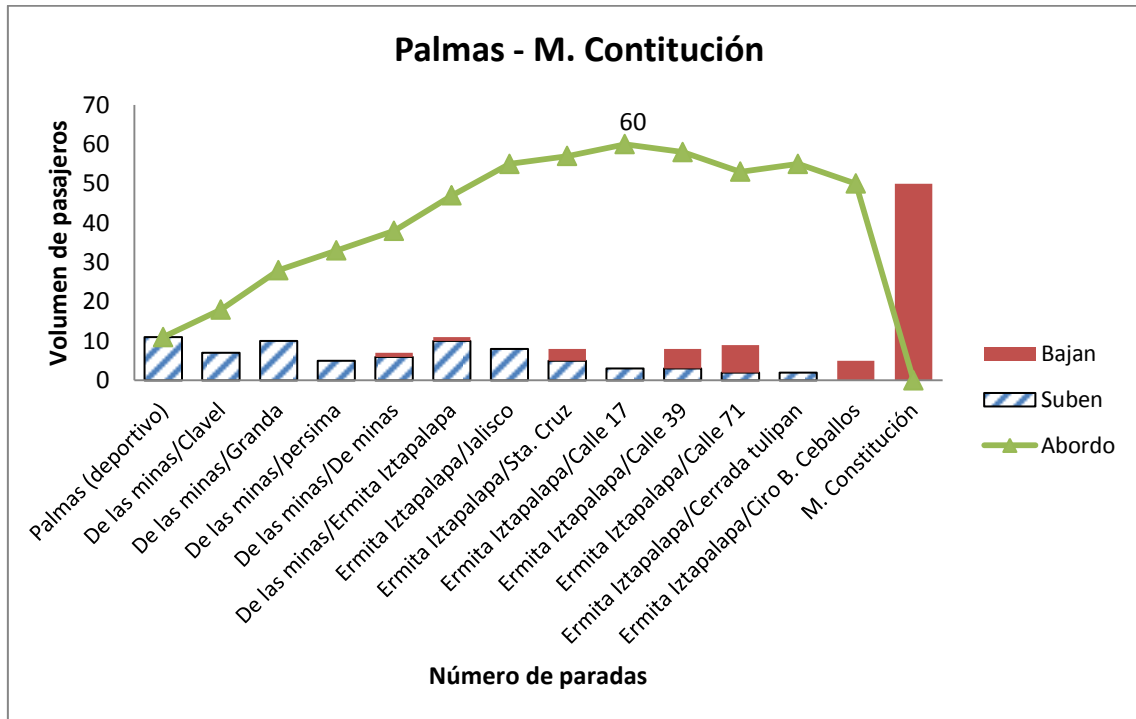
A partir del polígono de carga, se observa que la principal demanda de esta ruta se encuentra ubicada en el origen donde parte el recorrido. Los tramos correspondientes a las demás paradas preestablecidas, es muy poco el ascenso siendo más evidente en el primer polígono (Metro Constitución- Barranca de Guadalupe) donde se observa una baja ocupación, pero esto se debe a que el estudio se realizó a la hora de baja demanda, durante este trayecto se tuvo una ocupación de 5 usuarios, y durante su trayecto fue baja la demanda.

Mientras que en el primer polígono (Barranca de Guadalupe – Metro Constitución), es más evidente que hay más ascensos y la mayoría de los usuarios descienden en Metro Constitución, donde es un punto trascendental para todos los usuarios, ya que ahí es su destino, en este trayecto se obtuvo que los usuarios movilizados fue de 70 pasajeros alcanzando una ocupación máxima de 61 pasajeros durante todo el trayecto.

Esta ruta realizó 9 paradas en todo su trayecto, con una longitud de 7 Km, el tiempo promedio de viaje es de 40 minutos, en hora pico, con una ocupación unitaria del 0.78 y en hora valle de aproximadamente 25 minutos.

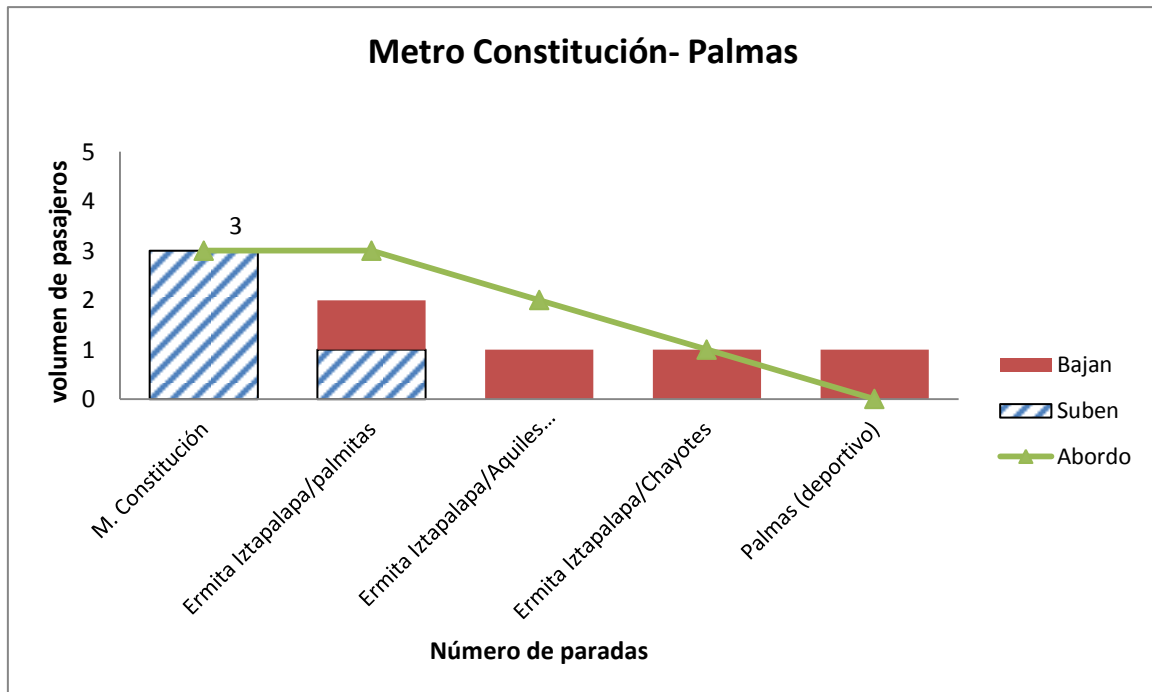
Ruta de RTP: 161-C, Metro Constitución – Palmas

Gráfica 3. 6. Polígono de carga Palmas - Metro Constitución



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. 7. Polígono de carga Metro Constitución – Palmas



Fuente: Elaboración propia

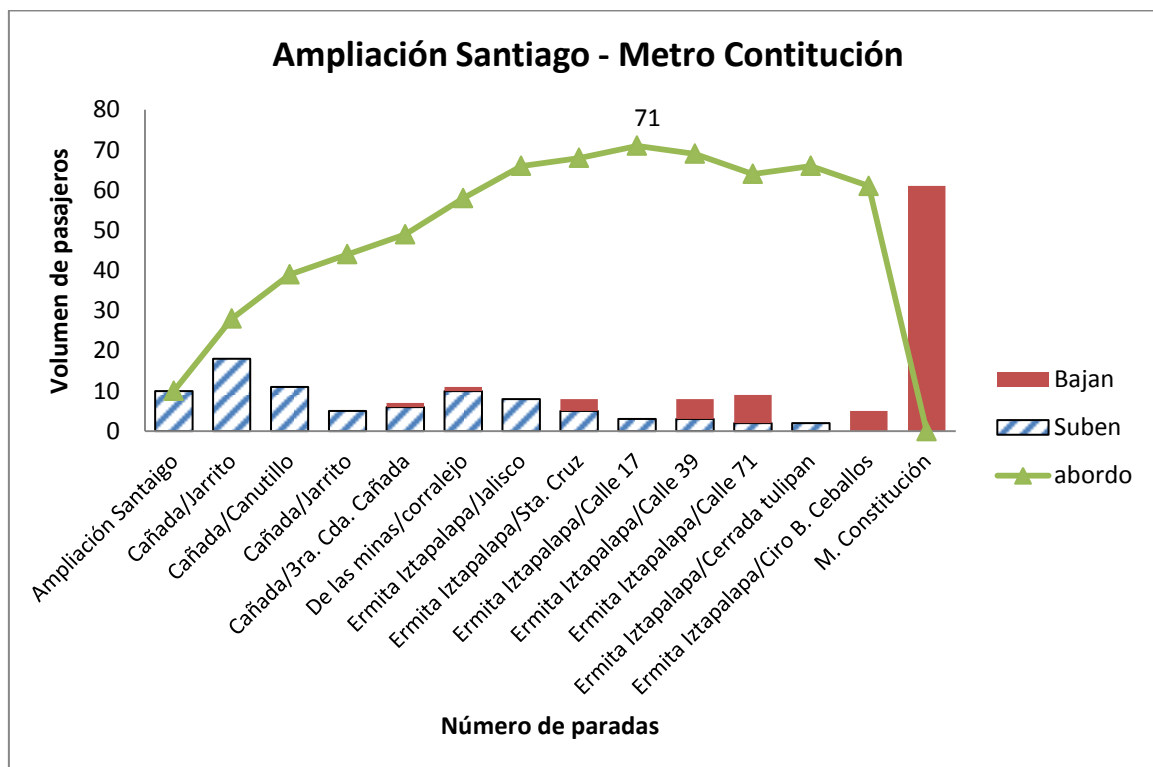
La ocupación en esta ruta muestra una carga de 60 pasajeros promedio, el mayor número de pasajeros donde abordan la unidad fue al inicio de la ruta, se puede apreciar que el número de pasajeros se mantiene casi constante en los tramos con cercanía al zona, pero empiezan a ascender en el tramo que cruza con Ermita Iztapalapa, teniendo una ocupación de 72 pasajeros, Gráfica 3.6.

En contraste tenemos que el recorrido de regreso (Metro Constitución- Palmas), el ascenso y descenso es muy bajo; descienden entre una y dos personas en distintos puntos con cercanía a la zona, durante este trayecto se obtuvo una ocupación de 4 pasajeros.

Durante su trayecto realizo 14 paradas, con una longitud de 6.5 Km, el tiempo promedio de viaje es de 40 minutos, en hora pico, con una ocupación unitaria del 0.8 y en hora valle de aproximadamente 30 minutos.

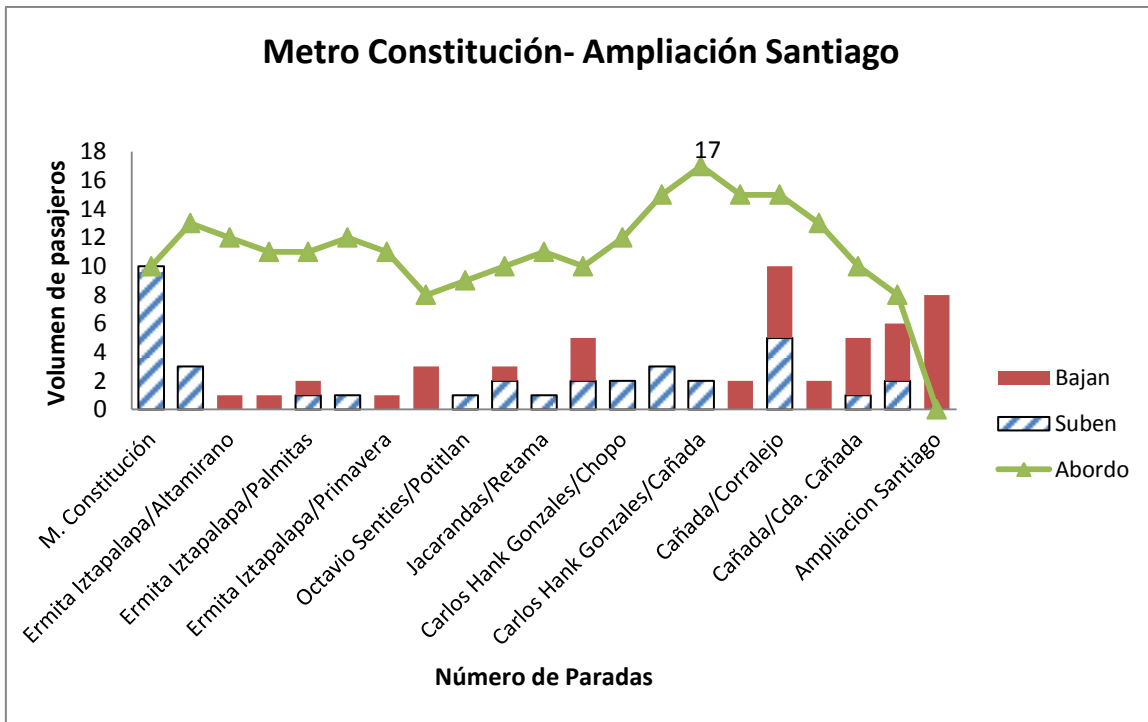
Ruta de RTP: 161 Metro Constitución – Ampliación Santiago

Gráfica 3. 8. Polígono de carga Ampliación Santiago - Metro Constitución



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. 9. Polígono de carga Metro Constitución – Ampliación Santiago



Fuente: Elaboración propia

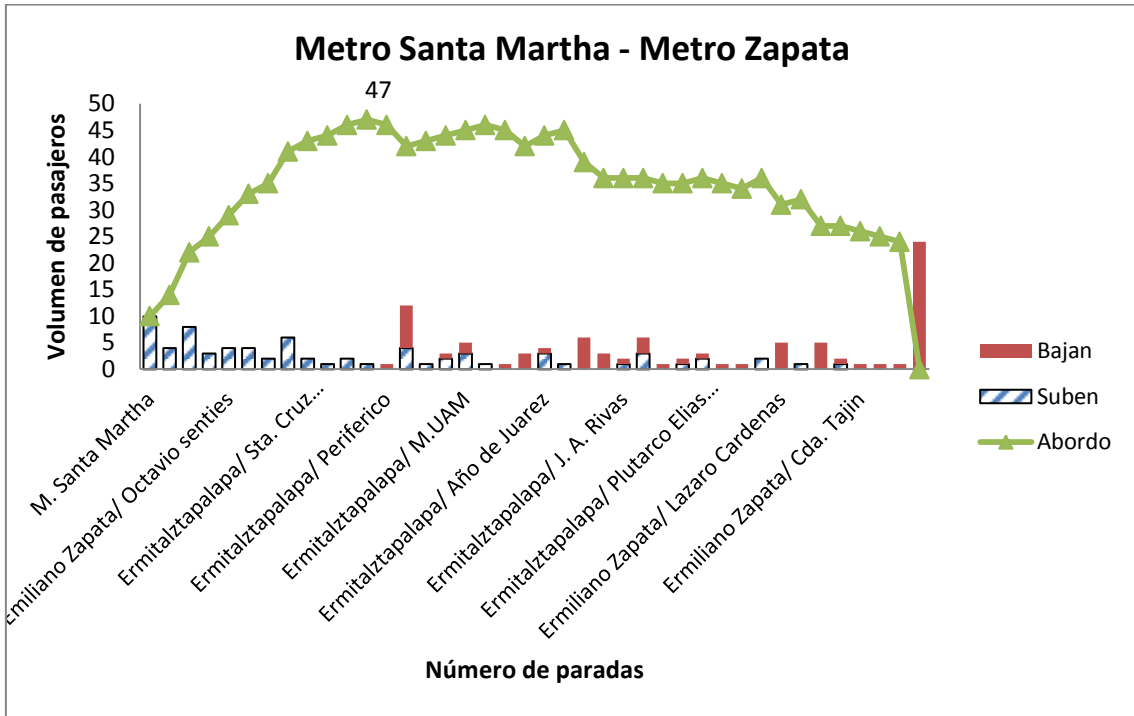
En este polígono (Gráfica 3.8.), podemos observar que el tramo con mayor cantidad de ascensos no fue al inicio de ruta, ya que en cada parada hubieron considerables abordajes, de los cuales fue representativo ya que los descensos fueron muy bajo y la mayoría de la población descendió en metro Constitución que es un punto determinante para la movilidad de la población de la periferia, ya que este punto es donde ascendieron 61 de los 83 pasajeros, movilizados en toda la ruta.

Finalmente, en el recorrido de regreso (Grafica 3.9), la ocupación fue baja con una ocupación de 36 pasajeros movilizados, pero en este trayecto a pesar de que tuvo menos pasajeros el número de paradas fue mayor ya que se obtuvo 21 paradas mientras en el anterior solo 14 paradas por ende y a pesar de que este se realizó en hora valle el tiempo promedio de viaje fue el mismo, que fue de 45 minutos.

El índice de ocupación en hora pico fue de 0.92, con una longitud de ruta de 6.70 Km.

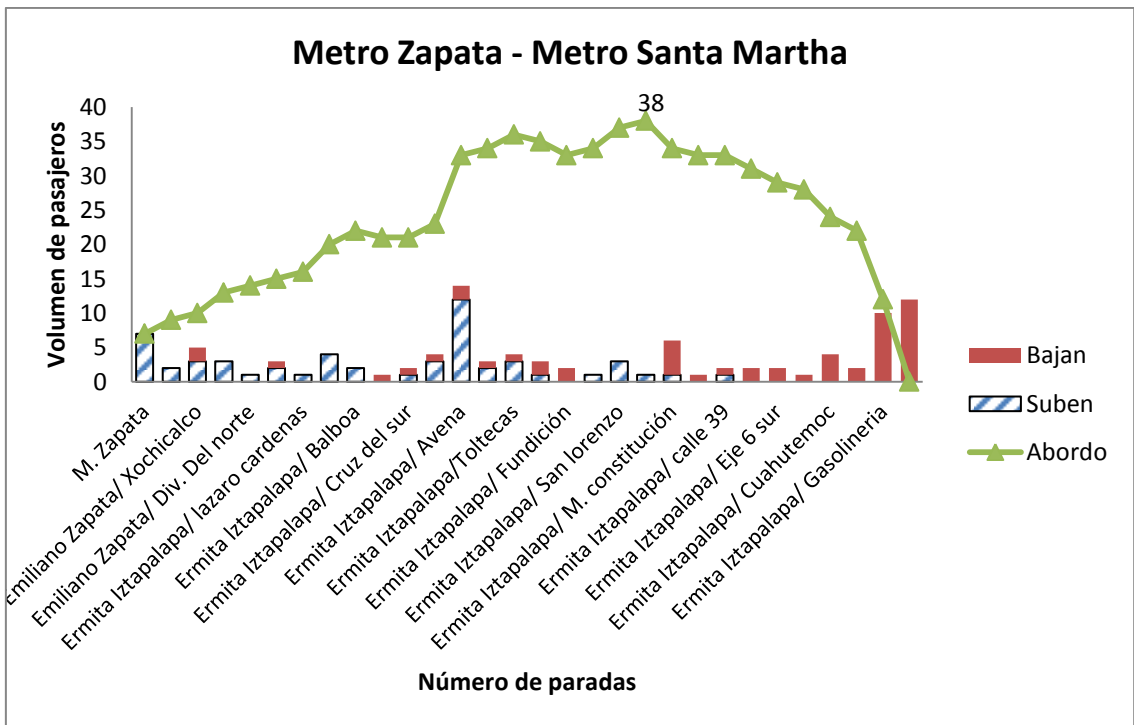
Ruta de GMT:R-52 Metro Santa Martha – Metro Zapata

Gráfica 3. 10. Polígono de carga Metro Santa Martha – Metro Zapata



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. 11. Polígono de carga Metro Zapata – Metro Santa Martha



Fuente: Elaboración propia

En estos polígonos podemos observar que el número de ascensos y descensos es proporcional durante la ruta llegando a tener 73 pasajeros en todo el trayecto, con una ocupación máxima de 47 usuarios (Gráfica 3.10), cabe destacar que las unidades de GMT tienen la misma capacidad del RTP que es de 90 pasajeros, pero la diferencia de estas unidades es el pago de la tarifa; GMT que es de \$6.00 mientras RTP es de \$2.00 lo cual hace que si hay unidades de RTP la población espere para poder abordar en ella, contrario sino hay unidades el GMT es la segunda opción.

El número de ascensos más representativos fue en metro constitución.

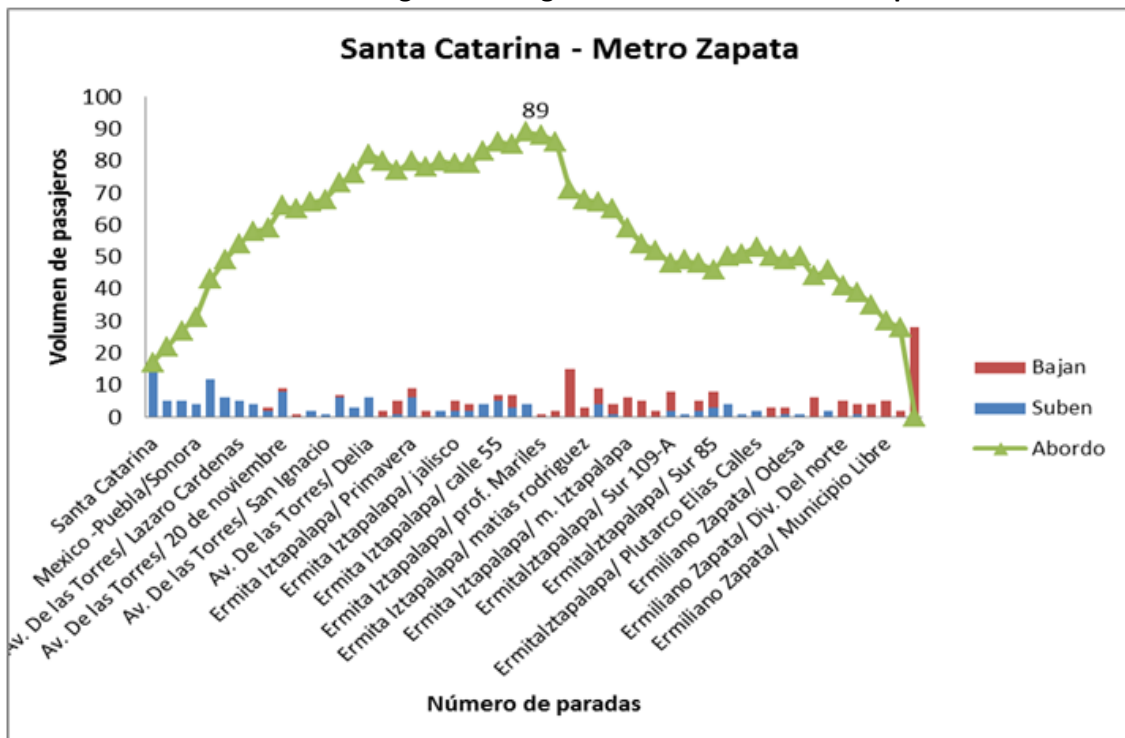
Mientras que el estudio de regreso de Metro Zapata a Metro Santa Martha (Gráfica 3.11), la ocupación fue de 54 usuarios movilizados, con una ocupación máxima de 38 usuarios.

Durante su trayecto realizó 40 paradas en hora pico, en un tiempo promedio de viaje es de 1 hora con 15 minutos, y una capacidad unitaria de 0.81, mientras que hora valle el tiempo de recorrido fue de 1 hora con 7 minutos y un total de paradas de 30 durante todo el trayecto.

La longitud de esta ruta es de aproximadamente 20 Km.

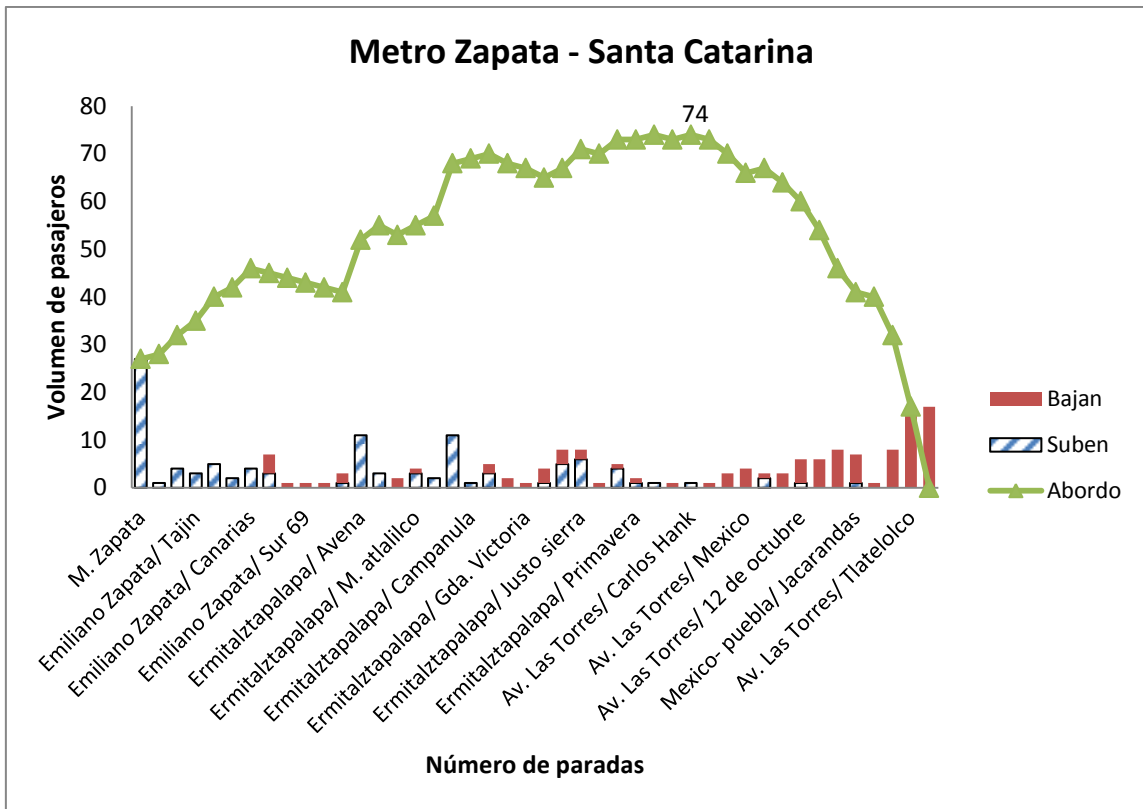
Ruta de GMT:R-112 Metro Zapata – Santa Catarina

Gráfica 3. 12. Polígono de carga Santa Catarina – Metro Zapata



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3. 13. Polígono de carga Metro Zapata – Santa Catarina



Fuente: Elaboración Propia

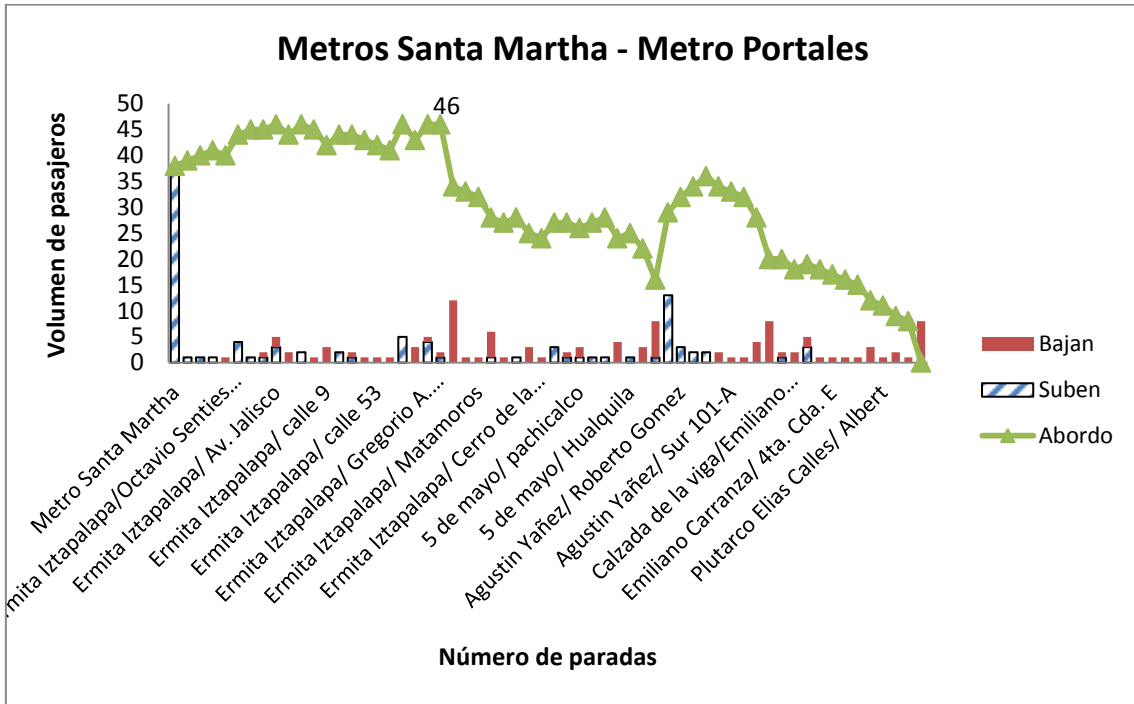
Esta ruta es de las más largas con una longitud de 25.68 km aproximadamente, lo que hace que el tiempo de viaje sea uno de los más largos en hora pico es de 1 hora con 50 minutos que a pesar de tener sus paradas preestablecidas, durante todo el trayecto se realizaron 54 paradas, mientras que en hora valle se realizaron 44 paradas con un tiempo de trayecto de 1 hora 25 minutos.

La afluencia de usuarios máxima identificada fue de 89, con una capacidad unitaria de 1.56 con 140 usuarios movilizados en todo el trayecto durante el periodo de hora pico (Gráfica 3.12), mientras que en hora valle la capacidad unitaria fue de 1.19, con un máximo de pasajeros movilizados de 107 y una ocupación de usuarios de 44 pasajeros (Gráfica 3.13).

En contraste a los polígonos de carga de los modos de transporte de media capacidad también se realizó para los de baja capacidad tipo “microbús” para conocer como es su movilidad, a continuación se describirán:

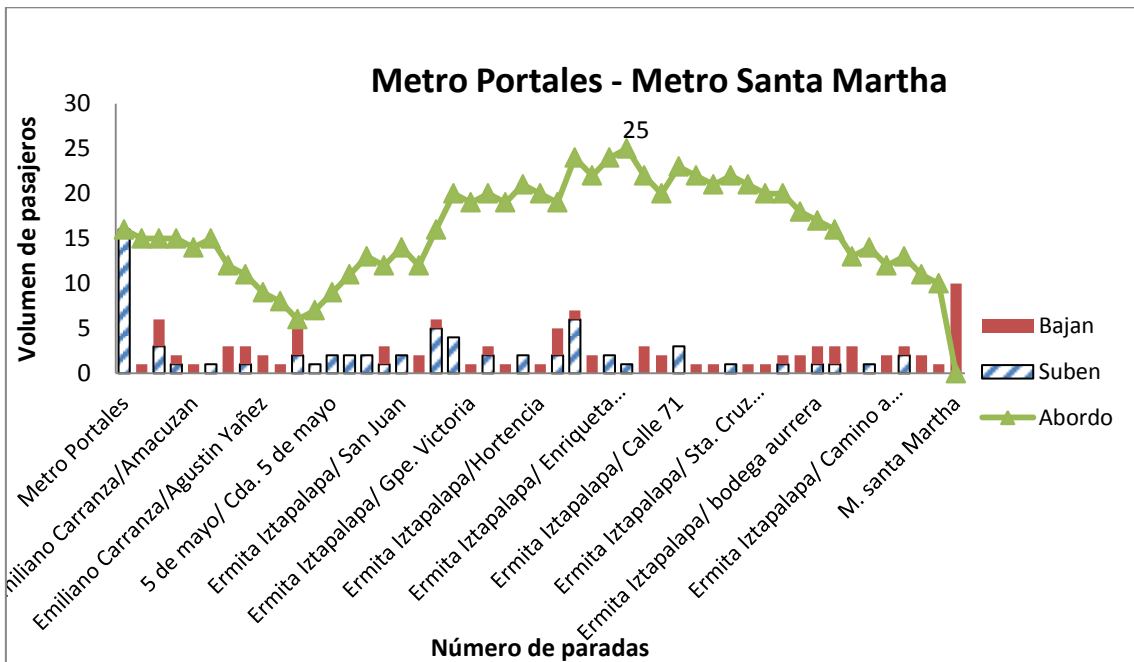
Ruta de microbús: Metro Santa Martha – Metro Portales

Gráfica 3. 14. Polígono de carga Metro Santa Martha – Metro Portales



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3. 15. Polígono de carga Metro Portales – Metro Santa Martha



Fuente: Elaboración Propia

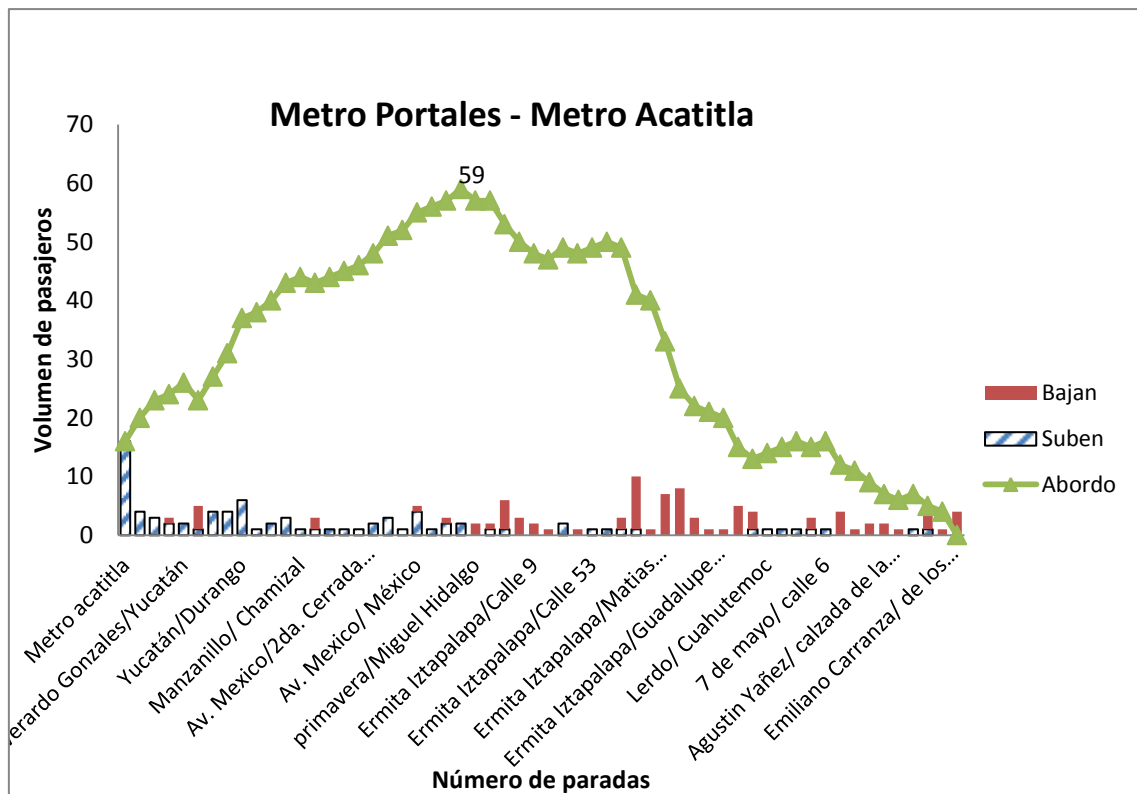
Es importante destacar que los microbuses no cuentan con una operación adecuada de servicio, ya que estos realizan ascensos y descensos en cualquier sitio, lo que provoca un exceso de paradas como pudo observarse en los polígonos anteriores, de acuerdo al estudio se obtuvo 60 paradas en el primer polígono (Gráfica 3.14), con una afluencia de usuarios movilizados de 100 pasajeros, y con una ocupación máxima de 46 usuarios, lo que indica que la unidad tenía sobre demanda ya que las unidades tienen una capacidad de 40 pasajeros .

También se puede observar que el exceso de parada ocasiona retrasos en el servicio, lo cual hace que el tiempo de viaje sea mucho mayor, para este derrotero el tiempo fue de 1:45 minutos, y la distancia es de 18.5 km aproximadamente, en el recorrido de Metro Santa Martha- Metro Portales.

En tanto de vuelta Metro Portales – Metro Santa Martha (Gráfica 3.15), tuvo una afluencia de 68 usuarios y la mayor ocupación fue de 25 pasajeros, con un total de 49 paradas durante todo su trayecto, el cual está dentro de la hora valle, lo que hizo un tiempo de 1:20 minutos.

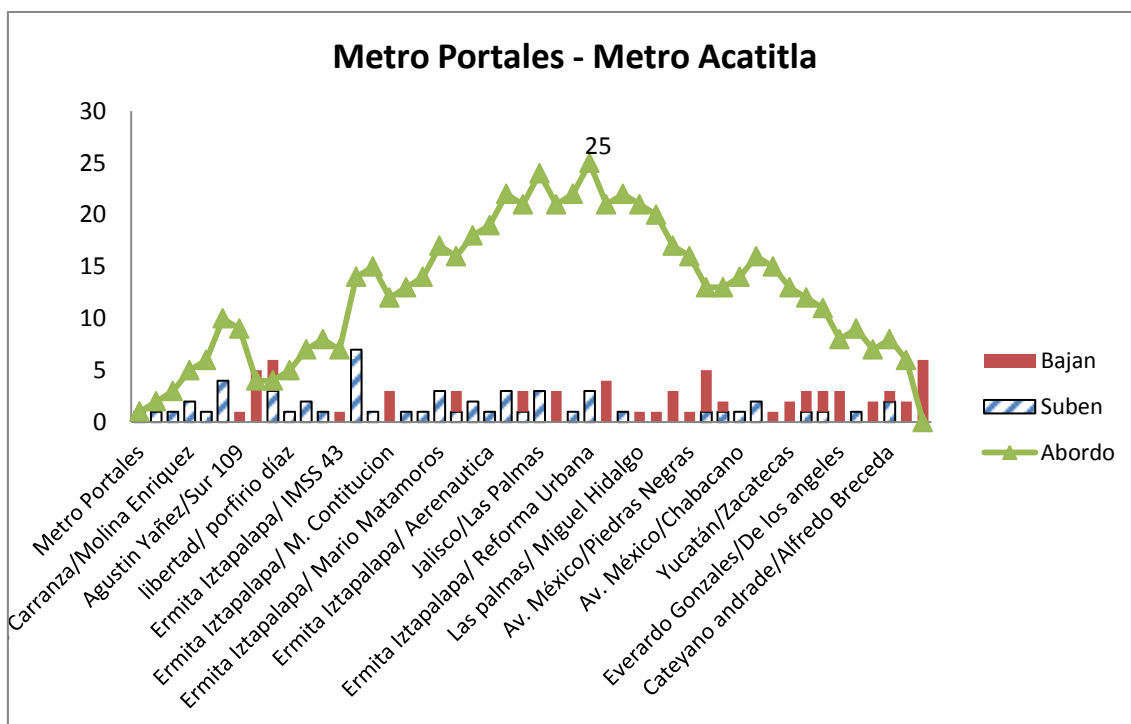
Ruta de microbús: Metro Portales – Metro Acatitla

Gráfica 3. 16. Polígono de carga Metro Acatitla – Metro Portales



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 3. 17. Polígono de carga Metro Portales – Metro Acatitla



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con estos polígonos se observa que el parecido es similar a la ruta anterior, ya que ambos operan bajo el rubro de concesionarios, de los cuales no tienen una forma de operar de acuerdo a la demanda y podemos observarlo en los polígonos dentro de este tenemos que las paradas que realizaron fueron 58 durante toda la ruta obteniendo una capacidad máxima de 59 usuarios y 84 movilizados en toda la ruta (Gráfica 3.16.), con una longitud total de 18.30 Km aproximadamente.

De la misma manera se obtuvo para el recorrido de regreso que es de Metro Portales-Metro Acatitla (Gráfica 3.17.), dentro de este obtuvimos 50 paradas, con 56 usuarios movilizados durante todo el trayecto y la mayor ocupación fue de 25 usuarios.

Como se pudo observar en los polígonos anteriores, la forma de operar de cada ruta es diferente y depende primordialmente del rubro en donde se localicen, es decir concesionario o público descentralizado.

3.4.1. Análisis de la oferta

La metodología para la obtención de los datos flota vehicular, involucrada en el corredor, se obtuvo mediante las informaciones de campo, estudios de frecuencia de paso en distintos puntos de su cobertura; capacidad determinada por el número de

vuelta observada para cada una de las rutas; y horas de servicio determinados con la aplicación de los estudios de campo entre otros elementos operacionales.

La frecuencia de paso se realizó en las rutas seleccionadas, se detectó que la oferta del servicio tiene una programación de viajes por hora fija, independiente de la variación de la demanda durante el día.

Respecto al horario de servicio, el sistema inicia su operación parcialmente entre 5:00 am y 6:00 am; a las 8:00 am todas las rutas se encuentran en operación. En general, el servicio finaliza a las 21:00 horas y en algunas rutas hasta las 22:00 horas. En la Tabla 3.6., se muestra en número de unidades que salieron en el periodo de una hora.

Tabla 3. 6. Demanda de cada ruta

| Ruta | Recorrido | Operador | No. de unidades | Hora de máxima demanda (pas/h) | Demanda de cada ruta (pas/día) |
|---------------------------------------|--|--------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Ruta 52 | Metro Santa Martha-Metro Zapata | GMT | 9 | 73 | 657 |
| Ruta 52 | Santa Catarina-metro zapata | GMT | 5 | 140 | 700 |
| Ruta 52-C | Metros Santa Martha- Metro Zapata | RTP ATENEA | 1 | 90 | 90 |
| Ruta 52-C | Metro Santa Martha- Metro Zapata | RTP ORDINARIO | 6 | 138 | 828 |
| Ruta 159 | Palmitas-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 1 | 50 | 50 |
| Ruta 161 | Ampliación Santiago-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 1 | 83 | 83 |
| Ruta 161-C | Palmas-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 1 | 72 | 72 |
| Ruta 161-F | Barranca de Guadalupe-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 1 | 70 | 70 |
| Ruta 14 | Metro Uam- Metro Santa Martha | Concesión microbús | 45 | 68 | 3060 |
| Ruta 14 | Metro Constitución- Metro Santa Martha | Concesión microbús | 55 | 65 | 3575 |
| Ruta 14 | Metro Constitución- Iztapalapa | Concesión microbús | 30 | 70 | 2100 |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Santa Martha | Concesión microbús | 37 | 100 | 3700 |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Acatitla | Concesión microbús | 8 | 84 | 672 |
| Ruta 14 | Metro Constitución- Metro Santa Martha | Concesión combi | 57 | 13 | 741 |
| Demanda del corredor (pas/día) | | | | | 131,184 |

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la actualización de la información, la situación actual muestra que la oferta de servicios de transporte tiene un total de 257 unidades divididas en distintas modalidades (Autobuses, Microbuses y Combis), con base en esta información y a los diferentes datos de campo, antes mencionados, la demanda del corredor en un día laboral, es de 131,184 viajes por día.

Además de los datos de campo también se hizo el análisis de la demanda con la información de la Encuesta Origen-Destino 2007, utilizando solo los datos de modo colectivo, en la zona de estudio, dando como resultado una demanda de 120,896 viajes por día, como se observa en la Tabla 3.7.

Tabla 3. 7. Demanda aproximada de la Encuesta Origen- Destino

| Viajes | UAM | Santa Martha Acatitla | Total |
|---------------------------------------|--------|-----------------------|---------|
| Producidos (pas/día) | 44,433 | 15,891 | 60,324 |
| Atraídos (pas/día) | 43,912 | 16,660 | 60,572 |
| Demanda del corredor (pas/día) | | | 120,896 |

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que el resultado con los datos de campo fue mayor, de los cuales, tuvieron una tendencia creciente con 10,000 viajes más, que en el 2007, por ello para datos de estudio se tomara la demanda obtenido en el año 2013, que es de 131,184 viajes por día.

3.5. Análisis de la operación vial en la zona de estudio.

Realización de Aforos Vehiculares en Intersecciones

La realización de aforos vehiculares constituye la forma más directa y eficaz para poder determinar las características del flujo vehicular que circula en forma habitual por algún punto o segmento de una red vial. El flujo vehicular representa la demanda de un sistema vial, mismo que está constituido básicamente por segmentos, denominados arterias viales, y por los cruces de éstas, definidos como intersecciones.

Selección de Intersecciones

Con el objeto de contar con información acerca de la operación de las intersecciones semaforizadas de la zona de estudio, se realizó un proceso de selección en el que se efectuarían los estudios puntuales detallados. El objetivo básico de este proceso de selección fue conocer las intersecciones donde los problemas de congestionamiento vial son más evidentes.

Para seleccionar las intersecciones se realizó una visita de inspección, en esta visita se identificaron los diversos aspectos básicos relacionados con su operación y ubicación.

La visita de inspección se efectuó en hora pico y hora valle para conocer su operación, de las cuales las intersecciones están indicadas en la Tabla 3.8, y cuya ubicación se presenta en la Figura 3.4.

Tabla 3. 8. Intersecciones seleccionadas para trabajos de campo

| Núm. | Descripción |
|------|--|
| 1 | Calzada Ermita Iztapalapa/Av. San Lorenzo |
| 2 | Calzada Ermita Iztapalapa/Calle 39 |
| 3 | Calzada Ermita Iztapalapa/ Av. Santa Cruz |
| 4 | Calzada Ermita Iztapalapa/Jalisco |
| 5 | Calzada Ermita Iztapalapa/Av. De las Torres |
| 6 | Calzada Ermita Iztapalapa/Calle Niños Héroes |

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 4. Localización de puntos de conflicto vial



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google Maps, INEGI

3.5.1. Realización de Aforos Vehiculares en Intersecciones.

A partir de la información disponible y publicada respecto al comportamiento horario del flujo vehicular en la zona de estudio, se determinó que, entre semana, el período de máxima demanda de la red vial es de las 7 am a las 9 am y que después de esta hora el tránsito vehicular comienza a descender hasta las 10 am, manteniéndose

relativamente uniforme hasta las 7 pm, para descender en forma paulatina hasta las 6 am del día siguiente.

Con base en lo anterior, se estableció como período del aforo vehicular en las intersecciones al comprendido de las 8 AM a la 9 PM. La selección de antemano de este período permitió tener una gran certeza de que la hora de máxima demanda diaria se presentara dentro de éste. Los recuentos vehiculares se hicieron en forma parcial cada 15 minutos.

En los aforos se registraron los siguientes tres tipos de vehículos: automóviles y camionetas; vehículos de transporte público, tales como combis, autobuses y minibuses; y vehículos de carga, es decir, camiones unitarios y tractocamiones con semirremolque.

Las maniobras vehiculares que se consideraron fueron: vuelta izquierda, de frente y vuelta derecha.

Los aforos vehiculares se realizaron durante los días típicos (martes, miércoles o jueves). Debido a que en los objetivos del estudio se planteó la necesidad de evaluar la situación que se presenta en forma habitual durante un día hábil, no se consideró la realización de aforos vehiculares durante días tales como lunes, viernes o fines de semana, ya que durante éstos se pueden presentar condiciones viales extremas que no se observan frecuentemente.

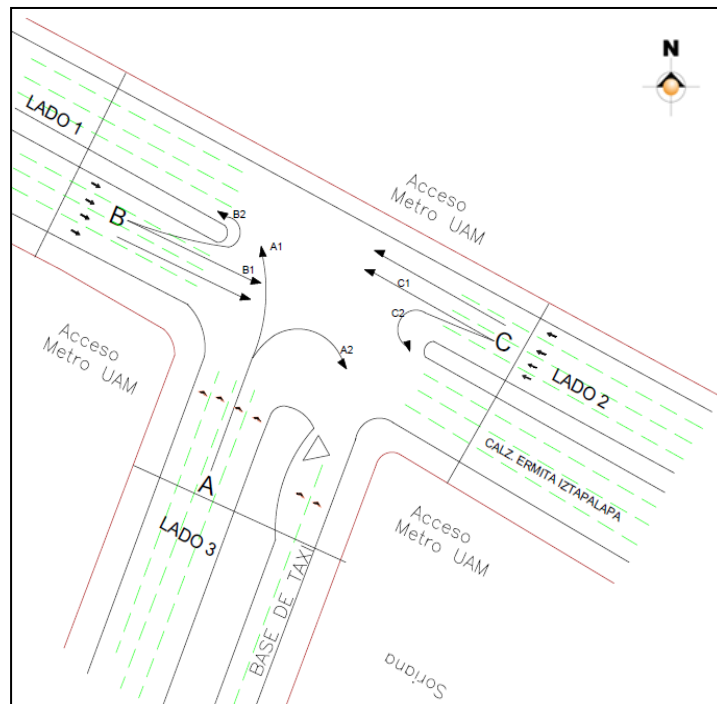
También se llevó a cabo un inventario de los dispositivos de control de cada intersección que cubrió los siguientes aspectos: anchura y número de carriles, para cada acceso; programación del semáforo, es decir, secuencia de fases así como la duración de éstas y del ciclo; detección de maniobras prohibidas, y prohibición del estacionamiento en la vía pública.

A continuación se muestran los datos obtenidos de campo de las intersecciones:

Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle San Lorenzo

La primera intersección semaforizada fue el tramo de Calzada Ermita con calle San Lorenzo, esta intersección tiene 4 carriles en ambos sentidos tanto en la Calzada Ermita Iztapalapa y en la calle San Lorenzo, esta última respectivamente fuera de 6 carriles pero tiene un camellón que divide la intersección el cual deja 2 carriles de lado derecho, pero este es ocupado por una base de taxis existente en la zona, como se puede observar en la Figura 3.5., quedado así de 4 carriles en un solo sentido y teniendo la intersección forma de "T".

Figura 3. 5. Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle San Lorenzo



Fuente: Elaboración Propia

Con los datos obtenidos en el aforo se identificaron 6 movimientos, de los cuales el movimiento en U de la Calzada Ermita, no se realizaron, ya que durante el aforo se encontraba un policía de tránsito, pero este movimiento si lo efectúan algunos automovilistas cuando no se encuentra alguna autoridad.

En cuanto a los demás movimientos, podemos observar que transitan todo tipo de vehículos pero los que tienen mayor participación es el automóvil particular, seguido del transporte público y de los camiones de carga (Tabla 3.9).

Tabla 3. 9. Volúmenes Vehiculares

| Composición Vehicular | A | | B | | C | |
|-----------------------------|-------|-----|-------|----|-------|----|
| | A1 | A2 | B1 | B2 | C1 | C2 |
| Automóvil Particular | 1,188 | 780 | 2,008 | 0 | 1,952 | 0 |
| Transporte público | 216 | 0 | 392 | 0 | 352 | 0 |
| Camiones de carga | 176 | 112 | 260 | 0 | 308 | 0 |
| Total | 1,580 | 892 | 2,660 | 0 | 2,612 | 0 |

Con los volúmenes de la hora de máxima demanda se obtuvo el FHP que es de 0.73 el cual nos indica que las condiciones operativas de la intersección varían sustancialmente, el volumen máximo durante el periodo de una hora es de 7744 vehículos.

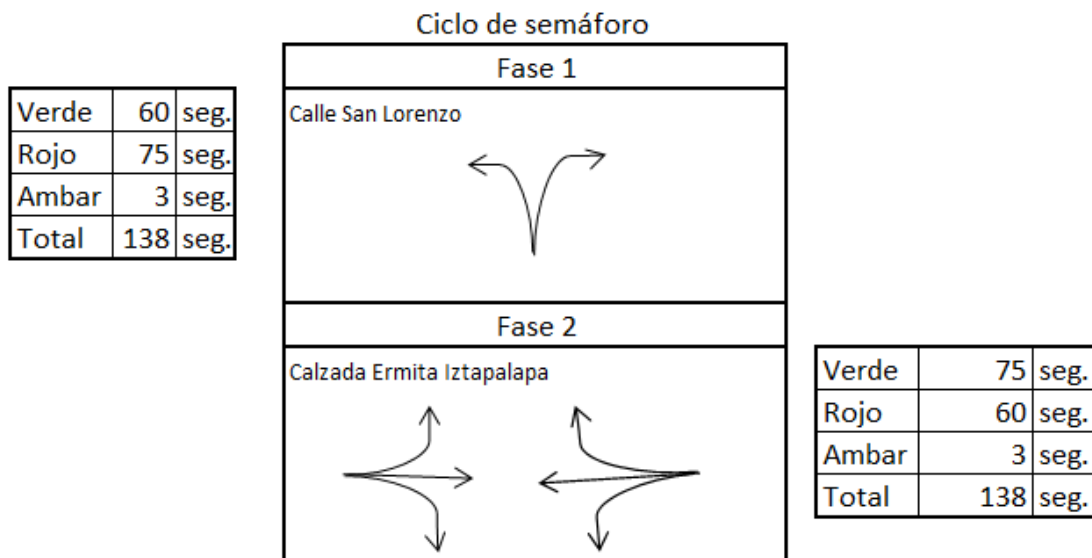
También se contabilizaron los movimientos peatonales, bicicletas y ascensos - descensos del transporte público, de lado a lado, pudiendo observar un gran flujo de personas en el lado 1 y que entran en conflicto con el movimiento A2, (Figura 3.5.)

Tabla 3. 10. Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos - descensos de pasajero en transporte público.

| Movimientos | Lado 1 | Lado 2 | Lado 3 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Peatones | 528 | 292 | 168 |
| Bicicletas | 20 | 0 | 0 |
| Ascenso/Descenso | 80 | 0 | 92 |

Otro punto es el ciclo del semáforo, es de 2 fases, teniendo el mayor verde (Tiempo de siga) el movimiento de la Calzada Ermita Iztapalapa con 75 segundos y en la Calle San Lorenzo de 60 segundos, con un total de ciclo de 138 segundos, más el tiempo de ámbar en las 2 fases, como se muestra en la figura.

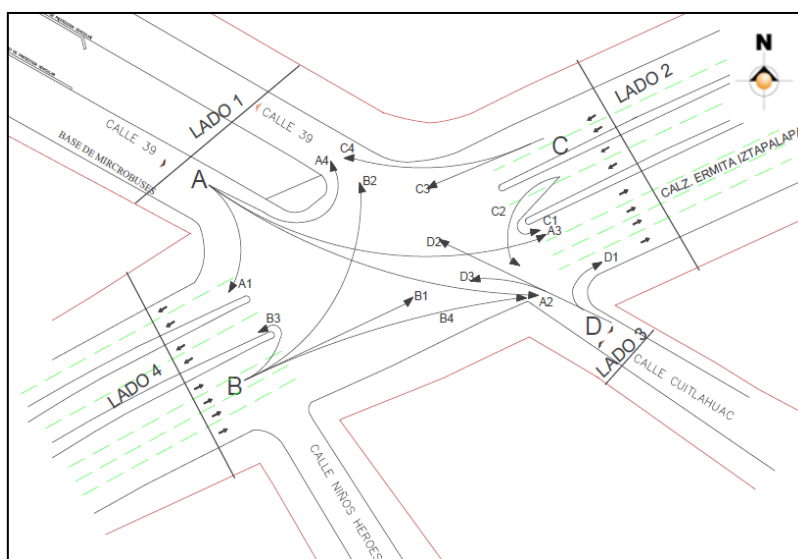
Figura 3. 6. Ciclo de Semáforo



Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle 39

Esta intersección es de 4 carriles en ambos sentidos en la Calzada Ermita y en la Calle 39, mientras que la Calle Cuitláhuac es de solo 1 carril por sentido, esto complica la circulación vehicular ya que si hay volumen vehicular, y los automóviles no alcanzan a ingresar, en el tiempo de verde, (Figura 3.7.).

Figura 3. 7. Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle 39



Fuente: Elaboración Propia

En esta intersección se identificaron 15 movimientos direccionales, algunos de ellos no están permitidos y otros tienen fase permitida. A continuación se indican los volúmenes de la intersección:

Tabla 3. 11. Volúmenes Vehiculares

| Composición Vehicular | A | | | | B | | | | C | | | | D | | |
|-----------------------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | B1 | B2 | B3 | B4 | C1 | C2 | C3 | C4 | D1 | D2 | D3 |
| Automóvil particular | 120 | 340 | 504 | 116 | 1,992 | 276 | 156 | 92 | 76 | 152 | 2,000 | 92 | 272 | 356 | 188 |
| Transporte público | 0 | 60 | 0 | 12 | 276 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 260 | 0 | 0 | 80 | 0 |
| Camiones de carga | 24 | 84 | 116 | 0 | 84 | 48 | 24 | 52 | 0 | 68 | 76 | 88 | 44 | 0 | 52 |
| Total | 144 | 484 | 620 | 128 | 2,352 | 324 | 180 | 144 | 76 | 220 | 2,336 | 180 | 316 | 436 | 240 |

Como podemos observar los volúmenes vehiculares de cada movimiento, no tienen el mismo comportamiento, lo que genera una discrepancia entre estos, pero esto se debe comúnmente a que la vía principal es la que tendrá siempre más volumen, en este caso es la Calzada Ermita Iztapalapa, en sus movimientos B1 y C1, como se puede apreciar en la tabla anterior (Tabla 3.11).

Con base en los volúmenes de hora de máxima demanda se obtuvo el FHP fue de 0,88 con un volumen máximo en la hora de 8,048 vehículos.

Respecto a los movimientos peatonales, bicicletas, ascensos y descensos de pasajeros en transporte público, obtuvimos 4 lados (Figura 3.7.), de los cuales ambos lados tienen una importante afluencia, pero en este caso los peatones no entran en conflicto con ningún movimiento ya que en la intersección se localiza un paso

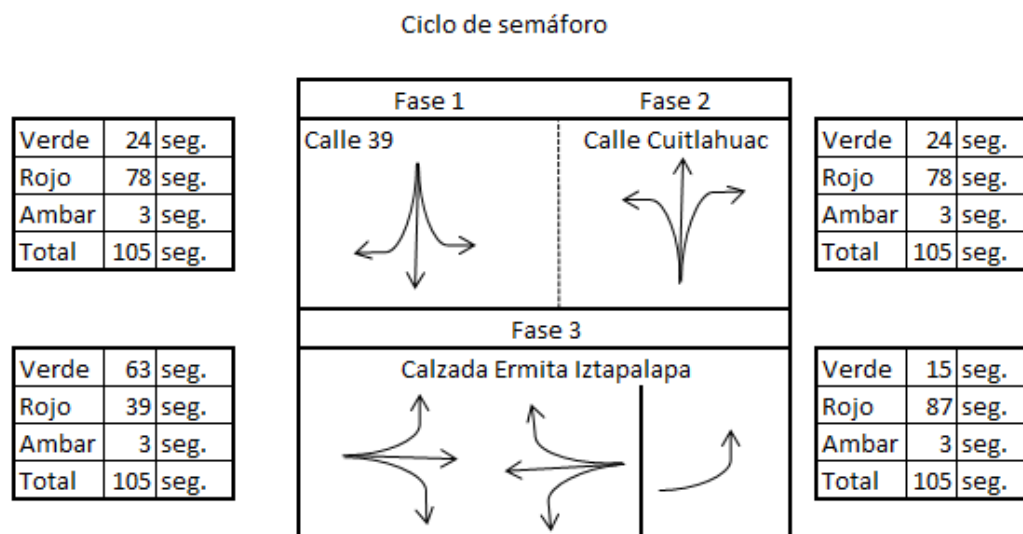
peatonal, solo en el caso de bicicletas entrarían en conflicto con algunos movimiento vehiculares.

Tabla 3. 12. Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos- descensos de pasajero en transporte público.

| Movimientos | Lado 1 | Lado 2 | Lado 3 | Lado 4 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peatones | 272 | 196 | 208 | 432 |
| Bicicletas | 44 | 4 | 16 | 0 |
| ascenso/descenso | 0 | 100 | 48 | 92 |

El porcentaje de la longitud del ciclo asignado a cada una de las diversas fases, es el siguiente para la fase 1 que son los movimientos de la Calle 39, es de 24 segundos, después continua con la segunda fase que son para los vehículos provenientes de la calle Cuitláhuac es de 24 segundos, y de ahí continua con la 3 fase que es para la Calzada Ermita Iztapalapa, esta fase tiene un desfasamiento para giro permitido de vuelta a la derecha, en este caso para los movimientos de frente es de 63 segundos y para el giro permitido a la derecha es de 15 segundos solamente, teniendo un verde de 63 segundos y un ciclo total de semáforo de 105 segundos, contando el tiempo de ambas en las 3 fases, como se aprecia en la Figura 3.8.

Figura 3. 8.Ciclo de Semáforo

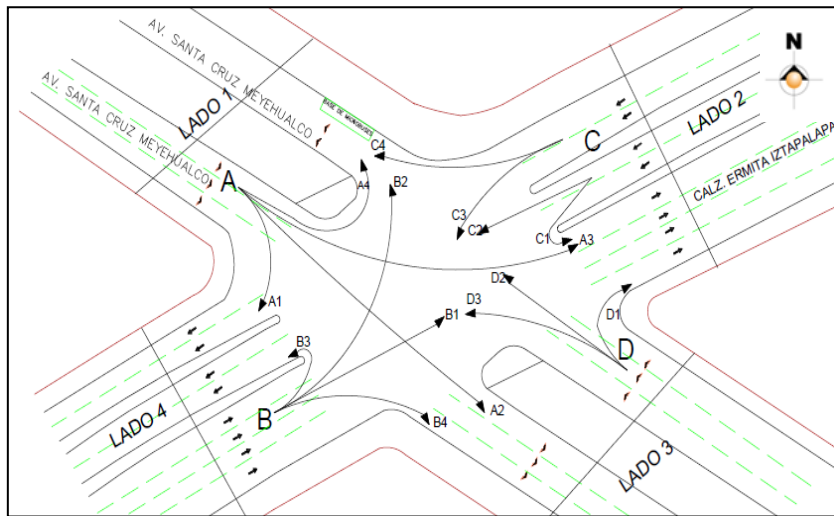


Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle Santa Cruz

Esta interseccion es una de las conflictivas, se realizan todos los movimiento; es de 4 carriles en ambos sentido en la Calzada Ermita y en la Avenida Santa Cruz Meyehualco de 3 carriles en ambos sentidos, además se ubica una base de microbuses lo que conlleva a que se reduzca a solo 2 carriles, esto aun más saturar

la intersección ya que en ocasiones los vehículos no alcanzan a ingresar lo que provocan cola, para los siguientes movimientos, (Figura 3.9).

Figura 3. 9. Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle Santa Cruz



Fuente: Elaboración Propia

Los movimientos identificados fueron 15, de los cuales en cada uno de ellos tienen volúmenes importantes, predominando el uso del automóvil particular, como se puede observar en la tabla siguiente (Tabla 3.13).

Su composición vehicular es compuesta principalmente por el automóvil particular, seguido del transporte público de pasajeros y el transporte de carga, que a pesar de que circula un importante número de unidades de carga su porcentaje es bajo.

Tabla 3. 13. Volúmenes Vehiculares

| Composición vehicular | A | | | | B | | | | C | | | | D | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|----|-----|----|-------|-----|----|-----|-----|-----|
| | A1 | A2 | A3 | A4 | B1 | B2 | B3 | B4 | C1 | C2 | C3 | C4 | D1 | D2 | D3 |
| Automóvil particular | 56 | 364 | 656 | 40 | 1,780 | 172 | 60 | 132 | 68 | 1,808 | 220 | 60 | 184 | 396 | 596 |
| Transporte público | 44 | 0 | 0 | 60 | 320 | 8 | 0 | 0 | 0 | 312 | 0 | 0 | 0 | 0 | 76 |
| Camiones de carga | 8 | 28 | 64 | 12 | 192 | 44 | 0 | 8 | 8 | 144 | 28 | 20 | 0 | 24 | 56 |
| Total | 108 | 392 | 720 | 112 | 2,292 | 224 | 60 | 140 | 76 | 2,264 | 248 | 80 | 184 | 420 | 728 |

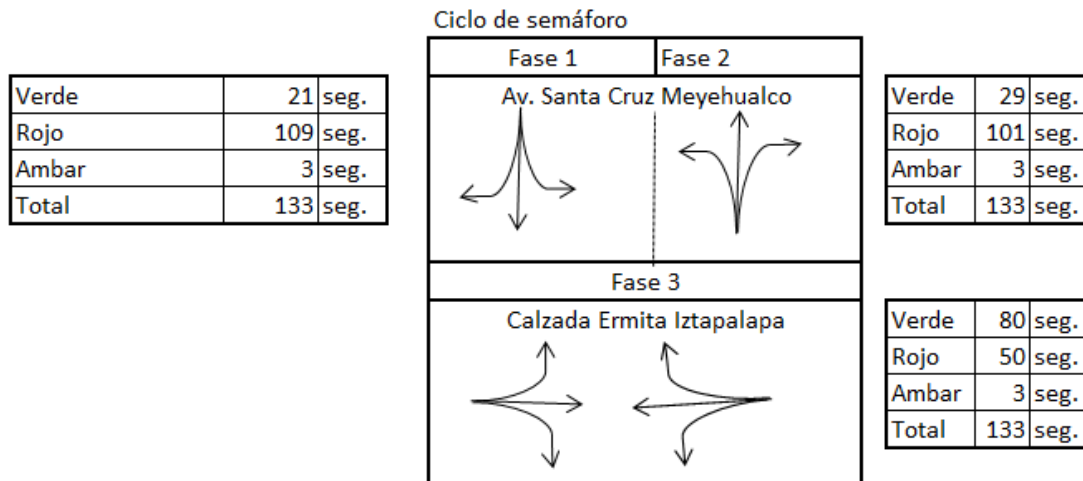
Por otra parte las maniobras peatonales, bicicletas y ascenso - descenso de pasajeros en transporte público tienen un importante flujo, destacando los peatonales, ya que esta intersección hay polos generados y a tractores de viaje, se localiza un DIF y una base de microbuses, por esta razón destacan los movimientos del lado 2 y lado 3, como se puede observar en la Tabla 3.14.

Tabla 3. 14. Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos - descensos de pasajero en transporte público.

| Movimientos | Lado 1 | Lado 2 | Lado 3 | Lado 4 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peatones | 256 | 212 | 92 | 408 |
| Bicicletas | 12 | 8 | 0 | 36 |
| ascenso/descenso | 0 | 36 | 0 | 92 |

Con lo que respecta al ciclo de semáforo se observó 3 fases, dentro de las cuales operan con un total de ciclo de 133 segundos, repartidos los tiempos de cada fase de la siguiente manera: fases 1 son para los movimientos de la Av. Santa Cruz con 29 segundos y la fase 2 es de 21 segundos para los movimientos de sur a norte, la fase 3 son para los movimientos de la Calzada Ermita Iztapalapa con 80 segundos, teniendo un total de ciclo de 133 segundos.

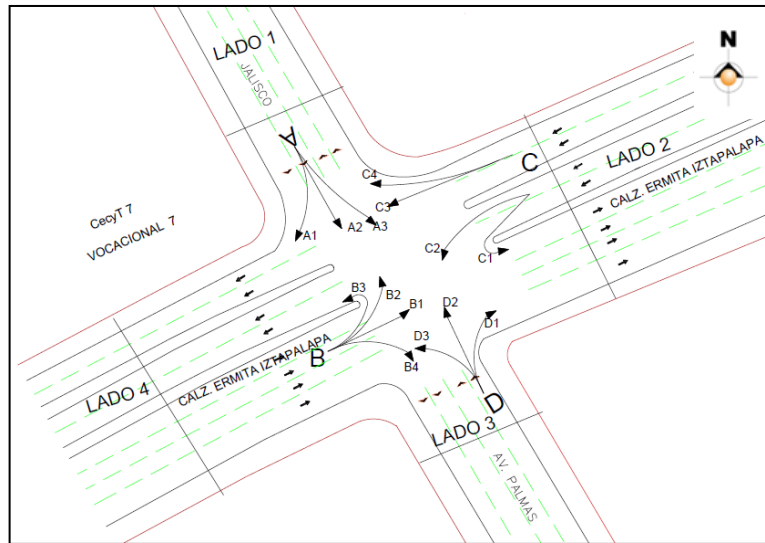
Figura 3. 10. Ciclo de Semáforo



Calzada Ermita Iztapalapa/Calle Jalisco

Esta intersección es de 4 carriles en ambos sentidos en la Calzada Ermita Iztapalapa y en la calle Jalisco/ Av. Palmas, es de 2 carriles por sentido, como se muestra en la Figura 3.11.

Figura 3. 11. Calzada Ermita Iztapalapa/Calle Jalisco



Fuente: Elaboración Propia

Los movimientos identificados fueron 14, teniendo mayor afluencia la Calzada Ermita Iztapalapa en los movimientos de frente en ambos sentidos, (Tabla 3.15).

Tabla 3. 15. Volúmenes Vehiculares

| Composición Vehicular | A | | | B | | | | C | | | | D | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-------|-----|----|-----|----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | B4 | C1 | C2 | C3 | C4 | D1 | D2 | D3 |
| Automóvil Particular | 116 | 268 | 420 | 1,312 | 120 | 40 | 192 | 28 | 156 | 1,468 | 188 | 148 | 188 | 356 |
| Transporte público | 12 | 0 | 0 | 280 | 20 | 0 | 8 | 0 | 0 | 272 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Camiones de carga | 8 | 28 | 64 | 152 | 32 | 0 | 44 | 0 | 16 | 116 | 48 | 28 | 44 | 36 |
| Total | 136 | 296 | 484 | 1,744 | 172 | 40 | 244 | 28 | 172 | 1,856 | 236 | 176 | 232 | 392 |

La capacidad de la vialidad de acuerdo a la hora de máxima demanda es de 6,208 vehículos, con un factor de hora pico de 0.84.

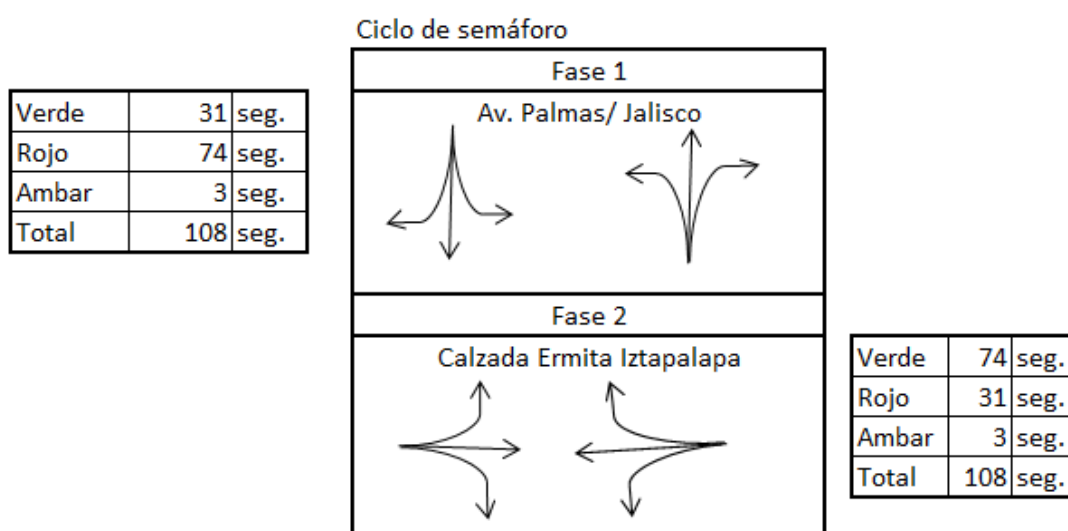
En relación con los volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos y descensos de pasajero en transporte público, tenemos una afluencia importante en lo peatonales destacando los lados pertenecientes a la Calzada Ermita Iztapalapa (Lado 2 y Lado 4), en específico el lado 2 ya que se ubica un centro educativo (Vocacional 7), Tabla 3.16. y Figura 3.11.

Tabla 3. 16. Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos - descensos de pasajero en transporte público.

| Movimientos | Lado 1 | Lado 2 | Lado 3 | Lado 4 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peatones | 216 | 508 | 240 | 460 |
| Bicicletas | 8 | 40 | 32 | 0 |
| Ascenso/Descenso | 20 | 92 | 12 | 112 |

En relación con el ciclo del semáforo es de 2 fases de las cuales la primera fase corresponde a los movimiento de la calle secundaria (Av. Palmas/Jalisco) que es de 31 segundos y la fase 2 corresponde a la avenida principal (Calzada Ermita Iztapalapa) con un tiempo de 74 segundos obteniendo un total del ciclo es de 108 segundos sumándole el tiempo del ámbar en las 2 fase, como se observa en la Figura 3.12.

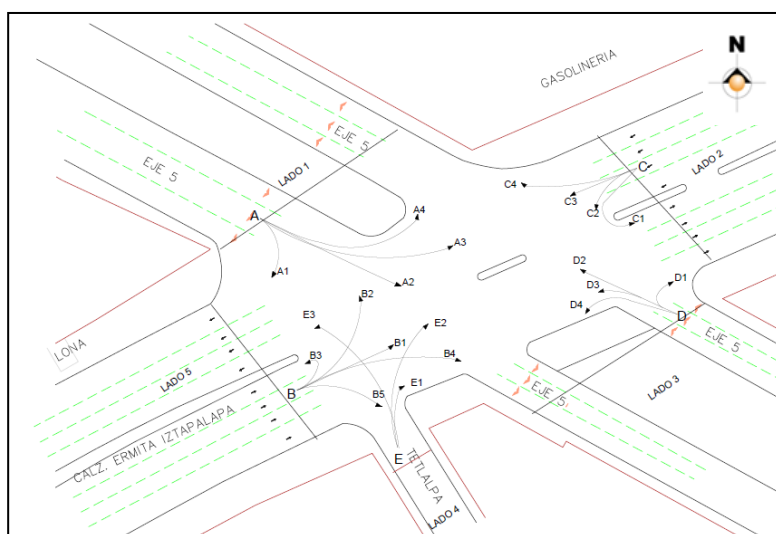
Figura 3. 12. Ciclo de Semáforo



Calzada Ermita Iztapalapa/Eje 5 Sur (Av. De las Torres)

Esta intersección es las más conflictivas tanto para los movimientos vehiculares, como peatonales y bicicletas, ya que se realizan todos los movimientos y además se ubica una calle aledaña a la intersección donde se incorporan sus movimientos haciendo que esta se complique aún más, se identificaron 17 movimientos (Figura 3.13.), destacando los flujos de la Calzada Ermita Iztapalapa, movimientos B1 y C3, con 1,656 y 1,848 vehículos respectivamente, (Tabla 3.17).

Figura 3. 13. Calzada Ermita Iztapalapa/Eje 5 Sur (Av. De las Torres)



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. 17. Volúmenes Vehiculares

| Composición Vehicular | A | | | B | | | | C | | | |
|---------------------------|-----|-----|-------|-------|-----|----|-----|----|-----|-------|-----|
| | A1 | A2 | A3 | B1 | B2 | B3 | B4 | C1 | C2 | C3 | C4 |
| Particular | 344 | 520 | 908 | 1,656 | 212 | 44 | 112 | 56 | 184 | 1,848 | 84 |
| transporte público | 0 | 36 | 84 | 304 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 312 | 44 |
| camiones de carga | 20 | 68 | 184 | 200 | 40 | 0 | 20 | 0 | 20 | 144 | 100 |
| Total | 364 | 624 | 1,176 | 2,160 | 252 | 44 | 132 | 56 | 204 | 2,304 | 228 |

| Composición Vehicular | D | | | E | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|----|----|-----|
| | D1 | D2 | D3 | E1 | E2 | E3 |
| Particular | 196 | 356 | 612 | 60 | 44 | 108 |
| transporte público | 0 | 0 | 68 | 0 | 0 | 0 |
| camiones de carga | 0 | 64 | 76 | 0 | 0 | 20 |
| Total | 196 | 420 | 756 | 60 | 44 | 128 |

El factor de hora pico identificado en el periodo de máxima demanda es de 0.99, lo que nos indica que hay una distribución uniforme, con un volumen máximo 9,148 vehículos.

Los movimientos correspondientes a los aforos peatonales son 5 de lado a lado (Figura 3.13.), los cuales muestra un importe volumen peatonal, teniendo el mayor volumen la vialidad primaria Calzada Ermita Iztapalapa (Lado 2), con 664 peatonales,

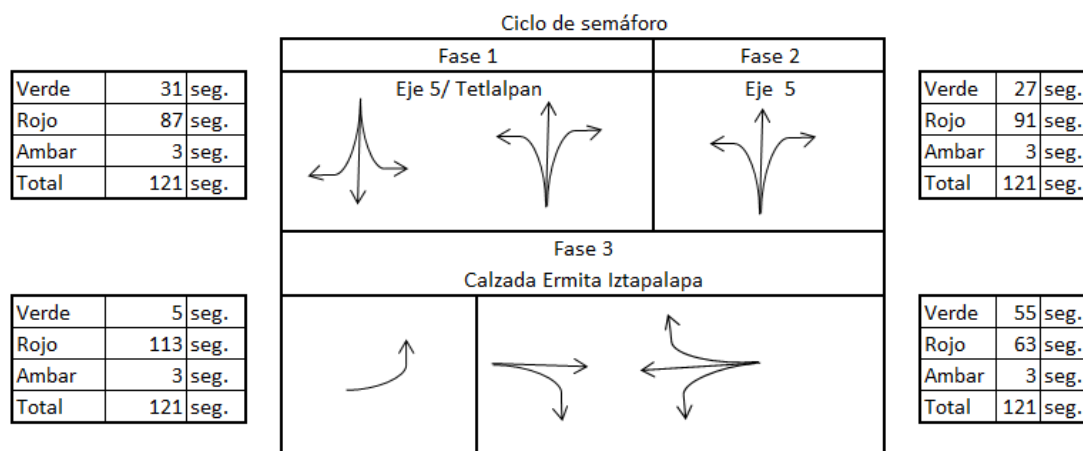
los cuales este movimiento entran en conflicto con algunos movimientos vehiculares, que impiden que el libre tránsito del peatón y deben de esperar el tiempo del semáforo para poder pasar, Tabla 3.18.

Tabla 3. 18. Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos - descensos de pasajero en transporte público.

| Movimientos | Lado 1 | Lado 2 | Lado 3 | Lado 4 | Lado 5 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peatones | 188 | 664 | 248 | 156 | 328 |
| Bicicletas | 0 | 56 | 20 | 0 | 0 |
| Ascenso/Descenso | 52 | 100 | 68 | 0 | 76 |

El ciclo de semáforo de la intersección es de 3 fases, con un desfase, distribuyéndose de la siguiente manera: La fase 1 corresponde a los movimientos del Eje 5 y de la calle Tetlalpan con 31 segundos, la fase 2 es para el eje 5 con 27 segundos y la fase 3 es de 55 segundos con un desfase de 5 segundos para el movimiento la izquierda que se incorporan al eje 5, dado un total de ciclo de 121 segundos, este tiempo de ciclo en algunos movimientos no alcanzan a pasar lo que provoca que se queden a la mitad de la intersección entorpeciendo los demás movimientos (Figura 3.14).

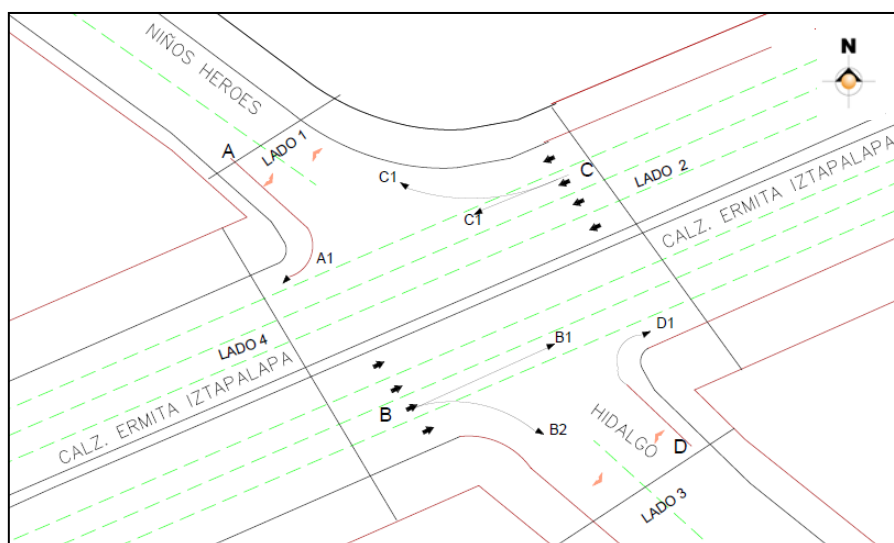
Figura 3. 14. Ciclo de semáforo



Calzada Ermita Iztapalapa / Calle Niños Héroes

En esta intersección de la Calzada Ermita Iztapalapa y la calle Niños Héroes e Hidalgo se encuentra dividida por un camellón central, esta solo tiene 6 movimientos de los cuales los más importantes son los provenientes de la Calzada Ermita Iztapalapa con 2,324 y 2,344 vehículos, predominado el vehículo particular, como se muestra en la Tabla 3.19.

Figura 3. 15. Calzada Ermita Iztapalapa / Calle Niños Héroes



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. 19. Volúmenes Vehiculares

| Composición Vehicular | A | B | | C | | D |
|-----------------------------|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| | A1 | B1 | B2 | C1 | C2 | D1 |
| Automóvil particular | 376 | 1,912 | 148 | 1,960 | 168 | 400 |
| Transporte público | 0 | 260 | 0 | 284 | 0 | 0 |
| Camiones de carga | 20 | 152 | 20 | 100 | 24 | 28 |
| Total | 396 | 2,324 | 168 | 2,344 | 192 | 428 |

El factor de hora pico es de 0.62 y un capacidad máxima de 5,852 vehículos en el periodo de máxima demanda.

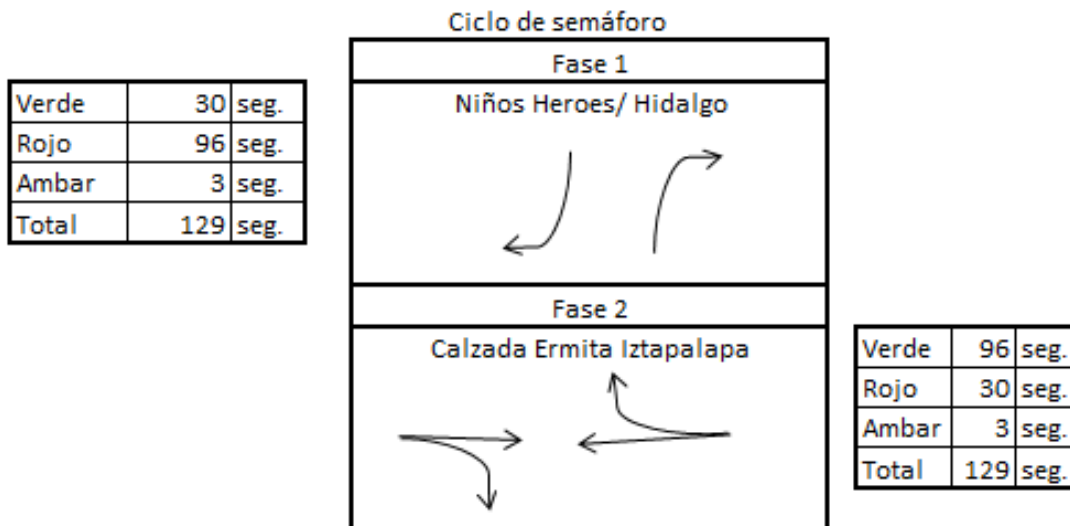
Con respecto a los Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos y descensos de pasajero en transporte público, tenemos que la mayor afluencia es en la avenida principal (Figura 3.15.) en sus lados 2 y 3, al igual que solo en estos se localizaron bicicletas y ascensos - descenso de pasajeros, Tabla 3.20.

Tabla 3. 20. Volúmenes peatonales, Bicicletas y ascensos - descensos de pasajero en transporte público.

| Movimientos | Lado 1 | Lado 2 | Lado 3 | Lado 4 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peatones | 52 | 144 | 36 | 168 |
| Bicicletas | 0 | 20 | 0 | 36 |
| Ascenso/Descenso | 0 | 96 | 0 | 76 |

El ciclo de semáforo es de 129 segundos dividido en 2 fases, la primera fase corresponde a las calles secundarias (Niños Héroes / Hidalgo) con 30 segundos y la segunda fase a la avenida principal (Calzada Ermita Iztapalapa) con 96 segundos, teniendo un total de ciclo de 129 segundos, (Figura 3.16).

Figura 3. 16. Ciclo de Semáforo.



Con estos datos obtenidos en campo es posible calcular el nivel de servicio de cada una de las intersecciones, y para poder obtenerlos se hará uso de un programa especializado del transporte, que es de Synchro, este programa realizará el análisis de capacidad de las intersecciones, que correspondió a la hora de máxima demanda matutina (8 am a 9 am). Los resultados principales del análisis de capacidad son la determinación del nivel de servicio y de la demora promedio de parada, por acceso y por intersección.

El resultado básico de un análisis de capacidad, referido a una intersección, es el nivel de servicio (NS). En una intersección semaforizada, las medidas de NS corresponden a la capacidad de la intersección de alojar el tránsito de paso y el que da vuelta por medio de la intersección. El nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas se define en función de la demora. La demora es una medida de la incomodidad y frustración del conductor, así como del consumo de combustible y de los tiempos perdidos en el recorrido. Específicamente, los criterios del nivel de servicio se expresan en función de la demora promedio de parada por vehículo durante el período de análisis de 15 minutos. Los criterios son los siguientes:

Tabla 3. 21. Niveles de servicio en intersección con semáforo.

| Nivel de Servicio | Demora por control (segundos/ vehículos) |
|-------------------|---|
| A | ≤ 10 |
| B | >10-20 |
| C | >20-35 |
| D | >35-55 |
| E | >55-80 |
| F | >80 |

Fuente: TRB. Highway Capacity Manual.HCM 2000

1. Nivel de servicio A.

Operación con demoras muy bajas, menores a 10 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos llegan durante la fase de verde y no se detienen del todo. Longitudes menores de ciclo corto pueden contribuir a demoras mínimas.

2. Nivel de servicio B

Operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículo. Algunos vehículos comienzan a detenerse.

3. Nivel de servicio C

Operación con demoras entre 20 y 35 segundos por vehículo. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse.

4. Nivel de servicio D

Operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones v/c altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos malogrados.

5. Nivel de servicio E

Operación con demoras entre 55 y 80 segundos por vehículo. Se considera como el límite aceptable de demora. Las demoras son causadas por progresiones pobres, ciclos muy largos y relaciones v/c muy altas.

6. Nivel de servicio F

Operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestión y operación saturada.

Al utilizar estos criterios y los resultados arrojados por Synchro, del análisis de capacidad, nivel de servicio y demora de parada, representativos de cada una de las intersecciones para la situación actual, se indican a continuación:

Podemos observar respecto a la relación volumen capacidad (V/C) que hay un exceso de demanda sobre la capacidad el cual la intersección funciona más del 100 por ciento de su capacidad, por esta razón tenemos demoras y la demora identificada para toda la intersección es de 10 minutos, con un nivel de servicio F, (Tabla 3.22.).

Tabla 3. 22.Nivel de Servicio de la Intersección

| Calzada Ermita | | | |
|--|-----------|-------------------------|------------------------|
| Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| Oriente- Poniente | F | 460 | 8 |
| Poniente Oriente | F | 420 | 7 |
| San Lorenzo | | | |
| | F | 409 | 7 |
| Nivel de servicio en toda la intersección | | | F |
| Volumen capacidad (v/c) | | | 4.75 |
| Demora | | | 580 seg. o 10 min. |
| Factor de Utilización (ICU) | | | 135% |

Fuente: Elaboración Propia

El nivel de servicio que nos arrojó fue F para la vialidad principal y secundarias, al igual que para toda la intersección esto implica que un gran porcentaje de vehículos durante la fase de verde se detienen y no alcanzan a pasar, lo que provoca demoras de 28 minutos, y una relación volumen/capacidad de 5.74, y con un factor de utilización de 182 por ciento, es decir la intersección funciona más del 100 por ciento de su capacidad. (Tabla 3.23.).

Tabla 3. 23. Nivel de Servicio de la Intersección

| Calzada Ermita | | | |
|--|-----------|-------------------------|------------------------|
| Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| Oriente- Poniente | F | 2145 | 36 |
| Poniente Oriente | F | 1971 | 33 |
| Calle 39/ Calle Cuitláhuac | | | |
| Norte – Sur | F | 759 | 13 |
| Sur – Norte | F | 479 | 8 |
| Nivel de servicio en toda la intersección | | | F |
| Volumen capacidad (v/c) | | | 5.74 |
| Demora | | | 1661 seg. o 28 min. |
| Factor de Utilización (ICU) | | | 182% |

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de demora de esta intersección es de 7 minutos con un nivel de servicio F, lo que conlleva a las longitudes de ciclo corto no ingresan y comienzan a detenerse haciendo notable los ciclo malogrados, la relación volumen / capacidad es de 3.21, lo que nos indica un exceso de demanda sobre la capacidad, del 188 por ciento. Tabla 3.24.

Tabla 3. 24. Nivel de Servicio de la Intersección

| Calzada Ermita | | | |
|--|-----------|-------------------------|------------------------|
| Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| Oriente- Poniente | F | 190 | 3 |
| Poniente Oriente | F | 218 | 4 |
| Av. Santa Cruz Meyehualco | | | |
| Norte – Sur | F | 727 | 12 |
| Sur – Norte | F | 1019 | 17 |
| Nivel de servicio en toda la intersección | | | F |
| Volumen capacidad (v/c) | | | 3,21 |
| Demora | | | 430 seg. O 7 min. |
| Factor de utilización (ICU) | | | 188% |

Fuente: Elaboración Propia

El nivel de servicio en toda la intersección es F, con una demora de 5 minutos y una relación volumen capacidad de 2.52, lo que implica una sobre demanda de la infraestructura, podemos observar en la Tabla 3.25., que los movimientos de la calle secundaria son los que tienen más demoras, de la Calzada Ermita Iztapalapa es de aproximadamente 1 minuto por acceso.

Tabla 3. 25. Nivel de Servicio de la Intersección

| Calzada Ermita | | | |
|--|-----------|-------------------------|------------------------|
| Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| Oriente- Poniente | F | 80,4 | 1.3 |
| Poniente Oriente | F | 73,6 | 1.28 |
| Calle Jalisco/ Av. Palmas | | | |
| Norte - Sur | F | 710 | 12 |
| Sur - Norte | F | 643 | 11 |
| Nivel de servicio en toda la intersección | | | F |
| Volumen capacidad (v/c) | | | 2,52 |
| Demora | | | 245 seg. O 5 min. |
| Factor de utilización (ICU) | | | 146 % |

Fuente: Elaboración Propia

El resultado de esta intersección dio nivel de servicio B para la Calzada Ermita Iztapalapa, lo que implica que opera con demoras mínimas, solo algunos vehículos alcanzan a detenerse, pero con respecto a la calle secundaria nos indica un nivel de servicio F, con demoras de 21 y 30 minutos, lo cual nos arrojó que en toda la intersección el nivel de servicio es F, y esto se debe al tiempo de ciclo, ya que las calles secundaria tienen un verde mínimo lo cual un porcentaje importante se detiene y no alcanza a salir, el factor de utilización de toda la intersección es de 70 por ciento, es implica que funciona a ese porcentaje con respecto a su capacidad. Tabla 3.26.

Tabla 3. 26. Nivel de Servicio de la Intersección

| Calzada Ermita | | | |
|--|-----------|-------------------------|------------------------|
| Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| Oriente- Poniente | B | 18,1 | |
| Poniente Oriente | B | 16 | |
| Niños Héroes /Hidalgo | | | |
| Norte – Sur | F | 1241 | 21 |
| Sur – Norte | F | 1776 | 30 |
| Nivel de servicio en toda la intersección | | | F |
| Volumen capacidad (v/c) | | | 4,28 |
| Demora | | | 223 seg. O 3.7 min. |
| Factor de utilización (ICU) | | | 70 % |

Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 4. Análisis Técnico de Escenarios

El problema del transporte urbano se ha convertido en uno de los principales retos a resolver, en la delegación Iztapalapa, especialmente en la zona que se ubica en la periferia de la delegación. El crecimiento de la población y de la mancha urbana, asociado a una acelerada motorización, con un uso excesivo de automóviles particulares, especialmente en horas pico, combinado con un transporte público ineficiente, de mala calidad, desarticulado, desorganizado y mezclado el flujo vial, está generando un problema de movilidad urbana insostenible.

Por esta razón, es necesario implementar soluciones, en beneficio de sus habitantes, integrando la dinámica de los patrones de viaje. A continuación, se dan algunas soluciones que pueden ayudar a mejorar la movilidad en la zona de estudio y para ello se incluye un análisis de sus beneficios y del nivel de mejoramiento de la calidad del servicio que prestan actualmente, disminuyendo el tiempo de viaje. Este análisis se logra a partir de la presentación de escenarios, incluyendo uno base (diagnóstico) y tres más con diferentes condiciones operativas.

La problemática general del transporte público en la delegación Iztapalapa y en específico, en la zona de estudio identificada en los estudios de campo y recorridos realizados son los siguientes:

1. La configuración físico-funcional no se ha adecuado a la dinámica de movilidad de la población, ocurridas a lo largo del tiempo, con el crecimiento de los servicios y el comercio fuera del centro y sobre todo con el crecimiento de grandes áreas industriales en la periferia de la ciudad.
2. Deficiencias en la operación del transporte. Lo anterior genera sobre posición de rutas y diseños sinuosos, además, es notoria la ausencia de un plan operativo de las rutas, acorde a las necesidades de la demanda, bajas velocidades, que afectan directamente en el incremento de los tiempos de recorrido de los usuarios y en los costos de operación de los autobuses, lo cual de manera conjunta genera reducción en la capacidad vial, lo que ocasiona congestión en algunos puntos geográficos claves dentro de la trama urbana.
3. Las deficiencias en el servicio de transporte público han incentivado el uso del automóvil como principal medio de transporte en la ciudad, aunando a la facilidad para adquirir vehículos legales e importados ilegalmente a bajo costo, sin el pago de los impuestos correspondientes.

Los puntos anteriores se convierten en un ciclo permanente: usuarios cautivos de transporte público buscan adquirir un automóvil (crédito o ahorro) y dejar de utilizarlo; la demanda en el sistema se reduce y por lo tanto el plan operativo de las rutas se

deteriora buscando tener mayor demanda, por lo tanto aumenta la ineficiencia del sistema vial de la zona.

A partir de este diagnóstico se generaron escenarios que permitan mejorar la movilidad en la zona:

4.1 Escenario Base. Condiciones operativas, situación actual

En la zona de estudio corren 17 rutas que comunican la delegación Iztapalapa con el poniente y oriente de la ciudad y con el Estado de México. Estas rutas se concentran en las vialidades principales que constituyen la Avenida Ermita Iztapalapa y la Calzada Ignacio Zaragoza. También existen varias rutas de microbuses y colectivos, algunas de las cuales se internan parcialmente en las diferentes colonias, predominando el uso del transporte concesionado que es el más ineficiente de todos los modos de transporte público existente en la zona (tienen una capacidad máxima de 40 contra 90 del RTP y del GMT), el hecho es que la sobre-oferta de plazas en la hora de máxima demanda se concentra en este tipo de transporte, incidiendo en una congestión vial todavía mayor.

Aunque estas rutas presentan sobre-oferta de plazas, existen zonas más lejanas de la Calzada Ermita Iztapalapa, en las que la población debe caminar tramos relativamente largos para abordar el transporte colectivo. Existe una actividad incipiente de bici-taxis, que dan servicio entre las colonias y los centros de servicios, solucionando de manera parcial la carencia de transporte público en algunas de las zonas, aunque aún no está normado el funcionamiento de este servicio.

Una característica importante de las rutas en la zona de estudio son los recorridos radiales de circuito cerrado; no hay terminales extremas en las rutas, donde el conductor pueda descansar y organizar la flota vehicular; los vehículos van y vuelven sin importar en el recorrido inverso existe la demanda que justifica su recorrido, lo que lleva a los conductores a realizar paradas prolongadas en espera de pasajeros, disminuyendo la capacidad de las vías y la velocidad de los demás modos. Además, existe una desarticulación entre la red vial y los sistemas de transporte, principalmente con el transporte de alta capacidad (Metro), utilizando de manera poco ventajosa las vialidades, que también son saturadas por los autos privados.

En la infraestructura existente se observa la falta de banquetas o bien el tamaño es reducido para la demanda peatonal, especialmente en algunos puntos donde se localizan paradas, así como también la falta de los cobertizos y señalamientos que indiquen la presencia de una parada, que faciliten las condiciones de espera y el abordaje de pasajeros en los autobuses. Así mismo, equipamiento urbano complementario, como ubicación de cruces peatonales en puntos seguros con señalización y demarcación, semáforos peatonales, basureros en las paradas, entre otros.

El paisaje y la imagen urbana de Iztapalapa especialmente en las principales avenidas, está diseñada para el transporte privado e individual, o sea, para dar prioridad a la circulación de los automóviles, misma que se ve reflejado en el tamaño del parque vehicular de la zona, que asciende a un total de 387,176¹³ vehículos, de los cuales, 92 por ciento son automóviles particulares (incluyendo taxis).

Las principales causas de este vertiginoso crecimiento en la demarcación son las siguientes:

- (i) Un deficiente sistema de transporte público el cual no genera condiciones para incentivar un ritmo de crecimiento mayor al registro por los vehículos motorizados privados.
- (ii) Una errónea política pública en materia de infraestructura vial, la cual se basa en alcanzar la demanda a través de mayor oferta de pasos a desniveles sin que para ello se propicie una mayor infraestructura de transporte masivo.
- (iv) La desordenada planeación urbana, así como la falta de coordinación en el desarrollo de vivienda e infraestructura de los municipios colindantes del Estado de México.

En la actualidad, no existe una alternativa de transporte público eficiente para realizar viajes entre distintos puntos de la zona, tal y como se mencionó en el capítulo tres, la tendencia inercial del modelo de transporte colectivo en la zona de estudio ha generado una problemática de ineficiencia operativa lo cual repercute en altos costos generalizados de viaje, que tiene una serie de repercusiones directas en la calidad del servicio brindado a los usuarios: congestión, mermas en los ingresos del sistema, aumento en las emisiones contaminantes, aumento del costo operativo por kilómetro.

Como se observa, las condiciones operativas actuales, el nivel de servicio en las intersecciones es de D y F, siendo en general un nivel de servicio F para la Calzada Ermita Iztapalapa lo que conlleva a que la circulación sea forzada congestionándola con demandas vehiculares que exceden la capacidad de la vialidad, creando colas, esto genera, conflicto en la zona de estudio, impactando así la calidad del servicio prestado a los usuarios, por lo que a continuación se describen una serie de medidas que buscan mejorar la movilidad y el tránsito de los pasajeros en la zona oriente. Estos proyectos, buscan reordenar el transporte público y, además, responden a una problemática de movilidad en donde es insuficiente el mejoramiento de las vialidades como mecanismo para reducir la congestión vial.

A priori, y con objeto de dar una solución a la problemática de movilidad en la delegación Iztapalapa, las posibles opciones a evaluar son las siguientes:

¹³ INEGI, 2009.

4.2 Escenario Uno. Análisis de condiciones operativas con solución vial

La visión de este análisis es convertir el transporte urbano de pasajeros en un sistema eficiente, ordenado, moderno y seguro, que contribuya a mejorar la movilidad en la delegación; así como las condiciones del medio ambiente y la calidad de vida de la población.

La Misión es ofrecer a la ciudadanía un servicio de calidad y eficiencia, que le permita desplazarse rápida y cómodamente, con una renovación de la imagen urbana.

Las diversas soluciones viales que se plantean, tienen los siguientes objetivos:

- Conformar empresas transportistas integradas
- Modificar las condiciones de movilidad
- Desalentar el uso del transporte privado, disminuir los niveles de contaminación producto de los constantes congestionamientos viales
- Mejorar sustancialmente la calidad del servicio
- Cambiar el modelo actual de Hombre – Camión, por el de empresas sólidas que permitan elevar la calidad del servicio, favoreciendo el aumento de la rentabilidad de los prestadores del mismo y reposicionar el transporte público

Las medidas de optimización para la problemática actual corresponden a soluciones de bajo costo y de acción inmediata, que ayudan en alguna medida a mitigar los problemas actuales, con el fin de mejorar el servicio de transporte público de pasajeros para que sea: eficiente, moderno y de mejor calidad.

Básicamente las medidas de optimización son las siguientes, Tabla 4.1.:

Tabla 4. 1. Soluciones Planteadas.

| Solución | Situación actual | Situación optimizada | Mitigación |
|--|---|---|---|
| Reordenamiento de paradas y limitar el funcionamiento de las unidades al carril de extrema derecha | No son respetadas Se cuenta con paradas informales | Se incluirán paradas donde actualmente no existen y son requeridas. Al tener un sistema de transporte ordenado se aumenta la capacidad de la vía. | Puede favorecer el funcionamiento vial, siempre y cuando los operadores la acaten y exista vigilancia que sancione el no cumplimiento. |
| Optimización de los ciclos de semáforos | Nivel de servicio D y F, asociada a las demoras en las intersecciones | Nivel de servicio D y F | Esta medida no favorece la operación de manera radical en las intersecciones, ya que el nivel de servicio se mantiene. |
| Reglamento de tránsito | Actualmente los conductores no respetan elementos básicos del instrumento jurídico: circular con puertas cerradas, exceden la velocidad límite, saturan los vehículos, entre otras. | Se regula la aplicación del reglamento con vigilancia en el corredor constante. | Al no existir compromiso por parte de los conductores, es necesario contar con autoridades que hagan cumplir con el reglamento. La medida mejoraría la percepción del usuario del servicio. |
| Frecuencia de los vehículos de transporte público | Actualmente no hay programación del servicio en ningún medio de transporte que funcione en el corredor. | La generación de programas de servicio favorecerá la satisfacción de la demanda, además de tener el número conveniente de unidades en la vía, y usar la flota vehicular existente de manera óptima. | Reducción de consumo de combustible, optimización de flota vehicular, mejoramiento de la imagen del servicio. |

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se analiza cada propuesta:

Optimización del ciclo de semáforo, esta solución genera los siguientes resultados para las intersecciones del corredor en estudio, cabe mencionar que se utilizó el programa Synchro, versión 6.0 para el análisis:

Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle San Lorenzo

Tabla 4. 2. Optimización del semáforo

| Situación | Tiempo de ciclo | NS | v/C | Demora segundos | Demora minutos |
|------------|-----------------|----|------|-----------------|----------------|
| Actual | 138 | F | 4,75 | 580 | 9,7 |
| Optimizado | 110 | F | 3,87 | 593 | 9,9 |

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la Tabla 4.2., al optimizar el nivel de servicio en la intersección no cambia, al contrario aumenta la demora, y se reduce la relación volumen capacidad, pero esta solución no es viable del todo y el nivel de servicio sigue siendo F.

Calzada Ermita Iztapalapa/Calle 39

Tabla 4. 3. Optimización del semáforo

| Situación | Tiempo de ciclo | NS | v/C | Demora segundos | Demora minutos |
|------------|-----------------|----|------|-----------------|----------------|
| Actual | 105 | F | 5,74 | 1661 | 27,7 |
| Optimizado | 140 | F | 2,92 | 837 | 14,0 |

Fuente: Elaboración Propia

En este caso al optimizar el tiempo de semáforo aumento, reduciendo la relación volumen/ capacidad, y reduciendo la demora, pero conserva el mismo nivel de servicio que es F, Tabla 4.3.

Calzada Ermita Iztapalapa/ Calle Santa Cruz

Tabla 4. 4. Optimización del semáforo

| Situación | Tiempo de ciclo | NS | v/C | Demora seg. | Demora minutos |
|------------|-----------------|----|------|-------------|----------------|
| Actual | 132 | F | 3,21 | 429 | 7,2 |
| Optimizado | 150 | F | 2,1 | 477,9 | 8,0 |

Fuente: Elaboración Propia

En esta intersección la optimización de semáforo, no es la más viable porque aumenta el tiempo de ciclo de igual manera aumenta la demora, pero reduce la relación volumen/capacidad, pero esto no cambia el nivel de servicio, ya que sigue con un nivel F, Tabla 4.4.

Calzada Ermita Iztapalapa/Calle Jalisco

Tabla 4. 5.Optimización del semáforo

| Situación | Tiempo de ciclo | NS | v/C | Demora seg. | Demora minutos |
|------------|-----------------|----|------|-------------|----------------|
| Actual | 105 | F | 2,52 | 245,2 | 4,1 |
| Optimizado | 65 | F | 1,72 | 296,2 | 4,9 |

Fuente: Elaboración Propia

En este caso al optimizar el tiempo de semáforo se reduce pero aumenta la demora, y la relación volumen capacidad se reduce, pero ni aun así el nivel de servicio aumenta y sigue conservando el mismo nivel que es F, Tabla 4.5.

Calzada Ermita Iztapalapa / Calle Niños Héroes

Tabla 4. 6. Optimización del semáforo

| Situación | Tiempo de ciclo | Calzada Ermita | | | |
|------------|-----------------|------------------------------|----|------------------|-----------------|
| Opera | 126 | Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| | | Oriente-Poniente | B | 18,1 | 0 |
| | | Poniente Oriente | B | 16,2 | 0 |
| | | Niños Héroes /Hidalgo | | | |
| | | Norte – Sur | F | 1241 | 21 |
| | | Sur – Norte | F | 1776 | 30 |
| Situación | Tiempo de ciclo | Calzada Ermita | | | |
| optimizado | 140 | Orientación | NS | Demoras segundos | Demoras minutos |
| | | Oriente-Poniente | D | 41 | 1 |
| | | Poniente Oriente | B | 52 | 1 |
| | | Niños Héroes /Hidalgo | | | |
| | | Norte – Sur | F | 790 | 13 |
| | | Sur – Norte | F | 804 | 13 |

Fuente: Elaboración Propia

En este caso en particular podemos observar que la Calzada Ermita Iztapalapa, posee un nivel de servicio B, lo que implica que opera en flujo libre, en la Calle secundaria donde interseca posee un nivel de servicio F, esto es en situación actual, al optimizar el tiempo de ciclo el nivel de servicio baja, teniendo la Calzada ermita Iztapalapa un nivel de servicio D y calle secundaria conserva el mismo nivel F, por esta razón no podemos optimizar el tiempo de ciclo además de que lo aumenta, como se observa en la Tabla 4.6.

Como resultado de la implementación de las medidas antes mencionadas, las acciones identificadas no solucionan la problemática de la movilidad en la zona de

estudio, ni generan ahorros significativos para la población. Asimismo, las medidas de optimización representan un incremento marginal en la velocidad del 1% es decir a alcanzar velocidades de 16 Km/h, por esta razón esta opción se considerará además de otras alternativas a la par, como es, el reordenamiento de paradas, que traerá consigo beneficios directos tanto a los usuarios, como el prestador del servicio, como a la comunidad.

El **Reordenamiento de paradas** tendrá las siguientes ventajas:

Usuario

- Mayor velocidad de viaje
- Ahorros de tiempo
- Mayor comodidad (Menor número de aceleraciones y desaceleraciones)

Prestatario

- Menor número de vehículos para una operación dada
- Menor consumo de energía
- Menor desgaste del vehículo
- Menor infraestructura (cobertizos, señales)
- Mejora potencial de las demás paradas

Comunidad

- Menor espacio ocupado por las paradas
- Facilidad de hacer respetar las señales restrictivas
- Menor interferencia con el tránsito
- Menor contaminación y ruidos

La ubicación y características de la parada, debe enfatizar la seguridad del usuario. Por ello, es recomendable que las paradas estén localizadas donde el usuario este protegido del movimiento de los vehículos y tengan espacio suficiente para circular sin que provoque interferencias a los flujos peatonales.

La identificación de las paradas es de acuerdo al flujo de personas y a las necesidades de los usuarios, la ubicación recomendable es una distancia de 400 a 500 metros, aproximadamente, para este caso se reordenaría principalmente para el servicio concesionado que no tienen paradas pre-establecidas, en este caso se puede observar en la Tabla 4.7., el número de paradas que se calcula debería tener cada ruta, considerando las recomendaciones de SEDESOL¹⁴ (1994), donde se indica que las paradas deben ubicarse por lo menos a cada 500 m, que se considera como una

¹⁴ Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas. Tomo V. Operación del Transporte Público.

distancia fácil de caminar por cualquier peatón; también se indica a cada 400 m, como una opción adicional.

Tabla 4. 7. Número de paradas

| Ruta | Recorrido | Operador | Longitud Promedio (Km) | Número de paradas cada 400m | Número de paradas cada 500m |
|-------------------|--|--------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Ruta 52 | Metro Santa Martha-Metro Zapata | GMT | 20.03 | 50 | 40 |
| Ruta 57-B | Metro Santa Martha-Metro C.U. | GMT | 26.05 | 65 | 52 |
| Ruta 112 | Santa Catarina-Metro zapata | GMT | 25.68 | 64 | 51 |
| Ruta 1-D | Metro Santa Martha-Metro Mixcoac | RTP ORDINARIO | 22.23 | 56 | 44 |
| Ruta 52-C | Metro Santa Martha-Metro Zapata | RTP ORDINARIO | 20.03 | 50 | 40 |
| Ruta 159 | Palmitas-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 6.07 | 15 | 12 |
| Ruta 161 | Ampliación Santiago-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 6.72 | 17 | 13 |
| Ruta 161-C | Palmas-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 6.5 | 16 | 13 |
| Ruta 161-F | Barranca de Guadalupe-Metro Constitución | RTP ORDINARIO | 6.47 | 16 | 13 |
| Ruta 14 | Metro Uam- Metro Santa Martha | Concesión microbús | 10 | 25 | 20 |
| Ruta 14 | Metro Constitución-Metro Santa Martha | Concesión microbús | 8 | 20 | 16 |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Santa Martha | Concesión microbús | 18.47 | 46 | 37 |
| Ruta 14 | Metro Portales- Metro Acatitla | Concesión microbús | 18.27 | 46 | 37 |

Fuente: Elaboración Propia

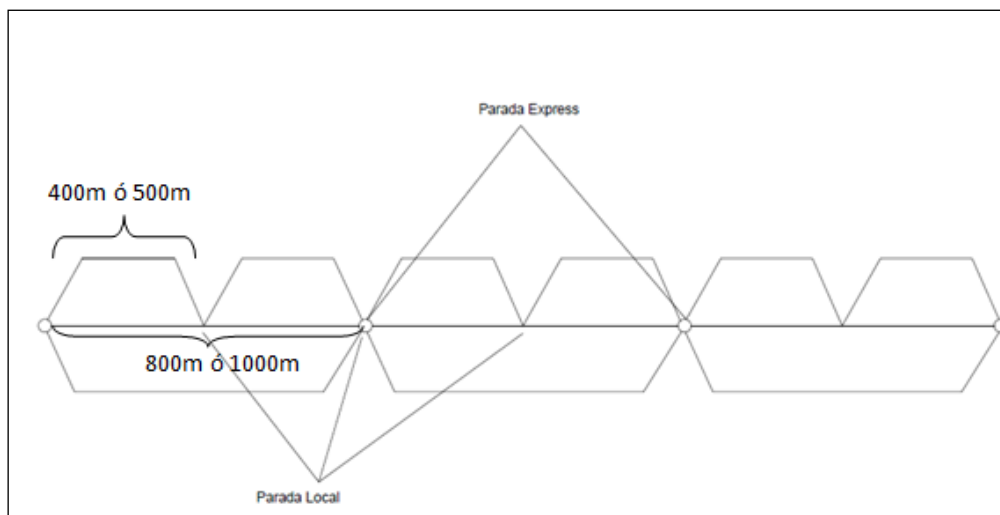
Conforme a lo anteriormente expresado, se reduciría el tiempo de viaje alcanzando velocidades de operación a 20Km/h, si se tuvieran paradas pre-establecidas, las cuales estarían ubicadas principalmente en los puntos de mayor flujo (polos generadores y a tractores de viaje).

Otro punto que ayudaría a la operación del servicio en el transporte público de pasajeros es el esquema de ubicación de paradas, el cual se podría proponer bajo dos esquemas de trabajo los cuales serían los siguientes:

Operación express: Bajo este esquema, la unidad se detiene en unas cuantas paradas designadas, teniendo aproximadamente 800 m entre paradas.

El otro régimen sería operación zonal, esto quiere decir que la unidad se detiene en todas las paradas dentro de su zona de influencia, ver Figura 4.1.

Figura 4. 1. Esquema de paradas



Fuente: Elaboración Propia

Con esto se alternarían las paradas de tal manera que los usuarios tengan diferentes opciones de acuerdo a sus destinos, y así se logran ahorros significativos en los tiempos de recorrido.

Otro punto es la reducción del parque vehicular, para lo cual se propone el retiro definitivo de taxis colectivo que tienen base en la estación de Metro Constitución.

Adicionalmente, conviene la redistribución de unidades de acuerdo a la demanda, es decir, en algunas rutas hay sobre oferta del servicio y en otras hay pocas unidades y estas no llegan a cubrir toda la demanda, por esta razón se haría una redistribución, y la frecuencia de paso sería acorde a la demanda y al horario, hora pico y hora valle.

De igual manera se considera el mantenimiento preventivo y mejoramiento de la carpeta de rodadura de la calzada, para tener un óptimo flujo vehicular, como parte de la solución del problema. En este sentido un ejemplo sería el caso de la renovación del parque vehicular del RTP, que no alcanzaría el objetivo propuesto, de otorgar un mejor servicio, si no se mantiene en buenas condiciones la red vial, ya que esto provocaría un constante deterioro en las unidades nuevas.

Pero estas soluciones de operación, se harían con ayuda de las autoridades correspondientes para verificar que se esté llevando a cabo, ya que

desafortunadamente no existe cultura vial, favoreciendo que los conductores y peatones no respeten el reglamento de tránsito.

Se requiere de acciones y políticas integrales que solucionen de manera integral la problemática de movilidad de la delegación con una visión de largo plazo y de sustentabilidad.

Es preciso que el sistema de transporte actual se transforme para brindar un servicio de calidad al usuario, incentivando a la población a utilizar el transporte público

Otro elemento importante que tal vez de manera significativa no afecta la operación de los sistemas de transporte, pero que está relacionada con el aumento de la calidad de vida de los habitantes de la delegación Iztapalapa, es la imagen urbana, en la que se observan zonas poco transitables por la falta de luminarias o porque no cuentan con banquetas o éstas tienen obstáculos, como es el caso del paradero de Metro Santa Martha, donde existe una deficiencia de espacio para poder transitar libremente además que se localizan puestos ambulantes y el tamaño de las banquetas es de aproximadamente 60 metros y en algunos puntos es mucho menor, ver Figura 4.2.

Por esto se debe prever un porcentaje para reconstrucción y mejoramiento de las banquetas existentes y se considera la instalación de mobiliario urbano como botes de basura, guarniciones, entre otros. Para poner en marcha cualquier proyecto de transporte que pretenda mejorar la movilidad en la delegación, es necesario superar la visión sectorial y hacer inversiones paralelas en infraestructura, mobiliario urbano, señalización, pavimentación, iluminación, arborización y estacionamientos, que mejoren el espacio público de las calles y avenidas por donde pasarían. Si no se acompañan de estas acciones, se vería francamente limitado el potencial de mejora de la zona de estudio a través del transporte público y alternativo.

Figura 4. 2. Calle Generalísimo de Morelos, aledaña al Paradero Santa Martha



Fuente: Elaboración propia, 2012.

En conclusión se puede reflejar una baja utilización del parque vehicular que presta servicio de transporte público de pasajeros en la zona de estudio y por tanto, una baja captación promedio de pasajeros por unidad.

Para adecuar la oferta de transporte público de pasajeros y mejorar la prestación de este servicio en la zona de influencia se requiere:

- Consolidar un servicio troncal en el tramo de la Calzada Ermita Iztapalapa comprendido entre la estación de Metro UAM o bien Metro Constitución y Metro Santa Martha en la cual confluyen los operadores del transporte colectivo con una alta concentración de oferta.
- Modificar los recorridos significativos a efecto de reestructurar la red local con servicios alimentadores al troncal, sin desatender las necesidades de servicio que se presentan fuera del troncal.
- Reducir los vehículos del transporte colectivo concesionado que transitan por la Calzada Ermita Iztapalapa, integrándolos como socios de la empresa operadora del servicio de transporte que se preste en el troncal de manera coordinada con la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, lo cual implica la necesidad de otorgar una concesión a una persona moral para prestar el servicio de transporte público de pasajeros en el corredor.

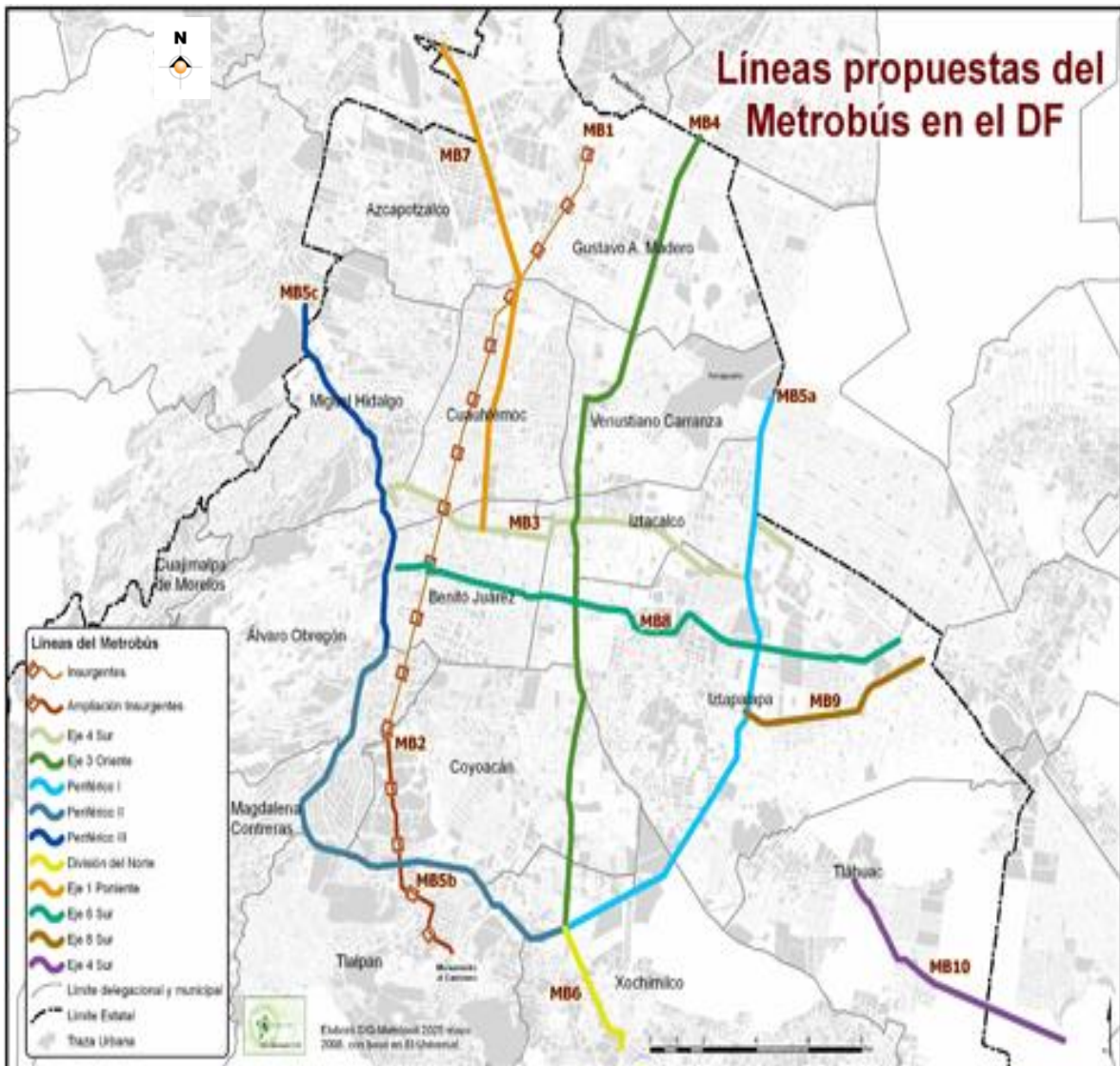
La implementación de la situación optimizada permite únicamente alcanzar una reducción parcial de los costos operativos y en cierta medida reduce la atomización de la oferta de vehículos no aptos como alternativa de transporte público, pero estas acciones de optimización no son suficientes para resolver los diversos problemas identificados en la “*situación actual*”.

A continuación se presentan las diferentes alternativas tecnológicas que se refieren a la oferta vehicular, las cuales significan un mejoramiento sustancial con relación a la situación optimizada que busca mejorar la situación actual, siendo insuficiente la implementación de las estrategias del escenario uno. Las alternativas de solución estriban en la implementación de un modelo de transporte **Tronco-Alimentador**, donde la estructura favorece el diseño de rutas.

4.3 Escenario Dos. Análisis de condiciones operativas con la implementación de un corredor de transporte de superficie

El Programa Integral de Transporte y Movilidad 2007-2012 presentó los distintos Programas de Transporte que contempla la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI) del Gobierno del Distrito Federal, de acuerdo con la Gaceta Oficial del DF del 22 de marzo de 2010, el Gobierno capitalino, a través de la Setravi, proyectó 10 líneas de Metrobús, una de ellas está contemplada en la Calzada Ermita Iztapalapa, como se observa en la Figura 4.3.

Figura 4. 3.Líneas Propuestas de Metrobús



Fuente: SETRAVI, Dirección General de Regulación al Transporte. (2006)

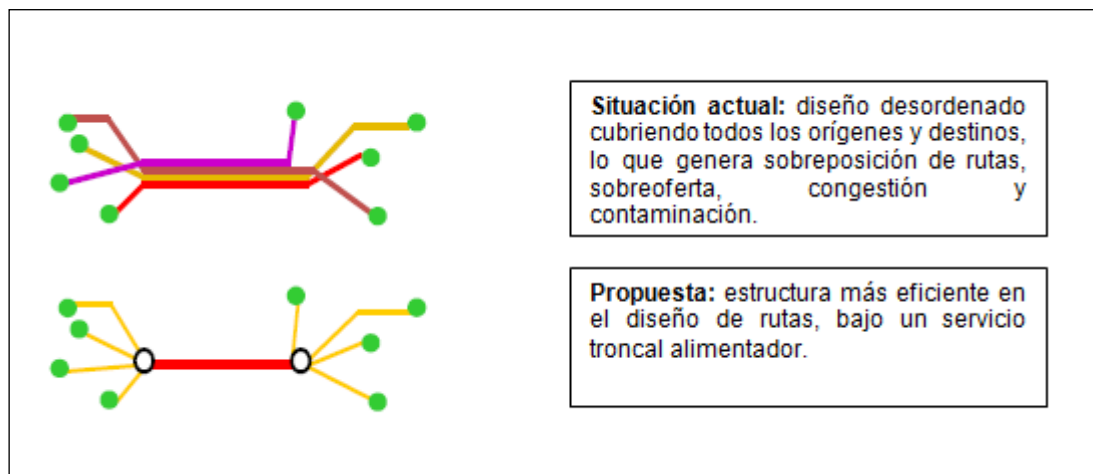
Aunque el proyecto de metrobús en la zona se planeó desde el año 2006, el proyecto plantea un recorrido de Santa Martha Acatitla, en la delegación Iztapalapa, al paradero del Metro Mixcoac, en Benito Juárez, con un recorrido de 22 kilómetros.¹⁵

Como puede apreciarse, ya existe la propuesta del corredor, por ende se dará seguimiento a este proyecto y se presenta el análisis para conocer los beneficios de un modelo tronco-alimentador bajo la modalidad BRT.

¹⁵<http://www.eluniversal.com.mx/ciudad/115247.html>

En cuanto a las características de ingeniería consideradas en este sistema de corredores se puede destacar que se trata de un sistema troncal operando con autobuses articulados de alta capacidad con circulación en carriles confinados y estaciones controladas, con posibilidad de sobrepaso (rebase) de las unidades. El sistema troncal estaría complementado por redes de alimentación, que operarían en las vialidades secundarias simplemente acondicionadas, ya sea con autobuses, microbuses o combis de acuerdo a las condiciones de la demanda y las posibilidades físicas de las mismas, como se muestra en la Figura 4.4.

Figura 4. 4. Esquema operacional del corredor tronco alimentador.



Fuente: Elaboración propia

Una suposición fundamental en este trabajo radica en que el sistema operaría con una tarifa única y no habría una tarifa adicional por el trasbordo. Así, por ejemplo, un usuario que aborde un microbús, autobús o combi de alimentación pagará la misma tarifa de metrobús y podrá realizar los trasbordos que considere convenientes, ya sea de una unidad de alimentación a otra o al sistema troncal, sin costo adicional. De igual manera puede terminar su viaje en otra ruta complementaria e integrada, sin pago de trasbordo. Este supuesto, tiene su base en la idea de que un sistema de estas características incrementaría las posibilidades de éxito del mismo al promover un cambio en la preferencia de los usuarios para usar sistemas de transporte público en lugar de los vehículos particulares, a través del establecimiento de este tipo de tarifas.

En el sistema troncal operarían autobuses articulados ofreciendo un servicio normal (parando en todas las estaciones) y expreso (parando en un número determinado de estaciones). El número de estaciones por corredor y la distancia promedio entre estaciones serán aproximadamente de 400 a 500 metros, de acuerdo a datos relativos a los sitios donde el ascenso y descenso de pasajeros es particularmente más grande.

Así que esta información es una referencia para establecer los sitios donde se ubicarían las diferentes estaciones del corredor.

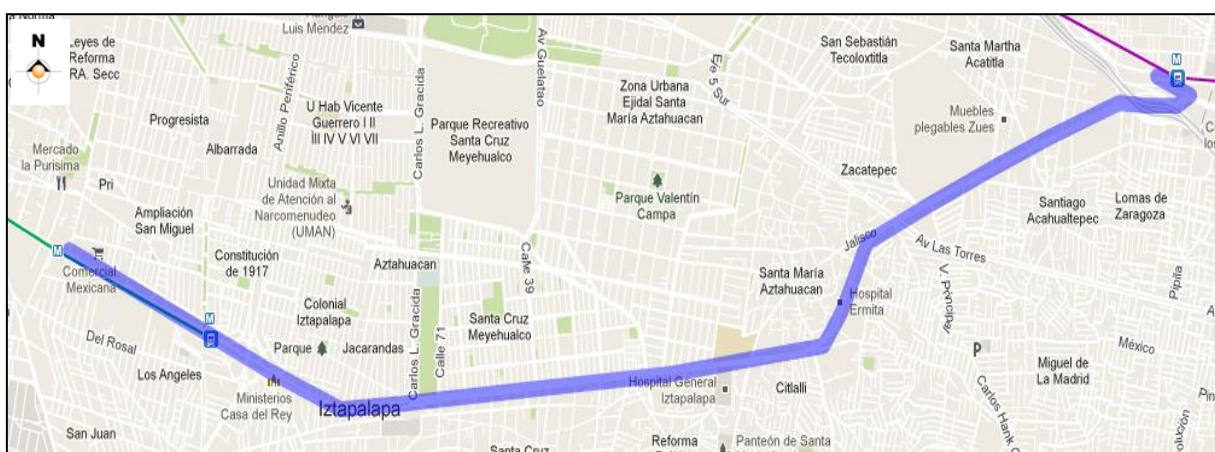
Esto es, en los puntos donde los estudios de pasaje abordó indicaba los valores más altos de ascenso y descenso de pasajeros dentro de cada ruta se ubicarán las estaciones. Adicionalmente se usarán criterios tales como:

- Ubicación de estaciones en entronques de avenidas que permitan el ascenso y descenso de pasaje y/o corredores de transporte ya definidos,
- Ubicación de estaciones cerca de las estaciones del metro, y;
- Se evitará ubicar estaciones cerca de las avenidas donde se corte la circulación.

El corredor propuesto es de Metro UAM a Metro Santa Martha tendrá una longitud total de 10 kilómetros por sentido en carril confinado de concreto hidráulico, contará con aproximadamente 20 estaciones de abordaje, una terminal oriente, una terminal poniente.

El recorrido del corredor se presenta en la siguiente Figura 4.5.:

Figura 4. 5. Recorrido del corredor propuesto



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google maps, INEGI

El corredor de Eje 8 Sur, además del servicio normal se propondrá el servicio expreso que se caracteriza por que los autobuses circulan a una velocidad de 32 km por hora y paran sólo en un número determinado de estaciones.

El corredor troncal propuesto, deberá cumplir el propósito de hacer más seguro y eficiente el movimiento de personas, logrando:

- Implantar las mejores condiciones de políticas de servicio (horas de operación, distancias de recorrido a pie, número de transferencias, entre otras).
- Mejorar la accesibilidad de los usuarios al transporte público.
- Atraer usuarios de otros modos de transporte.
- Mejorar la calidad del servicio a los usuarios.
- Ampliar la participación del transporte público en la división modal.

- Generar un sistema eficiente en el que la tarifa cubra la totalidad de los costos y evite subsidios públicos.
- Reducir tiempo de viajes de usuarios de transporte público y privado.
- Disminuir los costos de operación actuales.
- Generar beneficios ambientales con la reducción de contaminantes.
- Favorecer la restructuración de rutas de transporte público, acorde con los patrones de viajes y con la estructura urbana actual y futura.

El objetivo primordial del proyecto es lograr un mejor equilibrio entre la oferta y la demanda, así como reducir los tiempos de recorrido de los usuarios; adicionalmente se reduce la sobre posición de rutas en la vialidad, los congestionamientos viales y la contaminación asociada a la sobreoferta de vehículos.

En este sentido, el proyecto de corredores viales sí ofrece un tipo de solución a la problemática planteada de falta de transporte público eficiente, para la zona de estudio, que además proporcionará conexiones de transporte público eficiente con las estaciones del metro (Metro UAM, Metro Constitución y Metro Santa Martha), lo cual redundará en el futuro en aún mejores tiempos de viaje para aquellos usuarios que se puedan beneficiar de esas conexiones.

4.3.1. Beneficios

Para el usuario

- Disminución de los tiempos de recorrido.
- Traslados con mayor confort y seguridad.
- Mejora en la imagen urbana y calidad de vida.

Para el gobierno

- Mayor eficiencia y control del transporte público.
- Construcción de la obra en corto tiempo.
- Mínima inversión comparada con otras alternativas.
- Desarrollo de un servicio de transporte sustentable.
- Impulso al desarrollo de nuevas tecnologías y combustibles.
- Mejora la relación con los concesionarios y cumple el objetivo de proporcionar un transporte eficiente a la comunidad.
- Aumenta la seguridad vial y se reducen los accidentes.

Para los concesionarios

- Evolución a un esquema empresarial.
- Cambio hacia un negocio más ordenado, competitivo y rentable.
- Mayores garantías jurídicas y financieras.

- Eliminación de ineficiencias en el transporte actual.
- Hace más atractivo el retorno sobre la inversión de los participantes.
- Dota de certidumbre durante el periodo contractual.
- Seguridad en el empleo, mejores condiciones de trabajo y nivel de vida para los trabajadores.

Para el medio ambiente

Por el uso de tecnologías menos contaminantes, el cambio de transporte modal de los usuarios, la reducción en los tiempos de viaje, la disminución del número de vehículos que circulan actualmente y la maximización en el uso de la flota de autobuses, cada año se dejarán de emitir a la atmósfera.

El diseño operativo del corredor, estaría conformado de la siguiente manera, de acuerdo a proyectos previos de los corredores ya existentes pero adecuados a la zona de estudio y mejorando su diseño.

- Sistema de transporte masivo y/o colectivo, a través de vehículos de alta capacidad.
- Operación regulada en función de la demanda del servicio
- Recaudo centralizado que mantenga el control de los recursos generados por la prestación del servicio de transporte y su asignación a los requerimientos del corredor.
- Tarifa Plana, conforme a la tarifa oficial vigente para corredores de transporte público de pasajeros.
- Cobro de la tarifa al usuario mediante tarjeta inteligente de prepago y dispositivos de control de acceso y salida de las estaciones del nuevo corredor.
- Operación exclusiva en una vialidad con carriles reservados para el transporte público, total o parcialmente confinados.
- Operaciones de ascenso y descenso de usuarios en terminales y estaciones ubicadas estratégicamente a lo largo del recorrido, en función de la afluencia de usuarios, que cuenten con la infraestructura adecuada para el ascenso y descenso rápido de pasajeros.
- Estaciones con andén central y accesos a los autobuses por ambos lados, altura del andén a 1 m sobre el nivel de la calle y distancia promedio entre estaciones de 400 m a 500 m.
- Accesibilidad a estaciones y autobuses para personas con discapacidad, conforme a la norma NMX-R-050-SCFI- 2006.
- Empresas operadoras del transporte público integradas por los concesionarios actuales, constituidos en sociedades mercantiles, que cuenten con una organización técnica y administrativa para la eficiente operación del sistema.
- Constitución de un fideicomiso privado que se encargue de concentrar los recursos generados por la prestación del servicio de transporte público de pasajeros y de redistribuirlos conforme a los requerimientos del nuevo corredor.
- Ocupación máxima de autobuses a un 80 por ciento de su capacidad en horas de máxima demanda.

- Horario de operación del servicio regular de 4:00 a 24:00 horas, o conforme a la demanda de servicio.
- Autobuses articulados de última generación que reúnan, entre otras, las características siguientes:
 - Dimensiones aproximadas de 18 m. de largo, 2.5 m. de ancho y 3.5 m. de altura, con dos carros con capacidad para 160 pasajeros.
 - Puertas de servicio ubicadas del lado izquierdo.
 - Altura del piso interno del autobús al nivel de la plataforma de las terminales y estaciones.
 - Motores electrónicos a diesel, certificados con las normas ambientales EPA ó EURO vigentes.
 - Sistema de Control y Ayuda a la Operación que permita verificar el cumplimiento del programa de servicio.

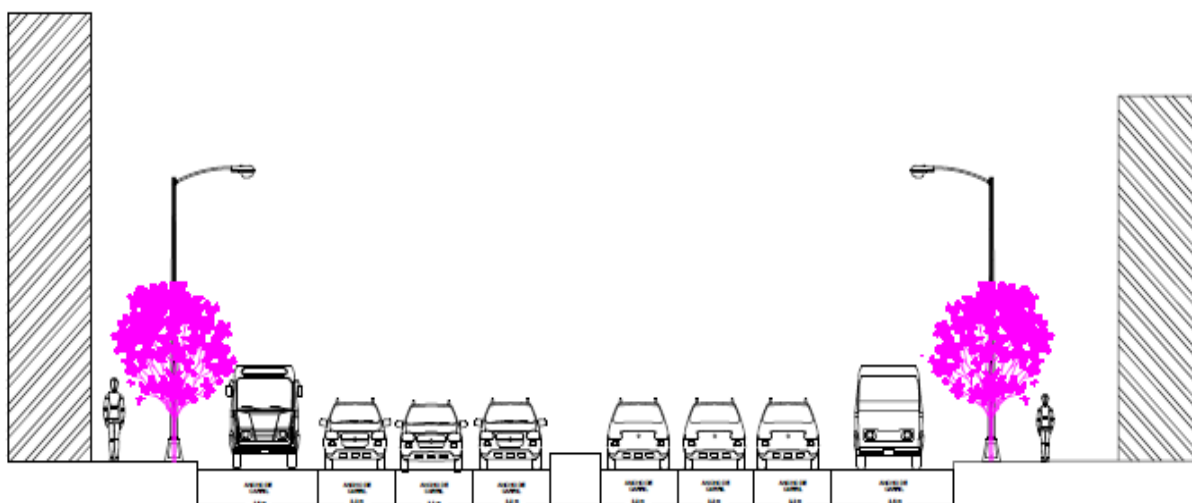
Los Autobuses de Tránsito Rápido (BRT): son una alternativa de transporte basada en autobuses confinados que les permite alcanzar una alta capacidad de pasajeros y un servicio de alta calidad con respecto al servicio tradicional de bus urbano. Es necesario dotar de señales preferenciales para los autobuses que circulan en la arteria principal o troncal, para una mayor efectividad del sistema, particularmente en las intersecciones, posiblemente extender la duración del semáforo en verde o activación del semáforo en verde cuando detecte al bus. El abordaje en este sistema es más rápido, ya que se implementa un sistema de piso bajo y el prepago de las tarifas. Para las capacidades de demanda hora sentido puede alcanzar hasta los 40,000 pasajeros, siempre y cuando se dote de ciertas características físicas para poder alcanzar estos niveles tales como carriles de rebase, terminales y paraderos con plataformas amplias, autobuses biarticulados, entre otras.

4.3.2. Diseño geométrico

A largo del Corredor se dotará de la infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento del Sistema de Transporte Público como la creación de carriles confinados en tramos específicos del mismo. Con la creación de estas obras viales también es necesario dotar de infraestructura de protección a estos carriles, así como los señalamientos horizontales y verticales necesarios tanto para el transporte público, el privado y los usuarios, dotando del mobiliario correspondiente para los usuarios del Sistema de Transporte Público que circularán, las medidas de tratamiento prioritario mediante las adecuaciones geométricas para la circulación del transporte público.

El conjunto de las medidas que componen el sistema de transporte colectivo incluye una extensa gama de intervenciones físicas en el sistema vial, cuyas implementaciones van a permitir obtener mejorías sensibles para el transporte colectivo en la zona de estudio. Desarrollándose lo siguiente:

Figura 4. 6. Corte transversal esquemático del corredor



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 4.6., una de las características que se presenta dentro del corredor, es que el confinamiento de carriles es en forma central; durante esta longitud del corredor nos encontramos que la sección de la vialidad en algunos tramos es de 28 metros de ancho, y con un camellón central de una sección aproximada de 3 metros o más, y además se cuenta con acotamiento en ambos sentidos que comúnmente es utilizado como estacionamiento.

De acuerdo a los patrones de movilidad y la factibilidad geométrica de la vialidad se realizarán adecuaciones geométricas en algunas secciones haciendo algunos recortes en banquetas o camellón según la necesidad para cada cuerpo de la vialidad; los carriles segregados (por sentido), se caracterizan por el confinamiento, la composición a lo largo del corredor varía en función de la situación física de la infraestructura actual y el comportamiento funcional y operacional, estos elementos definen distintas situaciones que condicionan el diseño del proyecto de carriles segregados por la convivencia con el tránsito de vehículos y con el metro, esta situación define en términos generales tres secciones de comportamiento, de oriente a poniente:

- I. Tramo 1 (Distribuidor vial Zaragoza-Texcoco) desde la salida de metro Santa Martha hasta donde se localiza el distribuidor vial,
- II. Tramo 2 (Calzada Ermita Iztapalapa) en la intersección con la Av. Santa Cruz Meyehualco,
- III. Tramo 3 desde la calle Carlos L. Gracida hasta llegar a Metro UAM

Tramo 1 (Distribuidor vial Zaragoza-Texcoco) desde la salida de metro Santa Martha hasta donde se localiza el distribuidor vial

Característica física actual: El tramo Distribuidor vial Zaragoza-Texcoco y la autopista México-Puebla (paradero de Metro Santa Martha), su capacidad se reduce en dos carriles, donde la sección se estrecha, conservando sus carriles sin opción de crecimiento, como se observa en la Figura 4.7., además este punto es la entrada o salida hacia el D.F., en donde circulan transporte de carga y vehículos particulares, y la demanda la Calzada Ermita Iztapalapa está compuesta por los usuarios que en la actualidad utilizan como paso a diario.

Figuras 4. 7. Distribuidor Vial Zaragoza - Texcoco



Fuente: Elaboración propia, 2012

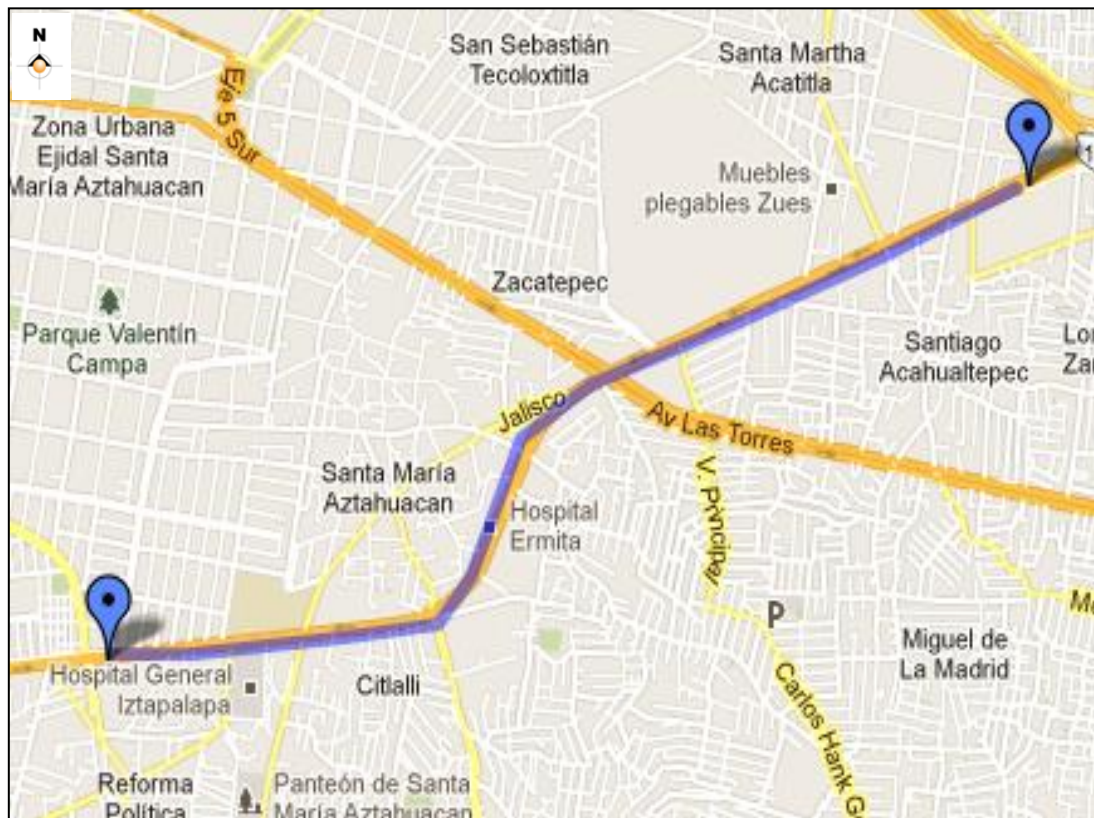
Características propuestas: El propósito es conservar los dos carriles de circulación para el tránsito vehicular y por la importancia que tiene (es entrada o salida del D.F.), si se tomara un carril para el transporte público, se generaría un cuello de botella además de que el tramo autopista México-Puebla, circulan rutas del estado, por ello en este tramo sería muy difícil que tuviera carril confinado, además de que tardarían en incorporarse aquellos usuarios que, por cambio modal, son atraídos al sistema, por las características del servicio y las acciones de política pública que logren incentivar el uso del transporte público.

Tramo 2 (Calzada Ermita Iztapalapa) la intersección con la Av. Santa Cruz Meyehualco

Característica física actual: Pasando el obstáculo del distribuidor vial, en el tramo de la intersección de la calle Rafael Reyes hasta la calle de Santa Cruz Meyehualco, no hay problemas con respecto a la geometría, como se observa en la Figura 4.8., tiene una longitud de 3.61 km se cuenta con el ancho suficiente que permite realizar el confinamiento del sistema trocal.

En este tramo se cuenta con un camellón central y es de 4 carriles por sentido con acotamiento.

Figura 4. 8. Tramo sin complicaciones para el corredor



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google maps, INEGI

Al llegar en la intersección con Santa Cruz Meyehualco se tiene que hay dos camellones centrales, uno que divide la Calzada Erita Iztapalapa con respecto al sentido de circulación y otro que divide el sentido de circulación, lo que requiere intervenciones para su adecuación.

Tramo 3 desde la calle Carlos L. Gracida hasta llegar a Metro UAM

El segundo conflicto es en el tramo de Carlos L. Gracida, en este punto es donde comienza la infraestructura del metro, se localiza el taller de mantenimiento del metro de la línea 8 (Garibaldi – Constitución de 1917), la estación Constitución se localiza a 1.60 kilómetros de los talleres, y además este tramo se encuentra en la superficie, como se puede observar en la Figura 4.9.

Figura 4. 9. Ubicación de la estación de Metro Constitución.



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google maps, INEGI

El problema surge porque el sistema esta propuesto en carriles centrales y partir de este tramo se deben hacer adecuaciones para que circule a un costado de la infraestructura del Metro, pero es imprescindible ubicar una parada en Metro Constitución, y este circula en carril central y no se puede cambiar de un carril a otro, por medidas de seguridad tanto para los usuarios del transporte público, como para el automovilista y no hay ningún tramo o intersección en este punto donde se pueda ubicar una estación, ya que partir de aquí el tramo es superficial, Figura 4.10.

Figura 4. 10. Infraestructura de Metro Constitución.



Fuente: Elaboración propia, 2012

Una de las soluciones es que se podría tener la parada al término de la línea, donde se localizan los talleres de mantenimiento, pero la distancia es relativamente alta, y los usuarios no harían rentable esta solución para su movilidad, y si fuera este el caso, la siguiente parada se localizaría a una distancia de aproximadamente 2 kilómetros, donde se localiza la estación de Metro UAM, una estación bastante amplia y no es factible, ver Figura 4.11.

Figura 4. 11. Infraestructura de la estación de Metro UAM



Fuente: Elaboración propia, 2012

Al llegar a metro UAM, como terminal es un problema más porque toda esa zona es de uso de suelo comercial y no hay ningún área de terreno libre para instalar la terminal, se deberán de comprar terrenos, para adaptarlos y realizar la infraestructura necesaria, si solo se considerara que el corredor llegara a metro constitución de igual manera se obtendría problemas con la geometría de la vialidad, los problemas antes mencionados.

Para resolver la problemática de transporte público ineficiente que nos ocupa, quedaría descartado el corredor de transporte, ya que es precisamente el medio de transporte que por tener un carril exclusivo central experimenta algunos problemas relacionados con la geometría vial y las posibles soluciones deben ir encaminadas a ofrecer un transporte público masivo y eficiente, que permita disminuir considerablemente los actuales tiempos de viaje.

4.4 Escenario Tres. Análisis de condiciones operativas con la implementación de metro

La solución más adecuada al problema de transporte de pasajeros en la zona de influencia del proyecto por los beneficios socioeconómicos que aportaría en ahorro en tiempo de los usuarios, en ahorro en costos de operación y mantenimiento de las

unidades que prestan el servicio de transporte de pasajeros, así como ahorro en emisión de contaminantes, será mediante la implantación de un sistema de transporte masivo de alta capacidad como lo es la implementación de Metro o Subterráneos – *Subway*- se encuentran diseñados para transportar grandes cantidades de pasajeros con rangos entre 40,000 a 100,000 pasajeros por hora, por sentido, por ende la capacidad por vehículo oscila entre 600 y 1,200 pasajeros. Estos sistemas registran una frecuencia mínima de 50 unidades por hora y la velocidad comercial opera entre 30 y 60 kilómetros por hora.

Además la implantación de este sistema será el eje que servirá para reestructurar las líneas de transporte público que actualmente operan en la zona, lo que permitirá aliviar la problemática que presenta la delegación Iztapalapa, que ha crecido aceleradamente desbordándose hacia su periferia, lo cual ha significado en la actualidad una conurbación con el Estado de México. Ello ha repercutido en un incremento significativo en las distancias de los desplazamientos de tránsito, en un incremento en la demanda de los viajes en los servicios públicos de transporte, así como en un crecimiento acelerado de los vehículos anuales adicionales tanto en el D.F. como en su área conurbada.

En la zona oriente, la demanda de transporte público masivo es una de las más amplias y de mayor crecimiento. Ante esta situación y la evidente insuficiencia y deficiencia del transporte público de superficie, una parte de sus habitantes utilizan en gran medida el automóvil como modo de traslado. La ciudad, a pesar de las inversiones para mejorar la infraestructura vial, se encuentra en permanente rezago respecto a los requerimientos que le impone el acelerado desarrollo vehicular y urbano.

Para corregir lo anterior, los sistemas de transporte de alta y media capacidad, como el Metro, adquieren importancia vital, al conjugar traslados masivos rápidos y a grandes distancias, con beneficio para los usuarios y el gobierno de la ciudad.

Además de que el Metro de la Ciudad de México es uno de los sistemas de transporte más utilizados en el mundo, excedido sólo por los de Moscú y Tokio.

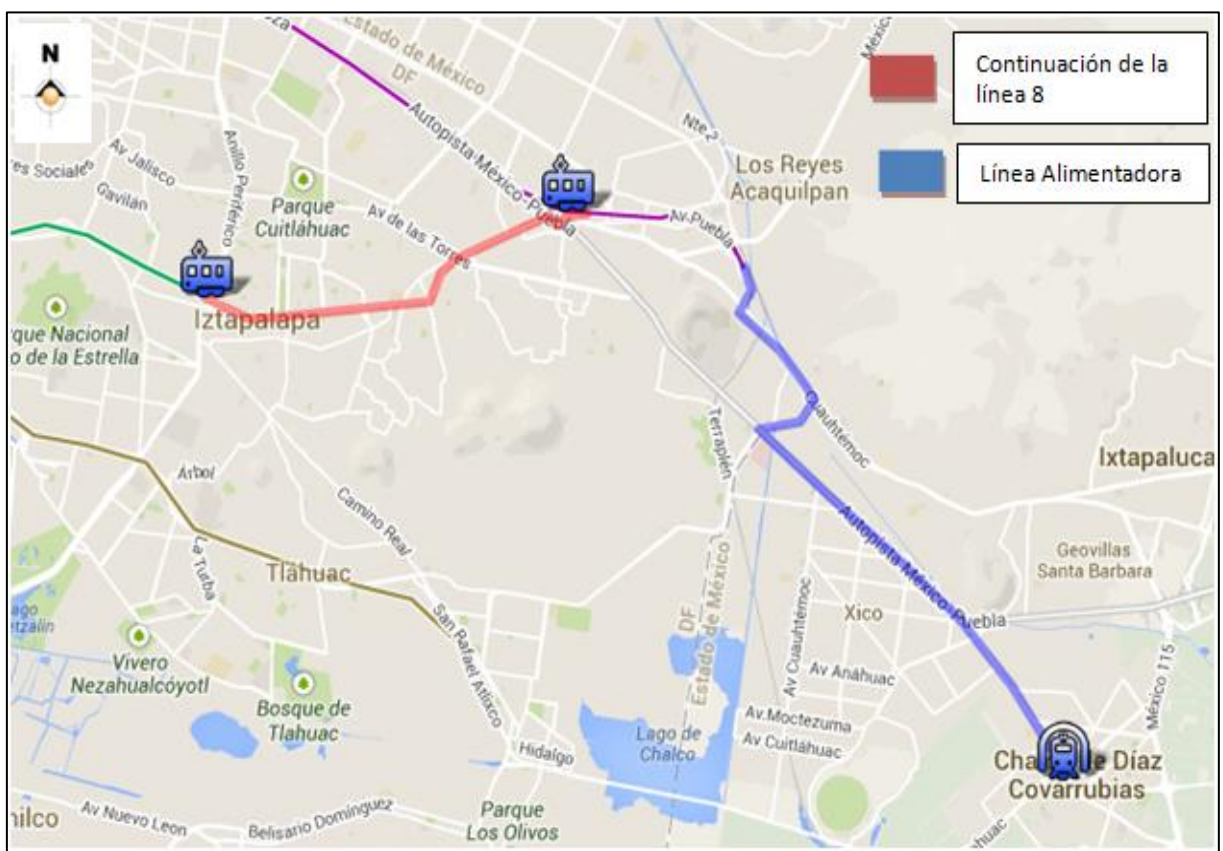
El Metro brinda un servicio eléctrico estratégico no contaminante de transportación pública, prestando un servicio crucial a la población, principalmente a la de bajos ingresos debido al significativo subsidio que otorga a sus usuarios. La red del Metro tiene conexiones con todos los medios de transporte público lo cual proporciona fluidez de movimiento de pasajeros en distancias y áreas de cobertura importantes.

Como es del conocimiento general, el Metro no resuelve por sí mismo el transporte masivo de la Metrópoli; sin embargo, son el eje sobre el cual se deben reordenar los demás sistemas y lograr una coordinación eficiente y suficiente de los modos de superficie, que dé cobertura al Área Metropolitana.

El propósito central de este caso es determinar el sistema Metro para la zona de estudio, que atienda la demanda pronosticada en un horizonte a futuro, en forma tal, que la operación durante las horas de mayor captación, de ser posible, no presente sobre cargas o subutilización en sus líneas; es decir, se debe establecer un sistema equilibrado entre oferta y demanda.

En el esquema se proponen estaciones, las cuales se encontrarían a una distancia promedio de 1 km. Se propone continuar la línea 8 por Ermita Iztapalapa hasta Santa Martha, y proponer la línea alimentadora de la Paz hasta Chalco. De esta forma, se realizaría una integración con el estado de México, y una reubicación de las rutas tanto del estado de México como del D.F., ver Figura 4.12.

Figura 4. 12. Propuesta de continuación de la línea 8



Fuente: Elaboración propia a partir de mapa 2012, Google maps, INEGI

El proyecto en estudio se refiere a la continuación de la línea 8 de Metro Constitución hasta llegar a Santa Martha.

Los principales objetivos que se desean alcanzar, al emprender este proyecto son:

- Resolver la problemática del transporte público actual, que se caracteriza por ser de baja calidad (inseguro, lento, poco confiable, poco accesible, poco

eficiente y contaminante), lo que representa un deterioro en la calidad de vida para el público usuario.

- Ofrecer un servicio de transporte masivo de alta calidad: seguro, rápido, confiable, accesible, competitivo en costo, eficiente y no contaminante, con capacidad para atender una demanda superior a 13,000 pasajeros por hora-sentido y un volumen de pasajeros por día superior a 250,000, que mejore el bienestar social de los habitantes de la ZMVM.
- Disminuir significativamente el tiempo de transporte de los usuarios.
- Contribuir en la solución del congestionamiento vial existente en la Carretera México-Puebla, en el tramo entre la Estación del metro Santa Martha hasta llegar a la estación de metro constitución, de manera más amplia, en la región oriente de la ZMVM.
- Disminuir el costo anual de operación y mantenimiento del sistema de transporte público actual que da servicio a la demanda del corredor estudiado.
- Contribuir en la reducción de la contaminación ambiental causada por el tránsito vehicular, en la zona.
- Cooperar al ahorro del consumo energético en materia de transporte en la ZMVM.
- Constituirse como el eje del reordenamiento del transporte público en la parte oriente de la ZMVM, así como contribuir al desarrollo urbano equilibrado y al mejoramiento de la imagen urbana en la zona de influencia del proyecto.

4.4.1. Conectividad con el sistema de transporte

La conectividad del proyecto es muy importante para el éxito del mismo. Dicha conectividad está prevista en tres ámbitos:

- Con el STC-Metro: Estas conexiones son necesarias para el proyecto, al articularse los dos sistemas de transporte masivo más importantes que operarán en la ciudad. En el caso particular, las conexiones potenciales se darán en la Estación Santa Martha de la Línea A (Pantitlán- La Paz) y la Línea 8 (Garibaldi- Constitución).
- Con el sistema de transporte de superficie: Se contempla la reestructuración de rutas mediante la inclusión de ramales para la alimentación/desalojo, con autobuses, microbuses y combis, de los principales centros generadores de viajes a las estaciones del metro.

Es importante destacar que convendrá mantener como un objetivo insoslayable y estratégico de implementación futura, la interconexión de los diversos sistemas, que disponen de derechos de vía, principalmente en el Estado de México así como en el Distrito Federal, de tal suerte de poder integrar un verdadero arco de transporte que e integre las localidades situadas en el oriente, con las del norte y poniente de la Zona Metropolitana del Valle de México.

El futuro sistema integrado de metro en la Zona Metropolitana del Valle de México deberá conformar los ejes radiales del transporte masivo de pasajeros, facilitando los desplazamientos desde las zonas suburbanas densamente pobladas a sitios más céntricos del Distrito Federal y desde los cuales será posible alcanzar todos los puntos de destino de viaje situados en el Distrito Federal.

Este futuro sistema radial de transporte masivo permitirá también rodear a la ciudad de México por su lado oriente, brindando un servicio de transporte público de calidad y de alta velocidad comercial, estimada en 60 km/hr, con unidades de gran capacidad, brindando así una sustancial reducción de tiempos de viaje a los habitantes de las zonas más densamente pobladas de la ZMVM.

Como podemos observar cada solución tiene ventajas las cuales se pueden adoptar como solución pero para facilitar la toma de decisiones se requiere de más herramienta o elementos que ayuden a tomar la solución más adecuada como puede ser el uso de un ANÁLISIS FODA, que es una herramienta simple y generalizada que facilita la toma de decisiones estratégicas. Consiste en la recopilación en forma de matriz de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, de un determinado sistema que se pretende evaluar.

Se entiende por:

- Debilidad: Posición desfavorable del sistema de transporte que se quiere evaluar (metro ligero o autobús de capacidad intermedia).
- Amenaza: Posición desfavorable del sistema en un posible escenario futuro.
- Fortaleza: Posición favorable del sistema.
- Oportunidad: Posición favorable del sistema en un posible escenario futuro.

Esta matriz puede servir de base para el planteamiento de estrategias de cara a explotar al máximo las fortalezas y oportunidades del sistema y minimizar las debilidades y amenazas de cada escenario, como puede apreciarse en las tablas siguientes:

Tabla 4. 8. Análisis FODA con solución vial

| Fortalezas | Oportunidades |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Sus dimensiones le permiten una mayor permeabilidad en la red de transporte pudiendo circular en calles estrechas • Es apto para terrenos con pendientes • Capacidad de atracción de demanda • Menor inversión inicial requerida • Flexibilidad | <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Reordenación administrativa • Solución rápida a corto plazo • Reducción de impactos ambientales |
| Debilidades | Amenazas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Contaminan • son pequeños • No cubren toda la demanda • Sus unidades son obsoletas | <ul style="list-style-type: none"> • Los microbuses no funcionan como una red de transportes porque cada ruta es independiente de la otra • Inadecuada previsión de demanda |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 9. Análisis FODA de autobuses de alta capacidad.

| Fortalezas | Oportunidades |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Aprovechamiento y optimización del sistema de autobuses preexistente • Capacidad de atracción de demanda • Mejora de los parámetros de servicio • Menor inversión inicial requerida • Flexibilidad • Mejoras de accesibilidad • Potenciación de la red de transporte público • Sistema con imagen propia • Reducción del impacto ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Reordenación administrativa • Ampliación de la red • Cambios en la distribución modal • Beneficios externos • Solución rápida a corto plazo • Reducción de impactos ambientales |
| Debilidades | Amenazas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Necesidad de espacio para plataforma • Obras • Estimación de la demanda • Peligro de formar líneas aisladas y no redes | <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Inadecuada previsión de demanda • Problemas de explotación • Falta de accesibilidad • Imagen preestablecida |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4. 10. Análisis FODA de metro

| | |
|--|---|
| Fortalezas | Oportunidades |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Integración urbana • Atracción urbanística y de inversiones • Capacidad adecuada • Mejora de la velocidad comercial • Fiabilidad • Mejora de la accesibilidad • Novedad (imagen visual) • Impacto ambiental • Vida útil | <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Atracción de nuevos inversores • Calidad de vida y revalorización económica • Cambio de distribución modal • Contribución al medio ambiente • Factores de localización para actividades económicas |
| Debilidades | Amenazas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Tiempos de implantación • Rigidez del trazado • Gran inversión inicial • Impacto visual | <ul style="list-style-type: none"> • Reordenación urbana • Mayor riesgo e incertidumbre de recuperación de la inversión • Concesiones privadas • Especulación urbanística • Intereses políticos • Riesgos tecnológicos • Conflictos sociales en el mercado del trabajo |

Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar que cada sistema tendrían ventajas y desventajas pero esto solo nos proporcionó las diferencias entre cada solución, lo cual solo es una herramienta para identificar la mejor propuesta.

También se puede diferenciar cada escenario de acuerdo a diferentes factores entre los modos de transporte, ver la tabla 4.1.

Tabla 4. 11. Comparativa de la capacidad de los distintos modos de transporte

| Factores comparativos entre modos de transporte | | | | | | | |
|---|--------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Concepto | Modo de transporte | | | | | | |
| | Metro Neumático | Tren Ligero | Tranvía | Trolebús | Metrobús | Autobús | Automóvil |
| Condición de circulación | Carril exclusivo | Carril exclusivo | Carril exclusivo | Carril exclusivo | Carril de Avenida | Carril de Avenida | Carril de Avenida |
| Vehículo | Tren de 9 coches | Tren de 4 coches | Tren de 2 coches | Doble Articulado | Doble Articulado | 1 unidad | 1 unidad |
| fuelle de energía para tracción | Eléctrica | Eléctrica | Eléctrica | Eléctrica | Combustión Interna | Combustión Interna | Combustión Interna |
| capacidad del vehículo (plazas) | 1530 | 680 | 200 | 150 | 150 | 40 | 4 |
| Velocidad máxima permitida (Km/h) | 80 | 70 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Aceleración media (m/seg ²) | 0.55 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.35 | 0.35 | 0.45 |
| Distancia media entre estaciones (Km/h) | 1 | 600 | 400 | 400 | 250 | 100 | Sin paradas |
| Intervalo entre vehículos sobre un carril (seg) | 120 | 120 | 90 | 90 | 90 | 60 | 2 |
| frecuencia de operación (vehículos /h) | 30 | 30 | 40 | 40 | 40 | 60 | 1,800 |
| capacidad horaria (plaza/h) | 45,900 | 20,400 | 8,000 | 6,000 | 6,000 | 2,400 | 7,200 |
| Consumo energético (Kcal por plaza -Km) | 17.2 | 18.5 | 20.3 | 23.2 | 85.1 | 95.3 | 419.5 |
| Emisión de contaminación (gramos /Km a 20 Km/h) | 0 | 0 | 0 | 0 | 55.4 | 134.5 | 89.5 |
| Vehículos para operación por Km de carril | 0.71 | 1.00 | 1.33 | 1.33 | 2.22 | 2.78 | 60.24 |
| Costo aproximado por vehículo (mil de pesos 2005) | 148.5 | 52.8 | 22 | 16.5 | 13.2 | 1.5 | 0.15 |
| Inversión aproximada por km de carril (millones de pesos 2005)* | 310 | 160 | 95 | 70 | 40 | 25 | 30 |

Fuente: STC-Metro, 2008

Como se aprecia en la Tabla 4.11 el Metro es el que tiene mayor capacidad para transportar a un determinado número de pasajeros, seguido del Tren Ligero, pero estos

modos de transporte son los más caros para su infraestructura, el sistema metrobús se encuentra en la 5^{ta} posición de los 7 modos de transporte evaluados; entre el trolebús y metrobús casi tienen las mismas características solo que este último en costos es más económico, para su instalación.

Metrobús tiene menos capacidad para transportar comparada con la de metro, por ello se debe de buscar la mejor solución, ya que cada modo de transporte tiene diferentes factores que pueden ser positivos o negativos de acuerdo a las características de la zona.

Aunque idealmente las ciudades debieran desarrollar redes de transporte basadas en diferentes sistemas de transporte rápido (tanto de capacidad intermedia como de gran capacidad) según cuales sean los que mejor se adaptan a las diferentes zonas y objetivos perseguidos, la experiencia demuestra que la mayoría de ciudades optan por desarrollar un único sistema, complementado por otros sistemas de menor capacidad que actúan como red alimentadora del principal. Es, por tanto, fundamental que al menos la elección del sistema principal sea la correcta.

La tabla a continuación presenta indicadores técnicos entre los distintos modos de transporte.

Tabla 4. 12. Indicadores Técnicos de Desempeño Comparables de Distintos Modos de Transporte.

| Modo de Transporte | Interurbano | Suburbano | Metro Pesado | Trenes Ligeros | Tranvías | Autobuses | Microbuses | Automóvil |
|--|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Área por pasajero sentado (m2) | 0.6 | 0.54 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.45 |
| Núm. De asientos por vehículo | 90 | 110 | 60/40 | 42 | 44 | 40 | 25 | 5 |
| Pasajeros por vehículo | 90 | 134 | 233/177 | 175 | 173 | 85 | 40 | 5 |
| Capacidad Máxima del vehículo (pas.-unid completa) * | 810 | 1,210 / 807 | 2,095 / 1,061 | 699 / 350 | 346 / 173 | 170 / 85 | 40 | 5 |
| Velocidad máxima de operación | 100 | 90 | 80 | 80 | 60 | 70 | 60 | 80 |
| Velocidad Máxima de operación corregida (max/min km/hr) * | 100 | 90 | 80/75.2 | 61.6/44 | 45/22.2 | 41.3 / 18.2 | 46.8 / 23.4 | 54.4 / 27.7 |
| Tiempo de aceleración/frenado * | 1:51 | 1:11 | 0:31 | 00:29 / 00:20 | 00:24 / 00:12 | 0:29/0:14 | 00:23 / 00:11 | 00:19/00:10 |
| Tiempo de parada en estación | 1:00 | 0:30 | 0:15 | 0:10 | 0:10 | 0:10 | 0:10 | 0:10 |
| Tiempo entre estaciones máxima (min:seg.) | 14:51 | 5:01 | 01:31/01:24 | 01:08/00:51 | 00:58/00:34 | 01:09 / 00:39 | 00:56 / 00:32 | 00:49 / 00:30 |
| Velocidad de Operación | 80.8 | 59.7 | 31.6/34.2 | 26.6/17.7 | 18.7/8 | 15.8 / 6.9 | 12.8 / 8.2 | 21.9 / 9.1 |
| Desaceleración en frenado de urgencia (mt.-seg) | 1 | 1.6 | 2.0 / 1.6 | 1.8 | 1.8 | 3 | 3 | 3 |
| índice de seguridad para distancia crítica entre formaciones (1 mejor) | 6 | 4 | 3 | 3 | 2.5 | 3 | 2 | 2.5 |
| Capacidad de transporte teórica (pas.-hr) * | 16,369 | 38,419/30,472 | 61,530/47,690 | 34,002/20,795 | 25,401/13,921 | 15,589 / 8,033 | 6,452 / 6,265 | 615 / 654 |
| Capacidad de transporte practica (pas.-hr) * | 3240 | 14,524/9,683 | 83,808/42,425 | 20,977/10,489 | 6,014/3,457 | 3,400/1,700 | 806 | - |
| Disminución de Velocidad por Cruces (% de reducción) | 0 | 0 | 0 | 34 | 44 | 57.5 | 41.5 | 49 |

*Max/Min

Fuente: STC-Metro, 2008.

De acuerdo a lo anterior, el Metro proporciona capacidades máximas superiores a los demás modos de transporte, además también existen otros indicadores en los que el Metro supera a los demás modos presentados.

Pero la demanda es otro factor que nos ayuda a saber qué modo de transporte cubrirá la oferta y de acuerdo al capítulo tres, y a los estudios realizados se obtuvo una demanda de 131,184 viajes al día, y con esta demanda se cubriría con Metro¹⁶.

El Metro presenta capacidades teóricas y prácticas superiores a los demás modos; también presenta tiempos de aceleración y distancia entre las estaciones muy aceptables en comparación con otros medios, incluso similares a la de los trenes ligeros, tranvías y autobuses. La velocidad de operación (41 km/hr) es el doble del promedio actual de velocidad que existe en el Distrito Federal que es de alrededor de 15 km/hr, y obviamente superior a la velocidad que presenta el automóvil particular, los microbuses, autobuses, tranvías e incluso trenes ligeros. La desaceleración por cruces es siempre cero ya que cuenta con paradas y carriles exclusivos. Esto permite que el Metro tenga una ventaja comparativa con otros medios de transporte en donde la saturación de las vialidades afecta su ritmo de flujo.

La elección del sistema no depende únicamente del volumen de pasajeros a transportar, el tipo de líneas y los costes requeridos, sino que también habrá que considerar la imagen del sistema, los impactos que se pretenden conseguir con la actuación, la capacidad de atracción de usuarios. Si entre los objetivos buscados se encuentra la mejora de la habitabilidad de la ciudad, el desarrollo económico urbano, el desarrollo un entorno más adaptado a los peatones y una promoción del sistema de transportes, los sistemas basados en trenes ligeros tendrán ventajas sobre los basados en autobuses. En cambio, cuando la realización de una inversión reducida es importante, la imagen del servicio y los niveles de confort no son de tanta importancia y los salarios en la ciudad son bajos, serán los sistemas de autobuses rápidos los que, en principio, sean más favorables

Así mismo, un sistema que contiene una carga importante de usuarios y que no contamina contribuye en mayor magnitud a la reducción de contaminantes en relación con otros proyectos alternativos similares. Esto debido a que con el mismo consumo eléctrico y de insumos escasos en la economía se puede movilizar a un número considerablemente mayor de individuos.

Adicionalmente, un sistema de transporte público masivo contribuye enormemente a la reorganización de rutas y permite a los usuarios sustituir entre distintos modos de transporte de manera más eficiente. Los usuarios siempre elegirán los modos de transporte que representen mayor eficiencia para ellos en cuanto a distancia, trayecto y origen-destino. Por ello, un proyecto de Línea de metro amplía la oferta de transporte

¹⁶ De acuerdo al Diagrama Frecuencia –Capacidad de Ángel Alceda Hernández, en La operación de los transportes, pagina 70.

y genera una sustitución hacia medios más eficientes, desahogando los ya saturados modos, con lo cual se incrementa también la eficiencia de los mismos.

En conclusión, el Metro es el medio de transporte público que en términos técnicos cuenta con las características de capacidad, velocidad máxima permitida y emisión de contaminantes necesarias para dar solución al problema actual de la insuficiencia de la calidad y cantidad de transporte público en el oriente de la Ciudad de México

Capítulo 5. Análisis económico de escenarios y vida útil.

Todo proyecto de inversión, como lo es el transporte, debe ofrecer al tomador de decisiones los análisis técnicos que justifiquen la elección.

La evaluación económico-financiera de los proyectos de inversión en materia de transporte público deberá realizarse con la información actual, veraz y relevante; además, conviene tener en cuenta que sus resultados en términos monetarios muchas veces no satisfacen las expectativas del inversionista privado, especialmente cuando se requiere de cuantiosas obras de infraestructura vial para soportarlo. Es la administración pública quien debe afrontar estas circunstancias (financiar), debido a los beneficios colaterales derivados del funcionamiento del proyecto, en rubros tales como:

- Desarrollo Urbano
- Aprovechamiento de Infraestructura
- Apoyo a otros sectores de la economía
- Disminución en el nivel de contaminación
- Ahorro en horas hombre y energéticos, etcétera.

Dada esta circunstancia particular de los Sistemas de Transporte, es muy importante tomar como referencia las inversiones de los mismos sistema en otras zonas, para tener un aproximado del costo que tendrá la infraestructura necesaria para implantar en la zona de estudio, y así garantizar que se obtendrán los beneficios estimados por el establecimiento del Sistema de Transporte Público de Pasajeros que se elija.

Conviene señalar, que en muchas ocasiones la toma de decisiones para elegir un proyecto de esta naturaleza obedece más a intereses económicos que a satisfacer los requerimientos de transporte de los habitantes del área urbana.

En este capítulo se abordará mediante observaciones sencillas, las ventajas más relevantes para cada escenario, además de mencionar la vida útil que tendrá cada uno de ellos. Esto permitirá que los problemas mencionados en capítulos anteriores puedan resolverse de manera que satisfaga las necesidades de la población en donde prestará servicio el proyecto en cuestión.

La selección de la tecnología más adecuada debe responder básicamente a las características de la demanda sobre el corredor en estudio y a otros aspectos complementarios y no menos importantes como lo son: los costos de inversión en infraestructura y vehículos, las características socioeconómicas de la demanda, el espacio vial disponible y la sostenibilidad de la operación del servicio de transporte.

El método que se emplea para la evaluación económica es mediante el “Análisis Costo-Beneficio”, basándose en los diferentes estudios derivados de los programas de movilidad urbana y estudios tácticos operacionales en materia de transporte.

La evaluación económica de un proyecto de infraestructura urbana se basa en la determinación de las ventajas que ofrecerá al usuario, en términos de ahorros en costos de operación de flota vehicular y tiempo de recorrido de los usuarios en comparación con la inversión requerida para ello. Se trata entonces de una relación entre los beneficios que recibirá la colectividad con la realización del proyecto y los costos en que incurrirá la nación para proporcionarlos. De esta forma, la evaluación económica se basa en la comparación de los escenarios: con proyecto y sin proyecto, de lo cual se obtienen los beneficios buscados.

5.1. Condiciones operativas actuales

La operación desordenada de este parque automotor incide de manera negativa en los costos de operación, mismos que son traducidos en el pésimo servicio que brindan a los usuarios, así como una afectación del parque vehicular en su conjunto al provocar congestionamiento y por ende reducción de velocidades para todos los usuarios. Los vehículos empleados para proveer la oferta, no necesariamente son diseñados como solución al transporte público, lo cual generan ineficiencias operativas, así como incomodidad e inseguridad para usuarios.

Lo anterior implica un alto costo de oportunidad, pues de acuerdo a cálculos, el costo anual del corredor sin hacer nada es de \$57,769 pesos solo en el tramo de estudio, la pérdida de productividad derivada de la congestión, lo que representa una mala calidad de vida de los habitantes, ver Tabla 5.1.

Tabla 5. 1. Costo anual de la operación

| Longitud diaria recorrida | Costo de operación por kilometro | Costo de operación | Costo anual |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|
| 10 Km | \$17,83 ¹⁷ | \$178,3 | \$57,769 |

Fuente: Elaboración Propia

El costo de operación por kilómetro es el resultado de dividir el total anual de los costos fijos y variables sobre el total de kilómetros recorridos por las rutas al año.

Los costos fijos y variables están integrados por:

- Consumo de combustible.
- Consumo de lubricantes.
- Consumo de neumáticos.
- Consumo de refacciones.
- Consumo de horas de mantenimiento.
- Costos fijos (derechos, sueldos y administración).

¹⁷ Estudio de factibilidad económica-financiera del primer corredor de la Zona Metropolitana de Puebla

Para monetizar el tiempo de viaje del Transporte de la Zona de estudio se tomaron en cuenta los siguientes datos, ver Tabla 5.2.

Tabla 5. 2.Determinación del costo del tiempo por hora

| | |
|------------------------------|----------|
| salario mínimo en la región | \$64,76 |
| coeficiente valor del tiempo | 3,1 |
| horas laboradas | 8 |
| costo del tiempo por hora | \$25,095 |

Fuente: Elaboración Propia.

El Salario Mínimo vigente para el año 2013 en el Distrito Federal, según la categoría geográfica “A”, es igual a \$64.76 pesos por jornada laboral. Este salario se multiplicó por 3.10 veces el coeficiente del valor del tiempo, según criterios del CEPEP¹⁸, y se dividió por 8 horas diarias laboradas. De estas operaciones aritméticas se obtuvo el costo del tiempo en horas, es igual a \$25,0945 pesos por hora, ver Tabla 5.2.

Pero este precio solo es el costo de operación por kilómetro en la Calzada Ermita Iztapalapa, es decir, lo que le cuesta a los habitantes que transitan por esa zona, pero de igual manera se puede calcular el costo de tiempo perdido es decir, horas muertas, ver Tabla 5.3.

Tabla 5. 3. Costo del tiempo anual monetizado

| Metro UAM a Metro Santa Martha | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Situación | Tiempo de viaje | Demanda (pax/día) | Hrs. Totales Diarias | Hrs. Totales anuales | Costo del tiempo anual |
| Actual | 40 min. | 131,184 | 29,092 | 9425,808 | \$711,071,33 |

Fuente: Elaboración Propia.

Si a esto se agrega el costo del desgaste de vehículos, el uso de combustible el malestar social, el costo económico del tráfico se incrementa significativamente. A su vez, si consideran los costos que representa para la salud de los capitalinos, el problema vial tiene un alto costo que aunque no se puede calcular, está presente en cada una de las familias afectadas.

¹⁸El Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), es un fideicomiso creado en el año de 1994 por el gobierno federal por conducto de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y administrado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras). Este centro tiene como propósito contribuir a optimizar el uso de los recursos destinados a la realización de proyectos y programas de inversión, así como la capacitación permanente en preparación y evaluación socioeconómica de proyectos, para todos los niveles de gobierno.

Ya que el transporte es uno de los principales generadores de emisiones de contaminantes, por lo tanto, principal generador de externalidades negativas hacia el medio ambiente y hacia la salud física y psicológica debido a las emisiones contaminantes de los vehículos y la carga asociada de estrés.

Los contaminantes están asociados con la edad los vehículos ya que las emisiones de automóviles de más edad son mayores en comparación con los vehículos nuevos. La preocupación por el medio ambiente y las consecuencias que tienen derivadas de la contaminación han generado que varios países adopten políticas que impulsen la renovación del parque vehicular. Como se muestra en la Tabla 5.4., la cantidad de emisiones que se produce al año, teniendo como primer generador los automóviles particulares, esta cantidad de partículas disminuye la calidad de vida de población y que son nocivos para la salud, este grupo incluye los óxidos de nitrógeno (NOx), el monóxido de carbono (CO) y el material particulado (PM)¹⁹, entre otros

Tabla 5. 4. Emisiones de las Fuentes Móviles en el D.F., 2008

| Sector | Emisiones (ton/año) | | | | | | | |
|--|---------------------|-------|-------|---------|--------|---------|--------|-------|
| | PM10 | PM2.5 | SO2 | CO | NOX | COT | COV | NH3 |
| Fuentes móviles | 2,494 | 1,857 | 1,862 | 720,309 | 87,257 | 103,302 | 97,925 | 2,629 |
| Autos particulares | 512 | 269 | 902 | 290,813 | 31,313 | 43,301 | 41,675 | 1,845 |
| Taxis | 128 | 67 | 226 | 127,152 | 14,247 | 10,453 | 9,597 | 461 |
| Vagonetas y Combis | 3 | 2 | 7 | 6,655 | 467 | 622 | 565 | 10 |
| Microbuses | 29 | 16 | 58 | 41,432 | 8,085 | 11,007 | 9,814 | 172 |
| Pick up | 11 | 6 | 20 | 11,642 | 671 | 1,158 | 1,1 | 30 |
| Vehículos de carga de hasta 3 ton. | 29 | 26 | 21 | 2,106 | 358 | 408 | 394 | 6 |
| Tractocamiones | 1,116 | 934 | 185 | 20,84 | 14,658 | 3,664 | 3,486 | 21 |
| Autobuses | 262 | 226 | 92 | 55,534 | 2,922 | 3,711 | 3,426 | 28 |
| Vehículos de carga mayores a 3 ton. | 318 | 262 | 92 | 55,534 | 2,922 | 3,711 | 3,426 | 28 |
| Motocicletas | 80 | 46 | 81 | 143,986 | 1,518 | 25,182 | 24,248 | 38 |
| Metrobuses | 6 | 3 | 3 | 64 | 201 | 38 | 37 | N/S |

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del GDF, Secretaría de Ecología del GEM y SEMARNAT.
Inventario de Emisiones, 2008

¹⁹ Se clasifica de acuerdo al tamaño de partícula

La Organización Mundial de Salud hizo público un informe preliminar en el cual recomienda endurecer la legislación destinada a controlar emisiones contaminantes en las ciudades, particularmente las de Partículas Menores de 2.5 micras que penetran más fácilmente las vías respiratorias.

La OMS calcula que al año, la contaminación atmosférica urbana provoca 1.3 millones de muertes en el mundo, las que se concentran en habitantes de países con ingresos medios. En sus guías de calidad del aire, la entidad plantea que tan sólo la reducción de emisiones PM10 de 70 a 20 microgramos por metro cúbico disminuiría en un 15% las muertes relacionadas.

5.2 Escenario Uno. Análisis de condiciones operativas con solución vial

El primer análisis consiste en ordenar la oferta a los requerimientos de la demanda a las distintas horas de la jornada de trabajo, esto podría contribuir a reducir los costos operativos e incrementar los niveles de Índice de Pasajeros por Kilómetro de las unidades que operan sobre la Calzada Ermita Iztapalapa, para eliminar el esquema de hombre-camión y pulverización de gremios, para ajustar la oferta de unidades a las condiciones operativas de las horas pico y valle de la demanda que se registran a lo largo del día.

Al tomar las medidas necesarias se optimizan los costos por kilómetro por medio de medidas específicas en la misma operación diaria, pudiendo minimizar costos variables propios del desgaste de una mala y precaria forma de trabajo. Disminución de frecuencia en horas valle, mantenimiento preventivo, controlando paradas, aceleración y frenados las cuales actualmente no son uniformes ni constantes, haciendo que el consumo en combustible, balatas y discos sean mayores. Gracias a estas medidas de eficiencia se pueden reducir costos de operación en capital variable de un 5 al 10% como se observa en la Tabla 5.5.

Tabla 5. 5. Costo anual de la operación con solución vial

| Longitud diaria recorrida | Costo de operación por kilómetro | Costo de operación | Costo anual |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|
| 10 Km | \$16,78 ²⁰ | \$167,8 | \$54,367 |

Fuente: Elaboración Propia.

De igual manera en los tiempos de recorrido se optimiza la situación actual tomando en cuenta que la velocidad se incrementa de 17 km/h a 18 km/h, generándonos una disminución de tiempo recorrido promedio de 40 a 38 minutos por usuario, con esta medida y tomando la demanda actual del corredor se tendría un costo anual de tiempo de \$675.517,76, ver Tabla 5.6.

²⁰Estudio de factibilidad económica-financiera del primer corredor de la Zona Metropolitana de Puebla

Tabla 5. 6. Costo del tiempo anual monetizado con solución vial

| Metro UAM a Metro Santa Martha | | | | | |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Situación | Tiempo de viaje | Demanda (pas/día) | Hrs. Totales Diarias | Hrs. Totales anuales | Costo del tiempo anual |
| Optimizada | 38 minutos | 131,184 | 83,083 | 26918,957 | \$675.517,76 |

Fuente: Elaboración Propia.

El sustento de esta medida de optimización se basa en el hecho de que la autoridad establezca en la gestión del servicio de transporte público controles más estrictos, esto con la intención de regularizar el transporte. Para lograr este propósito sería necesario partir de una reducción vehicular de las unidades obsoletas que actualmente operan fuera de las condiciones reglamentadas y con bajos índices de confort y calidad para el usuario. Esto permitiría reducir la atomización de la demanda, así como incrementar la eficiencia del sistema en su conjunto.

Con base en las argumentaciones precedentes, se puede decir que una estrategia para optimizar la situación actual, deberían contemplar las siguientes consideraciones:

- Reducción paulatina del parque vehicular existente, en un periodo no mayor a cinco años.
- Complementar el marco jurídico, con el objeto de hacerlo más estricto con sanciones y multas que induzcan al concesionario a cambiar los vehículos obsoletos
- Proponer alternativas de financiamiento con créditos blandos que motiven a los concesionarios a renovar su flota vehicular
- Plantear estrategias operacionales que sean más rentables para los operadores
- Fiscalizar y supervisar la operación y las condiciones del estado físico y mecánico de los vehículos.

La sustitución de unidades actuales, por vehículos de mayor capacidad y de modelo reciente, permitiría retirar del servicio combis, microbuses y autobuses obsoletos. Para mejorar el servicio requeriría también mejorar las condiciones de la vialidad.

Sin embargo, con estas acciones se incrementarán de manera poco significativa las velocidades de operación debido a que continuará la interferencia en la operación del transporte privado, transporte de carga y el desordenado transporte de pasajeros en la zona urbana. Esta solución no resuelve el congestionamiento y seguridad vial, no mejora su velocidad comercial y consecuentemente no aporta un beneficio en ahorro en tiempo de los usuarios, reporta una pequeña mejora en la emisión de contaminantes y reducción de uso de combustibles.

Adoptar un mecanismo que verdaderamente permita la modernización del parque automotor, es una medida que traería grandes beneficios y desde diferentes ópticas, veamos: desde el punto de vista ambiental, se lograría reducir la contaminación, pues

es sabido que un vehículo con ciertos años de vida, produce mayores emisiones contaminantes y por otro lado el contar con un parque automotor moderno, contribuiría a la disminución de la accidentalidad vial y a ofrecer comodidad al usuario, dando de ésta manera aplicación a uno de los principios que rigen al transporte.

Para lograr este propósito se deben simultáneamente implementar varias herramientas, a más de la necesidad de fijar una vida útil, se busca crear cultura de ahorro a los propietarios de vehículos, pero dando a su vez garantía de la forma como se deben manejar los recursos que para el efecto se pretenden canalizar.

Las medidas que se adoptan a través de este proyecto de ley se aplicarán a los vehículos de transporte registrados en el servicio público, en las modalidades de transporte de carga, transporte colectivo de pasajeros de radios de acción intermunicipal, municipal, distrital y metropolitano, de servicio individual y de transporte especial, con algunas particularidades algunos de ellos, como más adelante se expondrá.

5.3 Escenario Dos. Análisis de condiciones operativas con la implementación de un corredor de transporte de superficie

El sistema de un corredor vial previsto beneficia directamente a la parte oriente de la zona de estudio, en una franja de 500 metros alrededor de cada estación, distancia máxima considerada para acceder a pie, más la franja de 500 metros a lo ancho de los corredores de las líneas alimentadoras. Sin embargo, parte de la población beneficiada son sujetos a ser usuarios potenciales del corredor dependiendo del origen – destino, motivo de viaje y otras consideraciones similares que le hagan atractiva la opción que representa este nuevo sistema de transporte.

La metodología empleada para el Análisis Costo – Beneficio del corredor se basa en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo- beneficio de los programas y proyectos de inversión” que considera los costos y beneficios directos e indirectos que los proyectos generan para la sociedad.

Los costos considerados en la evaluación del proyecto Corredor son:

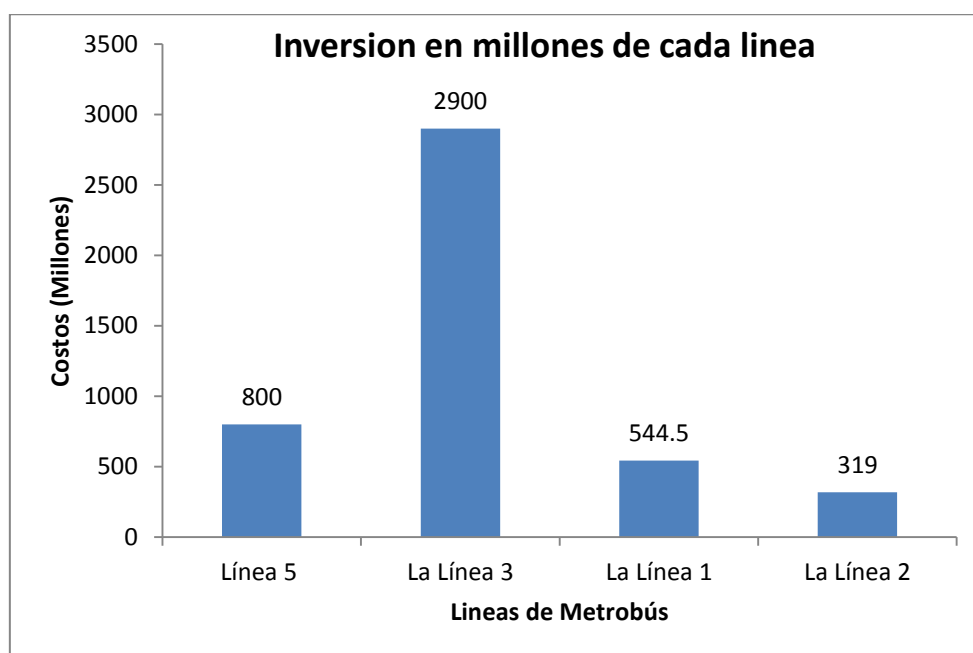
- Costo total de inversión
- Costos de operación y mantenimiento.
- Costos por molestias

La inversión necesaria para el proyecto tendría una inversión que oscilará entre los 800 millones hasta los mil 700 millones de acuerdo a datos de la Secretaría de Finanzas del D.F., de las demás líneas de metrobús construidas, aunque sea de destacar que cada una de ellas depende de la longitud y de la geometría de la vialidad, para hacer las adecuaciones correspondientes.

En el D.F. actualmente existen 4 líneas de metrobús y una quinta en construcción, las cuales difieren con los costos asociados, como puede observarse en la gráfica 5.1, ante tal situación se hizo una ponderación de estos costos.

- **Línea 5 (Río de los Remedios a San Lázaro)**, una inversión de 800 millones de pesos, tendrá una longitud de 10 Km, cada kilómetro costará 80 millones de pesos, aproximadamente.
- **La Línea 3 del Metrobús (Eje 4 Sur- Etiopía)**, tuvo una inversión de 2 mil 900 millones de pesos y tiene una longitud de 17 kilómetros, cada kilómetro costo 170 millones de pesos, aproximadamente.
- **Línea 1 del Metrobús (de Indios Verdes a Eje 10 Sur)**, tuvo un costo de 544.5 millones de pesos en un recorrido de 21.8 kilómetros, y, es decir, 19 millones por kilómetro.
- **Línea 2 (de Tepalcates a Tacubaya)**, el GDF invirtió 319 millones de pesos y cuenta con un recorrido de 20 kilómetros, que significan 15 millones por kilómetro.

Gráfica 5. 1. Inversión de Líneas de Metrobús en el D.F.



Fuente: FIMEVIC, Metrobús, Secretaría de Obras del DF

Con estos datos podemos observar el monto que se destina a la inversión de un proyecto Tronco- alimentador, los cuales se erogarán en 20 meses a partir del primer trimestre del año en construcción, este monto incluirá tanto material rodante como inversión en infraestructura. Deberá tenerse en cuenta que en los años siguientes se considera la operación de un mayor número de material rodante para atender la demanda proyectada, durante los 30 años de la vida del proyecto. Adicionalmente, en

11 años se prevé un cambio completo de la flota de unidades articuladas ya que la vida útil proyectada de estos equipos registra 11 años.

La demanda en el corredor estará compuesta por los usuarios que en la actualidad utilizan el corredor y se incorporan aquellos usuarios que, por cambio modal, son atraídos al sistema, por las características del servicio y las acciones de política pública que logren incentivar el uso del transporte público.

Con la implantación de corredor troncal se optimizará la operación del sistema de transporte público, mejorando la calidad del servicio y los tiempos de viaje, al incrementarse la velocidad promedio sobre el corredor troncal a 22 km/h, gracias a la prioridad de tránsito en el carril exclusivo y en intersecciones con semáforos, así como a la implementación de un sistema de prepago eficiente, que permitirá un abordaje rápido y seguro al eliminar la competencia de los operadores por "ganar" pasaje.

5.3.1 Beneficios asociados al proyecto

El proyecto propuesto, en comparación con el sistema actual de transporte público, tiene beneficios sociales y económicos que pueden atribuirse al primer corredor de transporte público, entre los que destacan el ahorro en tiempo de viaje de los usuarios y el ahorro en costos de operación vehicular. A continuación se detalla la determinación de estos ahorros:

a) Ahorro en tiempo de viaje de los usuarios del transporte público

Los tiempos de recorrido que los usuarios destinan para trasladarse de un lugar a otro dependen, entre otros factores, de la velocidad a la que viajan los vehículos de transporte público, la cual, a su vez, depende de la infraestructura vial.

Siguiendo esta lógica, una mejora en la infraestructura vial con carriles exclusivos para la circulación de los vehículos de transporte público generará, en términos de ahorro de tiempo, un beneficio social y económico.

En base a la demanda de 131,184 viajes al día, el viaje promedio de viaje sería de 27 minutos, ya que con la implementación del corredor reduciría el tiempo actual en un 40 por ciento, y tendría una velocidad promedio de 22 Km/h, ante tal escenario los costos que se deriva, en un ahorro de tiempo, que en términos monetarios se traduce en 479 millones novecientos setenta y tres mil quince pesos al año, ver Tabla 5.7.

Tabla 5. 7. Costo del tiempo anual monetizado con un corredor vial

| Metro UAM a Metro Santa Martha | | | | | |
|--------------------------------|-----------------|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Situación | Tiempo de viaje | Demanda (pas/día) | Hrs. Totales Diarias | Hrs. Totales anuales | Costo del tiempo anual |
| Corredor | 27 Km/h | 131,184 | 59,033 | 19126,627 | 479,973,15 MXN |

Fuente: Elaboración Propia

Dicho monto es resultado de multiplicar el ahorro en tiempo de viaje (expresado en minutos) y la demanda diaria (pasajeros por día), cuyo resultado se convierte en horas dividiendo entre 60, posteriormente se multiplica por el costo del tiempo (\$25,095.00) y por los 324 días de operación del transporte público. Cabe agregar que el ahorro en tiempo de viaje es producto de una mayor velocidad de operación de la flota vehicular.

b) Ahorros en costos de operación vehicular

Para estimar el ahorro en costos de operación vehicular, producto de la comparativa entre la situación sin proyecto optimizado y la situación con proyecto, se determinaron los kilómetros recorridos al día sobre el corredor por las rutas para ambos escenarios, se estimaron situaciones de operación similares y se consideraron 324 días de operación de la flota vehicular.

b.1 Costo de operación por kilómetro

El costo de operación por kilómetro es el resultado de dividir el total anual de los costos fijos y variables sobre el total de kilómetros recorridos por las rutas al año.

Los costos fijos y variables están integrados por:

- Consumo de combustible.
- Consumo de lubricantes.
- Consumo de neumáticos.
- Consumo de refacciones.
- Consumo de horas de mantenimiento.
- Costos fijos (derechos, sueldos y administración).

El costo de operación por kilómetro es de \$13.13²¹ pesos/km respectivamente

²¹FIMEVIC, Metrobús, Secretaría de Obras del DF Línea 3 del Metrobús

Tabla 5. 8. Costo anual de la operación con un corredor vial

| Longitud diaria recorrida | Costo de operación por kilometro | Costo de operación | Costo anual |
|---------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------|
| 10 | 13,13 | 131,3 | 42,541 |

Fuente: Elaboración Propia.

En resumen, los beneficios asociados al proyecto son:

- Aumento en la velocidad de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido para los usuarios del transporte público.
- Reducción en los costos de operación en los diferentes tipos de vehículo.
- Se agilizará el tránsito local del Centro Metropolitano.
- La operación de los vehículos del transporte público será más segura, reduciendo significativamente la posibilidad de accidentes.
- Disminución de la contaminación atmosférica producto de una menor flota vehicular, por el uso de tecnologías más limpias y menos congestionamientos.
- Disminución de ruido al reducir la flota vehicular

Con Metrobús hay una reducción de más de nueve veces de emisiones gramo/Km-pasajero con respecto a las emitidas por los microbuses anteriormente²²

- Una **reducción en partículas** de entre 2 y 3 veces con respecto al microbús de gasolina.
- **Reducción en Óxidos de nitrógeno** de entre 3 y 4 veces al comparar con el microbús a gasolina.
- **Reducciones de monóxido de carbono** hasta 200 veces con respecto a la emisión del microbús a gasolina, lo cual es debido a que los motores a gasolina tienen una combustión menos eficiente que aquellos que utilizan diesel.
- Los autobuses a diesel **emiten** aproximadamente **4 veces menos** dióxido de carbono, que el microbús a gasolina.
- El **microbús** a gasolina **consume hasta 5 veces combustible** más que los autobuses a diesel.

Como podemos darnos cuenta con la solución de un corredor vial se tienen muchas más ventajas tanto económicas, sociales y ambientales, ya que cada unidad de autobús articulado sustituye a 4 microbuses, esto trae consigo que sea rentable la solución de un corredor vial en las zonas donde se tenga la geometría adecuada para poder instalarlo ya que implica afectaciones a las vialidades actuales incrementando el

²² Estos datos se tomaron como referencia de los proyecto de Metrobús en Insurgentes Sur, según datos de la Dirección General de Gestión Ambiental del Aire. Secretaria del Medio Ambiente.

congestionamiento y por lo mismo el tiempo de recorrido de los usuarios que no usan el transporte público .

Todas las alternativas planteadas anteriormente ofrecen soluciones limitadas en cuanto a su capacidad de transporte, ya que solo permiten atender demandas del orden de 6,000 y 10,000 pasajeros / hora-sentido, no siendo opciones satisfactorias, aún a largo plazo, por lo que la demanda seguiría insatisfecha (atendida ineficientemente) ya que actualmente la demanda asciende a 131,184 viajes por día, por lo tanto no es rentable, porque no cubriría la demanda y además no se cuenta con la geometría indicada para su instalación, como se mencionó en el capítulo anterior.

5.3.2. Vida Útil.

La vida útil aproximada de un corredor vial es de un máximo de 20²³ años, si la demanda no crece aceleradamente ya que si es el caso, el BRT será insuficiente para atender la demanda de usuarios, y en su lugar deberá entrar otro servicio de mayor capacidad.

Este concepto hace referencia a que después de 10 años, una vez concluida la vida útil de los vehículos del transporte público que circularán por los carriles exclusivos, se tendrán que comprar nuevas unidades para mantener en óptimas condiciones la operación del sistema de transporte propuesto. La vida útil estimada de los autobuses articulados es de 7 años, por lo que deben sustituirse.

El costo de conservación de la vialidad es el gasto erogado por concepto de mantenimiento de los carriles exclusivos por los que circularan los autobuses rápidos troncales durante la vida útil del proyecto. Se contempla la inversión en carriles confinados de concreto hidráulico por lo que será necesario, únicamente, la conservación normal de dichos carriles durante toda la vida útil del proyecto, la cual debe realizar cada año para mantener en condiciones óptimas los carriles y con ello ofrecer un servicio de calidad a los usuarios de esta vía.

5.3.3. Flota vehicular

La flota vehicular se determina en función de la oferta, y ésta a la par de las exigencias de la creciente demanda. Para ello se estudiaron varias alternativas. El número de vehículos de la alternativa tecnológica elegida está compuesto por autobuses con plataforma alta con puertas al lado izquierdo.

El inicio del proyecto está dándose en condiciones límites de confort para el usuario, una condición vehicular con capacidad de 50 pasajeros sentados + 70 de pie + 1 discapacitado, un total de 160 espacios en horas pico. De acuerdo a las normas y criterios de capacidad de Corredores BRT.

²³ Secretaria de Obras y Servicios, de la línea 5 de Metrobús

El número de vehículos para cubrir la demanda estimada para el corredor, es de acuerdo a la demanda y a la frecuencia de paso que tendrá las unidades en hora de máxima demanda y hora valle, a continuación se presentan tres escenarios relativos a la capacidad máxima a soportar en el corredor con la misma infraestructura, únicamente cambia el número de unidades y frecuencias, como se aprecia en las Tablas 5.9 y 5.10, respectivamente.

Tabla 5. 9. Número de unidades de acuerdo a cada esquema.

| Índices de operación en Hora de máxima demanda (HMD) | | | |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Concepto | Esquema 1 | Esquema 2 | Esquema 3 |
| capacidad del vehículo | 160 | 160 | 160 |
| factor de ocupación | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| tiempo de recorrido | 35 | 35 | 35 |
| tiempo de recorrido | 35 | 35 | 35 |
| tiempo de recorrido total | 70 | 70 | 70 |
| tiempo de terminal | 12 | 12 | 12 |
| tiempo de ciclo | 152 | 152 | 152 |
| Longitud ida +vuelta | 20 | 20 | 20 |
| Intervalo | 3 | 5 | 7 |
| número de unidades | 51 | 30 | 22 |
| Total de unidades | 56 | 33 | 24 |

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. 10. Número de unidades de acuerdo a cada esquema

| Índices de operación en Hora valle (HV) | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|
| Concepto | Esquema 1 | Esquema 2 | Esquema 3 |
| capacidad del vehículo | 160 | 160 | 160 |
| factor de ocupación | 1.9 | 1.9 | 1.9 |
| tiempo de recorrido | 30 | 30 | 30 |
| tiempo de recorrido | 30 | 30 | 30 |
| tiempo de recorrido total | 60 | 60 | 60 |
| tiempo de terminal | 12 | 12 | 12 |
| tiempo de ciclo | 132 | 132 | 132 |
| Longitud ida + vuelta | 20 | 20 | 20 |
| Intervalo | 9 | 10 | 11 |
| número de unidades | 15 | 13 | 12 |
| Total de unidades | 16 | 15 | 13 |

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar el número de unidades cambia de acuerdo a la frecuencia de paso en este caso se deberá tener un máximo de 56 y un mínimo de 24 unidades, ya que después de este parámetro de frecuencia de paso, es demasiado alta y los usuarios esperarían mucho tiempo para abordar la siguiente unidad por tal razón se dará salida cada 3 minutos en hora de máxima demanda, atendiendo un total de 8,107 pasajeros/hora y en hora valle se dará cada 7 minutos, dando servicio a 2.347 pasajeros en una hora.

5.3.4. Análisis de la oferta y demanda

La determinación de la demanda futura de transporte público para los cuales ha de implementarse el corredor vial, es un parámetro básico en el cálculo de la planeación. Es necesario determinar la demanda futura para prever en el diseño las exigencias y futura extensiones del servicio para un número de años siguientes, que será fijada por los períodos económicos del diseño y para ello se aplica la metodología: del Método Geométrico o Crecimiento Geométrico

El crecimiento es geométrico, es si el aumento de la población es proporcional al tamaño de esta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo al del interés compuesto, el cual se expresa como:

$$Pf = Po (1 + i)^n$$

Dónde: Pf: Población más reciente
Po: Población inicial
n: Período entre las dos fechas en años
i: tasa de crecimiento que se calcula de la siguiente manera:

$$i = (Pf/ Po)^{1/n} - 1$$

Los datos que se utilizaron para determinar la tasa de crecimiento anual, son resultado de los estudios de campo realizados en el año 2007 y 2012, como se muestra en la Tabla 5.11.

Tabla 5. 11. Demanda de transporte

| Año | Demanda |
|------|---------|
| 2007 | 120,896 |
| 2012 | 131,184 |

Fuente: Elaboración Propia

Para obtener el índice de población, de acuerdo al método geométrico, se tomó como valor final el total de vehículos en el año 2012 y el valor inicial el total del año 2007 con 5 años de observación. Tomando los valores de la Tabla 5.9., y sustituyendo en la ecuación correspondiente se obtuvo una tasa de crecimiento anual de 1.65%.

Con la tasa de crecimiento calculada anteriormente se determina el tránsito futuro para los años siguientes, mediante la siguiente expresión:

$$Pf = Po (1 + i)^n$$

Dando como resultado la proyecciones observadas en la tabla 5.12. y en la gráfica 5.2.

Tabla 5. 12. Proyección de la demanda

| Año | Demanda |
|------|---------|
| 2007 | 120,896 |
| 2012 | 131,184 |
| 2017 | 142,347 |
| 2022 | 154,461 |
| 2027 | 167,605 |
| 2032 | 181,868 |

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 5. 2. Demanda proyectada



Fuente: Elaboración Propia

La proyección de la demanda alcanzarán un total de 167,605 pasajeros/día, para un horizonte de 20 años, como se aprecia en la gráfica 5.2., Por otra parte, la capacidad instalada de un BRT, operando 10 horas diarias, es de cerca de 400 mil pasajeros diarios, bajo ninguno de los dos escenarios anteriores se alcanzara el punto de saturación durante el horizonte de evaluación (20 años).

5.4 Escenario Tres. Análisis de condiciones operativas con la implementación de metro

La solución más adecuada al problema de transporte de pasajeros en la zona de estudio, por los beneficios socioeconómicos que aportaría en ahorro en tiempo de los usuarios, en ahorro en costos de operación y mantenimiento de las unidades que

prestan el servicio de transporte de pasajeros, así como ahorro en emisión de contaminantes, será mediante la implantación de un sistema de transporte masivo de alta capacidad como lo es un Metro de alta calidad de servicio: seguro, rápido, confiable, accesible, competitivo en costo, eficiente y no contaminante, con capacidad para atender la demanda presente y futura. Además la implantación de este sistema será el eje que servirá para reestructurar las líneas de transporte público que actualmente operan en la zona, lo que permitirá aliviar la problemática que presenta el paradero de Metro Constitución y Metro Santa Martha

El proyecto en estudio se refiere prolongar la línea 8 del Metro en el tramo de Metro Constitución a Metro Santa Martha, con una longitud de 10 Kilómetros.

En este escenario, la población de la periferia del D.F. y del Estado de México del área de influencia va a obtener los siguientes beneficios:

- a. Beneficios por ahorro de tiempo: Dado el perfil de viajes, la congestión vehicular y los tiempos de traslado en la zona oriente-poniente de la ZMVM, es indiscutible que la inclusión de una Línea del sistema de transporte colectivo Metro en el oriente de la ciudad significará una reducción considerable del tiempo de traslado. La reducción del tiempo de traslado significa una liberación del tiempo disponible de los individuos para realizar actividades económicas ya sean laborales o no laborales. Dicho ahorro puede valorarse en términos monetarios a través del salario del mercado laboral de las personas al tiempo disponible. Con ello la valoración del tiempo de ahorro constituye el beneficio más considerable desde el punto de vista social ya que es un costo de oportunidad (ver Tabla. 5.13.). Además los ahorros en tiempo tienen repercusiones más allá de la valorización de mercado ya que un sinnúmero de viajeros realizan actividades que coadyuvan a incrementar el capital humano de la sociedad o al esparcimiento.

Tabla 5. 13. Costo del tiempo anual monetizado con una Línea de Metro

| Metro Constitución a Metro Santa Martha | | | | | |
|---|-----------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|
| Situación | Tiempo de viaje | Demanda (pas./día) | Hrs. Totales Diarias | Hrs. Totales anuales | Costo del tiempo anual |
| Metro | 20 minutos | 131,184 | 43,728 | 14167,872 | \$355.535,66 |

Fuente: Elaboración Propia.

- b. Beneficio por Liberación de Recursos (Efecto Sustitución): Como ya se mencionó con anterioridad la capacidad de movilización de viajes-persona-día de una Línea de Metro es tal que, dada la afluencia de la zona, se puede dar un efecto importante de sustitución de modos de transporte. La sustitución de modos de transporte se da ya que al aumentar considerablemente la oferta de

transporte al incorporar una línea de Metro, se disminuye la demanda de otras opciones de transporte público menos eficiente lo cual repercute en una liberación de recursos económicos a estos otros modos y de igual forma se reducen los niveles de saturación dentro de los modos y dentro de las vialidades.

- c. Beneficio por Externalidades positivas al medio ambiente: Debido a que una Línea de Metro no contamina, se obtienen reducciones considerables de emisiones, particularmente de CO₂ y otros contaminantes. Esto se deriva de la sustitución de medio de transporte público más contaminante por una mejoría en la congestión de las vialidades. Esto a su vez repercute en la calidad atmosférica y en la salud de la población. Así mismo, en entornos de valoración de las emisiones de CO₂ la Línea de metro, disminuye estas sustancias en el medio ambiente ya que libera congestión y uso de vehículos.

5.4.1 Ahorros por reducción de emisiones contaminantes

La realización del proyecto traerá consigo la reducción de los vehículos-km de transporte público a base de autobuses y microbuses de otras unidades de menor capacidad ya que la demanda antes mencionada será atendida por un sistema electrificado no contaminante.

Los ahorros en emisiones contaminantes, se partió de las emisiones de CO₂ por tipo de unidad que presta el servicio de transporte público, considerando las siguientes emisiones:

- Autobuses emiten 600 gr/km
- Microbuses emiten 520 gr/km
- Combis emiten 270 gr/km

La acción del proyecto tiene su principal incidencia sobre el factor ambiental, reduciendo principalmente la emisión de gases de HC, CO, NO_x, SO_x, partículas en suspensión, CO₂, CH₄ y N₂O, las cuales se estiman en un total de aproximadamente 68,000 toneladas anuales de gases y partículas contaminantes. De prevalecer la situación actual, sin proyecto, se continuaría liberando a la atmósfera estos contaminantes, en perjuicio de la calidad del aire del Estado de México y del Distrito Federal, y de la salud de la población aledaña.

Algunos otros beneficios adicionales en materia ambiental, no cuantificados pero de importancia para la calidad de vida de la población, es la que se refiere a un menor nivel de ruido por la sustitución de las unidades de transporte de baja capacidad, por un sistema de transporte masivo silencioso, además de que al disminuir dicho tránsito, se reducen también los derrames incontrolados de aceite automotor al subsuelo.

Una de las desventajas que tiene construir una línea de metro es el costo de inversión, ya que tiene un costo bastante alto, de acuerdo a datos del metro, la Línea 12 tuvo un costo promedio de 100 millones de USD por kilómetro, tomando como referencia ese dato en total se construirían 10 kilómetros, lo que tendrá un costo aproximado de 10 mil millones de pesos.

Como podemos observar cada solución tiene sus ventajas y desventajas tanto sociales, económicas y ambientales, cada una de estas trae beneficios que ayudan a mejorar la movilidad, por ello es importante en la toma de decisión, saber cuál modo de transporte es el más adecuado para ayudar a la problemática de transporte que se vive.

Cuando se analiza cada solución podemos darnos cuenta que todas en general tienen ventajas una más que la otra, pero de igual manera contribuyen a la mejora

En resumen, estas tres situaciones generan un ahorro significativamente entre las situaciones optimizadas y la situación actual. Por lo que los habitantes de la Zona de estudio serán beneficiados con la realización del proyecto propuesto de transporte público, debido al ahorro generado en su ciclo de viaje y el costo anual que tendría cada solución., ver Tabla 5.14.

Tabla 5. 14. Costo de tiempo monetizado en todos los escenarios.

| Metro Constitución a Metro Santa Martha | | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Situación | Tiempo de viaje | Demanda (pas/día) | Hrs. Totales Diarias | Hrs. Totales anuales | Costo del tiempo anual |
| Actual | 40 | 131,184 | 87,456 | 28335,744 | 711.071,33 MXN |
| Optimizada | 38 | 131,184 | 83,083 | 26918,957 | 675.517,76 MXN |
| Corredor | 27 | 131,184 | 59,033 | 19126,627 | 479.973,15 MXN |
| Metro | 20 | 131,184 | 43,728 | 14167,872 | 355.535,66 MXN |

Fuente: Elaboración Propia.

Tomando como referencia el costo de tiempo anual que tendrá cada solución, la que genera menos costo es el Metro, que comparando con la situación actual se tiene un ahorro de \$355, 535,66 anualmente.

En el análisis de costos de operación el que tiene menor costo por kilómetro es el corredor, el cual tiene un costo anual de \$42,541, ver Tabla 5.15.

Tabla 5. 15. Costo de operación de todos los escenarios.

| Situación | Longitud diaria recorrida | Costo de operación por kilometro | Costo de operación | Costo anual |
|------------------|----------------------------------|---|---------------------------|--------------------|
| Actual | 10 | 17,83 | 178,3 | 57,769 |
| Optimizada | 10 | 16,78 | 167,8 | 54,367 |
| Corredor | 10 | 13,13 | 131,3 | 42,541 |

Fuente: Elaboración Propia.

De este análisis de ahorro en costo, se deriva la conclusión de que el sistema de transporte público propuesto entre los escenarios, cual sea de estas, genera ventajas y es necesario para los habitantes de la Zona Oriente de Iztapalapa, mejorar su movilidad.

5.4.2. Vida Útil

Se estima que en este tipo de proyectos la infraestructura tiene una vigencia de más de 50 años mediante el mantenimiento adecuado (reparación y reposición de vías desgastadas) y los equipos electromecánicos reciben mantenimiento, rehabilitación, reposición y sustitución por obsolescencia tecnológica, de manera que el sistema permanece operativo por más tiempo del período mencionado siempre y cuando reciba el mantenimiento adecuado. Al término de dicho periodo será revisada la continuación de la operación del mismo.

El horizonte para la evaluación del Proyecto es de 30 años, tiempo que se estipula la duración de la concesión.

5.4.3. Flota vehicular

Para el cálculo del número de trenes necesarios para satisfacer la demanda de usuarios del sistema en la hora de máxima demanda del día, se realizó el estimado de la carga máxima en dicho periodo. Con la capacidad de oferta de los trenes, aunado a la frecuencia de salida y distancias recorridas por tren.

Se consideró que los trenes tiene la capacidad en cada vagón de 170 personas por lo un tren está compuesta por 9 o 6 vagones, tendría la capacidad de transportar 1,530 personas, así mismo se consideró que la velocidad comercial del tren sería de 60 km/h, que la longitud de la vuelta es de 33 km., por lo que la duración de la vuelta ascendería a 41 minutos.

El cálculo del número de trenes se fundamenta tanto en los datos operativos de la línea como en la evolución de la demanda, específicamente en las horas de mayor ocupación del sistema, es decir la Hora de Máxima Demanda.

El cálculo del número de trenes para la operación (Flota de Trenes, FT) se basa en los datos operativos de Duración de Vuelta (DV) y de Intervalo de Servicio (ISD), con base en la siguiente fórmula:

$$FT= DV/ISD$$

La duración de vuelta es la duración en minutos de un trayecto de ida y vuelta. Es decir es la duración en tiempo necesario para realizar el trayecto primero en un sentido y luego completarlo en el otro sentido. Tiene en cuenta tanto el tiempo de recorrido como el tiempo necesario para maniobras. Se calcula con base a la Longitud de la Línea (L) y con el dato de velocidad comercial de operación (VC); éste último se obtiene de los tiempos obtenidos de las marchas tipo y representa la velocidad promedio teniendo en cuenta la velocidad de recorrido y los tiempos de maniobra.

Para este caso, la Longitud de la Línea (L) ya se comentó anteriormente que es de 33 kilómetros y la velocidad comercial de operación (VC) se calcula en 41 kilómetros por hora. De manera que:

$$DV=2*L/VC= 94 \text{ minutos}$$

El parámetro operativo de ISD para la Línea se ha fijado en 189 segundos, es decir el intervalo entre trenes será de 3.15 minutos. Por tanto la Flota de Trenes (FT) para operación se determina:

$$FT= 30 \text{ trenes para operación,}$$

A este número es necesario añadirle trenes de reserva y trenes para cubrir períodos de mantenimiento de los trenes en operación. En este caso se determinó tener 2 trenes de reserva y 3 trenes para cubrir los períodos de mantenimiento, de forma que la flota total de trenes es:

$$\text{Flota total} = 30 \text{ trenes para operación} + 2 \text{ trenes para reserva} + 3 \text{ trenes para mantenimiento} = 35 \text{ trenes}$$

Por otro lado, es necesario vincular este número de trenes con la oferta para cubrir los períodos de máxima demanda. Para la determinación del equipo y su capacidad de atender la demanda, se tomó como base la cifra esperada de pasajeros para la hora de máxima demanda.

Se estimó que para soportar la calidad de servicio esperado en el Sistema y poder atender la demanda estimada para el primer año de operación en la hora de máxima demanda, se necesitaría que la frecuencia de paso de los trenes en la HMD fuera inferior a 5 minutos con trenes compuestos de 6 a 9 coches, con una capacidad por cada coche de 170 personas o bien 1020 o 1530 personas, según sea el caso, por tren. Con estos datos se estimó que la capacidad de atender el máximo de pasajeros en la HMD es de 13,440 pasajeros/hora-sentido.

En conclusión cada modo de transporte tiene diferentes costos y manera de operar, por lo que se debe de tomar en cuenta cada uno de estos factores, junto con la demanda de la zona como se puede apreciar en la Tabla 5.12

Tabla 5. 12. Análisis Integral de Costos

| | No Hacer Nada | Carriles de Buses | Tren Ligero | Metro | BRT |
|---|---------------|-------------------|-------------|-------------|------------|
| Capacidad/vehículo | 30 | 60 | 180 | 300 | 160 |
| Velocidad(Km/h) | 11 | 18 | 20 | 35 | 26 |
| Unidades(Buses o Carros de Tren) | 4714 | 1440 | 432 | 148 | 374 |
| Costo Infraestructura(US\$MM/km)USD | \$0.00 | \$1.00 | \$15.00 | \$60.00 | \$7.20 |
| Costo Mantenimiento(US\$MM/km por año)USD | \$0.24 | \$0.10 | \$0.15 | \$0.10 | \$0.13 |
| Equipo(US\$/Unidad) | \$0 | \$80,000 | \$1,000,000 | \$3,000,000 | \$200,000 |
| Operación, incluye mantenimiento de operación(US\$/Km recorrido)USD | \$0.68 | \$0.56 | \$0.60 | \$0.60 | \$0.79 |
| Kilometraje Recorrido/año | 179,842,963 | 89,921,481 | 29,973,827 | 17,984,296 | 33,720,556 |

Fuente: Taller Latinoamericano Planificación e Implementación de Sistemas de Autobuses Confinados (BRT)

6. Conclusiones y recomendaciones.

De acuerdo a la hipótesis resultado verdadera en todos los aspectos, ya que la situación que presenta el transporte público de pasajeros, en la delegación Iztapalapa está caracterizado por la existencia de múltiples problemas, que clasificados según su origen, se pueden caracterizar de la siguiente manera:

- Carencia o mal estado de la infraestructura vial,
- Deficiencias entre los marcos institucionales y legales,
- Limitada capacidad financiera de autoridades, transportistas y usuarios,
- Inexistente integración entre la planificación del transporte y el uso del suelo,
- Deficiencia en los servicios de transporte colectivo.

Esta situación se hace presente desde hace mucho tiempo, sin embargo, la crisis del transporte público de pasajeros ha venido profundizándose en forma gradual y acelerada, sin que hasta ahora se tomen medidas para aplicar una solución integral al problema. Si se compara la proporción de ideas propuestas en materia de transporte, con las que en realidad se han implementado efectivamente, el resultado es poco satisfactorio.

Bajo esta visión cada día, los problemas, se hacen mayores e impactan negativamente en la movilidad urbana²⁴, trayendo como consecuencias pérdidas económicas y deterioro en la calidad de vida de los ciudadanos. Es común que sus habitantes deban invertir una cantidad significativa de tiempo, para desplazarse desde su hogar hasta otros destinos, bien sea por razones de estudio, trabajo, actividades cotidianas o de esparcimiento, etc.

La visión del futuro para la delegación Iztapalapa debe ser moderna, proyectándose a ocupar nuevas posiciones en los escenarios nacionales. Los desafíos para el futuro se centran en elevar la calidad de vida de sus ciudadanos.

Por lo tanto, será necesario desarrollar una continua mejora de sus servicios, en especial del transporte público de pasajeros que hoy representa cerca del 60 por ciento de los viajes realizados en el Área Metropolitana del Valle de México.

Elevar la calidad de vida para la población de Iztapalapa corresponde a su vez a mejorar la calidad del aire, de las condiciones del transporte público, de seguridad, de accesibilidad y de movilidad de sus ciudadanos, para la realización de las actividades que son indispensables en la vida de una ciudad moderna.

²⁴La movilidad urbana es uno de los elementos que le dan vida cotidiana y sostenibilidad a una ciudad. Es, sin duda, pilar fundamental de su adecuado funcionamiento y aporta de manera significativa a la calidad de vida de los habitantes.

¿Cuál es la visión del futuro que se quiere para la Delegación Iztapalapa?

La visión y los objetivos estratégicos que se requieren va encaminado al transporte público, una sociedad es competitiva en la medida en que es capaz de movilizar a su población, transportar bienes y mercancías e intercambiar ideas e información de manera ágil y eficiente. La dinámica económica de Iztapalapa la coloca como una zona de relevancia regional, por su ubicación geográfica y sus relaciones con el Estado de México.

Para mejorar la calidad de vida de los habitantes de Iztapalapa y elevar la competitividad del Área Metropolitana del Valle de México, es ineludible dar una solución de fondo al problema de movilidad. Esto implica las siguientes acciones:

- Realizar inversiones importantes en la vialidad para construir un sistema basado en una red troncal,
- Otorgar facilidades en la red vial actual y en los nuevos desarrollos urbanos para el transporte público de pasajeros,
- Establecer una red de Metro como la columna vertebral del sistema de transporte y sistemas alimentadores y locales a base de autobuses,
- Modernizar el parque vehicular, establecer altos estándares de desempeño en el transporte urbano y sistemas efectivos de mantenimiento y capacitación de operadores,
- Regular y racionalizar el desarrollo de los diversos servicios de transporte; en particular el de pasajeros y el de carga, tanto en la movilización hacia y desde el la Área Metropolitana del Valle de México como en la distribución interna en el Distrito Federal, así como el transporte escolar y el transporte de personal

Con estas acciones se podrían tener los siguientes beneficios:

- **Competitividad** – Reducción en tiempo de viaje promedio para los usuarios, ya que actualmente el tiempo promedio anual, equivalente a 9, 425,808 de horas-hombre al día y casi \$711,071,33 pesos de valor económico a la productividad.
- **Equidad Social** – Los viajes en transporte público se realizarían en transporte masivo de calidad, lo cual beneficia a los usuarios que tienen que viajar más lejos y que generalmente cuentan con menores ingresos.
- **Sustentabilidad** – Una reducción alrededor de 20 por ciento anual en las emisiones contaminantes locales, reduciendo la incidencia de problemas respiratorios causados por el sector transporte. Además, se espera reducir alrededor de 700 mil toneladas de CO₂ anualmente, contribuyendo a combatir el cambio climático.

Para poder realizar este conjunto de acciones, es imperativo que primero se enmarquen dentro de un plan de movilidad para la Zona Metropolitana con los aspectos correspondientes a las entidades del Estado de México y del Distrito Federal claramente articuladas. Este plan debe no solo integrar las iniciativas planteadas, sino también darles continuidad para que las administraciones futuras puedan continuar construyendo sobre esta visión. Además, el plan de movilidad para la ZMVM debe estar vinculado con los mecanismos legales y financieros apropiados que permitan y promuevan su correcta implementación.

El objetivo primordial de este análisis fue buscar una solución a los problemas observados, buscando la solución más óptima que permita a la población, realizar sus desplazamientos con seguridad, rapidez y comodidad según sus respectivas necesidades, condiciones económicas y preferencias de horarios, itinerarios y modos de transporte, es el desafío a ser resuelto.

Una alternativa explorada para atender el déficit de oferta de transporte masivo está basada en la expansión del sistema Metro que actualmente atiende a más de 4 millones de usuarios al día, principalmente dentro y hacia el Distrito Federal, con este sistema se promueve un cambio del paradigma de incentivo al uso de transporte individual y como primera reflexión, entender la ciudad como un ambiente colectivo.

El Metro presenta capacidades teóricas y prácticas superiores a los demás modos; también presenta tiempos de aceleración y distancia entre las estaciones muy aceptables en comparación con otros modos. La velocidad de operación (41 km/hr) es el doble del promedio actual de velocidad que existe en el Distrito Federal que es de alrededor de 15 km/hr, y obviamente superior a la velocidad que presenta el automóvil particular, los microbuses, autobuses, tranvías e incluso trenes ligeros. Esto permite que el Metro tenga una ventaja comparativa con otros modos de transporte en donde la saturación de las vialidades afecta su ritmo de flujo.

Así mismo, un sistema que contiene una carga importante de usuarios y que no contamina contribuye en mayor magnitud a la reducción de contaminantes en relación con otros proyectos alternativos similares. Esto debido a que con el mismo consumo eléctrico y de insumos escasos en la economía se puede movilizar a un número considerablemente mayor de individuos.

Adicionalmente, un sistema de transporte público masivo contribuye enormemente a la reorganización de rutas y permite a los usuarios sustituir entre distintos modos de transporte de manera más eficiente. Los usuarios siempre elegirán los modos de transporte que representen mayor eficiencia para ellos en cuanto a distancia, trayecto y origen-destino. Por ello, un proyecto de Línea de Metro amplía la oferta de transporte y genera una sustitución hacia medios más eficientes, desahogando los ya saturados modos, con lo cual se incrementa también la eficiencia de los mismos.

En conclusión, el Metro es el medio de transporte público que cuenta con las características de capacidad, velocidad máxima permitida y emisión de contaminantes

necesarias para dar solución al problema actual de la insuficiencia de la calidad y cantidad de transporte público en el oriente y poniente de la Ciudad de México.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alceda Hernández, Ángel, *La Operación de los Transportes*. México, 1997.
2. Islas Rivera, Víctor Manuel. *Llegando tarde al compromiso: la crisis del transporte en la ciudad de México*. Edit. El Colegio de México. México, 2000.
3. Molinero Molinero, Ángel R. y Sánchez Arellano, Luis Ignacio. *planeación, diseño, operación y administración*. Universidad Autónoma del Estado de México. México, 2003.
4. Rafael Cal y Mayor R., James Cárdenas , *Ingeniería de Transito*, México, 2007
5. *Encuesta Origen y Destino 2007*. INEGI-GDF. México, 2008.
6. Boris Graizbord (2008) *Geografía del Transporte en el Área Metropolitana de La Ciudad de México*.
7. FLORES González, Sergio. (2002) *La megalópolis de la región centro de México Cambios en el periodo 1970- 2000*.Universidad Benemérita de Puebla. Mayo 2002
8. *Anuario 2008 SETRAVI*.
9. Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional Metropolitana, Subsecretaría de Desarrollo Metropolitano, Gobierno del Estado de Hidalgo: *Análisis para la incorporación de municipios hidalguenses a la Zona Metropolitana del Valle de México (2011)*.
10. *Sistema de Transporte Colectivo (Metro)*, 2012
11. *Programa de Desarrollo Social de la Delegación Iztapalapa (2011)*
12. SEDUVI, *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano* ,1990
13. *Estudio de Movilidad Ciclista en la Ciudad de México 2008*
14. Luis Unikel Ruiz C. y G. Garza, "El desarrollo urbano de México", El Colegio de México, México, 1976.
15. Covarrubias, 2000; en *Proyecto para el diseño de una estrategia integral de gestión de la calidad del aire en el Valle de México, 2001-2010*. MIT, 2000.
16. Azuela, Antonio (1989), *La ciudad, la propiedad privada y el derecho*, México, El Colegio de México.

17. CONAPO (1998). Escenarios demográficos y Urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010. Síntesis. Series en Estudios Regionales. México.
18. ITDP, (Instituto), Transformando la movilidad urbana en México, 2012.
19. Estudio de Movilidad Ciclista en la Ciudad de México, 2008.
20. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2008, Acuerdo por el que se ordena la publicación del programa integral de transporte y vialidad 2001-2006.
21. Manual administrativo de la Delegación Iztapalapa, Noviembre 2007.
22. Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2007-201

Página de internet

1. INEGI. *Cuéntame*.
<http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/df/default.aspx?tema=me&e=09>
2. *INEGI*: www.inegi.org.mx
3. **SETRAVI**: www.setravi.df.gob.mx
4. RTP (Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal) www.rtp.gob.mx