



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el
segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”**

T É S I S

Como requisito para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta

José Antonio Angulo González

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSE DE JESUS ACOSTA FLORES



CIUDAD UNIVERSITARIA

MÉXICO, D.F. 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*A*gradezco:

*A la Universidad Nacional Autónoma de México, por permitirme ser parte de la historia que realiza
día con día.*

A la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Al Instituto de Ingeniería de la UNAM.

*Al Laboratorio de Transporte y Sistemas Territoriales, a todos y cada uno de los elementos que
formaron y forman parte de este gran equipo.*

Al Dr. Jesús Acosta, por permitirme desarrollar este proyecto con el que termino un ciclo de mi vida.

*Al Dr. José Alberto Escobar, quien sin darse cuenta fue quien inicio mi vida profesional dentro de la
Ingeniería.*

A mi familia, siempre estuvieron presente en este recorrido.

*A mis bros y cuasibros con los que compartí no solo 5 años de mi vida, sino miles de historias.
Checho, Carlos, El Gordo Jaimes, a mi cuasibro El Jefe, Gaby, Petriz, Regner, Petucas, Sticho, Paco,
Rudy, Tachipit, Caro, Sebas, Los Joses y todos los que estuvieron compartiendo mis sandeces.*

*A toda la banda Sureña, Christian, Marlon, Vale, Pao, Lupe, Chava, Juve, Juanjo, Neto, Coby,
Diego, Sandra.*

A México que brinda la oportunidad de ser una mejor persona día con día.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Índice

1. Capítulo 1 Antecedentes Generales
 - 1.1. La Función del Transporte
 - 1.2. La Economía del Transporte Metropolitano
 - 1.3. Planificación de los Transportes Urbanos
 - 1.3.1. Elementos de la planificación del transporte
 - 1.4. Visión de la Planificación del Transporte
 - 1.5. Redes y Rutas de Transporte Público
 - 1.6. Transporte en la Ciudad de México.
 - 1.7. Datos de Transporte y Vialidad en el Distrito Federal.
 - 1.8. Avenida Insurgentes
 - 1.9. Descripción del Metrobus
 - 1.10. Antecedentes Internacionales
 - 1.10.1. La Experiencia de TransMilenio en Bogotá
 - 1.10.2. La Experiencia de Transantiago en Santiago de Chile

2. Capítulo 2 Aspectos Técnicos
 - 2.1. Carriles Reservados.
 - 2.1.1. Carriles exclusivos laterales
 - 2.2. Estaciones y terminales
 - 2.2.1. Requerimientos de una estación
 - 2.2.2. Elementos de una estación
 - 2.2.2.1. Accesos
 - 2.2.2.2. Pasillos
 - 2.3. Líneas de deseo
 - 2.4. Sinuosidad de una ruta
 - 2.5. Modelos de asignación del tránsito
 - 2.5.1. Objetivos de los modelos de asignación
 - 2.5.2. Elección de rutas
 - 2.5.3. Factores principales de un modelo de asignación
 - 2.5.4. Elementos de los modelos de asignación
 - 2.6. Oferta y Demanda de Transporte Público
 - 2.6.1. Oferta de transporte público
 - 2.6.2. Demanda de transporte público
 - 2.6.3. Estudio de las Condiciones y Operación del Tránsito en la Red Vial.
 - 2.6.3.1. Volúmenes de Tránsito.
 - 2.6.3.2. Velocidad y Demoras.
 - 2.6.4. Estudio de Origen Destino, mediante encuesta a pasajeros en las estaciones de autobuses, ferrocarriles, puertos y aeropuertos.
 - 2.6.5. Estudio de Ascenso y Descenso de pasajeros. Tiempos de Recorrido, ocupación y Frecuencia de Paso de Autobuses.
 - 2.6.5.1. Organización del Estudio.
 - 2.6.5.2. Formas y Estudios de Campo.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

- 2.6.5.3. Análisis y Diagnóstico Preliminar.
- 2.7. Sistemas de Información Geográfica
 - 2.7.1. Sistemas de Información Geográfica Orientados al Transporte
- 2.8. Matriz Origen-Destino
 - 2.8.1. Estudios convencionales
 - 2.8.2. Estudios a partir de contadores
- 3. Capitulo 3 Estudio Técnico de Oferta y Demanda
 - 3.1. Oferta Actual del servicio
 - 3.1.1. Descripción del corredor y ubicación de paradas
 - 3.1.2. Inventario de servicios en el corredor
 - 3.1.3. Verificación de recorridos
 - 3.2. Demanda del servicio
 - 3.2.1. Estudio de ascenso-descenso y tiempos de recorrido
 - 3.2.2. Estudio de Frecuencia de despacho y ocupación visual
 - 3.2.3. Estudio de Frecuencia de Paso y Ocupación visual
 - 3.2.4. Estimación de la demanda en el corredor
 - 3.2.4.1. Demanda exclusiva del corredor
 - 3.2.4.2. Participación de la demanda en el corredor
 - 3.3. Balance Oferta – Demanda
 - 3.3.1. Afluencia de Usuarios por Estación
 - 3.4. Análisis Estadístico de la Demanda Horaria en sentido Sur
 - 3.5. Análisis Estadístico de la Demanda Horaria en sentido Norte
- 4. Capitulo 4 Conclusiones y Recomendaciones

Bibliografía

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Objetivo General

Evaluar en términos cuantitativos y cualitativos mediante sistemas de información geográfica (SIG's) los datos obtenidos en el estudio de ofertas y demandas de los pasajeros de transporte público del corredor Av. de Los Insurgentes Sur, en el tramo Eje 10 Sur y el Viaducto Tlalpan (monumento a El Caminero).

Objetivos Específicos

- Comparar el inventario de transporte público colectivo de pasajeros actual de dicho corredor con el propuesto por el Gobierno Capitalino.
- Definir las frecuencias de servicio del transporte actual, Vehículos y Pasajeros.
- Generar las líneas de deseo
- Asignación en un SIG

El transporte se encuentra íntimamente relacionado con la economía de una región, incluso existen autores que afirman que es una actividad productiva más de la región y por ende es parte de la misma economía. Es por ello la importancia de la modernización y expansión del transporte en la Cd. De México.

La necesidad de un transporte moderno, económico y confiable, que promueva los efectos de la globalización como practicas logísticas, que disminuyan los efectos adversos como lo son la congestión vial y la contaminación y disminuyan los déficits económicos del transporte han llevado a las autoridades a adoptar un modelo de transporte masivo como lo es el Metrobus.

La Avenida de los insurgentes es una de las arterias más importantes de la ciudad de México, ya que atraviesa la ciudad de norte a sur y de sur a norte. Por su conectividad con distintas arterias y con la carretera que conduce al estado de Hidalgo, y la autopista que conduce a la ciudad de Cuernavaca, y por el volumen vehicular que distribuye día a día, es una de las vialidades de mayor importancia de la ciudad de México, y es por ello que este sistema de transporte “Metrobus” se vuelve de vital importancia para la dinámica poblacional de la ciudad.

Este tipo de vías para optimizar su capacidad, requieren de otras iguales características de continuidad, que operen como canalizadoras y formen parte fundamental en la articulación de la movilidad del tipo regional.

Es por ello que para mitigar los efectos de saturación de esta arteria, se instaló un nuevo sistema de transporte masivo, que en su primera etapa, recorre desde Eje 10 (Dr. Galvez), hasta el paradero de Indios Verdes.

Los dos años de antecedentes con buenos resultados que tiene esta línea es un aliciente para la segunda etapa de este corredor, que ira del Eje 10 Sur hasta su intersección con el Viaducto Tlalpan (Monumento El Caminero), sin embargo este tipo

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

de decisiones están sustentadas en estudios técnicos de Oferta y Demanda, que son los que pretende analizar en esta tesis.

Así mismo también se pretende hacer ciertas comparativas con sus antecedentes a nivel internacional de los Sistema Integrados de Transporte Masivo:

- El Transmetro de Barranquilla
- Transantiago en Santiago de Chile.

En base a la información obtenida de campo, realizaremos una simulación macroscópica, con el propósito de definir la operación de este nuevo sistema de transporte.

Descripción de los capítulos

Capítulo I.- Antecedentes Generalidades, En este capítulo se explicará la importancia del transporte, así como algunos datos referentes al transporte en la Zona Metropolitana e Insurgentes y también se revisaran los antecedentes a nivel internacional de los sistemas de transporte masivo como el Metrobus.

Capítulo II.- Aspectos Técnicos, En este capítulo se revisarán las distintas metodologías y herramientas que existen actualmente que se utilizan en el modelado del fenómeno económico del transporte, conceptos técnicos utilizados para el correcto diseño de la ampliación del Metrobus.

Capítulo III.- Estudio Técnico de Oferta y Demanda, Se presenta la información recolectada de la Oferta y Demanda en el corredor, Análisis Macroscópico, Asignación de Viajes y Análisis de Resultados.

Capítulo IV.- Conclusiones y Recomendaciones, Se presenta un resumen de la información generada al igual que se enlistan los beneficios de la implementación de esta fase del Metrobus.

CAPITULO 1 ANTECEDENTES GENERALES

En este capítulo se pretende explicará la importancia del transporte, así como algunos datos referentes al transporte en la Zona Metropolitana e Insurgentes, y también se revisarán los antecedentes a nivel internacional de los sistemas de transporte masivo como el Metrobus

1.1 La Función del Transporte

Se puede sostener muy bien, que los medios de transporte adecuados son la clave del desarrollo, sin ellos la oferta y la demanda se restringen por el alto costo del traslado y por no saber si se pueden vender los bienes, y a qué precio. El progreso en las condiciones de vida depende de la capacidad de las personas para comunicarse y de su capacidad para comerciar.

El transporte es condición necesaria, pero no suficiente, del desarrollo económico. Se puede observar que ningún país donde hay fallas graves en los medios de transporte progresa con mucha rapidez.

El volumen de las operaciones de transporte, está íntimamente relacionado con el progreso económico, una economía subdesarrollada, su volumen de movimiento será bajo, y por ello el sistema económico se encuentra atrasado.

En algunos casos el transporte provee el incremento de las inversiones necesarias para obtener buenos resultados. Si una parte del país tiene exceso de productos alimentarios, y otra condensa la mayoría de la población y la industria, es evidente la necesidad de que el transporte vincule ambos sectores.

El transporte puede ser ineficaz debido a diversas causas, ya sea porque las rutas son mal diseñadas, o porque no promueven el desarrollo ya que no existe deseo de inversión en cierta región, por desuso o por razones culturales.

El transporte no constituye un factor aparente en la economía, sino una red de comunicaciones que vincula entre sí a los otros sectores (industrial, agro, energético, etc.).

El transporte ocupa un lugar único, porque contribuye al éxito o al fracaso de casi todas las demás actividades que lo rodean.

Es por ello la importancia del transporte, no solo para México, sino para cualquier ente económico que pretenda tener un incremento sostenible en la calidad de vida de la población que recae en dicha región (Wilfred Owen, 1966).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.2 La Economía del Transporte Metropolitano

La economía del transporte metropolitano mantiene una estrecha relación con la dinámica general de la reproducción económica nacional y también, crecientemente, con la de la economía globalizada.

Así, por ejemplo, las características y condiciones de la oferta de medios de transporte disponibles para nuestra metrópoli tienen una relación de terminantemente con el peso y la composición de las ramas manufactureras productoras y ensambladoras de vehículos ubicadas en México y, sobretodo, de la vinculación de estas ramas con la globalización. Por ello resalta el papel crucial de los autotransportes como sector estratégico para la reproducción económica, no tanto por la ocupación laboral que representa, sino por su impacto multiplicador en otras ramas industriales, así como por su relevancia en el sector externo, ya que la exportación de vehículos representa entre el 10 y el 12% de las exportaciones totales del país. Es así que, como puede observarse en los gráficos anexos, el ensamble y la producción de vehículos automotores en México, ha crecido notablemente en más de cuatro veces en menos de una década entre los años de 1995 y 2004.

Es por ello que un contundente 99% del total del parque vehicular metropolitano, cercano a 4 millones de unidades, corresponde al autotransporte con motores a base de combustibles derivados del petróleo, limitándose el equipo de traslado eléctrico al utilizado por el Sistema de Transporte Colectivo STC-Metro, a los trolebuses y al tren ligero del sistema de Transportes Eléctricos del DF, junto con un escueto parque vehicular eléctrico de carga, que circula sobre todo en la zona céntrica de la Ciudad de México.

Igualmente la actual situación y el futuro próximo a este respecto no son muy promisorios ya que dada la relevancia del sector automotriz dentro de la política económica actual, la competencia exacerbada entre las trasnacionales que concurren al mercado mexicano y las facilidades financieras para la adquisición de vehículos determinan el significativo aumento en la metrópoli del parque vehicular del autotransporte a partir de finales de la década de los años noventa, que se calcula alrededor de un cuarto de millón de vehículos adicionales en promedio por año. En este periodo, el índice de crecimiento poblacional de la metrópoli se ha reducido solo 1.5% en promedio superando así la tasa de crecimiento de parque vehicular metropolitano en cuatro veces a la de la población.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Año	Unidades
1995	226,316
1996	325,154
1997	482,146
1998	643,360
1999	667,288
2000	853,775
2001	918,835
2002	977,558
2003	960,000
2004	1,101,558
Asociación Mexicana de la industria Automotriz	

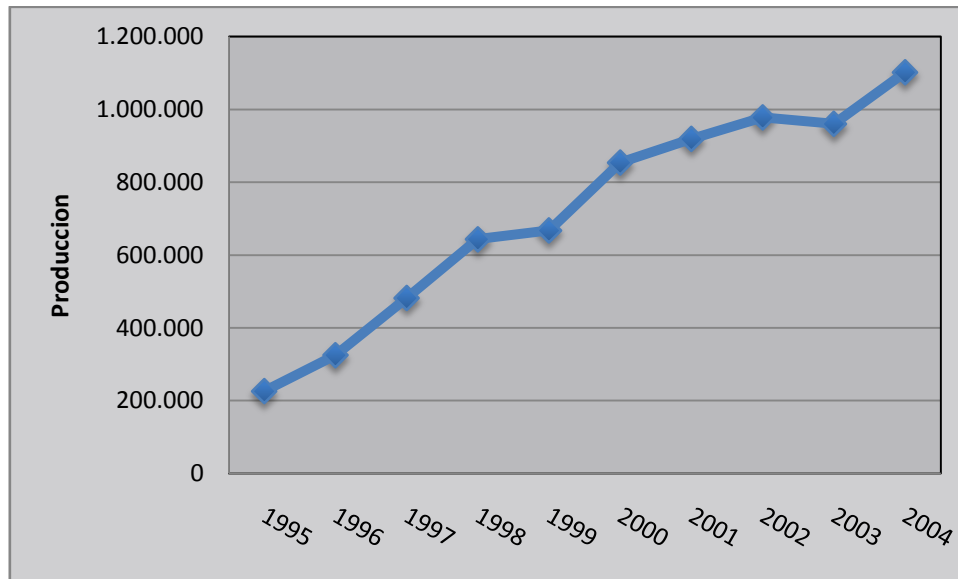
El predominio del modelo de movilidad fundamentado en los autotransportes no solo se manifiesta en el colosal esfuerzo económico que representa para las familias, los transportistas y las empresas la adquisición de vehículos nuevos y usados, sino también el significativo esfuerzo que los gobiernos concurrentes a la gestión pública del área metropolitana deben realizar para combatir la congestión en el tránsito y, sobre todo, las necesidades de dotación de nueva infraestructura y equipamiento vial, además de los considerables recursos públicos necesarios para el mantenimiento y conservación de la infraestructura, señalización, equipamiento y el adecuado flujo del tránsito para el transporte metropolitano.

Por ello las alternativas para cubrir los requerimientos de transporte urbano no han respondido a nuestras necesidades, historia y condiciones locales de la economía y sociedad mexicana, sino han sido condicionadas por la dinámica e intereses de las transnacionales automotrices.

El significativo esfuerzo organizativo y financiero que requiere el cubrir las necesidades del transporte particular exclusivamente representa una proporción cercana a tan solo un quinto del total de los desplazamientos metropolitanos, en tanto que las otras cuatro quintas partes de los viajes deben ser cubiertas por el transporte

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

público. Por tanto corresponde al transporte colectivo y masivo el esfuerzo crucial para la movilización de los habitantes de la metrópoli. Dentro de este, el Gobierno del Distrito Federal es responsable de los estratégicos servicios eléctricos y del prestado por el organismo de autobuses Red de Transporte de Pasajeros RTP, además de responsabilizarse del conjunto de los requerimientos de la infraestructura vial, tanto de su conservación actual, como de las necesidades futuras. En tanto los segmentos restantes de la transportación colectiva de la metrópoli han sido dejados al sector social y privado.



Para tener una idea del esfuerzo público que representan los servicios colectivos dentro de las finanzas públicas del GDF, consideremos exclusivamente los recursos necesarios para la renovación del actual equipo de transporte de sus organismos sin incluir los obligados recursos para cubrir las nuevas necesidades. La sola reposición durante los próximos lustros los trenes del Sistema de Transporte Colectivo Metro, restando 45 convoyes recién adquiridos por el GDF, totaliza una cantidad de 35 mil millones de dólares o 385 mil millones de pesos. Esta suma no incluye el mantenimiento o reposición de equipos electro-mecánicos, señalización y otras instalaciones fundamentales para el adecuado servicio del tren metropolitano y mucho menos incluye los requerimientos para la construcción de líneas adicionales. Esta multimillonaria e impresionante cantidad deberá ser cubierta, de no encontrarse otra fórmula de financiación, exclusivamente mediante los futuros recursos públicos del Gobierno del DF.

Para tener una idea del impresionante esfuerzo económico que implica cubrir las necesidades del transporte en nuestra metrópoli, tan solo los futuros requerimientos de sus organismos de transporte colectivo y masivo, sin que incluyamos las necesidades de recursos del organismo Servicio de Transportes Eléctricos, la cantidad totalizada parcialmente es de 395,000 millones de pesos, lo que implica que el GDF dedicara su

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

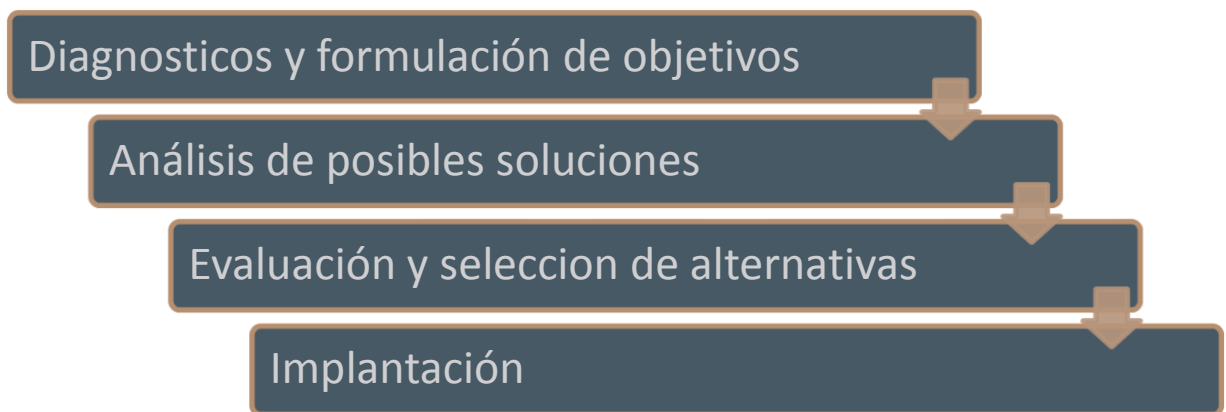
presupuesto integro durante casi un lustro tan solo para solventar las señaladas necesidades de equipo y equipamiento de transporte (David Márquez, 2005) .

1.3 Planificación de los Transportes Urbanos

La planificación debe constituir un proceso orientado hacia ciertos objetivos con alternativas adaptables a los cambios de una sociedad dinámica.

La planificación de una ciudad o una región se realiza en cualquier periodo de tiempo, con la participación de grupos y organizaciones públicas y privadas, los cuales tendrán cada uno múltiples objetivos; lo importante en el proceso de planeación es considerar en lo posible cada objetivo ya que en distintas etapas de avances del proceso a menudo se intersecan entre sí.

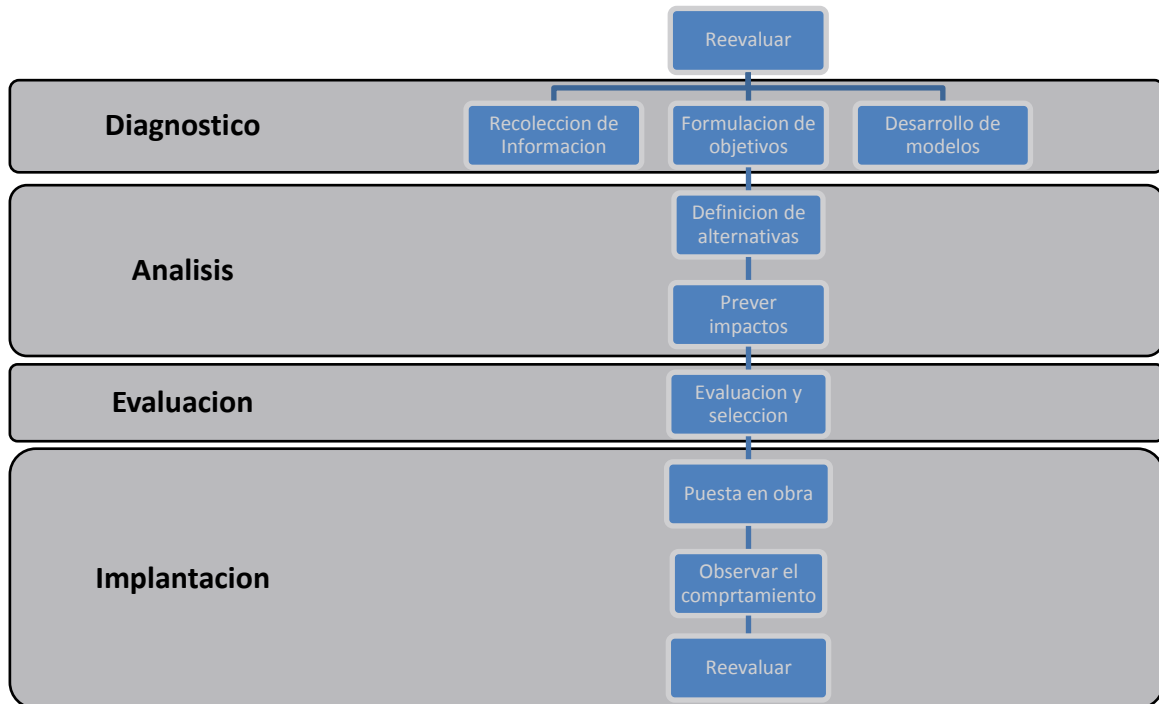
Los planes se basan en la secuencia de un conjunto de tareas que se pueden resumir en cuatro etapas las cuales se muestran a continuación.



La cantidad de recursos y tiempo necesarios para la realización de estas actividades depende de la magnitud de los problemas a resolver, que conforme se precisan y detallan, requieren de una cantidad mayor de información.

Con base en los datos recabados y un análisis cuidadoso, se calibran los efectos de las diferentes estrategias permitiendo modificar las alternativas de solución, creando un procedimiento continuo, el cual se indica en la siguiente figura:

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



La planificación de los transportes permite estar en condiciones de tomar decisiones óptimas acerca de la construcción de nuevas obras viales o las mejoras a los sistemas de transporte existente, la implementación de nuevos sistemas, o bien, definir sus formas de explotación y determinar dónde y cuándo deberá operar para lograr el mayor impacto al mayor número de beneficiarios. La utilización de un proceso de planificación ha mostrado su eficacia, justificándose sobre todo en economías donde la existencia de recursos financieros es cada vez mas critica y se hace necesario utilizar los pocos recursos económicos de una manera óptima y sostenida.

Uno de los propósitos básicos de la planificación de los transportes urbanos es mejorar las condiciones del flujo de personas y bienes, dentro de un contexto espacial y económico urbano global, con el fin de que dicho tránsito se realice al menor costo posible en función de las económicas de las zonas de estudio.

Estas mejoras pueden orientarse a la infraestructura vial, a los equipos de transporte, a los métodos de operación o bien a la disminución de los impactos socioeconómicos del medio ambiente.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

De manera general, la finalidad de la planeación se enfoca en desarrollar una secuencia de actividades establecidas, integrando planes y programas coordinados entre sí para alcanzar objetivos específicos a lo largo de un periodo determinado.

1.3.1 Elementos de la planificación del transporte

El derecho al transporte. Cada habitante de una ciudad tiene derecho a los medios de transporte y pueda desplazarse, está ligado al concepto de accesibilidad, que es la facilidad de poder desplazarse o de transportarse de un lugar a otro en con el fin de poder realizar alguna actividad.

El transporte público no solo es una necesidad para las ciudades medias y grandes, por su bajo costo en infraestructura y menor consumo de espacio físico, sino porque además son los únicos que aseguran una posibilidad real de accesibilidad para todos.

Como se sabe, transportarse no es un fin por si solo; la gente no se desplaza por el simple gusto de viajar, sino porque es una consecuencia para la realización de otra actividad que puede ser el trabajo, la escuela, las compras, los negocios, las relaciones sociales.

Entre los aspectos económicos que influyen para la planificación de los transportes públicos están:

- Costo de infraestructura
- Costos por su funcionamiento
 - para el usuario
 - para los transportistas
 - para las autoridades
- Costos de los energéticos

Una de las características en la mayoría de las ciudades del mundo es la carencia y lo limitado del espacio urbano. Es por ello que la consideración del espacio disponible se vuelve fundamental para la planificación del transporte (Ángel Molinero, 1997).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.4 Visión de la Planificación del Transporte

“Para enfrentar los problemas del transporte público necesitamos pensar la ciudad y la forma en que vivimos en ella de manera diferente. Necesitamos pensar la ciudad desde y para la gente que la habita y no desde y para los automóviles, la autopista y las vistosas y caras tecnológicas pesadas de transporte público, como metro y tranvías. Necesitamos tener una visión del desarrollo de la ciudad y de cómo organizamos mejor las actividades que desempeñamos en ella, de cómo podemos hacer uso de los bienes a que nos da acceso la modernidad, como el automóvil, de manera socialmente más racional, de cómo es mejor para todos si usamos mucho más el transporte público, si caminamos más, si hacemos más uso de la bicicleta, generando las condiciones e infraestructura necesarias para ello.

Tenemos experiencias exitosas en esta materia en nuestro propio barrio en América Latina, donde la pionera experiencia de la ciudad de Curitiba, en Brasil, ha sido seguida en años recientes por Bogotá en Colombia y por Quito en Ecuador. Son experiencias en que el transporte público se ha modernizado a partir de una visión de lograr una ciudad para la gente, con alta calidad de vida, y en que simultáneamente se han tomado medidas de control en torno al desarrollo urbano, orientando la política de vivienda, generando parques y espacios de esparcimiento para caminar y andar en bicicleta. En Bogotá todos los fines de semana salen a recorrer en bicicleta miles de personas por las avenidas que son clausuradas al uso del auto y abiertas sus pistas, todas o parte de ellas, solo para los ciclistas.

En el caso de Santiago tenemos hoy la oportunidad de caminar también en esa dirección. Tenemos un plan de transporte urbano que se ha puesto en marcha que intenta tocar todos y cada uno de los aspectos que una política integral sobre el tema requiere. Tenemos la oportunidad de poner una racionalidad global, de fuerte sentido ciudadano a lo que venimos haciendo en esta materia.” (Germán Correa 2004).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.5 Redes y Rutas de Transporte Público

La correcta planeación de una red de transporte influye en tres aspectos principales del sistema:

- en el desempeño
- en la atracción de usuarios
- en la operación

Esto obliga a cumplir con tres metas principales al diseñar una red.

- transportar al máximo número de pasajeros
- lograr la máxima eficiencia operativa y con ello buscar los costos mínimos para un determinado nivel de desempeño
- tener presente los impactos que se inducen en los patrones de uso de suelo así como en las metas sociales que la comunidad busca cumplir

Estructura física de la red

Un sistema de transporte se encuentra integrado por una variedad de líneas y rutas que en su conjunto conforman a la red de transporte de una ciudad es por ello que primeramente se tratara la estructura física de las rutas y posteriormente la conjunción de rutas en una red.

Estructura física de las rutas

Se pueden distinguir cinco tipos fundamentales de rutas, mismas que se muestran:

- Radiales
- Diametrales
- Tangenciales
- Rutas con lazo en su extremo
- Circulares

Radiales. Es el tipo más común y un gran número de ciudades se han desarrollado en función de este tipo de rutas. Predominantemente en ciudades pequeñas y medianas al estar la mayor parte de sus viajes canalizados a un centro de actividades o centro histórico. En ciudades mayores a los 300,000 habitantes este tipo de rutas empieza a ser ineficiente ya que concentra los movimientos y no considera las necesidades que se presentan entre otras aéreas urbanas. Esto induce a que la distribución del servicio se encuentre limitada a ciertas aéreas de la ciudad y concerté las terminales en las zonas de mayor densidad.

Diametrales. Por lo general, al desarrollarse la red de transporte y crecer la ciudad un primer ajuste que se realiza es la conexión de dos rutas radiales, mismas que

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

conforman una nueva ruta que pasa por el centro y conecta dos extremos de la ciudad.

Con esta conexión se logra una mejor distribución del servicio y evita la concentración de terminales en los centros históricos o de actividades; lográndose una mayor eficiencia. Sin embargo, se debe tener presente la necesidad de que exista un balance en la demanda a ambos extremos de la ruta ya que en caso contrario la operación y la asignación de oferta se dificulta con los consecuentes desbalances en la relación oferta-demanda. Asimismo, la longitud de la ruta puede ocasionar demoras y cargas desbalanceadas.

Tangencial. Son rutas que pasan a un lado del centro de actividades o centro histórico de una ciudad. Este tipo de rutas solo es recomendable en las grandes ciudades debido a la menor demanda que ellas presentan. Un ejemplo claro lo representa la línea 4 del metro de la ciudad de México al igual que la línea 7.

Rutas con lazo en su extremo. Son rutas de configuración radial en las que se presenta un lazo en uno de sus extremos lo que induce a contar con una sola terminal. Es necesario buscar una coordinación para lograr un mismo intervalo en la porción que conforma el lazo.

Circulares. Por lo general, sirven de rutas conectoras con las radiales, permitiendo una mejor distribución de los usuarios así como una mejor utilización del parque vehicular. En este caso, se eliminan las terminales, pero presentan el problema operativo de no poder recuperar tiempos perdidos. Casos típicos de este tipo de rutas o líneas son las líneas circulares de los metros de Londres y Moscú o los circuitos de autobuses de Guadalajara y otras ciudades mexicanas. A su vez, pueden presentarse rutas en forma de arco o segmentos de círculo que no pasan por el centro de la ciudad.

La figura muestra el comportamiento de la demanda para las rutas radiales, diametrales y circulares. En la primera se observa que la ruta absorbe un buen número de sus pasajeros en su extremo a la vez que este descende conforme se acerca al centro de actividades. Por el contrario, la ruta circular mantiene una carga uniforme a lo largo de todo su recorrido. Finalmente, la ruta diametral atrae usuarios conforme parte de su extremo, llegando a su sección de máxima demanda antes de arribar al centro histórico, donde descarga una porción de sus usuarios y recarga posteriormente para distribuirlos a lo largo del resto de la ruta.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

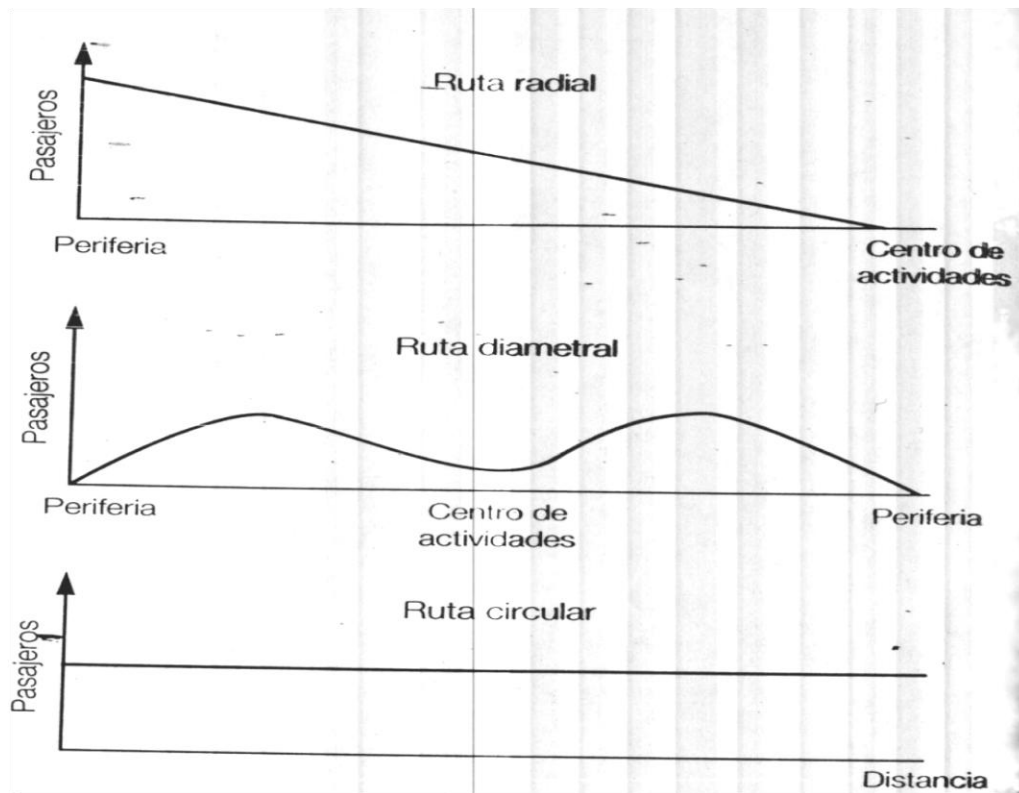


Figura Comportamiento de la Demanda por Tipo de Ruta

Las rutas o líneas de transporte público normalmente convergen en una sola línea o ruta troncal y en especial conforme se acercan al centro histórico. Esto orilla a que se establezcan dos tipos de rutas, conocidas como ramales y como alimentadores. Las primeras, se integran al tramo troncal sin necesidad de realizar transbordos, mientras que las rutas alimentadoras, permiten cubrir el área y transportar al usuario a un punto de transbordo donde el usuario hace uso de un medio de transporte de igual o mayor capacidad. Es normal que se considere el uso de ramales en corredores que presentan volúmenes altos y se considera generalmente el uso de un solo medio de transporte. Por otra parte es deseable el uso de rutas alimentadoras en corredores donde los volúmenes de pasajeros son bajos, conectándose con una ruta troncal. En este caso factible el uso de dos o más medios de transporte: uno para el tramo alimentador y otro para la troncal.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Por su parte, las rutas alimentadoras presentan las siguientes características en comparación con las ramales:

- Se pueden utilizar diferentes medios de transporte
- Se pueden lograr factores de carga más uniforme
- Las irregularidades que presenten en las alimentadoras no afectan a la ruta troncal
- Requiere de transbordos

Finalmente, las rutas con ramales difieren de las rutas alimentadoras en los siguientes aspectos:

- *Sin transbordos.* Se presentan conexiones directas entre estaciones en los ramales y la troncal.
- *Un medio de transporte.* Se utiliza el mismo tipo de unidad para todo el sistema. Solamente varía el tamaño de la unidad de transporte conforme a las rutinas y políticas operacionales.
- *Confiabilidad depende de los ramales.* La diferencias en los derechos de vía entre troncales y ramales reduce la confiabilidad, con el mismo derecho de vía se logra una mejor adherencia a los itinerarios en el caso de los ramales que en el caso de alimentadores.
- *Menor utilización de la capacidad.* La capacidad de la unidad de transporte en los ramales debe acomodar los volúmenes de usuarios a lo largo de todo el recorrido y en especial dentro de la troncal, donde se hace un uso razonable de la capacidad de la unidad de transporte. Los alimentadores hacen un mejor uso de la capacidad debido a la operación segmentada.
- *Fuerte identidad del sistema.* Una red con ramales presenta una mayor identidad de sistema que una troncal con alimentadores.
- *Cambios en la demanda.* En función del medio de transporte, una troncal con ramales puede fácilmente absorber los cambios y fluctuaciones en la demanda, situación que se dificulta con alimentadores.
- *Menor tiempo de terminal.* El tiempo terminal total será menor con ramales que con alimentadores. Se mejora la utilización del parque vehicular.
- *Tiempo de viaje.* Normalmente es menor con ramales (Ángel Molinero, 1997).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.6 Transporte en la Ciudad de México.

El transporte se ha adaptado al crecimiento y expansión de la mancha urbana de la Ciudad de México, que ha dado como resultado la formación predominantemente de una compleja red de rutas alimentadoras del Metro que utilizan miles de unidades de mediana o baja capacidad, como microbuses y combis, que resultan insuficientes en espacio y calidad del servicio.

En el Distrito Federal se mueven diariamente aproximadamente tres millones de vehículos. Sólo particulares se tienen registrados más de un millón 900 mil. Luego, al sumar transporte de carga, de pasajeros y de otros servicios, la cifra supera los 2.4 millones, y si se añaden unos 800 mil de todo tipo que entran y salen de los municipios conurbados a la capital, a finales de 2003 la estimación rebasó los 3.2 millones de automotores.

El transporte en esta ciudad se divide en varios tipos: se encuentra el particular, el de carga, de bienes y servicios, el de pasajeros, concesionado colectivo e individual o taxis.

Dentro de la coordinación de la Secretaría de Transportes y Vialidad (Setravi) se encuentra el servicio que ofrece el Sistema de Transporte Colectivo Metro, que traslada un promedio de 4.4 millones de pasajeros en día laborable. Hacia finales del año 2002 tenía una red de 200 kilómetros de vías en once líneas y 175 estaciones, con 302 trenes.

La Setravi coordina también las opciones que ofrece el Servicio de Transportes Eléctricos, que opera los trolebuses, y la línea del tren ligero que corre de Taxqueña a Xochimilco. La red de trolebuses tiene una extensión de 422 kilómetros con 17 líneas y unas 344 unidades operando diariamente en promedio.

Además está la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) que cuenta con una flotilla de mil 500 unidades de las que operan al día, en promedio, mil 140. Con la excepción de 119 autobuses nuevos que se incorporaron en el 2002 y otros 100 a mediados de 2004, la tercera parte de este parque tiene 12 años de antigüedad.

La RTP opera 100 rutas, cuyo diseño se hizo para que las zonas periféricas y de bajos niveles de ingreso se conecten a las principales estaciones del Metro, dos de estas

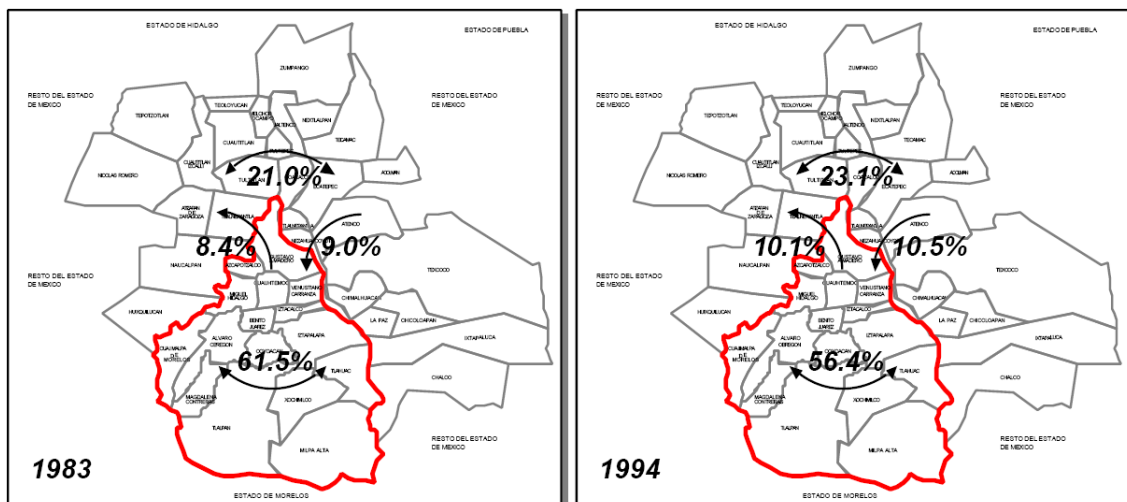
Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

rutas dan servicio preferencial a personas con capacidades distintas. El servicio se ofrece de las 04:00 horas a las 23:00 horas diariamente y en conjunto transportan 750 mil pasajeros en días hábiles.

Un fenómeno presente en nuestra metrópoli es que los asentamientos poblacionales de su alrededor han provocado cambios en los patrones de viaje: en 1983, por ejemplo, los viajes con origen y destino en el territorio del Distrito Federal equivalían al 62 por ciento, pero en 1994 se redujeron a menos del 57 por ciento. Mientras, los viajes metropolitanos -los que cruzan el límite del DF y el del estado de México- pasaron de 17 por ciento a casi 22 por ciento.

Demanda de movilidad

El proceso de concentración de la población en las áreas externas de la Ciudad, ha provocado cambios importantes en los patrones de viaje, mientras que en 1983 los viajes con origen y destino en las delegaciones del DF representaban casi el 62%, en 1994 su participación se redujo a menos del 57%. Por su parte, los viajes metropolitanos (los que cruzan el límite del DF y el Estado de México), pasaron del 17% a casi el 22%; esto significa poco más de 4.2 millones de viajes por día. Se estima que para el 2020 esta cifra será cercana a los 5.6 millones de viajes y representará cerca del 20% del total de viajes en la ZMVM (28.3 millones de viajes en total). Comportamiento de los patrones de viaje en la ZMVM 1983 - 1994



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Transporte Concesionado

El servicio de transporte concesionado es el que ofrecen particulares y empresas, como taxis y autobuses, y a pesar de que las condiciones de calidad y seguridad no son las adecuadas para el usuario, indudablemente atiende a más de la mitad de los viajes que se realizan en la capital de la República.

No obstante, desde el año 2000 la Setravi inició programas tendientes a capacitar a los operadores de unidades que proporcionan dicho servicio, incluso condicionando el otorgamiento de la licencia-tarjetón al cumplimiento de cursos y preparación para dar una atención de calidad al usuario. Además puso en marcha un programa de sustitución de viejos vehículos por taxis y autobuses nuevos.

El registro en esta materia indica que operan regularmente nueve empresas concesionarias de autobuses en 97 rutas, en más de tres mil kilómetros. De acuerdo con estudios técnicos previos al otorgamiento de concesiones, estas rutas pueden transportar aproximadamente 6 millones de pasajeros por día, con un promedio de 900 pasajeros por unidad.

Hasta el año 2002, la Setravi tenía registrados 27 mil 928 vehículos con placas para el servicio de ruta fija, de los cuales 82 por ciento eran minibuses, 14 por ciento vagonetas y cuatro por ciento autobuses. En los años siguientes, se mantuvo un programa de sustitución de unidades con la finalidad de renovar este parque vehicular que, en conjunto, realiza seis millones de viajes persona día.

Asimismo, esta institución del GDF tenía registrados aproximadamente 105 mil vehículos sin itinerario fijo -taxis- de los cuales 90 por ciento correspondía a libres y el resto a taxis de sitio. Los cálculos le otorgan a este tipo de transporte una capacidad de movilización diaria de 1.1 millones de viajes.

Se estima que había, en ese año de 2002, aproximadamente 20 mil taxis irregulares. No obstante, la autoridad puso en práctica diversos operativos para inhibir la actividad de estos taxis, lo cual dejó como resultado la saturación de depósitos vehiculares con la consecuente dificultad de que siguieran operando.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Transporte de carga

El principal conflicto que genera el transporte de carga es la permanente obstrucción del flujo vehicular, sea por su lentitud, la invasión de carriles de alta velocidad o las maniobras de carga y descarga en vías secundarias y hasta en vialidades primarias.

Sin embargo, la zona metropolitana de la ciudad de México exige la movilización de más de 390 millones de toneladas anuales de insumos y productos, lo que convierte al transporte de carga y su distribución en una actividad estratégica para el sostenimiento de la economía.

Este sector se integra por un parque cercano a los 436 mil vehículos, de los cuales 80 por ciento corresponde a unidades de transporte urbano de carga mercantil, 15 por ciento al servicio federal -público y privado- y 5 por ciento a unidades registradas en el transporte público urbano de carga.

En cuanto a los orígenes-destino de la carga, se estima que de poco más de 44 mil establecimientos industriales ubicados en la zona metropolitana, 63 por ciento se concentran en el Distrito Federal y el 37 por ciento restante en los municipios conurbados del estado de México.

Los centros generadores de carga para el autotransporte presentan una alta concentración en las zonas norte y oriente de la zona metropolitana, en las delegaciones Iztapalapa, Cuauhtémoc, Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, y en los municipios de Ecatepec, Nezahualcóyotl, Naucalpan y Tlalnepantla.

Aparte se registra más movimiento de carga en las estaciones de ferrocarril ubicadas en la zona metropolitana, en las cuales se movilizan unos 11 millones de toneladas cada año, rubro en el que destacan la delegación Azcapotzalco y el municipio de Tlalnepantla, donde se encuentran las estaciones de Pantaco y Tlalnepantla, respectivamente, que en conjunto representan más del 80 por ciento de la carga que se mueve por ferrocarril.

Este transporte es por excelencia metropolitano y regional, por ello no servirían de mucho medidas enfocadas a mejorar los servicios de transportación si no contienen una visión metropolitana; en el estado de México persisten sistemas de transportación ineficientes, altamente contaminantes y con una operación caótica.

Igualmente, unidades de servicio federal circulan continuamente en las vialidades del DF, incrementando, por la gran heterogeneidad de las unidades de transporte y de su normatividad, serios problemas a la infraestructura del Distrito Federal y sus sistemas de transporte que son utilizados por los habitantes de toda la zona metropolitana (SETRAVI, 2001).

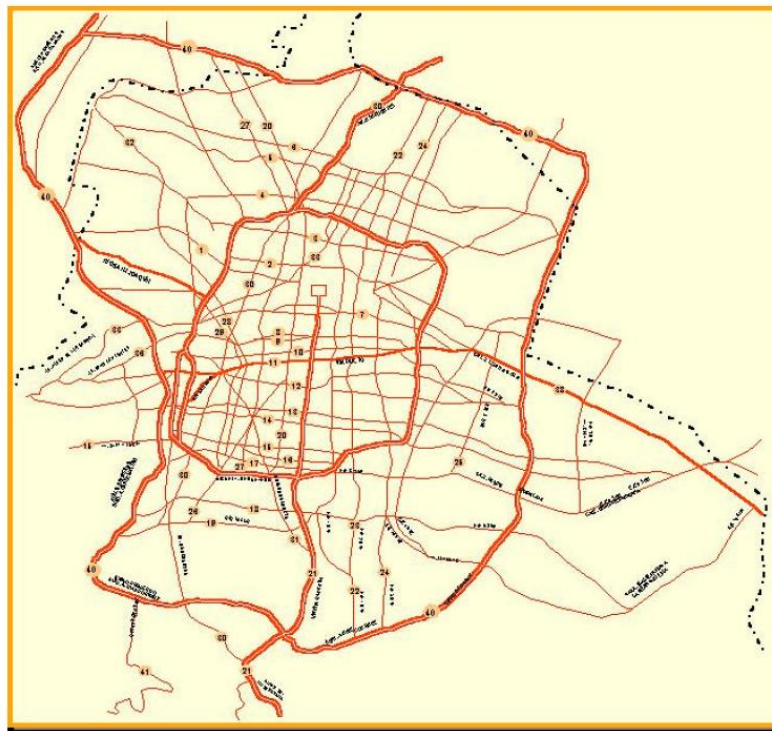
Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.7 Datos de Transporte y Vialidad en el Distrito Federal.

En el Distrito Federal se tienen matriculados 2.5 millones de vehículos y en sus vialidades circulan diariamente casi 3.5 millones de unidades.

Red Vial del Distrito Federal	10182 Km
Vías de Acceso Controlado y flujo continuo	171.4 Km
Arterias Principales	320.6 Km
Ejes Viales	421.2 Km
Vialidad secundaria	9269 Km

Red Vial de la Ciudad de México



Población y movilidad de la ZMVM	millones
Población del DF	8.6 Hab
Población del Edo. Mex. Zona conurbada	9.3 Hab
Total de la ZMVM	17.9 Hab
Viajes generados al día	20.1 Viajes

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Vehículos en el Distrito Federal	2,653,870
Vehículos Particulares	2,446,536
Taxis	106,604
Unidades de Carga	72,226
Microbuses y Autobuses	28,504

Generación de viajes en la ZMVM (1994 - 2020)

Ámbito Geográfico	1994	%	2020	%
Distrito Federal	13 673.1	66.5%	17 426.3	61.5%
? Viajes al interior del Distrito Federal	<u>11 598.6</u>	<u>56.4%</u>	<u>14 647.3</u>	<u>51.7%</u>
? En delegaciones (viajes internos)	4 977.4	24.2%	6 398.1	22.6%
? Entre delegaciones	6 621.1	32.2%	8 249.2	29.1%
? Viajes metropolitanos	2 074.5	10.1%	2 778.9	9.8%
Municipios conurbados del Estado de México	6 900.6	33.5%	10 914.3	38.5%
? Viajes al interior de la ZMEM	<u>4 744.1</u>	<u>23.1%</u>	<u>8 101.7</u>	<u>28.6%</u>
? En municipios (viajes internos)	3 168.0	15.4%	5 340.8	18.8%
? Entre municipios	1 576.0	7.7%	2 760.8	9.7%
? Viajes metropolitanos	2 156.5	10.5%	2 812.6	9.9%
Total Viajes en la ZMVM	20 573.7	100.0%	28 340.6	100.0%
? Total viajes internos	8 145.5	39.6%	11 738.9	41.4%
? Total viajes entre delegaciones/municipios	8 197.2	39.8%	11 010.1	38.8%
? Total de viajes metropolitanos	4 231.1	20.6%	5 591.6	19.7%

Del total de 20.6 millones de viajes, cerca de 6.9 millones (el 33%) se inician en el periodo de 6 a 9 de la mañana, y más del 90% se concentran en 24 demarcaciones políticas, de las cuales 11 corresponden a municipios conurbados del Estado de México.

Lo expuesto hasta aquí pone de relieve los retos de las políticas para la movilidad en la Ciudad de México y en la ZMVM. La urbe ha crecido verticalmente, ampliándose las distancias para la movilidad promedio de personas, bienes y prestación de servicios.

De acuerdo a lo antes citado la población ha modificado sus asentamientos en forma muy significativa en los últimos veinte años, desplazándose, en parte importante, de

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

las delegaciones de la llamada ciudad central, hacia las delegaciones periféricas, especialmente al poniente, al sur y al oriente; e incluso mudándose a los municipios conurbados del Estado de México, ubicados al norte de la Ciudad. Así una porción importante de la población se aleja de la zona centro y centro-norte, mejor dotada de infraestructura vial y de transporte masivo (Metro), y se desplaza, en cambio, hacia zonas sin suficientes vialidades y con nula infraestructura del transporte masivo.

Una implicación importante del gigantismo urbano y la gran movilidad de la población metropolitana es el crecimiento de la demanda de transporte. La poca atención prestada por los gobiernos anteriores a 1997 y errores como la liquidación de Ruta 100 y la generalización de los microbuses, han llevado al deterioro del servicio, la saturación de la vialidad y la elevación de la contaminación atmosférica.

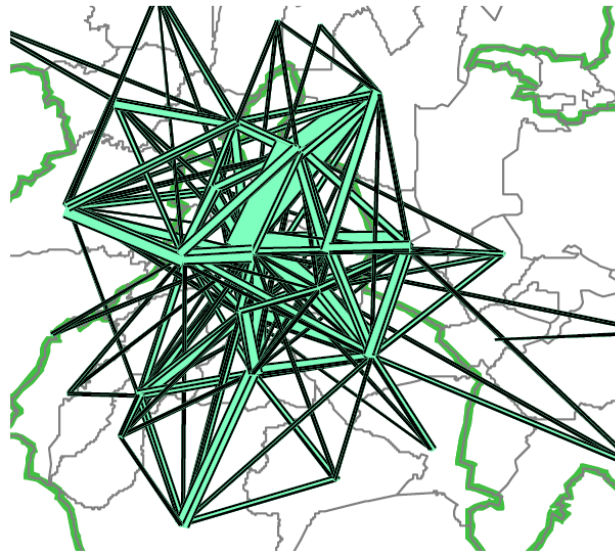
La reducción de población en las delegaciones centrales que se mencionó, y el aumento de los asentamientos humanos en las delegaciones del poniente, del sur e Iztapalapa, al oriente, así como el crecimiento de los asentamientos humanos en los municipios conurbados al norte del DF, se ha manifestado en la siguiente evolución en el patrón de viajes de la ciudad:

- Aumento de las distancias promedio de los viajes y, por lo tanto, aumento de las necesidades promedio de gasto social e individual de esfuerzo y tiempo en la actividad del transporte.
- Reducción de los viajes que tienen como origen y destino la zona centro del DF, aunque sigue concentrado una parte importante de los viajes diarios.
- Aumento de los orígenes y destinos en las demarcaciones jurídico-políticas del poniente, del sur y oriente del DF.
- Aumento de los orígenes y destinos metropolitanos (viajes inter-entidades).

Estos resultados son consistentes si se analiza el esquema general de líneas de deseo de viaje para los modos de transporte público y privado del periodo matutino, que muestra una concentración hacia las delegaciones centrales y desplazamientos muy significativos de viajes Inter-entidades.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Líneas de deseo de viaje en el periodo matutino (6:00 – 9:00)



Atención a la demanda de transporte	
Transporte Publico	16,400,000 Viajes
Concesionado	13,000,000 Viajes
Administrado por el GDF	3,400,000 Viajes
Particulares	4,000,000 Viajes

Red de transporte público (distribución modal)

Sistema de Transporte Colectivo-Metro

El Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC-Metro) constituye la infraestructura física, técnica y humana más poderosa con la que cuenta el GDF para enfrentar la demanda de servicios de transporte, permitiendo un desahogo a la carga de las vialidades y aminorando considerablemente el impacto ambiental por pasajero transportado.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor "Metrobus Insurgentes Sur"

En la actualidad el STC-Metro, tiene una red de 200 kilómetros de vías dobles -en 11 Líneas y 175 estaciones- los cuales son recorridos diariamente por los 302 trenes que conforman el parque vehicular, de los cuales 201 se tienen programados para la operación diaria, realizando 1 millón 157 mil 490 vueltas anuales, lo que se traduce en una oferta de servicio de 3.4 millones de lugares anuales.

El sistema capta en promedio 4.2 millones de pasajeros en día laborable. El desarrollo del Sistema se ha dado en la porción centro y norte del DF.

Transporte Público Administrado por el GDF (Sistema de Transporte Colectivo "Metro")	
Atiende 14% de la demanda	2,800,000 Viajes
Líneas	11
Estaciones	175
Kilómetros de vías dobles	201
Trenes	308
Pasajeros transportados	4,200,000 Pas/día

Servicio de Transportes Eléctricos (STE)

En éste opera la Red de Trolebuses y la Línea del Tren Ligerero. La red actual de trolebuses tiene una extensión de 422.14 kilómetros, con 17 líneas, y un promedio de 344 unidades en operación. Por su parte, la línea del tren ligero tiene una longitud de 13 kilómetros a doble vía¹² y opera en promedio con 12 trenes en horas valle y 15 en horas de máxima demanda.

Servicio de Transportes Eléctricos	
Atiende 1% de la demanda	307,000 Viajes
Líneas	17
Trolebuses	344
Pasajeros transportados	257,000 Pas/día

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Kilómetros de vías	422
Tren Ligero	15
Pasajeros transportados	50,000 Pas/día
Kilómetros de vías doble	13
Trenes en horas pico	15

Organizaciones y empresas de transporte concesionado

El servicio concesionado atiende a más de la mitad de los viajes que se realizan en la Ciudad, no obstante que sus condiciones de calidad y seguridad no son las adecuadas.

Se encuentran en operación nueve empresas concesionarias de autobuses, con un parque vehicular total de 1 mil 197 unidades y 97 rutas, con una extensión de más de 3 mil kilómetros. En estas rutas, de acuerdo con los estudios técnicos previos al otorgamiento de las respectivas concesiones, se estima que pueden transportarse cerca de 1.2 millones de pasajeros por día, con una captación superior a los 900 pasajeros por unidad, en un día.

Organización del Transporte Público Concesionado.

- Colectivo:
 - Empresas concesionarias;
 - Concesionarios individuales:
 - Autobuses;
 - Microbuses;
 - Vagonetas.
- Individual: Taxis Libres y de Sitio.

Transporte Público Concesionado-Colectivo (Autobuses, Microbuses y Vagonetas)	
Atiende 60% de la demanda	12,000,000 Viajes
Empresas	9
Concesionados individuales	28,000
Rutas	106
Recorridos	1,163

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Transporte Público Concesionado-Individual (Taxis Libres y de Sitio)	
Atiende 5% de la demanda	1,000,000 Viajes
Viajes al año	336,000,000
Unidades	106,000
Viajes diarios	1,100,000
Pasajeros	504,000,000

Red de Transporte de Pasajeros (RTP)	
Atiende 2% de la demanda	400,000 Viajes
Autobuses	1,400
Rutas	100
Kilómetros	3,061
Pasajeros transportados	700,000 Pas/día

Centros de Transferencia Modal (CETRAM)

Los Centros de Transferencia Modal tienen como función ofrecer al usuario la facilidad para hacer un cambio de modo de transporte, los CETRAM con más flujo de personas son aquellos que cruzan la frontera con el área metropolitana, los que traen a los habitantes del estado de México al DF.

La Setravi opera 46 Cetram, que tienen como función ofrecer al usuario la facilidad de hacer un cambio de transporte. Los paraderos con más flujo de personas son aquellos que sirven de trasbordo a los viajeros que vienen de las entidades vecinas, sobre todo el estado de México.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Hay, principalmente, cuatro Cetram con más movilidad de personas: Pantitlán, Indios Verdes, Chapultepec y Tasqueña, que concentran 33 por ciento de la afluencia. Además se encuentran otros de gran importancia, como son los de Cuatro Caminos y Emiliano Zapata.

En conjunto todos los Cetrams atienden a más de cuatro millones de usuarios al día y registran una afluencia vehicular de 23 mil unidades de transporte público, 45 por ciento de las cuales procede del estado de México pese a que muchas se encuentran en condiciones obsoletas.

Un factor que incide negativamente en el servicio que ofrecen estos centros es la invasión del comercio informal, que dificulta el tránsito vehicular, la circulación peatonal y la seguridad tanto para el automovilista como para el pasajero.

Las autoridades iniciaron un programa de remodelación y rehabilitación de espacios en estos centros, que incluye el reordenamiento del comercio informal, mayor seguridad y eficiencia en los servicios.

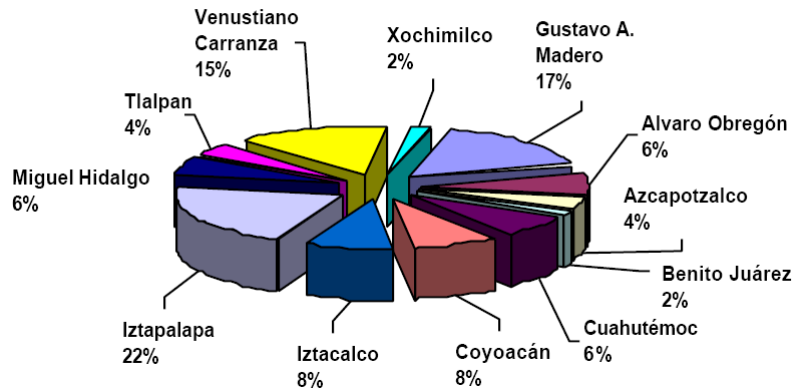
Equipamiento para el Transporte	
Centros de Transferencia Modal	45
Administrados por Setravi	24
Supervisados por Setravi	7
No administrados	21
Estacionamientos públicos con operación Privada	1,254

Ubicación de los CETRAM



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Distribución de los Centros de Transferencia Modal por Delegación



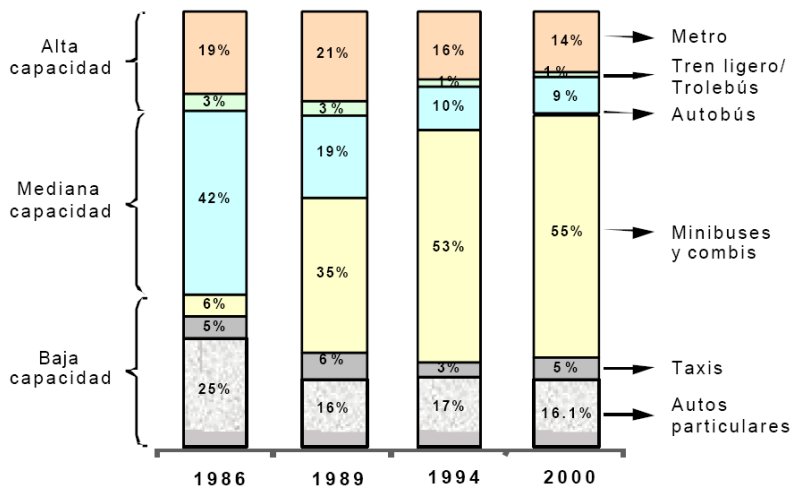
Distribución Modal

Es importante señalar que la actual distribución modal ha sido resultado de la suma de muchas decisiones individuales, las cuales han estado influenciadas por las dependencias gubernamentales y grupos de interés, así como por una crisis recurrente que ha afectado el poder adquisitivo de la población.

Las repercusiones más fuertes de estas decisiones se han dado, como ya vimos, dentro del reparto modal del transporte público, donde los medios de baja capacidad han incrementado fuertemente su participación modal en detrimento del transporte masivo.

La gráfica siguiente muestra esta situación en el reparto modal para la ZMVM.

Reparto modal estimado para la Zona Metropolitana del Valle de México 1986-2000 (porcentaje de viajes estimados)



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.8 Avenida Insurgentes.

Con una longitud de 28.8 kilómetros la Avenida de los Insurgentes es una de las arterias más importantes de la ciudad de México, ya que atraviesa la ciudad de norte a sur y de sur a norte.

Al norte esta avenida inicia en la intersección con Avenida Acueducto de Guadalupe y se convierte en la carretera que conduce al estado de Hidalgo; hacia el sur termina en el cruce con Viaducto Tlalpan y después se transforma en la autopista que conduce a la ciudad de Cuernavaca, Morelos.

Esta arteria cruza por 5 de las 16 delegaciones las delegaciones del Distrito Federal, (Tlalpan, Coyoacán, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero), y en 35 ocasiones con vías primarias y en 176 con vías secundarias. Se ha calculado que en las horas de mayor demanda, tan sólo en el tramo que va de Antonio Caso a James Sullivan transitan de norte a sur dos mil 906 automotores, mientras que de sur a norte lo hacen dos mil 358 vehículos.

A lo largo de Avenida de los Insurgentes se ubican 24 intersecciones conflictivas, entre estas se encuentran: Acueducto de Guadalupe, Calzada Ticomán, Montevideo (Eje 5 Norte), Vallejo (Eje 1 Poniente), José Antonio Alzate (Eje 1 Norte), Puente de Alvarado, Avenida Paseo de la Reforma, Avenida Chapultepec y Álvaro Obregón.

Además de Yucatán (Eje 2 Sur), Baja California (Eje 3 Sur), Viaducto Miguel Alemán-División del Norte-Nuevo León, Avenida San Antonio (Eje 5 Sur), Holbein (Eje 6 Sur), Félix Cuevas (Eje 7 Sur), José María Rico (Eje 8 Sur), Circuito Interior (Río Mixcoac) y Barranca del Muerto.

También hacia el sur se cuentan entre los cruces conflictivos: Avenida Vito Alessio Robles, Copilco (Eje 10 Sur), San Fernando-Santa Teresa, Corregidora, Ayuntamiento y Santa Úrsula.

De acuerdo al documento “Proyecto de Mejoramiento Peatonal para el Distrito Federal” los cruceros de la Avenida Insurgentes en donde ocurren atropellamientos con mayor frecuencia son:

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Insurgentes – Ángel Urraza, Col. Del Valle ; Insurgentes – Reforma, Col. Juárez; Insurgentes – Montevideo, Col. Lindavista; Insurgentes – San Fernando, Col. Peña Pobre; Insurgentes – Antonio Caso, Col. San Rafael.

Diariamente, cerca de 192 mil pasajeros transitan por esta vía a bordo de 109 autobuses y 200 microbuses, que están agrupados en 12 ramales que cubren tramos desde el Metro Indios Verdes hasta La Joya.

Otro medio de transporte son las estaciones del metro Insurgentes (Línea 1), Revolución (Línea 2), Indios Verdes, Deportivo 18 de Marzo, Potrero y La Raza (Línea 3), Chilpancingo (Línea 9) y Buena Vista (Línea B) que cubren una parte de esta arteria.

Avenida de los Insurgentes también cuenta con lugares de interés, de recreación, de comercio y negocios, así como de asistencia, entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- Deportivo 18 de Marzo
- Monumento a la Raza
- Estación de Ferrocarriles Buenavista
- Monumento a Cuauhtémoc
- Glorieta de Insurgentes
- World Trade Center
- Parque Luis G. Urbina (Parque Hundido)
- Teatro de los Insurgentes
- Monumento a Álvaro Obregón
- Ciudad Universitaria
- Instituto Nacional de Pediatría DIF
- Centro Comercial Perisur
- Pirámide de Cuicuilco
- Mercado de Artesanías
- Hospital Nacional de Neurología.

En el tramo comprendido entre Paseo de la Reforma y el Eje 10 Sur se encuentran 492 agentes de tránsito, distribuidos en dos turnos, y 58 unidades entre paneles, grúas y patrullas, para contribuir a una mayor fluidez en el tránsito vehicular y para resguardar el orden (SETRAVI, 2004).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.9 Descripción del Metrobus

La Ciudad de México presenta múltiples problemas en materia de transporte público: cuenta con vehículos deficientes que reciben un mantenimiento mínimo, dado que no existe una buena regulación en la operación del transporte público concesionado esto ocasiona un desorden vial a ojos de todos, paraderos descuidados, invasión de carriles, accidentes, altas emisiones de contaminantes, son algunos de los problemas que se presentan, y la Av. de los Insurgentes no está exenta de este tipo de problemáticas, es por ello que el Gobierno del Distrito Federal implemento en su primera etapa un sistema de transporte masivo denominado Metrobus.

El Metrobus es parte del programa integral de transporte y vialidad del Distrito Federal que tiene como objetivos diseñar las actividades que las dependencias de la Administración Pública del Distrito Federal, debe realizar para, dentro de un marco de desarrollo sustentable, lograr que el gobierno capitalino garantice la movilidad de las personas y los bienes a las regiones de la Ciudad de México y facilite la accesibilidad a su entorno urbano.

Pretende promocionar las ventajas que tiene un sistema de transporte ambientalmente sustentable, mejorar la infraestructura y con ello una mejor operación e integración funcional del transporte y la vialidad, al igual que un ordenamiento urbano con sustentabilidad.



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Este proyecto pretende impulsar el transporte de pasajeros y mercancías, que es fundamental para el buen funcionamiento de la ciudad, que cuenta con las siguientes características:

- Sistema de transporte público masivo
- Operación regulada y controlada
- Recaudo centralizado
- Opera en carriles reservados total o parcialmente confinados
- Paradas predeterminadas
- Infraestructura de estaciones para el ascenso y descenso de pasajeros
- Organización para la prestación del servicio como personas morales

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.

Beneficios para los actuales 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.

Beneficios 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.

Beneficios ambientales:

- 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

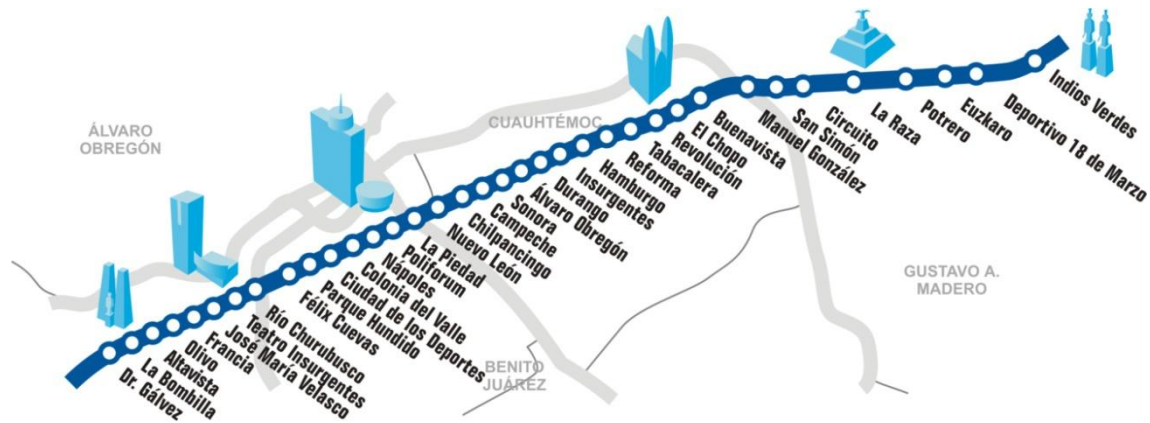
Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

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:

- 35,472 toneladas de bióxido de carbono
- 1,180 toneladas de HCT
- 9,709 toneladas de monóxido de carbono
- 206 toneladas de óxidos de nitrógeno
- 1.27 toneladas de partículas suspendidas PM10



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



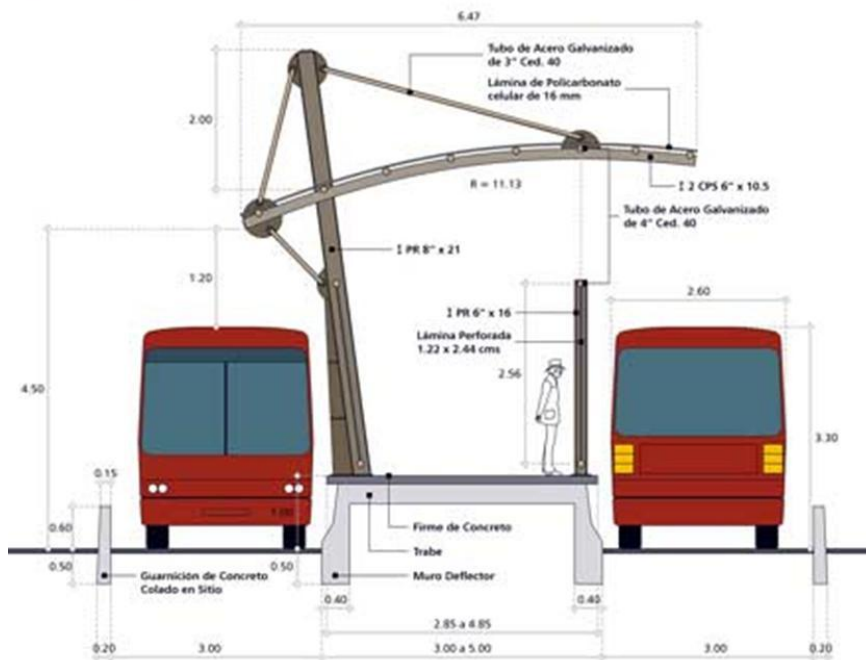
Datos de Metrobus

Parque Vehicular	
Total autobuses articulados	98
Autobuses de RTP	30
Autobuses de concesionarios	68
Capacidad, pasajeros por autobús	160

Kilometraje Ofertado	
Total recorrido, millones de Km	11.6
Promedio diario por autobús, Km/día	280
Cumplimiento del programa	98%
Velocidad Promedio, Km/hr	20

Pasajeros	
Total a la fecha, millones de pasajeros	118
Promedio en día hábil, miles de pasajeros	260
Promedio en sábados, miles de pasajeros	138
Promedio en domingos y festivos, miles de pasajeros	80
Oferta máxima, pasajeros/hora - sentido (miles)	8.5
Máxima demanda en día hábil, miles de pasajeros	288

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.10 Antecedentes Internacionales

1.10.1 La Experiencia de TransMilenio en Bogotá

Después de más de cinco años de funcionamiento, el Sistema de Transporte Masivo (SMT) "TransMilenio", se ha convertido en un símbolo para Bogotá y un ejemplo para Colombia y el mundo. El nuevo modelo de planeación urbana que se implementó ha transformado la ciudad no solo en términos de movilidad (costo/beneficio, tiempos de recorrido, etc.), sino que representa un avance para las políticas de desarrollo, la económica, el medio ambiente, equidad social e imagen de ciudad. Esta transformación es principalmente el resultado de un proceso de cambios en la dimensión política de la ciudad, que se refleja en las estrategias, directrices, objetivos e instrumentos de gestión formulados en el Plan de Ordenamiento Territorial, y sus consecuentes proyectos.

Para la económica tanto distrital como nacional generó un cambio estructural en materia de inversión pública, de vinculación del Estado con la empresa privada (para el desarrollo del proyecto), de aumento del recaudo y de la revalorización del suelo por beneficio local debido a los cambios de uso o bien en mejoras a lo existente. En términos espaciales, se ha ido transformado la estructura urbana y por consiguiente la imagen de la ciudad como consecuencia de la construcción y/o adecuación de la infraestructura vial y su integración con programas de regeneración urbana que incluyen: recuperación del espacio público peatonal, andenes, parques, separadores, entre otros. En términos ambientales se hace evidente la reducción en los niveles de contaminación por emisiones de gas y ruido.

Lo anterior interviene de manera directa en el ámbito social, pues estos proyectos se basan en la calidad de vida de los habitantes, generando un cambio estructural en la práctica de la movilidad y pertenencia del territorio. En este sentido, los habitantes de Bogotá toman el bus en estaciones diseñadas para ello, pasan la calle a través de puentes peatonales o pasos semaforizados, hacen fila para comprar las tarjetas y mantienen los buses y las estaciones aseadas; han aprendido a querer las obras públicas que la administración desarrolla para su beneficio, se ha generado conciencia respecto al buen y respetuoso uso que se debe dar a esta infraestructura y en los usuarios se ha despertado el sentido de pertenencia de las obras convirtiéndose en inspectores durante el desarrollo de las mismas y en la fase de operación, exigiendo por parte de la administración la implementación de mecanismos que garanticen su sostenibilidad.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Descripción General de TransMilenio

Según la Secretaria de Tránsito y Transporte, diariamente en Bogotá se movilizan más de siete millones de personas tanto en el transporte público como en el privado. En el servicio de transporte público colectivo (buses, busetas y colectivos) se realizan alrededor de 5,700,000 viajes, en promedio.

Adicionalmente, el usuario de transporte público cuenta con un servicio que prácticamente lo atiende puerta a puerta y con altas frecuencias. Sin embargo, las condiciones de seguridad no son buenas y las velocidades de operación varían en algunas zonas conforme a la congestión que generan los mismos vehículos de transporte público y los turnos de Pico y Placa.

En 1998, la Administración Distrital de Bogotá, a través del Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas 1998-2001 "Por la Bogotá que Queremos", incluyó dentro de las prioridades dar solución al problema de movilidad por el cual estaba atravesando la ciudad. Se diseñó un Sistema de Transporte Masivo Automotor de Pasajeros (STMAP) urbano, bajo la modalidad de transporte terrestre automotor en el Distrito Capital y en su área de influencia, que fuera desarrollado en el corto plazo y entregado en su totalidad en el 2016.

Para el Instituto de Desarrollo Urbano el Sistema de Transporte Masivo "TransMilenio" de la ciudad de Bogotá, se diseñó para mejorar las condiciones de movilidad urbana, debido a que la ciudad había sido afectada por la ausencia de un verdadero sistema de transporte público urbano que integrara a la ciudad y sirviera como alternativa eficiente al automóvil privado como medio de transporte cotidiano dentro de la ciudad.

Infraestructura

TransMilenio está estructurado con la más alta tecnología para la programación y el control de los buses en ruta. Mediante un sistema satelital se realiza un seguimiento desde el centro de control a los vehículos en operación lo que permite ubicar los buses con un desfase no mayor a un metro para verificar avances, cumplimiento o retrasos en su ruta, y además permite optimizar el uso de toda la flota.

Su estructura se basa en una red tronco-alimentadora, que consiste en corredores principales (troncales) en vías exclusivas de alta velocidad, atendidas con unidades articuladas para 160 pasajeros y una red de rutas secundarias (alimentadoras) operadas con buses de menor capacidad, sirviendo unas áreas de alimentación

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

específicas; estas rutas tienen como finalidad brindar accesibilidad al sistema en sus extremos. Los corredores tienen puntos de parada fijos, los cuales estarán situados en distancias que oscilan en un rango alrededor de los 500 mts; dichos puntos de parada pueden ser de tres tipos; estaciones sencillas, estaciones de integración intermedias y estaciones de integración de cabecera.

Uno de los paradigmas más importantes que ha roto el STM TransMilenio, es el relacionado con la capacidad de movilización de los sistemas de autobuses en los corredores troncales, al haber logrado movilizar 35,000 pasajeros por hora-sentido, cantidad reservada hasta entonces, exclusivamente, para el transporte tipo metro.

El Sistema TransMilenio está dotado con puentes y plazoletas de acceso peatonal especial y específicamente diseñados para facilitar a los usuarios el uso del sistema.

Se proyecta hacia el futuro un sistema de buses que movilice segura y cómodamente a 5,000,000 pasajeros en 388 km de vías para el TransMilenio, con medios de transporte complementarios, como la bicicleta, con mínimos niveles de ruido y reduciendo en 40% los índices de contaminación, con espacio público recuperado y con gente más feliz, más tranquila y más sana (David Márquez, 2005).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

1.10.2 La Experiencia de Transantiago en Santiago de Chile

La ciudad de Santiago ha crecido aceleradamente durante los últimos años. Dado que alrededor del 41% de la población de Chile vive en la Región Metropolitana, su expansión y cantidad de habitantes ha significado que las distancias que deben recorrer los trabajadores, estudiantes y en general cualquier ciudadano, impliquen largos tiempos a bordo de un autobús.

Este no es un fenómeno exclusivo a la capital chilena, ya que en la mayoría de las urbes del mundo se ha generado el mismo problema y los costos asociados que implican un deterioro de la calidad de vida por la pérdida de tiempo y por la alta cantidad de usuarios que ven en el vehículo particular una forma más cómoda de traslado, afectando a quienes no cuentan con esta posibilidad.

Por ello países como en Brasil, Colombia y algunas naciones Europeas han buscado alternativas de transporte colectivo que al funcionar como una red integrada entre buses y metro, acortan tiempos de traslado, disminuyendo los índices de contaminación, y al mismo tiempo que descongestionan la ciudad.

Aunque durante el 2006 se realizó una primera etapa en la implementación de este sistema, en el transcurso del 2007 cuando comenzó a funcionar en Transantiago.

Esta, que es la apuesta más importante por modernizar el transporte público en la historia del país, tiene su base en la unión de exitosos métodos como el de Curitiba en Brasil, Transmilenio en Bogotá Colombia y la modalidad de transporte de varias ciudades de España.

El Plan Transantiago busca renovar al transporte público de la capital, esto significa que hoy en las calles circulan autobuses nuevos de dos tipos, los articulados de 18,5 mts. y estándar de 12 mts.

El cambio fundamental, además de las nuevas máquinas, es el sistema operativo de las empresas transportistas, las cuales se redujeron en un número considerable, ya que de las más de 2500 empresas, fueron reducidas a sólo 10. Esto significa que los chóferes reciben ahora un sueldo fijo, lo que se traduce en un sistema de mejor calidad.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Para lograr la implementación de este sistema, se llevó a cabo la construcción de corredores segregados y un reordenamiento del sistema de transporte, avances que permitirán a los habitantes de la ciudad, contar con un sistema eficiente. De esta manera se busca también disminuir el consumo de combustible y la emisión de gases y partículas que genera el parque automotor particular y así contribuir a la descontaminación de la ciudad.

Pero en realidad Transantiago es mucho más de lo que hoy se observa y su funcionamiento sólo podrá verse cuando se termine de implementar totalmente el sistema, lo cual está proyectado para un año más.

Será sólo entonces cuando este proyecto a gran escala, mostrará sus beneficios que de seguro son absolutamente necesarios para mejorar la calidad de vida en Santiago y para entrar en una etapa de desarrollo social y económico.

El sistema Transantiago divide la ciudad en 10 zonas. Cada una de estas tiene como denominación una letra.



A la izquierda, los nuevos buses que transitan por las calles de Santiago de Chile.

Estos vehículos reemplazaron al tipo que aparece en la fotografía de la derecha.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



Para la implementación de este nuevo sistema de transporte público, la ciudad de Santiago fue dividida en 10 zonas. Al interior de cada una de ellas, sólo transitan buses del color que se muestra en el mapa y para moverse de un área de color a otra, se deben tomar buses troncales que pasan por importantes avenidas y son de color verde-blanco

CAPITULO 2 ASPECTOS TECNICOS

En este capítulo se revisarán las distintas metodologías y herramientas que existen actualmente que se utilizan en el modelado del fenómeno económico del transporte, conceptos técnicos utilizados para el correcto diseño de la ampliación del Metrobus.

2.1 Carriles Reservados.

Este tipo de trato preferencial se aplica en aquellas calles o arterias que presentan por lo menos tres carriles de circulación o estacionamiento por dirección. En los casos donde existe estacionamiento, este debe prohibirse y complementarse con la señalización y vigilancia que logren el respeto por parte de los usuarios del transporte privado, garantizando así su correcto funcionamiento.

Aun cuando no es fácil cuantificar los razonamientos para la introducción de carriles reservados para el transporte de superficie, ya sean estos en la dirección del tránsito o a contraflujo, los siguientes criterios pueden utilizarse para evaluar su justificación.

- El criterio más importante es la relación entre el número de usuarios transportados por los autobuses contra los transportados por el automóvil, siendo el más conservador el que un carril para transporte de superficie se justifica si los autobuses transportan tantas personas como los automóviles por carril en los carriles restantes. Esto permite establecer la siguiente fórmula:

$$q_b = \frac{q_a}{n-1} \chi$$

Donde:

q_b = Volumen de autobuses

q_a = Volumen de automóviles, incluyendo camiones en función de su equivalente en automóviles

χ = La relación entre las ocupaciones promedio del automóvil al autobús

n = Número total de carriles de circulación por sentido

Los valores de la relación ocupaciones pueden variar entre ciudades y las diferentes horas del día, teniéndose en nuestro medio valores de ocupación para el automóvil entre 1.2 y 1.8 pasajeros por vehículos y ocupaciones promedio en autobuses entre 30 a 70 pasajeros por vehículo a la hora de máxima demanda, con una reducción en estas ocupaciones en las hora de menor demanda. Esto permite considerar que valores de χ entre 0.02 a .1 como aceptables en nuestro medio.

- La instrumentación de un carril reservado puede ocasionar el cambio de una forma de transporte a otra de tal forma que un valor menor de q_a y uno mayor de q_b se puede presentar y resultar diferente a la situación actual.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

- Es deseable favorecer al transporte público sobre el privado ya que es un servicio esencial, más económico y presenta un menor impacto ambiental.
- Permite regular el transporte público.

2.1.1 Carriles exclusivos laterales

El establecimiento de carriles a la orilla de la acera es conveniente ya que ofrece una mayor facilidad para el establecimiento de las paradas así como en su operación (ascensos y descensos) a pesar de que los movimientos son más lentos debido a la cercanía de la acera, del mobiliario urbano y de los arboles. El funcionamiento adecuado de este tipo de carriles dependerá del respeto que se implante por parte de las autoridades, tanto de la prohibición del estacionamiento como de su respeto por parte del automovilista. Una frecuencia alta (40 o más autobuses por hora) garantiza su permanencia así como una adecuada señalización vertical y horizontal.

Su aplicación será factible cuando se presenten las siguientes condiciones generales:

- Se cuente con un mínimo de dos carriles adicionales para absorber el tránsito general en la misma dirección.
- Se cumpla con la relación de usuarios transportados por carril anteriormente descrita.
- La frecuencia mínima recomendable para que se justifique un carril lateral es de 30 unidades por hora por dirección. Sin embargo, su observancia se facilita notablemente para frecuencias mayores a las 40 unidades por hora de máxima demanda.
- La capacidad resultante de cancelar un carril debe tenerse presente y se deberá analizar si esta es suficiente en los carriles restantes o en las vialidades paralelas.
- Será importante que se consideren y analicen detenidamente los aspectos de ubicación del carril, la longitud que deberá presentar el carril exclusivo; el ancho mínimo del carril; los remetimientos necesarios tanto del mobiliario urbano como de los arboles así como el uso del carril.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.2 Estaciones y terminales

Se conoce con el nombre de estaciones de paso a las aéreas que se encuentran fuera de la circulación y que pertenece normalmente a sistemas de transporte férreos y estaciones terminales a aquellas donde hace cierre de circuito una unidad de transporte. Una estación de transferencia es aquella infraestructura diseñada para facilitar el intercambio de pasajeros, ya sea de un mismo medio de transporte o entre varios medios de transporte.

En el caso de estaciones terminales, estas se encuentran en las puntas de las líneas y pueden servir como puntos de transferencia entre las rutas alimentadoras y otras rutas o medios de transporte. Las estaciones de paso son aquellas cuya función es servir al área circundante y donde se dan intercambios de pasajeros.

2.2.1 Requerimientos de una estación

En el diseño de una estación se deben analizar los requerimientos del usuario, del prestatario del servicio y de la comunidad.

Al usuario le va a interesar que el tiempo y la distancia de recorrido sea mínima, del acceso al andén o del andén a andén, en caso de transferencias. Asimismo, se va a buscar que exista una conveniencia al utilizar la estación, es decir que pueda orientarse y contar con patrones de circulación adecuados, que cuente con una adecuada capacidad y un fácil ascenso y descenso.

Por otra parte, el usuario va a desear comodidad a través de un diseño adecuado y funcional, protegido de la intemperie y con poco uso de escaleras. La seguridad y vigilancia van a jugar un papel importante por lo que las superficies deben ser seguras y debe contar con una adecuada iluminación y visibilidad.

Por otra parte, el prestatario de servicio, buscara tener costos mínimos en su operación y mantenimiento; el contar con la capacidad adecuada tanto en la estación en su conjunto como en las aéreas peatonales. Será importante el logro de una flexibilidad en su operación que permita lograr una adaptabilidad a condiciones de hora de máxima demanda diferentes así como en relación a cambios en el tipo de recolección de tarifas. Asimismo, buscara una fácil supervisión mediante una buena visibilidad de los andenes y de las aéreas de recolección de tarifas. Esto permitirá lograr una mayor eficiencia así como una mayor seguridad y menor riesgo de vandalismo.

Finalmente la comunidad buscara tener un sistema eficiente, correctamente aprovechado y operado, donde los costos de inversión sean los más económicos y que la estación no tenga efectos inmediatos, mediatos y a largo plazo negativos para la sociedad.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.2.2 Elementos de una estación

2.2.2.1 Accesos

El número y ubicación de los accesos a las estaciones influyen directamente en la aceptabilidad por parte del usuario así como en la integración del sistema de transporte público con las aéreas y construcciones cercanas a la estación. Puesto que el usuario percibe que ha llegado a la estación al momento de acceder a la misma, el diseño de la estación debe proveer de escaleras en ambos lados del andén, ya que resulta una mejor cobertura que el caso de un solo acceso.

Las estaciones con accesos centrales n ambos lados permiten una mayor seguridad así como menores costos laborales. Las estaciones con accesos en sus extremos representan la mejor opción para el usuario y si esta se diseña con un área de mezzanine en las intersecciones adyacentes y una buena parte del mezzanine esta fuera del límite de área de pago tarifario estas pueden servir como paso peatonal deprimido. Con ello, se reduce el movimiento peatonal en la intersección y se hace una mejor utilización de la infraestructura, pudiendo, además incorporar tiendas, aparadores así como accesos a los mismos edificios.

$$A_1 = r_a^2 \pi$$

$$A_2 \cong r_a^2 \pi + 2 r_a L_s$$

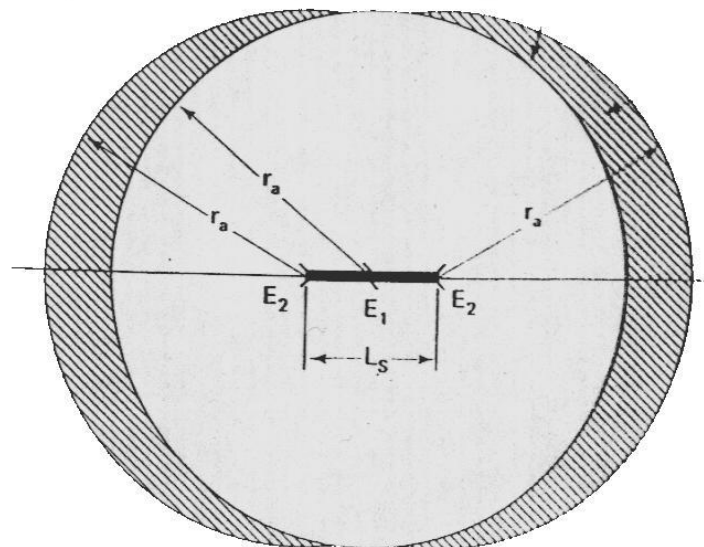
Donde:

A = Área de cobertura

r_a = Radio del área de cobertura

L_s = Longitud de la estación

Comparación del área de servicio para estaciones con uno y dos accesos



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.2.2.2 Pasillos

La función de los pasillos o corredores puede sintetizarse en tres tipos diferentes

- Comunicar al vestíbulo con el andén
- Comunicar andenes de la misma o distinta elevación
- Comunicar los vestíbulos con el exterior

Esto induce a considerar el correcto dimensionamiento del pasillo, de acuerdo con el movimiento esperado y una adecuada canalización de las circulaciones de usuarios, principalmente en los casos de transferencias y accesos a las estaciones.

El cálculo de la capacidad de un pasillo parte de los movimientos de pasajeros máximos previsible en cada estación a la hora de máxima demanda. Para cada caso, es conveniente estudiar las incidencias anormales, tal como la evacuación completa de un tren en el andén y la subsiguiente evacuación del público en caso de emergencia. Es importante señalar que a mayor velocidad de marcha del usuario, la densidad de usuarios será menor.

Por otra parte, se tiene que la capacidad de usuarios que puede absorber un pasillo o plataforma aumenta con la densidad hasta un punto (más de 4 pasajeros por m²) donde la capacidad decae. Naturalmente, la densidad que se presenta en los andenes suele ser mayor que la que se da en los pasillos dada la concentración momentánea de pasajeros que se presenta.

Es importante conocer con certeza el movimiento máximo esperado que pueda tener la estación para su correcto dimensionamiento. Sin embargo, esto depende de factores difíciles de cuantificar a futuro, como lo es la población beneficiada, la atracción directa o indirecta de la estación, el uso del suelo predominantemente en el área circundante a la estación, los horarios de trabajo.

El dimensionamiento de los pasillos de acceso para transbordos entre estaciones pertenecientes a dos líneas diferentes es complejo ya que el público los utiliza por oleadas. Es decir, un tren llega la estación A1 y cierto número de usuarios se baja del tren para transbordar a la estación A2. Este movimiento no se da en un lapso corto de tiempo, donde todos pretenden circular al mismo tiempo y por ende se utiliza muchas veces el acceso a la máxima capacidad calculada. Esto se complica aún más, si el pasillo de transferencia es en ambos sentidos.

Su análisis puede hacerse mediante el trazo de los movimientos en un plano simplificado de la estación. Una vez que se establecen todos los movimientos y volúmenes, se suman para cada tramo, puerto que se pueden dar coincidencias en la llegada de trenes (Caso más desfavorable). Esto nos permite proceder a dimensionar los pasillos, según lo expuesto anteriormente, dejando un cierto margen de incertidumbre.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.3 Líneas de deseo

En el diseño de una red o ruta de transporte es necesario conocer los puntos de origen y destino o líneas de deseo que el usuario cautivo y potencial desea seguir con el fin de que las rutas de transporte se adecuen de la mejor manera a este requerimiento y reduzcan los tiempos de recorrido a bordo. En este ejercicio se deberá considerar el balanceo de la demanda a ambos extremos de la ruta con el fin de minimizar la capacidad requerida y por ende el número de unidades de transporte.

Así por ejemplo la figura muestra esquemáticamente las líneas de deseo resultantes de la interpretación de las matrices de origen y destino que se presentan entre cinco puntos atractores / generadores de viajes, mientras que en la figura presenta los trayectos resultantes de revisar y ajustar estas líneas de deseo.

A su vez resulta conveniente elaborar un diagrama de cargas (volúmenes ya que permite visualizar de una manera rápida los puntos de mayor carga (o frecuencia) sobre la red y detectar aéreas geográficas de mejoras futuras.

2.4 Sinuosidad de una ruta

Es la relación entre la distancia recorrida por el vehículo entre dos puntos y la distancia aérea (en línea recta) entre estos mismos puntos. El caso deseable es que esta relación tienda a uno pero el trazo de las rutas se ve influenciado por la vialidad, por la topografía y por obstáculos naturales y artificiales que evitan, en la mayoría de los casos se tratara que esta relación sea igual a 1.

2.5 Modelos de asignación del transito

Estos modelos corresponden a la última etapa del proceso de modelación clásico y son de mucha importancia ya que de ellos se obtendrá información que servía de base para la evaluación de los proyectos y de las políticas de transporte a aplicar.

Los datos de entrada consisten en la matriz origen - destino de la cual toma los datos y los asigna a la red, siguiendo la mejor ruta entre cada origen-destino. La información de salida son: flujos y costos.

2.5.1 Objetivos de los modelos de asignación

- Obtener medidas agregadas del rendimiento de la red de transporte
- Establecer los tiempos de viaje para cada par origen-destino y cada medio de transporte.
- Estimar volúmenes en cada arco o tramo de la red.
- Determinar las rutas y analizar que pares origen-destino usan un arco en particular
- Estimar movimientos en intersecciones a futuro

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.5.2 Elección de rutas

La base común para la mayoría de los modelos de elección de rutas es:

- Cada viajero escoge la ruta que le ofrece el menor costo percibido y anticipado, por ejemplo, en caso de que se construya una mejor ruta en términos de costos y ahorros de tiempo (menor impedancia), el usuario cambiara a esta, tan pronto como pueda.
- Para un mismo origen-destino los conductores escogen diferentes rutas.

2.5.3 Factores principales de un modelo de asignación

Los factores más importantes que influyen en la elección de una ruta son, en orden de importancia:

- el tiempo de viaje
- la distancia recorrida
- el tipo de vialidad que forman los arcos
- el tipo de señalamiento que encontrara
- la cantidad de semáforos en la ruta
- los aspectos ambientales
- otros obstáculos

2.5.4 Elementos de los modelos de asignación

Los elementos básicos de todo modelo de asignación son:

- Identificar el conjunto de rutas de interés para los conductores.
- Asignar una porción de los viajes de cada celda de la matriz a las rutas.
- Buscar convergencia, es decir, satisfacer las condiciones de equilibrio.

Algunos estudios tratan sobre la conexión entre ciudades o bien sobre la simulación para asignar el tránsito de automóviles a una red vial utilizando en una primera aproximación el valor de tiempo. Se trata por lo general de modelos estadísticos, agregados y descriptivos que realizan su labor de asignación a partir de:

- Un tránsito previsto en la hora máxima, por medio y por cada liga entre pares de origen y destinos, seleccionando los posibles itinerarios.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.6 Oferta y Demanda de Transporte Público

El objetivo de este tipo de estudios es definir todos aquellos recursos destinados al transporte de pasajeros, a través de inventarios que proporcionen una descripción de los componentes y sus características. La información que se obtenga deberá ser la mínima necesaria, relevante y confiable.

El inventario se realiza en los sistemas de transporte existentes en la región: carretero, ferroviario, fluvial, marítimo y aéreo. La recopilación de la información se obtiene consultando a las autoridades rectoras, a las empresas y concesionarios, a los administradores, las estadísticas correspondientes y mediante estudios de campo.

2.6.1 Oferta de transporte público

Se requiere determinar las empresas de transporte y/o concesionarios que prestan el servicio, conocer su organización, rendimientos, productividad, las concesiones o permisos que explotan, situación financiera, tarifas, nombre y número de rutas en servicio, la descripción del recorrido de cada ruta, horario de servicio, pasajeros transportados, intervalos de servicio, frecuencia horaria, número y tipo de autobuses, sistemas de cobro, vueltas por día y por unidad, fallas mecánicas, mantenimiento preventivo y correctivo, etc.

De este inventario se determina la calidad del servicio, la cobertura de la red, puntos de transferencia, sobreposición de rutas, corredores de transporte y las deficiencias en el sistema, el impacto de las instalaciones, la accesibilidad y transferencia con otros modos de transporte, etc.

Las fuentes de información son los Gobiernos de los Estados, la Dirección u Organismo de Seguridad Pública y Tránsito, la SCT, y las empresas que prestan del servicio, concesionarios y permisionarios.

2.6.2 Demanda de transporte público

La información de la demanda de transporte de pasajeros y de carga y su relación con la oferta, permite conocer las características y necesidades de la población de la región y los niveles de servicio y calidad; asimismo, es un indicador del área de influencia de los centros de población e influye dentro y fuera de los límites de la región. La información se obtiene realizando los siguientes estudios:

- Condiciones y Operación del Tránsito en la Red vial (pasajeros).
- Origen-Destino, mediante encuesta a pasajeros en estaciones y terminales.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

- Estudio de Ascenso y Descenso de Pasajeros.

Las actividades generales básicas que se realizan para cada estudio, consisten en organización del estudio, preparación de instructivos y formas de campo, adiestramiento del personal, codificación de la información, procesamiento de datos y análisis y diagnóstico preliminar.

2.6.3 Estudio de las Condiciones y Operación del Tránsito en la Red Vial.

Tiene como propósito el de conocer el grado de utilización, el nivel de servicio y las condiciones físicas de la vialidad, su equipamiento y características de seguridad.

Para ello es necesario obtener los volúmenes de tránsito, la composición vehicular, los movimientos direccionales, la velocidad, el tiempo de recorrido y las demoras, así como la incidencia de accidentes de tránsito y sus características, es por ello la necesidad de elaborar los siguientes tipos de estudios:

- Volúmenes de Tránsito
- Velocidad y Demoras
- Estudio de Origen-Destino
- Estudio de Tiempos de Recorrido, Ocupación, Frecuencia, Ascenso y Descenso

Su información sirve de base para el ordenamiento del sistema vial, proyecto de nuevas vías, la modificación y mejoramiento de las existentes o para la regulación del tránsito.

El "Estudio de las Condiciones y Operación del Tránsito", comprende tres apartados: Estudio de Volúmenes de Tránsito, Estudio de Velocidad y Demoras y Estudio de Accidentes de Tránsito.

2.6.3.1 Volúmenes de Tránsito.

Los estudios de volúmenes de tránsito se realizan para conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Los aforos se hacen para determinar la composición y volumen de tránsito en el sistema de carreteras de la región, determinar el número de vehículos que viajan en la zona o a través de ella, evaluar el índice de accidentes como base para la clasificación de caminos, programar la conservación y/o construcción de la vialidad y para la determinación de pronósticos.

2.6.3.2 Velocidad y Demoras.

El propósito de estos estudios es definir en términos de tiempos de recorrido, el grado de eficiencia de la red vial de la región, en los diferentes tipos de carreteras que la

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

componen, en los diferentes tramos y en los distintos tipos de vehículos automotores que integran el tránsito (automóviles, autobuses y camiones).

Se mide el grado de congestionamiento, que está relacionado con el nivel de servicio, como indicador de la facilidad de maniobra dentro del flujo vehicular. Precisa y cuantifica las causas que originan las demoras de los tiempos de recorrido de los vehículos en circulación.

2.6.4 Estudio de Origen Destino, mediante encuesta a pasajeros en las estaciones de autobuses, ferrocarriles, puertos y aeropuertos.

El objetivo principal es el de conocer el número y características de los viajes de los pasajeros, en los sistemas de transporte colectivo que no se detectan en la encuesta a conductores.

El método consiste en preguntar al usuario de autobús, ferrocarril, barco o avión, en la terminal o estación correspondiente, el origen inicial y el destino final del viaje que está realizando.

2.6.5 Estudio de Ascenso y Descenso de pasajeros. Tiempos de Recorrido, ocupación y Frecuencia de Paso de Autobuses.

La finalidad del estudio es obtener información acerca de la demanda del servicio de autobuses; es decir, la cantidad de pasajeros que utilizan el servicio, la ocupación del autobús a lo largo de la ruta y sus tiempos de recorrido.

El método consiste en determinar por medio de registro directo, las características del ascenso y descenso de pasajeros a lo largo de cada ruta seleccionada. Asimismo, se mide el tiempo de recorrido y el tiempo de las demoras anotando sus tipos y causas.

2.6.5.1 Organización del Estudio.

La organización y actividades preliminares del estudio se efectúan bajo la misma normatividad indicada en el punto 4.2.1.1. Sin embargo, como actividades preliminares se debe contar, además, con un inventario de rutas para determinar el recorrido de cada una, las frecuencias, el volumen de pasajeros movidos por cada ruta (estimado) y las unidades en operación.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Una vez que ya se cuenta con el inventario, se realiza la verificación de rutas en campo, se mide el tiempo de recorrido, se registran los ascensos y descensos en paradas importantes y se identifica la empresa que opera la ruta.

Para determinar el tamaño de la muestra, se agrupan las rutas conforme al tipo de servicio y se obtiene el volumen de pasajeros para cada grupo y para todo el sistema.

Para el diseño de la muestra se suponen los coeficientes de variación y de precisión.

2.6.5.2 Formas y Estudios de Campo.

a) Ascenso y Descenso, Tiempos de Recorrido y Ocupación de Autobuses. En la forma se registran los datos generales de cada autobús, la hora de salida y llegada a las terminales, longitud de la ruta y sentido. (Apéndice F.20) .Uno o dos anotadores abordan el autobús en la terminal o cierre de circuito de la ruta a estudiar y se registra en cada parada la hora de llegada a la misma, la ubicación de ésta, el número de pasajeros que suben y/o bajan; este registro se lleva durante todo el trayecto hasta terminar el recorrido.

b) Frecuencia de paso. Igual que el formato anterior, contiene los datos generales que son: fecha, lugar de la observación y el período en que se efectúa el estudio. Uno o dos anotadores, de acuerdo a la demanda, se ubican en un sitio en donde se detengan los autobuses y se lleva el registro de la hora de paso de cada autobús, el nombre de la ruta o destino, la empresa y número económico del autobús, el número de pasajeros que transporta (estimado) y el tipo de vehículo.

Normalmente el estudio de Ascenso, Descenso y Frecuencia, se realiza en días y horas en los que se requiera conocer el comportamiento de determinadas rutas o servicios en forma puntual.

2.6.5.3 Análisis y Diagnóstico Preliminar.

Esta información, también es complementaria de los estudios anteriores mencionados en este apartado y su análisis indica, principalmente, la demanda de pasajeros a lo largo del recorrido de cada ruta, los puntos de demanda y centros generadores de servicio, la ocupación y nivel de servicio, la variación de la demanda durante el día, los tiempos de recorrido, las demoras y Sus causas, etc.

El conocimiento de estos indicadores, permite optimizar los servicios y adecuar la oferta a la demanda, modificando o adecuando los horarios de los servicios, las frecuencias, el tipo y características de las unidades, los recorridos, así como la infraestructura y equipamiento existentes (Ángel Molinero, 1997).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.7 Sistemas de Información Geográfica

Son una de las principales herramientas utilizadas actualmente para ayuda a la toma de decisión en diversos temas y proyectos importantes, son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Aunque en México todavía quedan muchas cosas por hacer con esta tecnología, es de suma importancia para la ingeniería, particularmente para la ingeniería de transporte en estudios de tráfico, accidentes, mejoras viales así como en la distribución física de mercancías.

El uso de los SIG hoy en día es muy variado; disciplinas como Ingeniería Civil y Topográfica, Geografía, Edafología y otras, se apoyan fuertemente en ellos. Su uso va desde la cartografía, los catastros, la identificación de vías de comunicación y servicios, hasta usos de suelo, ubicación de instalaciones y planeación urbana y regional.

Un Sistema de Información Geográfica es un software que vincula elementos físicos especializados para el manejo de información espacial, con las variables espaciales (entendiéndose como datos puntuales lineales o que recaen dentro de polígonos por ejemplo: puntos de aforos, flujos, densidad de población de un polígono, etc.) que se introducen al sistema, permitiendo la manipulación de dichas variables mediante metodologías que los mismos usuarios del sistema definen, con el propósito de gestionar, analizar y visualizar todas las formas de información georeferenciadas (Vicente Torres, 2002).

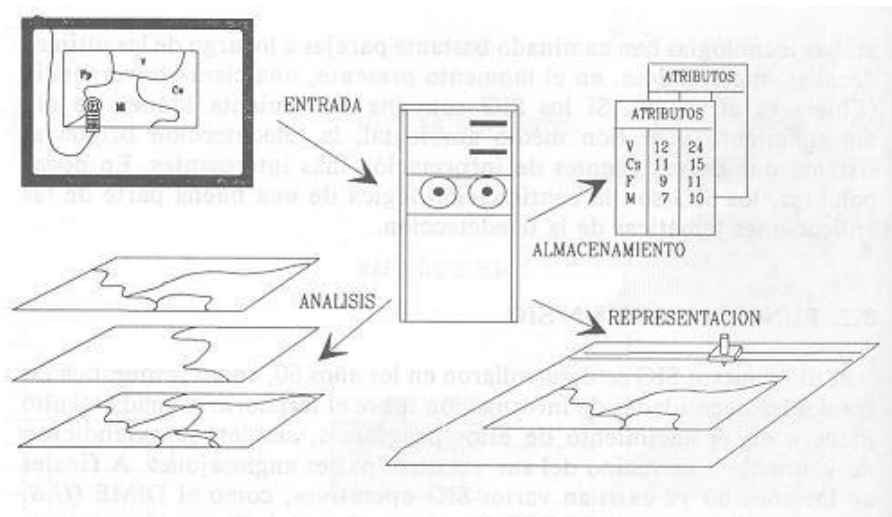


Figura. Módulos de los SIG. Fuente (Chuvienco, E; 1990).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.7.1 Sistemas de Información Geográfica Orientados al Transporte

Probablemente una de las especialidades más avanzadas de los SIG es la que se avoca al transporte. Debido a la capacidad de generar mapas temáticos y a su facilidad de manejo de grandes datos georeferenciados, es posible pensar en un sistema que facilite el control de movimientos espaciales mediante salidas gráficas que muestran diversos elementos fundamentales para la asignación de rutas y estrategias de distribución.

Los Sistemas de Información Geográfica para el Transporte (SIG-T) están básicamente diseñados para la planeación, gestión pública y análisis de los sistemas de transportes y sus características.

Definitivamente las inversiones realizadas por las sociedades mercantiles en los últimos tiempos, han representado una tendencia especial hacia el área del transporte. Los nuevos desafíos de globalización y eficiencia han impulsado a las grandes compañías, a la implementación de la tecnología más avanzada para el movimiento de mercancías. De esta manera los SIG-T sirven hoy en día a la mayoría de los sistemas de transporte, ya sean públicos o privados dentro de los países industrializados y algunos en vías de desarrollo.

La tendencia mundial dicta que la planeación y manejo de la diversa infraestructura de transporte (carreteras, vías férreas, puentes, túneles, aeropuertos y puertos) sea a través de los SIG.

El aumento en la eficiencia de los tiempos y seguridad general, ya sea de pasajeros o mercancías, refleja en gran medida la utilización del creciente número de SIG por las compañías de transporte (Marco Argumedo, 2004).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

2.8 Matriz Origen-Destino

Una matriz O-D, es una matriz de dos dimensiones, en la que filas y columnas representan, respectivamente, zonas de origen y destino de una red de transporte, y el valor de sus elementos indica el número de viajes o desplazamientos hechos desde las zonas de origen a las de destino para un periodo de tiempo especificado. Desde la década de los setenta se han desarrollado muchos modelos para sintetizar matrices O-D, a partir de la información disponible.

2.8.1 Estudios convencionales

Antes de 1970, las matrices O-D, eran obtenidas mediante medidas estadísticas, tales como entrevistas en las casas, medidas oficiales y medidas a pie de carretera. Los métodos que usan esas medidas como dato para determinar las distribuciones reales de tráfico son llamados de análisis convencional. Además, la mayoría de estas aproximaciones conllevan la realización de muestreos estadísticos, con el consecuente error asociado. Así, con la evolución de la sociedad y con los rápidos cambios en las demandas de transporte, esas medidas eran más difíciles de realizar, y además cada vez era más costoso tanto en tiempo, como en esfuerzo, como desde el punto de vista económico.

Los tres tipos más importantes de modelos considerados como análisis convencional son: modelos “Fratat”, modelos de Oportunidad y modelos Gravitacionales.

2.8.2 Estudios a partir de contadores

La relación entre el tiempo de viaje y volumen de tráfico es modelado mediante la asignación de funciones de coste a los tramos del viario. Estas funciones (funciones volumen-retraso), describen, para cada tramo la relación entre la intensidad de tráfico y el tiempo de viaje. El tratamiento de los efectos de la congestión es un aspecto muy importante en la estructura de los modelos de estimación de matrices O/D. Los modelos que emplean, explícitamente, el concepto descrito anteriormente, incluyen un procedimiento de asignación para la resolución del problema.

Prácticamente todos los modelos para la estimación de la matriz O-D emplean datos históricos. En muchos casos están basados en la existencia de una matriz O/D anterior, obtenida mediante estudios de movilidad y, en otros casos, mediante la estimación de los viajes que son generados y/o atraídos entre cada par zonas (Fernando Jiménez, 2004).

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

CAPITULO 3 ESTUDIO TECNICO DE OFERTA Y DEMANDA

En este capítulo se presentará la información recolectada de la Oferta y Demanda en el corredor, Análisis Macroscópico, Asignación de Viajes y Análisis de Resultados.

3.1 Oferta Actual del servicio

Objetivo: Identificar, cuantificar y clasificar la oferta del servicio de transporte público de pasajeros que opera en el corredor. Reconocer a los distintos prestadores del servicio, el nivel de participación en la atención de la demanda, el grado de coincidencia de los derroteros que operan con el trazo del corredor, el tamaño y las características físicas-operativas de la flota vehicular.

Para determinar la oferta actual del servicio en el corredor de transporte público en Insurgentes Sur, se realizaron las siguientes actividades:

- Descripción del corredor y ubicación de paradas
- Inventario de servicios en el corredor
- Verificación de recorridos
- Inventario de terminales y entrevista a despachadores

3.1.1 Descripción del corredor y ubicación de paradas

Para esta actividad se utilizó un formato de levantamiento de información “Ubicación de paradas y equipamiento actual” que obtiene la siguiente información:

- Ubicación de paradas de transporte público
- Tipo de parada
- Equipamiento en parada
- Estado de pavimento entre paradas

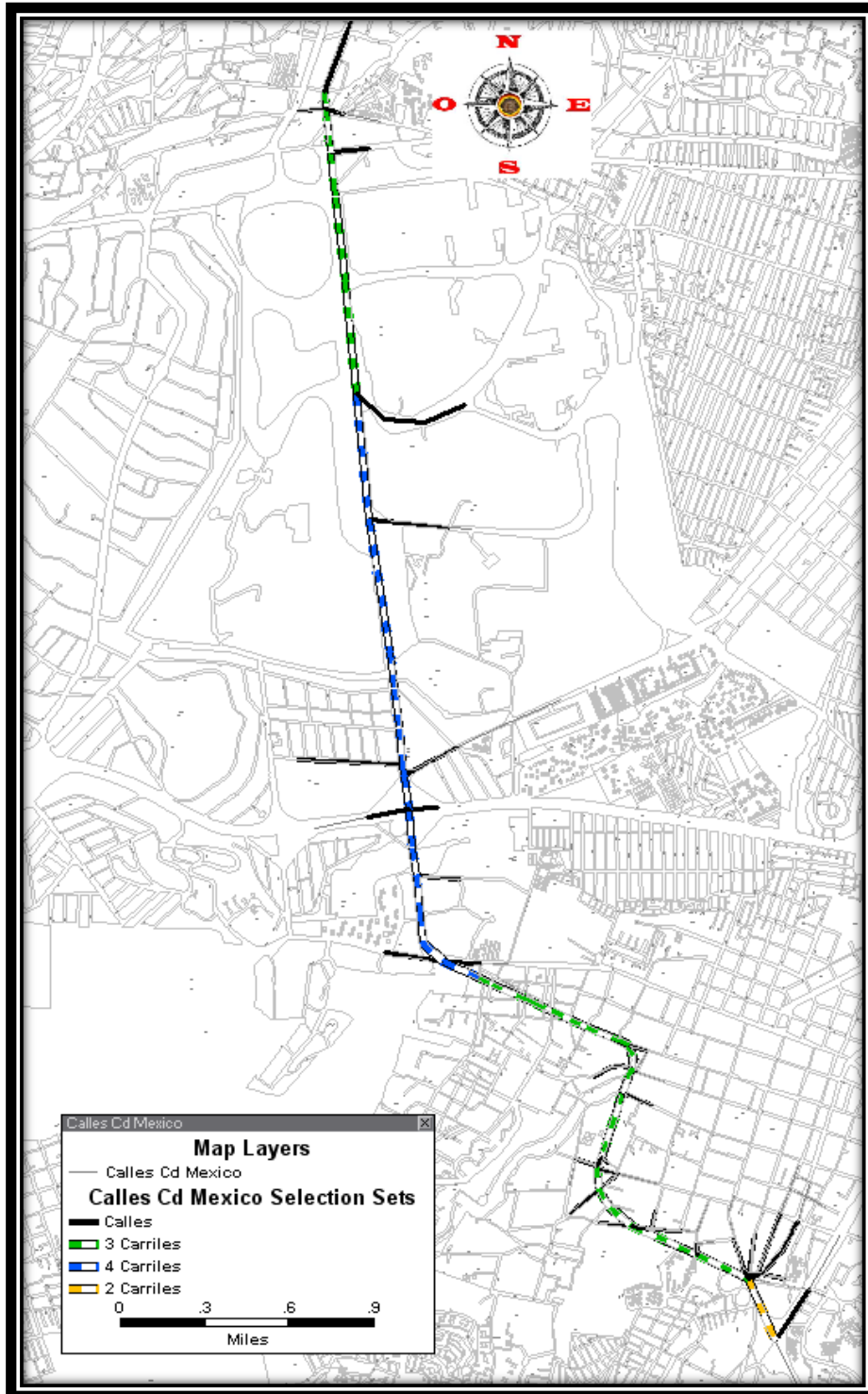
Adicional a esta información, también se obtuvieron datos como:

- Ubicación de semáforos
- Ubicación de puentes peatonales
- Número de carriles en tramos con secciones transversales homogéneas

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Corredor de Transporte Público Insurgentes Sur

Características Físicas



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.1.2 Inventario de servicios en el corredor

Para esta actividad se utilizó un formato “Inventario de servicios de transporte público”, para registrar los servicios existentes en los puntos de observación.

Como resultado del inventario de servicios, en el corredor Insurgentes Sur se identificaron los siguientes servicios:

Ruta		Derrotero
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco
	1.5	Metro Universidad - FOVISSSTE Fuentes Brotantes
	1.6	Metro Universidad - Villa Coapa Tenorios
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya
40	40.1	Metro Universidad - Col. Hidalgo Km 4.5
	40.2	Metro Universidad - Tepeximilpa
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco
	76.2	Metro Universidad - San Fernando Carrasco
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco
	111.2	Metro Universidad - Tepeximilpa
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.1.3 Verificación de Recorridos

Habiendo Identificado en el inventario de servicios las rutas de autobuses de la RTP y de las empresas concesionadas, así como los ramales de los servicios de taxis colectivos que circulan en el corredor, se llevo a cabo la verificación de su recorrido, habiendo utilizado para ello el formato “Verificación de recorridos y ubicación de paradas”.

Para determinar las rutas prioritarias al corredor, es decir aquellas que sus derroteros recorren el corredor en al menos 50% de su longitud, se construyo el cuadro que se presenta a continuación. En este se observa que, el corredor Insurgentes, 6 derroteros cumplen con la condición de al menos 50% de su longitud. Sin embargo, se seleccionaron otros 2 con una longitud cercana al 50%.

Corredor Insurgentes Sur de terminal Dr. Gálvez del Metrobus a Monumento El Caminero, tiene una longitud de 9.238 Km tanto en sentido Norte-Sur, como en sentido Sur-Norte.

La longitud recorrida en el corredor, por los derroteros identificados en la actividad de inventario de servicios, cuyos recorridos fueron objeto de verificación.

Ruta		Derrotero	Longitud Recorrida en el Corredor Km					
			Norte-Sur	%	Sur-Norte	%	Promedio	%
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya	9.23	100.00	9.23	100.00	9.23	100.00
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	5.98	64.79	5.54	60.02	5.76	62.41
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	5.45	59.05	5.54	60.02	5.495	59.53
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	5.45	59.05	5.54	60.02	5.495	59.53
	1.5	Metro Universidad - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	1.77	19.18	1.77	19.18	1.77	19.18
	1.6	Metro Universidad - Villa Coapa Tenorios	1.14	12.35	1.14	12.35	1.14	12.35
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	4.15	44.96	4.15	44.96	4.15	44.96
40	40.1	Metro Universidad - Col. Hidalgo Km 4.5	1.77	19.18	1.77	19.18	1.77	19.18
	40.2	Metro Universidad - Tepeximilpa	1.77	19.18	1.77	19.18	1.77	19.18
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	5.48	59.37	5.48	59.37	5.48	59.37
	76.2	Metro Universidad - San Fernando Carrasco	1.22	13.22	1.22	13.22	1.22	13.22
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	4.5	48.75	4.5	48.75	4.5	48.75
	111.2	Metro Universidad - Tepeximilpa	1.77	19.18	1.77	19.18	1.77	19.18
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir	9.23	100.00	9.23	100.00	9.23	100.00

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

En particular, los derroteros 1.1 San Ángel – Tlalcoligia La Joya y 1.7 Metro Universidad – Tlalcoligia La Joya, hacen base no autorizada en la gaza de incorporación de calzada de Tlalpan a la Av. Insurgentes Sur con dirección al norte.

Asimismo, el derrotero 17.1 San Ángel – San Pedro Mártir presenta dos derivaciones, uno por la Carretera Federal México-Cuernavaca y el otro por la unidad habitacional FOVISSTE San Pedro Mártir.

De esta manera, los derroteros prioritarios son los que e incluyen en el cuadro siguiente:

Ruta		Derrotero	Base	
			Origen	Destino
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Yaquis y Navajos
	1.1.1	San Ángel - La Joya	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Av. Insurgentes Sur y Calz. De Tlalpan
	1.2	San Ángel - FOVISSTE Fuentes Brotantes	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Tamaulipas
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Calz. Brujas y Siena
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Av. Division del Norte y Betancourt
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia	Paradero Metro Universidad	Yaquis y Navajos
	1.7.1	Metro Universidad - La Joya	Paradero Metro Universidad	Av. Insurgentes Sur y Calz. De Tlalpan
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Poniente 3a y Poniente 2a
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Paradero Metro Universidad	Mariano Matamoris y Ramon Corona
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir por Carretera	Av. Revolución y Av. Insurgentes Sur	Cuahutemoc y Autopista Mex. Cuernavaca
	17.2	San Ángel - San Pedro Mártir por FOVISSTE	Av. Revolucion y Av. Insurgentes Sur	Cuahutemoc y Autopista Mex. Cuernavaca

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Para ir obteniendo de manera gradual información de la operación de los servicios, en los formatos para la verificación de recorridos, se incluyeron datos a obtener de los despachadores, así como de los propios recorridos. A partir de estas se construyó el siguiente cuadro.

Ruta		Derrotero		Inicio de Servicio	Termino de Servicio	Unidades en Servicio		Frecuencia de despacho	Hora de salida	Hora de llegada	Tiempo de recorrido	Longitud	Velocidad de operación
				hr : min	hr : min	Cantidad	Tipo	min	hr : min	hr : min	hr : min	Km	Km/hr
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia	Ida	5:30	23:00	20	Microbús	5	11:20	11:54	0:34	9.44	16:04
			Regreso	5:30	23:00	20	Microbús	5	12:08	12:39	0:31	9.55	18.49
	1.1.1	San Ángel - La Joya	Ida	5:30	22:30	20	Microbús	5	12:00	12:30	0:30	9	18.01
			Regreso	5:30	23:30	20	Microbús	5	12:45	13:15	0:30	8.95	17.91
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	Ida	6:00	22:00	18	Microbús	10	16:25	17:10	0:45	7.83	10.45
			Regreso	6:00	22:00	18	Microbús	5	12:08	12:39	0:31	8.32	16.11
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	Ida	6:00	22:00	30	Microbús	5	13:00	14:07	1:07	15.72	14.08
			Regreso	6:00	22:00	30	Microbús	5	14:34	15:45	1:11	15.65	13.23
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	Ida	5:45	0:00	20	Microbús	10	8:50	9:39	0:49	13.6	16.65
			Regreso	5:45	21:30	20	Microbús	10	9:57	10:47	0:50	14.61	17.53
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia	Ida	5:00	0:00	25	Microbús	5	12:10	12:50	0:40	9.75	14.63
			Regreso	5:30	23:00	20	Microbús	5	13:15	13:57	0:42	8	11.44
	1.7.1	Metro Universidad - La Joya	Ida	5:00	0:00	20	Microbús	5	8:10	8:32	0:22	9.31	25.4
			Regreso	5:30	23:00	20	Microbús	4	8:55	9:35	0:40	7.4	11.11
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	Ida	6:20	22:00	30	Microbús	10	9:30	10:20	0:50	8.91	10.69
			Regreso	5:00	22:15	30	Microbús	10	10:28	11:02	0:34	9.06	16
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Ida	5:30	21:30	15	Autobús	15	16:13	17:35	1:22	22.14	16.2
			Regreso	5:00	21:00	15	Autobús	10 - 15	17:49	18:54	1:05	21.62	19.96
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir por Carretera	Ida	4:00	23:00	20	Autobús	5 - 10	8:05	8:47	0:42	10.35	14.79
			Regreso	4:00	22:00	20	Autobús	5 - 10	9:10	9:52	0:42	11.15	15.93
	17.2	San Ángel - San Pedro Mártir por FOVISSSTE	Ida	4:00	23:00	20	Autobús	5 - 10	10:15	11:05	0:50	13.96	16.76
			Regreso	4:00	22:00	20	Autobús	5 - 10	11:20	12:25	1:05	13.55	12.51

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Utilización de los SIG's durante el proceso de recolección de información y desarrollos de modelos de la oferta de transporte en el corredor.

La generación de mapas temáticos en cada uno de los objetivos permitió establecer y localizar cuales eran los puntos críticos a lo largo del corredor, dado que dichos mapas muestran de forma explícita el lugar, y circunstancias de dicho puntos.

En las actividades de ubicación de paradas de transporte público y tipo de parada, se hicieron las propuestas de las estaciones del nuevo modelo de transporte, mientras que en las actividades de equipamiento en paradas y en corredor, se pudieron hacer propuestas al modo de operación de este nuevo sistema de transporte, como las fases de operación en semáforos, vueltas inglesas, tramos en los que no eran conveniente utilizar carriles confinados.

Los datos recolectados también sirvieron para determinar ciertos patrones de operación del corredor, por ejemplo el número de derroteros que operan de forma significativa dentro del corredor, horarios de operación de los derroteros.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.2 Demanda del Servicio

Objetivo:

Identificar y cuantificar el comportamiento de la demanda de servicio a lo largo del corredor y del día, considerando su distribución en los diferentes modos de transporte, la utilización de la vialidad en la realización de su viaje y la frecuencia con la que hace uso del mismo.

Para fines de estudio, se agruparon los derroteros prioritarios:

Ruta		Derrotero
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia
	1.1.1	San Ángel - La Joya
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia
	1.7.1	Metro Universidad - La Joya
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir por Carretera
	17.2	San Ángel - San Pedro Mártir por FOVISSSTE

A partir de lo anterior se construyo el cuadro siguiente, para los derroteros y bases contenidas en el cuadro están referidas a los resultados de los estudios de demanda del servicio.

- Estudio de ascenso-descenso y tiempos de recorrido
- Encuesta origen-destino a bordo
- Estudio de frecuencia de despacho y ocupación visual en terminales
- Estudio de frecuencia de paso y ocupación visual

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.2.1 Estudio de ascenso-descenso y tiempos de recorrido

Objetivo: Cuantificar los movimientos de ascenso-descenso de pasajeros y los tiempos de recorrido y demoras, a bordo de los derroteros de los servicios que prioritariamente operan en el corredor de transporte Insurgentes Sur. A su vez, identificar los parámetros operativos que permitan determinar la dinámica del servicio de cada uno de los prestadores del servicio y del corredor en general.

Los criterios utilizados para la realización del estudio son:

- Para cada derrotero, aplicar el estudio en un recorrido por sentido por hora, durante el periodo de operación de las rutas, en un día hábil representativo.
- Para todos los servicios prioritarios realizar completo el levantamiento de información, desde la base origen hasta la base destino.

Los resultados del estudio de ascenso-descenso y tiempos de recorrido se resumen en los cuadros siguientes:

Ruta		Derrotero		Promedio pasajeros por corrida			Máximo pasajeros por corrida	
				Día	AM	PM	AM	PM
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya	Ida	32	31	32	44	59
			Regreso	38	38	38	61	56
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	Ida	29	24	32	37	41
			Regreso	30	27	32	34	45
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	Ida	48	42	53	61	59
			Regreso	55	66	51	76	67
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	Ida	49	43	56	56	84
			Regreso	56	57	54	96	68
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	Ida	36	39	35	56	58
			Regreso	41	41	41	55	50
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	Ida	35	30	41	40	56
			Regreso	31	31	31	42	60
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Ida	49	43	58	58	70
			Regreso	61	71	56	88	74
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir	Ida	44	30	53	44	84
			Regreso	58	62	55	104	77

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Indicadores Por Corrida Promedio Diario

Ruta		Derrotero		Longitud km	Pasajeros	Pas-Km	Dist. Prom/pasajero	Captación/km	Ocupación/km
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya	Ida	9.44	31.79	118.06	3.71	3.37	12.51
			Regreso	9.56	37.68	156.56	4.15	3.94	16.38
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	Ida	7.84	28.58	105.09	3.68	3.65	13.40
			Regreso	8.33	30	122.85	4.10	3.60	14.75
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	Ida	15.72	48.15	239.93	4.98	3.06	15.26
			Regreso	15.65	47.92	227.36	4.74	3.06	14.53
	1.4	San Ángel - Egidos Torres Huipulco	Ida	13.6	49.42	185.49	3.75	3.63	13.64
			Regreso	14.61	55.58	226.62	4.08	3.80	15.51
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	Ida	9.75	36.62	188.02	5.13	3.76	19.28
			Regreso	8.01	41	170.35	4.15	5.12	21.27
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	Ida	8.91	35.33	128.76	3.64	3.97	14.45
			Regreso	9.074	31.42	110.36	3.51	3.46	12.16
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Ida	22.15	49.44	524.77	10.61	2.23	23.69
			Regreso	21.63	60.89	558.03	9.16	2.82	25.80
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir	Ida	10.43	44.45	214.03	4.82	4.26	20.52
			Regreso	13.67	48.83	282.75	5.79	3.57	20.68

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Indicadores por corrida con carga máxima

Ruta		Derrotero		Longitud km	Pasajeros	Pas-Km	Dist. Prom/pasajero	Captación/km	Ocupación/km
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya	Ida	9.44	49	124.49	2.54	5.19	13.19
			Regreso	9.56	61	277.1	4.54	6.38	28.99
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	Ida	7.84	41	194.79	4.75	5.23	24.85
			Regreso	8.33	45	192.52	4.28	5.40	23.11
	1.3	San Angel - Villa Coapa Tenorios	Ida	15.72	61	262.24	4.30	3.88	16.68
			Regreso	15.65	76	440.96	5.80	4.86	28.18
	1.4	San Angel - Egidos Torres Huipulco	Ida	13.6	84	360.06	4.29	6.18	26.48
			Regreso	14.61	96	360.18	3.75	6.57	24.65
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	Ida	9.75	58	355.98	6.14	5.95	36.51
			Regreso	8.01	50	288.22	5.76	6.24	35.98
76	76.1	San Angel - San Fernando Carrasco	Ida	8.91	56	191.42	3.42	6.29	21.48
			Regreso	9.074	60	159.41	2.66	6.61	17.57
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Ida	22.15	70	669.34	9.56	3.16	30.22
			Regreso	21.63	88	874.33	9.94	4.07	40.42
17	17.1	San Angel - San Pedro Martir	Ida	10.43	84	267.26	3.18	8.05	25.62
			Regreso	13.67	104	645.18	6.20	7.61	47.20

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Tiempos de recorridos y demoras en unidades de transporte público

Ruta		Derrotero		Con Base			Sin Base		
				Tiempo Promedio		% Promedio Demora	Tiempo Promedio		% Promedio Demora
				Recorrido	Demora		Recorrido	Demora	
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya	Ida	0:29:32	0:08:38	29.2	0:28:07	0:07:14	25.7
			Regreso	0:30:26	0:08:40	28.5	0:28:06	0:06:24	22.8
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	Ida	0:31:58	0:10:39	33.3	0:26:54	0:05:35	20.8
			Regreso	0:34:55	0:16:38	47.6	0:28:12	0:09:57	35.3
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	Ida	0:58:59	0:14:40	24.9	0:57:20	0:13:26	23.4
			Regreso	0:59:51	0:16:51	28.2	0:57:13	0:14:31	25.4
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	Ida	0:54:39	0:19:41	36.0	0:52:24	0:17:27	33.3
			Regreso	0:57:58	0:21:13	36.6	0:55:15	0:18:30	33.5
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	Ida	0:36:19	0:08:33	23.5	0:33:39	0:06:08	18.2
			Regreso	0:31:29	0:08:53	28.2	0:28:45	0:07:34	26.3
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	Ida	0:34:54	0:12:40	36.3	0:28:35	0:06:21	22.2
			Regreso	0:37:32	0:14:27	38.5	0:34:30	0:11:26	33.1
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Ida	1:19:31	0:16:42	21.0	1:13:46	0:11:13	15.2
			Regreso	1:14:20	0:08:37	11.6	1:12:43	0:07:45	10.7
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir	Ida	0:45:56	0:07:39	16.7	0:44:38	0:06:26	14.4
			Regreso	0:49:06	0:12:55	26.3	0:47:15	0:11:23	24.1

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.2.2 Estudio de Frecuencia de Despacho y Ocupación Visual

Objetivo: Conocer los parámetros operativos de las rutas que dan servicio en el corredor de transporte Insurgentes Sur, en cuanto a la frecuencia de salida y ocupación que tienen los vehículos de las rutas en las bases. Determinar, entre otros, el tipo de vehículo, su placa de identificación, así como el número de usuarios que lleva la unidad al salir de la base.

Al mismo tiempo en que se llevo a cabo el estudio de ascenso-descenso y tiempos de recorrido, se realizo un estudio de frecuencia de despacho y ocupación vehicular en terminales.

Los criterios para la realización del estudio fueron:

- Llevar a cabo el estudio durante el periodo de operación de las rutas, en un día hábil representativo.
- Para un derrotero en particular, aplicar simultáneamente el estudio de ascenso-descenso y tiempos de recorrido y el de frecuencias de despacho y ocupación visual en sus bases origen y destino.

Los resultados del estudio permitieron, entre otros aspectos, conocer la variación de la oferta de transporte, las características operativas de la flota en operación, así como la variación de la demanda en las bases durante el horario de servicio.

Ruta	Nombre	Parque Vehicular	Tipo de unidad	Vueltas promedio	Total	Frecuencia u/día - u/hr			Intervalo min			Ocupación pas/u/día - pas/u/hr			Demanda pas/día	Oferta pas/día	Grado de Saturación
						Promedio día	Prom AM	Prom PM	Promedio día	Prom AM	Prom PM	Promedio día	Prom AM	Prom PM			
1.1	Angel - Tlalcoligla La	62	M	7.8	399	26.6	29	29	2.3	2.1	2.1	10.4	5		4194	5960	26.3
		46	M				26.6	26.6		2.3	2.3		4	29			
1.1	Tlalcoligla - San Angel	49	M	2.9	102	7.3	6	20	11.8	10	3	10.2	35	13	776	4080	19
		26	M				4.8	9.1		13.2	10.7		17	9			
1.1	La Joya - San Angel	47	M	4.7	197	14.1	28	18	8	2.1	3.3	17.1	37	4.5	4310	7880	54.7
		4	M				18.6	11.6		8.2	7.9		27.4	18			
1.2	el - Foviste Fuentes B	14	M	7.3	58	4.1	5	6	16.8	12	10	13.7	11	11.3	777	2320	33.5
		17	M				3.8	4.3		17.8	16.2		5	33			
1.2	fuentes brotantes - Sa	9	M	8.3	60	4.6	5	6	13.2	12	10	7.2	32	18.6	431	2400	18
		7	M				4.4	4.8		13.8	12.9		11	9			
1.3	ngel - Villa Coapa Ter	76	M	5.2	330	20.6	30	28	3	2	2.1	6	8	4.9	1907	12720	15
		60	M				21.3	20.2		3	2.9		4.5	11			
1.3	Coapa Tenorios - San	73	M	3.7	226	15.1	19	20	4.3	3.2	3	2.3	2	7	467	904	5.2
		56	M				17	13.4		3.6	4.7		12	8			
1.4	San Angel - Ejidos Torr	18	M	4.3	66	4.4	8	7	15	10	8.6	4.9	5	3.1	330	2840	12.5
		14	M				4.5	4.3		14.3	15.6		3.8	10			
1.4	idos Torres - San Ang	20	M	5.4	86	6.1	7	7	9.9	8.6	8.6	2.1	5	5.8	179	3440	5.2
		15	M				6.3	6		9.6	10.1		2.3	4			
1.7	iversidad - Tlalcoligla	44	M	5.9	208	13	20	14	5.2	3	4.3	29.8	40	2	5912	8320	71.1
		32	M				18.5	10.9		3.8	6.1		26.3	46			
1.7	oligla - Metro Univers	40	M	2.4	83	4.5	5	12	20.7	12	5	7.9	22	31.8	470	2520	18.7
		13	M				3.2	5.2		25.4	18.1		12.2	9			
1.7	Joya - Metro Universi	52	M	4.4	153	10.9	23	12	6.2	2.6	5	22.9	39	5.6	3919	6120	64
		29	M				14.4	9		4.8	7		26.2	33			
17.1	f - San Pedro Martir x	19	M	4.2	83	5.2	8	7	13.6	7.5	8.6	24.4	24	21.1	1720	4980	34.5
		19	M				6.3	4.5		9.8	15.9		15.2	5.5			
17.2	el - San Pedro Martir x	18	M	2.89	54	3.6	6	6	20.3	10	10	24.7	22	30	1236	3240	38.1
		17	M				3.5	3.7		19.2	21		16	60			
17.1	o martir - San Angel x	19	M	4.3	87	5.9	6	9	11.1	10	6.7	12.5	24	30.4	926	5220	17.7
		19	M				5	6.3		12.3	10.3		15.8	2.5			
17.2	ro martir - San Angel	20	M	2.5	45	3.5	6	4	18.5	10	15	4.9	3	10.3	226	2700	8.4
		15	M				4	3.2		16.3	19.4		2	22			
76.1	ngel - san fernando car	30	A	6.4	142	8.6	13	10	7.4	4.6	6	13.9	24	6.2	2054	5680	36.2
		20	A				10.3	8		5.9	8.4		18.2	15			
76.1	rmando Carrasco - San	29	A	3.9	90	6	14	8	14.7	4.3	7.5	18	2	11.3	167	3600	4.6
		21	A				7.3	5.1		11.5	18.6		1.5	3			
111.1	iversidad - Santo Tom	12	M	4.3	53	3.3	4	6	20.1	15	10	20.8	30	2	1086	3180	34.2
		12	M				3.2	3.4		20	20.2		15.5	4.5			
111.1	mas Ajusco - Metro U	15	A	4	51	3.2	4	7	20.8	15	8.6	8.9	30	23.9	472	3060	15.4
		11	A				3.3	3.1		18.3	22.4		17.2	10			

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.2.3 Estudio de frecuencia de paso y ocupación visual

Objetivo: Determinar el comportamiento de la demanda de usuarios de transporte público en el corredor de transporte Insurgentes Sur, en cuanto a: magnitud, variación horaria, horas y periodos de máxima demanda, participación por modo, empresa o ruta, entre otros.

A través de este estudio fue posible determinar lo siguiente:

Indicador		Ambos	N - S	S - N
Distribución de la carga por sentido		100%	50.80%	49.20%
Hora de máxima demanda	HMD AM	7:00 - 8:00	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00
	HMD MD	13:00 - 14:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00
	HMD PM	18:00 - 19:00	17:00 - 18:00	16:00 - 17:00
Porcentaje de la demanda	HMD AM	8.82%	7.25%	11.25%
	HMD MD	6.49%	6.96%	7.20%
	HMD PM	7.39%	8.76%	7.23%
Porcentaje de la demanda máximo		8.82%	8.76%	11.25%

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.2.4 Estimación de la demanda en el corredor

Objetivo: Estimar la demanda de transporte público que se atenderá en el corredor de transporte Insurgentes Sur, en caso de que se instrumente un servicio tipo metrobus similar al que opera actualmente en el corredor Insurgentes.

Para la estimación de la demanda en el corredor de transporte Insurgentes Sur, fueron utilizados los resultados de los estudios de demanda de servicio.

De manera particular, para el cálculo de la demanda en el corredor se utilizaron los resultados de los estudios de ascenso-descenso, referidos única y exclusivamente al corredor, así como los de frecuencia de despacho y ocupación.

Calculo de la demanda en el corredor:

Ruta		Derrotero		Modo		Promedio dia Pas/Corrida	Corridas al dia	Demanda Diaria
				A	M			
1	1.1	San Ángel - Tlalcoligia La Joya	Ida		40	31.2	399	12449
			Regreso		40	36.6	299	10943
	1.2	San Ángel - FOVISSSTE Fuentes Brotantes	Ida		40	25.2	59	1487
			Regreso		40	24.5	60	1470
	1.3	San Ángel - Villa Coapa Tenorios	Ida		40	16.5	330	5445
			Regreso		40	19.8	226	4475
	1.4	San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	Ida		40	25.8	66	1703
			Regreso		40	26.8	86	2305
	1.7	Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	Ida		40	32.8	208	6822
			Regreso		40	38.9	219	8519
17	17.1	San Ángel - San Pedro Mártir	Ida	60		35.8	137	4905
			Regreso	60		44.5	132	5874
76	76.1	San Ángel - San Fernando Carrasco	Ida		40	27.3	142	3877
			Regreso		40	24.8	90	2232
111	111.1	Metro Universidad - Santo Tomas Ajusco	Ida	60		35.3	53	1871
			Regreso	60		44.4	51	2264
Total								76640

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Para atender la demanda de 76,640 pasajeros, en el cuadro siguiente se resumen los principales indicadores, incluyendo el parque vehicular necesario para atender la carga máxima de 2,607 pasajeros en una hora de máxima demanda que se presenta en el corredor.

3.2.4.1 Demanda exclusiva del corredor

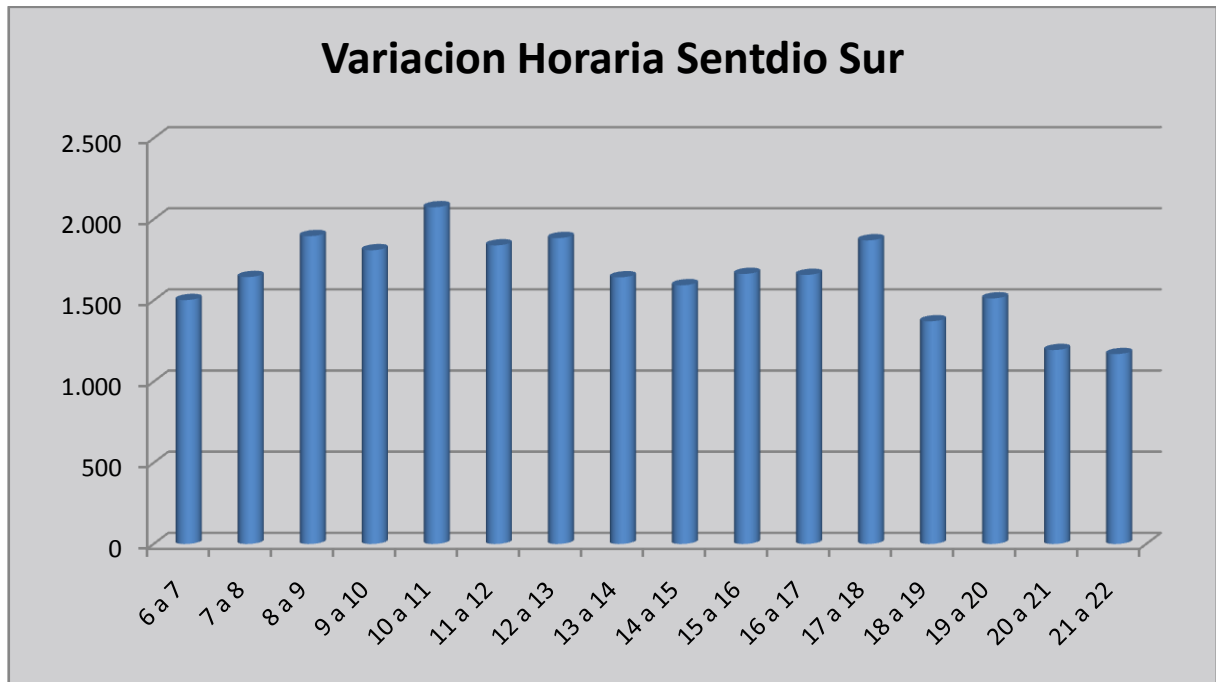
Descartando los recorridos y viajes cuyo origen y destino se encuentran fuera del corredor, se estima que la demanda de transporte público en la Avenida de los Insurgentes del Eje 10 Sur a Viaducto Tlalpan (monumento a El Caminero), es del orden de 53.5 mil pasajeros en día hábil, esto es un 65.2% de la demanda atendida en los recorridos.

Horario	Sentido		Total
	Sur	Norte	
6 a 7	1,503	1,495	2,998
7 a 8	1,645	1,888	3,533
8 a 9	1,897	2,078	3,975
9 a 10	1,810	2,055	3,865
10 a 11	2,075	1,652	3,727
11 a 12	1,840	1,142	2,982
12 a 13	1,885	1,420	3,305
13 a 14	1,643	1,671	3,314
14 a 15	1,594	1,921	3,515
15 a 16	1,664	1,767	3,431
16 a 17	1,658	1,763	3,421
17 a 18	1,871	1,334	3,205
18 a 19	1,372	1,435	2,807
19 a 20	1,513	1,967	3,480
20 a 21	1,195	1,834	3,029
21 a 22	1,170	1,747	2,917
Total	26,335	27,169	53,504

La demanda registrada en el corredor en sentido sur fue de 26.3 mil usuarios en día hábil, en sentido norte la demanda registrada fue de 27.2 mil usuarios.

En el sentido sur la mayor demanda se registró entre las 10:00 y las 11:00 horas, en tanto que en el sentido norte la máxima demanda se registró entre las 8:00 y 9:00 horas.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Indicadores		Ambos Sentidos	N - S	S - N
Demanda diaria (pas/día)		76641		
Distribución de la carga por sentido		100%	50.80%	49.20%
Demanda total diaria por sentido			38934	37707
Hora de máxima demanda	HMD AM	7:00 - 8:00	7:00 - 8:00	8:00 - 9:00
	HMD MD	13:00 - 14:00	13:00 - 14:00	14:00 - 15:00
	HMD PM	18:00 - 19:00	17:00 - 18:00	16:00 - 17:00
Porcentaje de la demanda	HMD AM	8.82%	7.25%	11.25%
	HMD MD	6.49%	6.96%	7.20%
	HMD PM	7.39%	8.76%	7.23%
Porcentaje de la demanda máximo		8.82%	8.76%	11.25%
Máximo volumen de pasajeros transportados por sentido en la HMD, AM N-S y PM S-N			3,411	4,242
Carga máxima por tramo			2032	2607
Frecuencias requeridas para atender la demanda por tipo de unidad (unidades/hr)	160		13	17
	100		21	26
	80		25	33
	60		34	44
	40		51	66
Ubicación del tramo con mayor carga sentido N-S		Sobre Insurgentes y Estadio de CU		
Ubicación del tramo con mayor carga sentido S-N		Sobre Insurgentes entre Cjon. Calvario y San Fernando		
Longitud de la RUTA Km			8.4	8.4
Velocidad de operación promedio Real Km/h			16.79	16.16
Velocidad promedio de Proyecto Km/h			20	20
Tiempo de permanencia en bases (min)			10	10
Parque vehicular requerido por tipo de unidad	160	21		
	100	32		
	80	41		
	60	54		
	40	81		

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.2.4.2 Participación de la demanda en el corredor

De acuerdo con los resultados de los aforos, la mayor participación en la atención de la demanda tanto en toda la red de recorridos significativos, como sobre el troncal del corredor es de la Ruta 1, que con dos ramales (Rey Cuauhtémoc y Villa Coapa) capta el 71% de los usuarios; y RTP que con sus dos recorridos a San Pedro Mártir capta aproximadamente el 20% de los usuarios.

Operador	Total de la Red		En el Eje Troncal	
Ruta 1, ramal Rey Cuauhtémoc	41,690	54.40%	31,223	58.40%
Ruta 1, ramal Villa Coapa	13,928	18.20%	6,758	12.60%
Ruta 76	6,108	8.00%	3,040	5.70%
Ruta 111	4,135	5.40%	1,703	3.20%
RTP	10,779	14.10%	10,779	20.10%
Total	76,640	100.00%	53,503	100.00%

Utilización de los SIG's durante el proceso de recolección de información y desarrollo de modelos de la demanda de transporte en el corredor.

Del mismo modo la generación de mapas temáticos fue una herramienta de gran ayuda para la interpretación de la información recolectada, con ello se pudo determinar de manera fácil, las frecuencias de movimientos ascensos-descensos de pasajeros, los tiempos de recorrido y demoras. Del mismo modo estas plataformas integraron la información recolectada en el estudio de frecuencia de despacho y ocupación visual, así como en el de frecuencia de paso y ocupación visual.

La integración de esta información en un SIG nos permitió esquematizar el comportamiento de la demanda en este tramo, en un escenario actual, contemplando las variaciones horarias, derroteros y sentido ya sea norte-sur o sur-norte.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

3.3 Balance Oferta – Demanda

Con base en los resultados anteriores se determinó que del volumen de plazas - kilómetro ofertado en los recorridos significativos (capacidad dinámica), el aprovechamiento es del orden del 27.6%, quedando sin utilizar el 72.4% de la capacidad ofertada.

Finalmente obtenemos la siguiente tabla en la cual se compara la oferta y la demanda exclusiva del corredor Av. Insurgentes Sur:

Ruta	Nombre	Oferta Plazas - Km	Demanda Pas - Km	Capacidad Utilizada
1	1.1 San Ángel - Tlalcoligia La Joya	150,726	46,185	30.64%
1	1.1.1 Tlalcoligia - San Ángel	38,984	15,493	39.74%
1	1.1.2 La Joya - San Ángel	70,573	29,922	42.40%
1	1.2 San Ángel - Fovissste Fuentes Brotantes	18,180	5,379	29.59%
1	1.2 Fovissste Fuentes Brotantes - San Angel	19,982	6,012	30.09%
1	1.3 San Ángel - Villa Coapa Tenorios	207,544	27,116	13.07%
1	1.3 Villa Coapa Tenorios - San Ángel	141,503	46,185	32.64%
1	1.4 San Ángel - Ejidos Torres Huipulco	35,904	15,493	43.15%
1	1.4 Ejidos Torres Huipulco - San Ángel	50,265	29,922	59.53%
1	1.7 Metro Universidad - Tlalcoligia La Joya	81,128	5,471	6.74%
1	1.7.1 Tlalcoligia - Metro Universidad	20,173	6,012	29.80%
1	1.7.2 La Joya - Metro Universidad	45,325	27,116	59.83%
76	76.1 San Ángel - San Fernando Carrasco	50,614	21,211	41.91%
76	76.1 San Fernando Carrasco - San Ángel	32,645	6,386	19.56%
RTP	17.1 San Ángel - San Pedro Mártir X Carretera	51,543	9,404	18.24%
RTP	17.1 San Pedro Mártir - San Ángel X Carretera	58,208	35,067	60.24%
RTP	17.2 San Ángel - San Pedro Mártir X Fovissste	45,247	10,655	23.55%
RTP	17.2 San Pedro Mártir - San Ángel X Fovissste	36,599	24,700	67.49%
111	111.1 Metro Universidad - Santo Tomás Ajusco	70,421	14,111	20.04%
111	111.1 Santo Tomás Ajusco - Metro Universidad	66,176	7,834	11.84%
	Total	1,291,740	356,810	27.62%
	Sentido norte - sur	724,268	190,013	26.24%
	Sentido sur - norte	567,471	166,797	29.39%

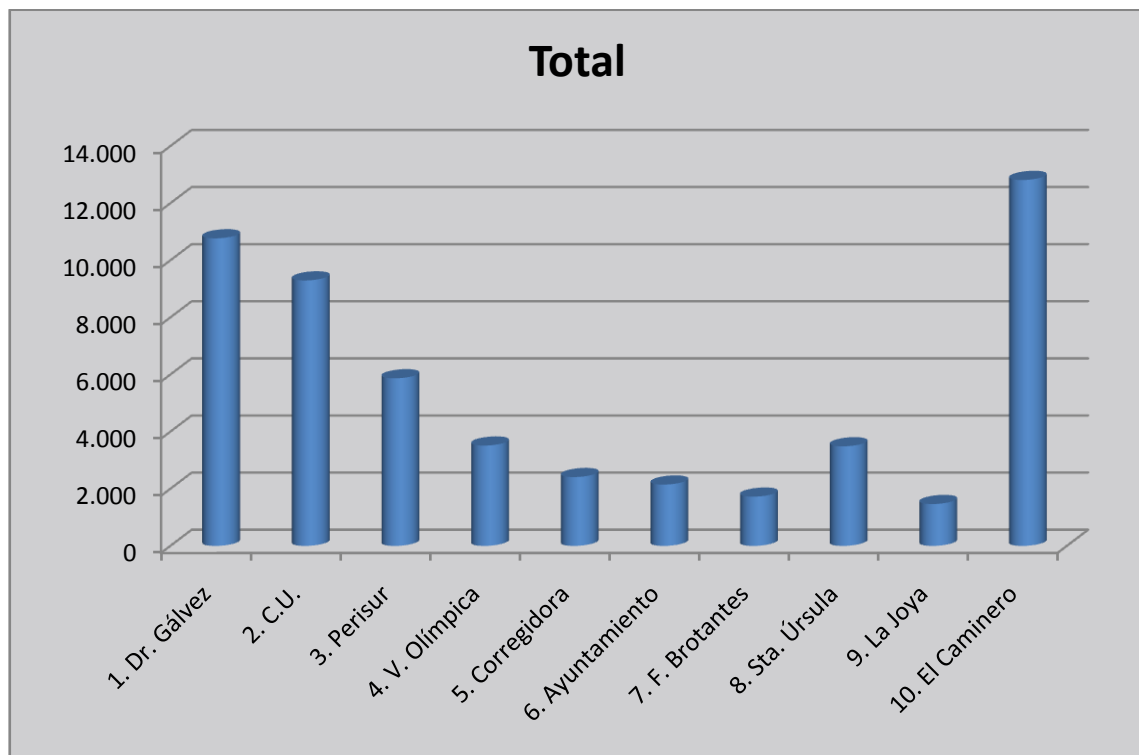
Este resultado refleja una baja utilización del parque vehicular con que se presta el servicio de transporte público de pasajeros en el corredor y, por tanto, una baja captación promedio de pasajeros por unidad, además de un uso innecesario de la capacidad vial.

3.3.1 Afluencia de Usuarios por Estación

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

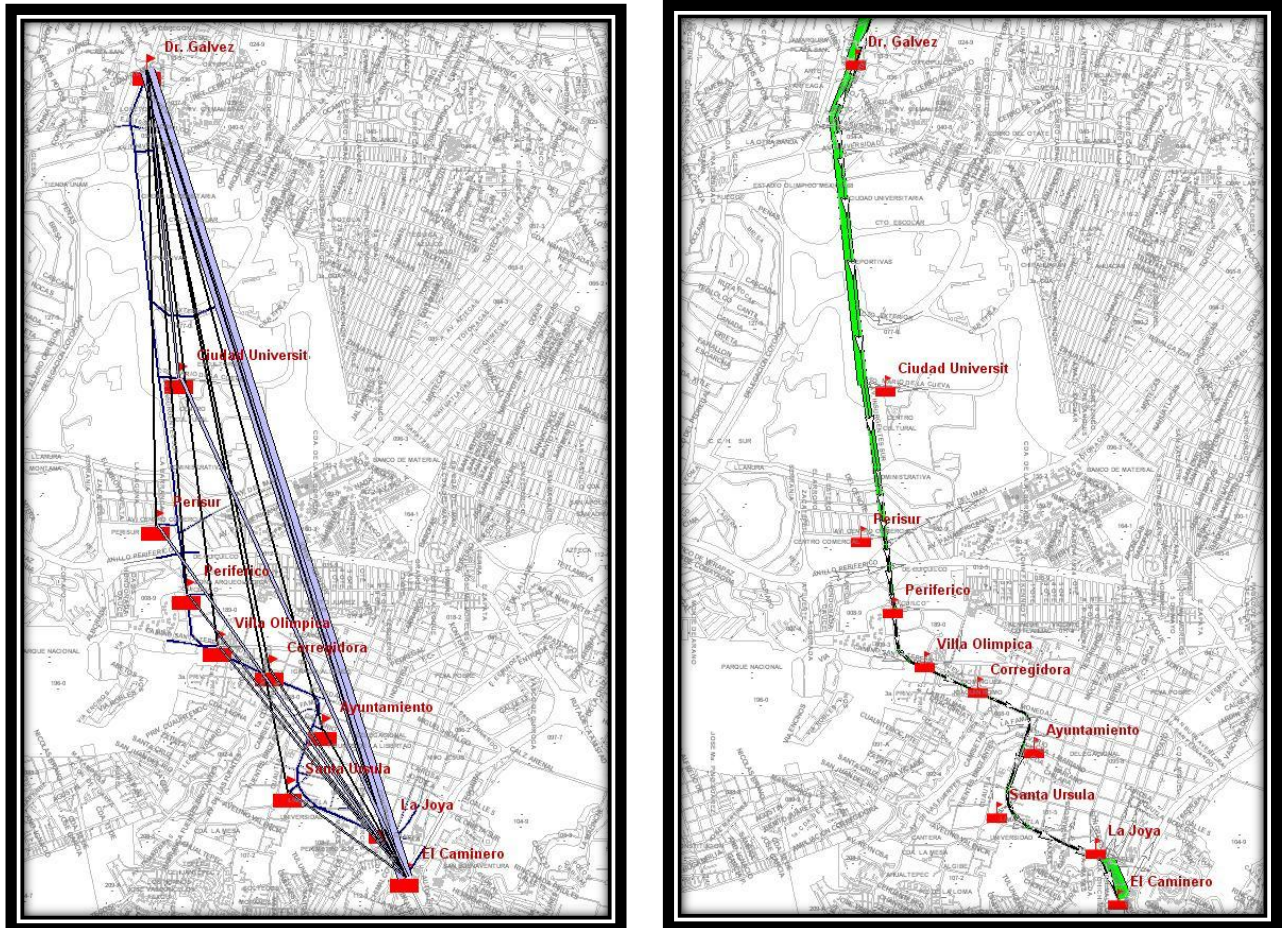
Con base en los aforos y considerando las estaciones proyectadas para la operación del corredor “Metrobús Insurgentes Sur”, se estimó la afluencia de usuarios de la manera siguiente:

Estación	Sur	Norte	Total
1. Dr. Gálvez	10,592	180	10,772
2. C.U.	5,904	3,393	9,297
3. Perisur	3,016	2,853	5,869
4. V. Olímpica	1,269	2,245	3,514
5. Corregidora	1,365	1,046	2,411
6. Ayuntamiento	1,446	702	2,148
7. F. Brotantes	694	1,031	1,725
8. Sta. Úrsula	1,065	2,422	3,487
9. La Joya	281	1,185	1,466
10. El Caminero	703	12,112	12,815
Total	26,335	27,169	53,503



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Líneas de deseo en el corredor y asignación de movilidad de pasajeros en el corredor.



Utilización de los SIG's durante el proceso de desarrollo de modelos y definición de alternativas del balance oferta - demanda.

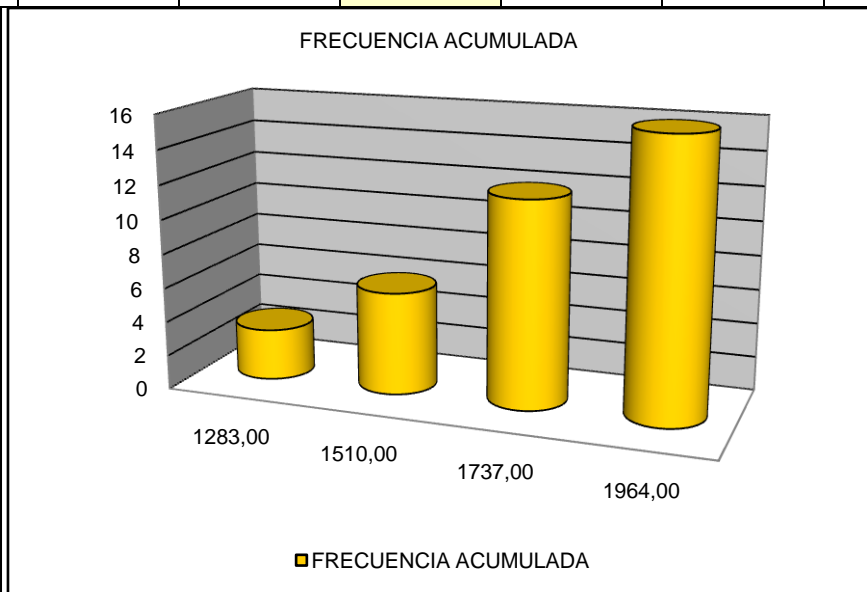
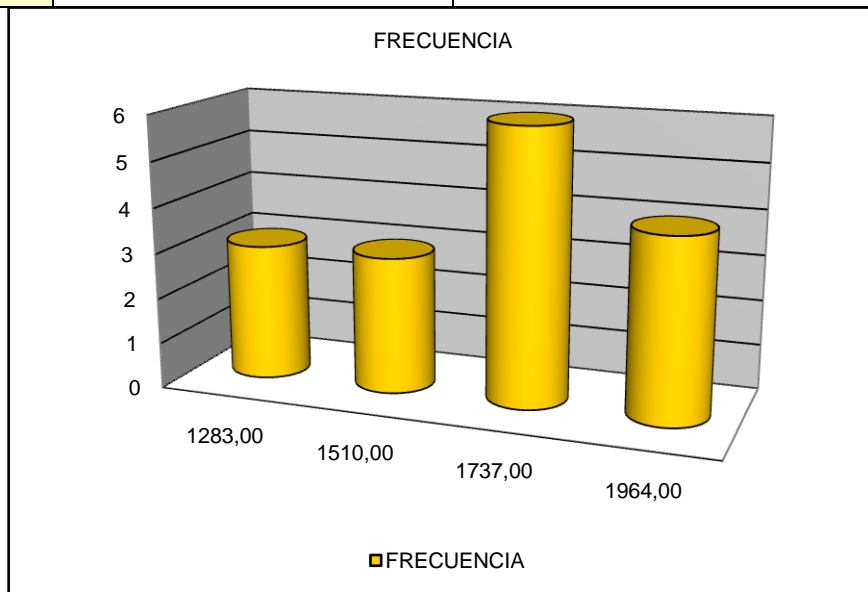
La utilización de SIG's orientados al transporte, en esta etapa facilitan los procesos propios de esta etapa, por ejemplo la generación de líneas de deseo es un proceso predefinido en estas plataformas, al igual que los modelos de asignación para transporte público, proporcionando solamente una matriz origen – destino y la red en la que se desea hacer dicho procedimiento. Genera como resultados: tiempos de viaje para cada par origen – destino, volúmenes puntuales por hora de operación, al igual que permite hacer proyecciones a futuro.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

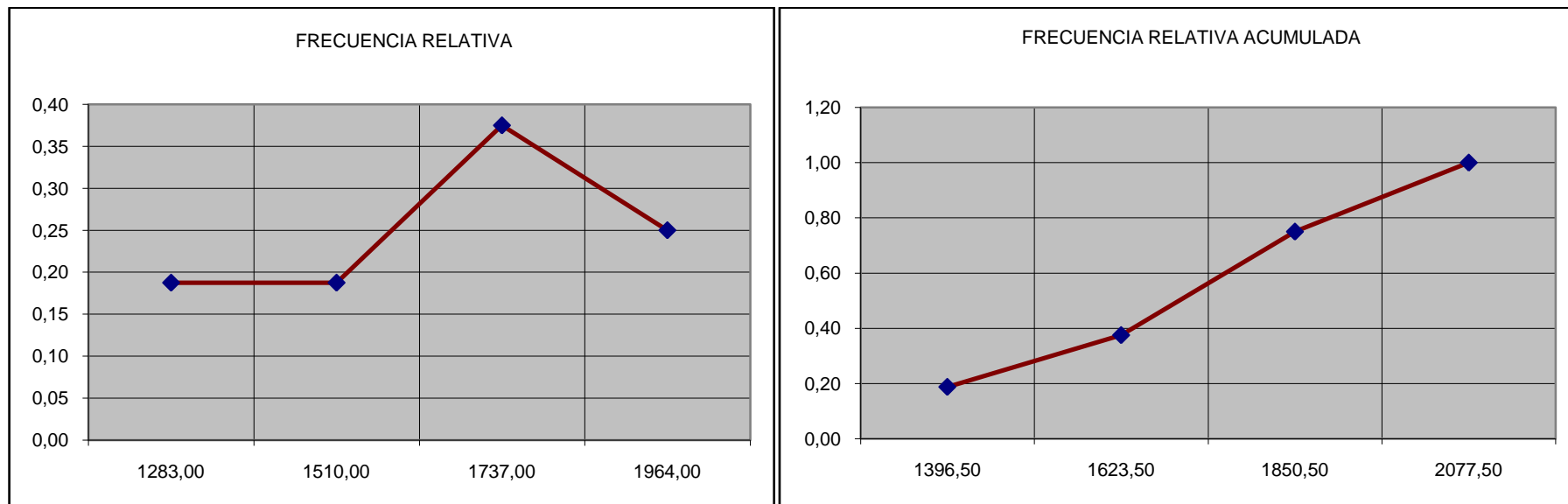
3.4 Análisis Estadístico de la Demanda Horaria en el Sentido Sur

c = 227 Precisión 1

INTERVALOS DE CLASE (límites aparentes)		FRONTERAS DE CLASE (límites reales)		TAMAÑO DEL INTERVALO c	MARCAS DE CLASE x_i	FRECUENCIA f_i	FRECUENCIA ACUMULADA F_i	FRECUENCIA RELATIVA f'_i	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA F'_i
clase									
1	1170 - 1396	1169.50	1396.50	227.00	1283.00	3	3	0.19	0.19
2	1397 - 1623	1396.50	1623.50	227.00	1510.00	3	6	0.19	0.38
3	1624 - 1850	1623.50	1850.50	227.00	1737.00	6	12	0.38	0.75
4	1851 - 2077	1850.50	2077.50	227.00	1964.00	4	16	0.25	1.00



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



Valor Esperado de viajes horarios, Máximo		Sentido Sur	
		1737	2075
Frecuencias requeridas para atender la demanda por tipo de unidad (unidades/hr)	160	11	13
	100	17	21
	80	22	26
	60	29	35
	40	43	52

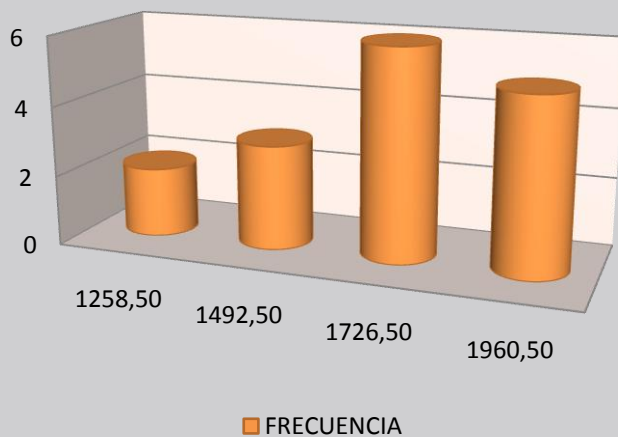
En base a los resultados obtenidos del análisis estadístico, y de la tabla anterior, se puede recomendar la utilización 11 unidades e ir incrementando hasta 13 unidades conforme se acerca la hora de máxima demanda que en este caso es de 10 a 11 de la mañana.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

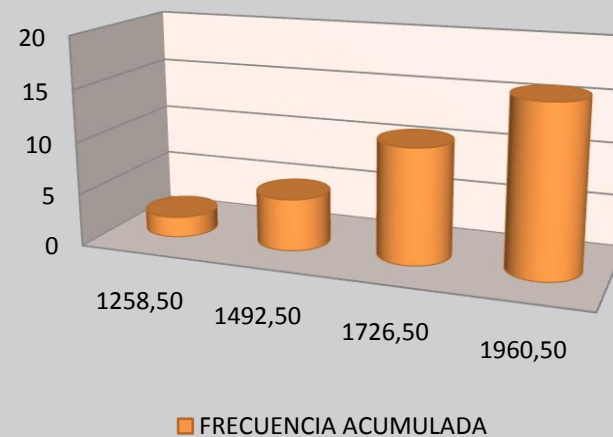
3.5 Análisis Estadístico de la Demanda Horaria en el Sentido Norte

c =		234		Precisión		1							
		LÍMITES											
		INTERVALOS DE CLASE (límites aparentes)		FRONTERAS DE CLASE (límites reales)		TAMAÑO DEL INTERVALO	MARCAS DE CLASE	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA		
clase				Límite inferior	Límite Superior	c	x_i	f_i	F_i	f'_i	F'_i		
1	1142	-	1375	1141.50	-	1375.50	234.00	1258.50	2	2	0.13	0.13	
2	1376	-	1609	1375.50	-	1609.50	234.00	1492.50	3	5	0.19	0.31	
3	1610	-	1843	1609.50	-	1843.50	234.00	1726.50	6	11	0.38	0.69	
4	1844	-	2077	1843.50	-	2077.50	234.00	1960.50	5	16	0.31	1.00	

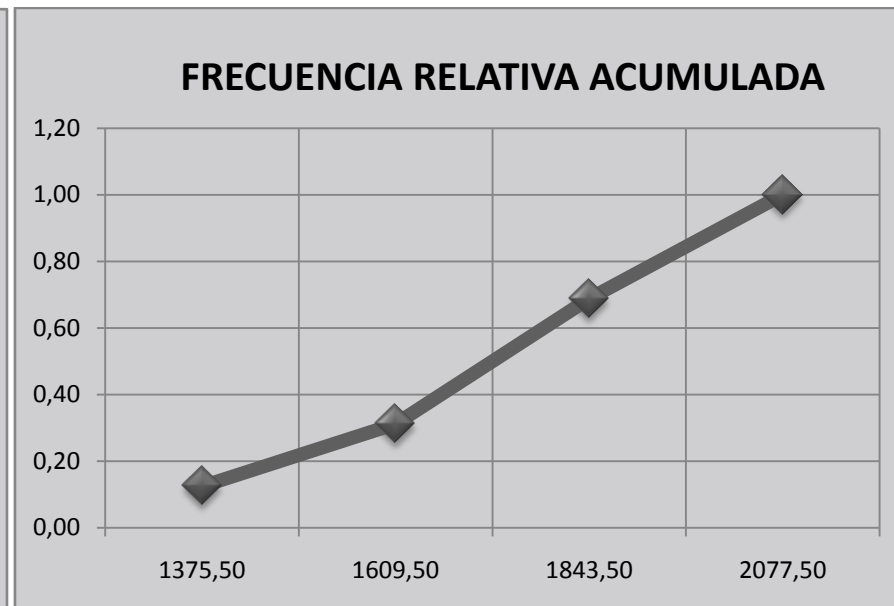
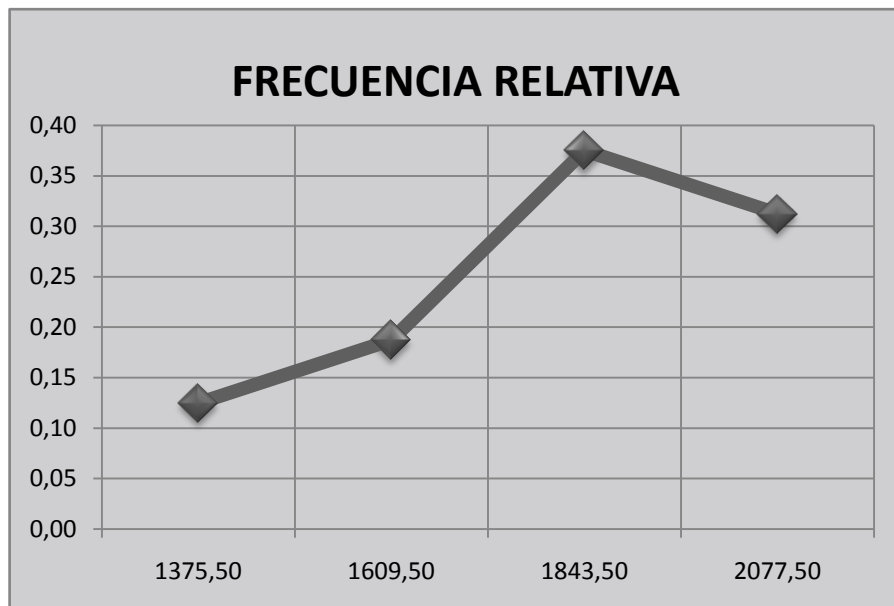
FRECUENCIA



FRECUENCIA ACUMULADA



Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”



Valor Esperado de viajes horarios, Máximo		Sentido Norte	
		1727	2078
Frecuencias requeridas para atender la demanda por tipo de unidad (unidades/hr)	160	11	13
	100	17	21
	80	22	26
	60	29	35
	40	43	52

De la misma forma se puede recomendar la utilización 11 unidades e ir incrementando hasta 13 unidades conforme se acerca la hora de máxima demanda que en este caso es de 10 a 11 de la mañana.

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El inventario de transporte público colectivo de pasajeros realizado en la Avenida de Los Insurgentes del Eje 10 Sur a Viaducto Tlalpan, incluye servicios de la RTP y cuatro rutas de concesionarios, que en conjunto operan 15 recorridos, de los cuales nueve resultan significativos con base en la longitud que recorren sobre el corredor.

En conjunto, la red de los nueve recorridos significativos integran una red de 240 km. que presta servicio en la zona sur del Distrito Federal en las delegaciones de Álvaro Obregón, Tlalpan y Coyoacán.

Las dos organizaciones de transporte público con mayor presencia en el troncal del corredor son Ruta 1 y RTP, participan en proporciones significativamente menores las rutas 76 y 111.

Conjuntamente, los recorridos significativos cuentan con un parque vehicular de 336 unidades, integrado por 300 microbuses y 36 autobuses, cuya antigüedad es de entre 13 y 18 años, en el caso de los microbuses; de aproximadamente 11 años, en el caso de los autobuses de la Ruta 111; y de entre 2 y 5 años, en el caso de los autobuses de la RTP.

La frecuencia de servicio registrada en día hábil en el corredor es de 2,553 recorridos de base a base (corrida).

Considerando la capacidad de los vehículos (40 plazas para microbuses y 60 para autobuses), se estimó una capacidad ofertada total de 109.6 mil plazas, de las cuales el 56.1% se registró en el sentido sur y el 43.9% en sentido norte, siendo el tramo comprendido del Anillo Periférico a San Fernando donde se presenta la mayor oferta de servicio (61.5 mil plazas en sentido sur y 48.1 mil en sentido norte).

Considerando la longitud de los recorridos significativos el volumen de la oferta de servicio es de 1.3 millones de plazas – kilómetro.

La demanda que atienden en conjunto los recorridos significativos se estima del orden de 76.6 mil pasajeros en día hábil, de los cuales 40.5 mil se registraron en sentido sur y 36.1 mil se registraron en sentido norte.

Considerando la distancia promedio de viaje registrada para cada uno de los recorridos significativos, el volumen de la oferta que se utiliza se estimó aproximadamente en 356.8 mil plazas – kilómetro, esto es alrededor del 28% de la capacidad total.

La demanda estimada, descartando los viajes que se realizan con origen y destino fuera del corredor, es de 53.5 mil pasajeros en día hábil, esto es un 69% de la demanda atendida en los recorridos significativos.

En virtud de lo anterior se concluye con relación al balance entre la oferta y la demanda que se registra en la Avenida de Los Insurgentes, del Eje 10 Sur al Viaducto Tlalpan (monumento a El Caminero) lo siguiente:

Análisis macroscópico de la oferta y demanda en el segundo corredor “Metrobus Insurgentes Sur”

Derivado de la falta de procedimientos de operación consistentes con la demanda, en los recorridos significativos se registra una sobreoferta de servicio de transporte público colectivo de pasajeros, con un aprovechamiento de la capacidad ofertada inferior al 28%, esto implica exceso de parque vehicular en operación.

El parque vehicular con que se presta el servicio en el corredor está compuesto por unidades de mediana a baja capacidad que generan saturación en la vialidad y baja eficiencia en la captación de usuarios.

Este parque vehicular ha concluido su vida útil, son tecnológicamente obsoletos y por tanto generadores de altas emisiones contaminantes, ya que no cumplen con normas ambientales.

Se requiere ajustar la oferta de transporte, reduciendo el número de unidades en operación, sustituyendo el parque vehicular actual por unidades de mayor capacidad, suficientes para atender la demanda del Corredor, estimada en condiciones actuales en 53,500 usuarios en día hábil.

Debido a la configuración vial de la zona, existen pocas alternativas para cruzar el periférico

Así mismo, es necesario mejorar la velocidad de operación, con objeto de obtener un mayor aprovechamiento de la capacidad vial y privilegiar el transporte público. Lo que implica la necesidad de adecuar la infraestructura de la Avenida de los Insurgentes, en el tramo comprendido entre el Eje 10 Sur y Viaducto Tlalpan. Con el propósito de brindar al usuario un servicio público de calidad y seguridad. Para lograr esto es necesario mejorar tecnológicamente en la prestación del servicio público de transporte de pasajeros en la Avenida de los Insurgentes, introducir modificaciones al esquema organizacional de los prestadores del servicio que favorezcan el aprovechamiento de los recursos -tiempo, espacio, energía, etc.- y, en consecuencia, mejorar la calidad de vida de la población de la zona sur del Distrito Federal.

Referente a la utilización de los sistemas de información geográfica, la utilización de los SIG's permite una fácil y rápida interpretación de los datos, tanto de la información recolectada como de la generada por las metodologías aplicadas.

Durante el proceso de Planeación del Transporte los SIG's son de gran utilidad dado que su versatilidad les permite estar presente en la mayoría de las etapas de este, como son Recolección de Información, Desarrollo de Modelos, Definición de Alternativas o Análisis de Escenarios, Prever Impactos, Evaluación y Selección.

Existen ciertas situaciones que pueden ir en contraposición a la utilización de SIG's para el análisis de transporte, algunos de estos ejemplos son: la migración de la información recolectada a un SIG's puede ser un proceso lento y costoso; la implementación de algoritmos presentan las mismas debilidades, es por ello que se debe valorar la posibilidad de utilizar un SIG para el alcance que se deseé en un proyecto de transporte.

BIBLIOGRAFIA

1. Alfonso Rico Rodríguez, 1991, Guía metodológica para el estudio de sistemas regionales de transporte, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte.
2. Ángel Molinero, 1997, Transporte Público, Ed. UAEM
3. David Márquez, 2005, El reto del transporte en la Cd. de México, Ed. Edamex
4. Fernando Jiménez, 2004, Diseño de algoritmos de calibración de matrices origen-destino a partir del análisis del proceso de asignación de tráfico, Universidad de Sevilla.
5. Guillermo Torres Vargas, 2002, Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Instituto mexicano del Transporte.
6. José Vicente Torres Garibay, 2002, Simulación macroscópica del tráfico vehicular en el centro histórico de la Cd. de México, por medio de un Sistema de Información Geográfica, Facultad de Ingeniería.
7. Marco Antonio Argumedo Velázquez, 2004, Simulación microscópica de tráfico aplicada a un sistema de intersecciones controladas por semáforo en la zona poniente de la ZMVM, Facultad de Ingeniería.
8. Patricio Lanfranco, 2003, Muévete por tu ciudad: una propuesta ciudadana de transporte con equidad, Ed. Lom Ediciones.
9. Roberto de la Llata Gómez, 1991, Estimación de demanda de tránsito en carreteras combinando estudios origen-destino con aforos, Secretaria de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte.
10. SETRAVI, 2001, Programa Integral de Transporte y Vialidad, Ciudad de México.
11. SETRAVI, 2004, Anuario de Transporte y Vialidad.
12. Wilfred Owen, 1966, La Planificación del Transporte, Ed. Troquel, Bs. As.,