



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**NIVEL DE SERVICIO DEL CORREDOR
SAN LÁZARO – RÍO DE LOS REMEDIOS, ANTES Y
DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA LÍNEA
5 DEL METROBÚS**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

ROXANA BLANCO GRANADOS

DIRECTOR DE TESIS:

M.I. FRANCISCO JAVIER GRANADOS VILLAFUERTE

México D.F. Junio 2014





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/52/2014

Señorita
ROXANA BLANCO GRANADOS
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M.I. FRANCISCO JAVIER GRANADOS VILLAFUERTE que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted conforme a la opción I. "Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional", para obtener su título en INGENIERIA CIVIL

"NIVEL DE SERVICIO DEL CORREDOR SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIOS, ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA LÍNEA 5 DEL METROBÚS "

INTRODUCCIÓN

- I. MOVILIDAD URBANA
 - II. MEDICIONES BÁSICAS DE UNA VIALIDAD
 - III. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN ARTERIAS URBANAS
 - IV. ESTUDIO DE TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS
 - V. PROYECTO LÍNEA 5 DEL METROBÚS
 - VI. ESTADO ACTUAL DE LA LÍNEA 5 DEL METROBÚS
 - VII. TRABAJO DE CAMPO
 - VIII. ANÁLISIS Y RESUMEN DE LOS RESULTADOS
 - IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 27 de Mayo de 2014
EL PRESIDENTE DEL COMITÉ


M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JLTS/SMTH

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por el apoyo, amor, confianza y sacrificio realizado a lo largo de tantos años, para darme la formación, los valores y educación necesaria para lograr mis metas.

A mi hermano, por su incondicional apoyo y contar con él siempre que lo necesitaba.

A mi abuelita Esperanza, por brindarme su cariño, tiempo y comprensión.

A todos los miembros de mi familia por nunca dejar de creer en mí y darme consejos para siempre ser una mejor persona.

A mi novio por todo el amor, apoyo, comprensión que me ha brindado durante tanto tiempo.

A la UNAM, por permitirme ser miembro de la mejor institución educativa y hacerme sentir orgullosa por formar parte de ella.

A la Facultad de Ingeniería, por darme a los mejores catedráticos y adquirir de ellos su sabiduría, experiencia y conocimiento.

Al M.I. Francisco Javier Granados Villafuerte, por su valiosa contribución, apoyo y paciencia para la realización del presente trabajo.

A los miembros del jurado, por querer ser parte de este trabajo aportando comentarios y sugerencias.

A mis amigos por su amistad y cariño.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	1
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
<i>Estudio Preliminar</i>	2
<i>Implementación del estudio</i>	2
IMPORTANCIA DE ESTUDIO	2
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	2
ÁREA DE ESTUDIO	3
CAPÍTULO 1 MOVILIDAD URBANA	4
1.1 COSTO DE LA DEFICIENCIA EN LA MOVILIDAD	4
1.2 TRAYECTOS LENTOS	5
1.3 USO DEL AUTOMÓVIL	7
1.4 MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE	8
<i>1.4.1 Movilidad Urbana y Desarrollo Sostenible</i>	9
1.5 LOS CONFLICTOS DE LA MOVILIDAD	10
<i>1.5.1 El consumo de energía</i>	10
<i>1.5.2 Contaminación Atmosférica</i>	11
<i>1.5.3 Ruido</i>	12
<i>1.5.4 Accidentes y seguridad</i>	13
<i>1.5.5 Congestión</i>	14
<i>1.5.6 Salud y calidad de vida</i>	15
CAPÍTULO 2 MEDICIONES BÁSICAS DE UNA VIALIDAD	16
2.1 VOLUMEN, TASA DE FLUJO Y DEMANDA.....	16
2.2 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (FACTOR HORA PICO)	17
2.3 TIPOS DE FLUJO DE TRÁFICO	18
<i>2.3.1 Flujo continuo</i>	18
<i>2.3.2 Flujo discontinuo o interrumpido</i>	19
2.4 CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO VEHICULAR.....	19
<i>2.4.1 Velocidad</i>	19
2.4.1.1 Velocidad de punto	20
2.4.1.2 Velocidad instantánea	20
2.4.1.3 Velocidad media temporal	20
2.4.1.4 Velocidad media espacial.....	20
2.4.1.5 Velocidad de recorrido o velocidad promedio de viaje	21
2.4.1.6 Velocidad de marcha o velocidad promedio de circulación	22
2.4.1.7 Velocidad a flujo libre.....	22
<i>2.4.2 Densidad</i>	22
2.5 TIPO DE VEHÍCULO	22
CAPÍTULO 3 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN ARTERIAS URBANAS.....	24
3.1 CAPACIDAD.....	24
3.2 NIVEL DE SERVICIO	24
<i>3.2.1 Nivel de Servicio A</i>	25
<i>3.2.2 Nivel de Servicio B</i>	25

3.2.3 Nivel de Servicio C.....	25
3.2.4 Nivel de Servicio D	25
3.2.5 Nivel de Servicio E.....	26
3.2.6 Nivel de Servicio F.....	26
3.3 DEMANDA.....	28
3.4 TASAS DE FLUJO DE SERVICIO	28
3.4.1 Medidas de desempeño	28
3.4.2 Medidas de servicio	29
3.5 VELOCIDAD DE RECORRIDO	29
3.6 CONGESTIÓN VEHICULAR.....	30
3.7 FACTORES QUE AFECTAN A LA CAPACIDAD Y A LOS NIVELES DE SERVICIO	30
3.7.1 Condiciones ideales	30
3.7.2 Condiciones de la vía o la infraestructura	31
3.7.3 Condiciones del tránsito	31
3.7.4 Condiciones de control	32
3.8 MÉTODO HCM 2000 – PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO EN ARTERIAS URBANAS	32
3.8.1 Introducción.....	32
3.8.2 Alcance de la metodología.....	33
3.8.3 Limitaciones de la metodología.....	33
3.8.4 Metodología.....	34
3.8.5 Nivel de servicio.....	35
3.8.6 Determinación de la clase urbana de la arteria	36
3.8.7 Deducción del tiempo de recorrido.....	37
3.8.8 Deducción de la demora	37
3.8.9 Conclusión	37
3.8.10 Aplicación.....	37
CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS	38
4.1 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO	38
4.2 MÉTODO DEL AUTO FLOTANTE	39
4.3 HOJA DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS	40
4.4 HOJA RESUMEN TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS.....	43
CAPÍTULO 5 PROYECTO LÍNEA 5 DEL METROBÚS.....	46
5.1 ÁREA DE ESTUDIO	47
5.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	48
5.2.1 Descripción de la infraestructura vial	48
5.2.2 Aforos vehiculares.....	49
5.2.2.1 Medición de Flujo Vehicular.....	49
5.2.2.2 Medición de movimientos direccionales	49
5.2.3 Ocupación en vehículos privados	49
5.2.4 Estudio de tiempo de recorrido y demoras del tránsito privado.....	50
5.2.5 Estudio ascenso – descenso y tiempos de recorrido	50
5.2.6 Estimación de emisiones contaminantes	50
5.2.7 Estudio de Nivel de Servicio 2003.....	51
5.3 INFRAESTRUCTURA Y OPERACIÓN VIAL.....	53
5.3.1 Tramos con secciones homogéneas.....	53
5.3.1.1 Primer tramo, Río de los Remedios - Eje 3 Norte	53

5.3.1.2 Segundo tramo, Eje 3 Norte - Eje 2 Norte.....	54
5.3.1.3 Tercer tramo, Eje 2 Norte – Hortelanos	55
5.3.1.4 Cuarto tramo, Hortelanos - Héroe de Nacozari	56
5.3.1.5 Quinto tramo, Héroe de Nacozari - Calzada Ignacio Zaragoza	56
CAPÍTULO 6 ESTADO ACTUAL METROBÚS LÍNEA 5	58
6.1 DESCRIPCIÓN	60
6.2 CALLE COMPLETA	60
6.3 BICIESTACIONAMIENTOS	61
6.4 PAVIMENTO.....	62
6.5 SEGUNDA FASE DEL PROYECTO LÍNEA 5.....	63
6.6 PERSPECTIVA DE CRECIMIENTO DE LA RED METROBÚS EN EL DISTRITO FEDERAL A 2018.....	64
CAPÍTULO 7 TRABAJO DE CAMPO.....	66
7.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....	66
7.1.1 Inicio	66
7.1.2 Velocidad a Flujo Libre	68
7.1.3 Medición de Campo	69
7.1.4 Cálculo de la velocidad promedio de viaje	71
7.1.5 Determinación del Nivel de Servicio.....	71
7.2 RESULTADOS	71
CAPÍTULO 8 ANÁLISIS Y RESUMEN DE LOS RESULTADOS.....	75
8.1 VELOCIDAD DE VIAJE Y DE RECORRIDO.....	75
8.1.1 Auto particular.....	76
8.1.1.1 Hora pico A.M.	76
8.1.1.2 Hora valle.....	77
8.1.1.3 Hora pico P.M.	78
8.1.2 Transporte Público	79
8.1.2.1 Hora pico A.M.	79
8.1.2.2 Hora valle.....	80
8.1.2.3 Hora pico P.M.....	81
8.2 TIEMPO DE RECORRIDO	82
8.2.1 Transporte privado	83
8.2.1.1 Hora pico A.M.	83
8.2.1.2 Hora valle Auto flotante.....	83
8.2.1.3 Hora pico P.M.	84
8.2.2 Transporte público.....	84
8.2.2.1 Hora pico A.M.	84
8.2.2.2 Hora valle.....	85
8.2.2.3 Hora pico P.M.....	85
8.3 NIVEL DE SERVICIO	86
8.3.1 Nivel de servicio del Transporte privado por segmentos	86
8.3.1.1 Hora pico A.M.	86
8.3.1.2 Hora valle.....	87
8.3.1.3 Hora pico P.M.	88
8.3.2 Nivel de servicio del Transporte público por segmentos	89
8.3.2.1 Hora pico A.M.	89
8.3.2.2 Hora valle.....	90
8.3.2.3 Hora pico P.M.....	91

8.3.3 Nivel de servicio del Transporte privado por tramo	92
8.3.3.1 Hora pico A.M.	92
8.3.3.2 Hora valle.....	92
8.3.3.3 Hora pico P.M.	93
8.3.4 Nivel de servicio del Transporte público por tramo	93
8.3.4.1 Hora pico A.M.	93
8.3.4.2 Hora valle.....	94
8.3.4.3 Hora pico P.M.	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS	97
ANEXOS.....	98
ANEXO A. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	98
ANEXO B. TABLAS DE RESULTADOS	101

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la capacidad y el nivel de servicio (NS) son necesarios para la toma de decisiones y acciones en la ingeniería de tránsito y la planeación del transporte. Los estudios tanto de capacidad como de NS no están bien explotados en nuestro país ya que se nota a simple vista la falta de planeación en nuestros sistemas de transporte, tanto público como privado.

Actualmente existen diferentes tipos de corredores viales en los cuales es inminente la relación entre los diferentes tipos de transporte, y en los cuales no hay una infraestructura adecuada para la estrecha convivencia de todos ellos. A causa de la falta de buena infraestructura y buena planeación del transporte en el Distrito Federal existe un caos vial que se vive todos los días, a esto sumándole que son muchas las personas que tienen automóvil particular, esto afecta todavía más la movilidad urbana en esta ciudad.

En los últimos años ha surgido una solución a este problema y es que en los corredores más importantes del Distrito Federal se han construido carriles confinados, eliminando el transporte público deteriorado (microbuses, peseros, combis), teniendo como objetivo que los conductores dejen el auto particular y opten por tomar un transporte de carril confinado, el cual tiene como beneficios: la disminución de la contaminación, la disminución de tráfico, la disminución del tiempo de recorrido, entre otros. Este nuevo sistema de transporte es llamado Metrobús, (Bus Rapid Transit, BRT por sus siglas en inglés), el cual ha hecho que los usuarios tanto de transporte público como privado tengan una opción más segura y eficiente para llegar a sus destinos.

El trabajo de tesis realizado se enfocó en la obtención de la velocidad de recorrido en el Eje 3 Oriente Eduardo Molina en el tramo que va de San Lázaro – Río de los Remedios, donde actualmente corre la Línea 5 del Metrobús, con esto poder obtener el nivel de servicio, para que los usuarios y los que no, se den cuenta que el uso de este sistema de transporte es más eficaz que el uso de automóvil particular, teniendo beneficios tanto sociales, económicos, ambientales entre otros.

OBJETIVO

El objetivo de esta investigación es determinar la velocidad de viaje y las demoras tanto en auto particular como en transporte público, con esto se determina el nivel de servicio (NS), con el fin de compararlo con el que se tenía antes de la implementación de este sistema de transporte.

De igual manera determinar el tiempo de recorrido en los sistemas de transporte antes mencionados y conocer cuál de estos dos medios de transporte es el más eficiente. Así fomentar la disminución del uso del transporte privado y aumentar el uso del transporte público (Metrobús).

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Estudio Preliminar

En este punto se dio lectura a diversos textos, para el entendimiento de los conceptos necesarios para el desarrollo pleno del trabajo. Esto incluye lectura de reportajes, tesis, artículos, el Highway Capacity Manual 2000 (HCM 2000), y otras fuentes relacionadas. Esta etapa estuvo dirigida a la adquisición de conocimiento e información así como determinar la metodología que se usó en este estudio.

Implementación del estudio

Al concluir la captura de la información teórica se empezó con la logística y planeación de la implementación del estudio. El estudio se realizó en días representativos: martes, miércoles y jueves, en las horas pico y hora valle, con los horarios que el gobierno estableció como muestreo en su estudio preliminar.

IMPORTANCIA DE ESTUDIO

Esta investigación permitirá a los usuarios del transporte conocer que la Línea 5 del Metrobús es igual o más rápido que el auto particular, igualmente conocerá todos los beneficios que se obtienen al usar el Metrobús como medio de transporte.

Todo esto para que se fomente la construcción de más corredores de carril confinado, para que la movilidad del Distrito Federal tenga una mejor calidad.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La velocidad de viaje y de recorrido que se analiza en este estudio está determinada solo para una sola línea del Metrobús, pero es indiscutible que las demás líneas del Metrobús mejoraron la velocidad de recorrido dando así un mejor servicio a todos los usuarios de este medio de transporte.

ÁREA DE ESTUDIO

Se eligió la Línea 5 del Metrobús por ser la línea más reciente, por tener una gran afluencia de personas principalmente por la terminal de autobuses (TAPO) y porque en ella están basados pocos estudios, y así poder contribuir al fomento de la cultura de este tipo de transporte y poder reducir el uso del transporte particular. El Metrobús cuenta con 5 líneas, cada una tiene asignado un número y un color. Se seleccionó la línea 5 de color azul, la cual corre por el Eje 3 Oriente Eduardo Molina y tiene 10 km de longitud aproximadamente en su primera etapa.

CAPÍTULO 1 MOVILIDAD URBANA

La movilidad tiene como objetivo el movimiento de las personas (también de los bienes y servicios), independientemente del medio que utilicen para desplazarse: a pie, en transporte público o privado, en bicicleta, en motocicleta, etc.

La movilidad urbana, es la necesidad o el deseo de las personas de moverse, con esto nos indica que es una necesidad básica de las personas que debe satisfacerse y esta tiene que ser de modo que se pueda acceder a los bienes y servicios necesarios y estos que no repercutan negativamente en la calidad de vida, en las posibilidades de desarrollo económico, educativo, cultural, entre otros, de los ciudadanos.

Es también un derecho esencial que debe garantizarse, en igualdad de condiciones, a toda la comunidad, sin que haya diferencias por condición social, física, económica, de género, o cualquier otra causa.

1.1 COSTO DE LA DEFICIENCIA EN LA MOVILIDAD

La movilidad urbana es un factor crítico en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) que influye en el bienestar social, el desarrollo económico y la competitividad. Para ello es indispensable un servicio de transporte que sea seguro, rápido, eficiente, cómodo y accesible. No obstante, las condiciones actuales de movilidad en la Ciudad de México son bastante ineficientes, lo que genera una enorme pérdida de productividad y de la economía familiar.

Con respecto a la accesibilidad existe dos enfoques, el primero identifica accesibilidad con proximidad: es más accesible cuanto más autónomo sea el desplazamiento que hay que realizar, es decir se trata de reducir la distancia entre la vivienda y las principales actividades a realizar (escuela, trabajo, compras, deporte, culturales, etc.) y aprovechar al máximo la capacidad que tiene el ser humano de trasladarse sin emplear vehículos motorizados. El segundo enfoque es la facilidad de desplazamiento: un lugar es más accesible cuando son más eficientes las infraestructuras y sistemas de transporte para desplazarse hasta él, esto hace que se tenga que dar un reforzamiento a las infraestructuras y al sistema de transporte, lo cual repercute en un incremento continuo del transporte, y por ende, de la producción del mismo, los problemas de congestión, de la contaminación, el ruido, etc.

Las políticas de transporte pueden tener un impacto significativo en el desarrollo económico del país y por esto en la calidad de vida de los mexicanos. El transporte es crítico para las actividades económicas (transporte de bienes y servicios, transporte de mercancía, transporte de trabajo, transporte de turistas, compras, por mencionar algunos), por lo que sistemas de transporte eficientes impulsan el desarrollo económico y social de México. De igual modo si son eficientes, reducen los costos negativos generados a la sociedad por el automóvil, como pérdidas económicas por congestión, costos de salud, accidentes, daños ambientales y costos de tiempo.

Una estimación realizada en 2011 por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) ¹ indicó que la deficiente movilidad en el Valle de México provoca cada año pérdidas de tiempo que equivalen a \$33 mil millones de pesos.

En un estudio técnico realizado por el ingeniero Daniel Zamudio Mendoza ², coordinador de Transporte público en El poder del Consumidor A.C., obtuvo como resultado que el usuario del transporte público pierde cada año en corredores viales una cantidad de horas-hombres por lo menos \$7,416 pesos, por ejemplo en el corredor Las Huertas 1ª Sección-Toreo, con una longitud de corredor de 8 km representa una pérdida de \$25,677 pesos. Otro resultado arrojado fue que el gasto promedio por uso del transporte público en la Zona Metropolitana del Valle de México es de \$28 pesos al día, esto es 50% del salario mínimo. Pero las fallas de la movilidad urbana de la ZMVM ocasionan una pérdida de 3.3 millones de horas-hombre al día, esto equivale a \$33 mil millones de pesos al año.

En otro estudio realizado por El poder del Consumidor en Noviembre del 2012 ³ señala que en el D.F. el promedio de pérdida fue de \$14,055 pesos al año, con el caso extremo del corredor de Av. Cuitláhuac (Chapultepec - Aragón) que representa para cada usuario una pérdida anual en tiempo que supera los \$25 mil pesos. En el estado de México, el promedio fue de \$11,297 pesos y el caso del corredor que va de Chimalhuacán a Pantitlán, que ascendió a casi 19 mil pesos al año.

1.2 TRAYECTOS LENTOS

Datos del Gobierno del Distrito Federal nos dicen que las velocidades promedio en la ciudad han disminuido en forma sustancial, en 1990 era de 38.5 km/h, en 2004 había bajado a 21 km/h y para 2007 se estimó en 17 km/h.

Una encuesta de opinión realizada por El Poder del Consumidor en 2011, entrevistó a 4 mil usuarios del transporte público en el Valle de México, donde el 48.9% en el D.F. y 43.3% en el Estado de México dijeron tardar 2 horas o más para llegar a sus destinos. El 41.4% consideró que los tiempos de traslado eran excesivos y el 68.5% señaló que cada vez tardaba más en llegar a su destino.

El transporte público concesionado, que atiende el 61% de los viajes, presenta problemas de planeación, regulación, operación y control, los usuarios lo señalan como exageradamente lento en horas de máxima demanda (horas pico). Desde el 2012, las autoridades han implementado medidas para modernizar varias rutas de transporte público, creando empresas operadoras que reúnen las concesiones individuales, con una operación profesionalizada, con la compra de unidades de mayor capacidad y establecimiento de paradas fijas.

¹ EPDC, Noviembre 2012, p. 1.

² Ibid, p. 1.

³ Ibid, p. 9.

En el Estudio “Pérdidas millonarias”⁴ nos señala las velocidades de 15 corredores con mayor demanda de transporte público en la Ciudad de México (figura 1.1). Destacan los corredores: Periférico Canal de Chalco- Tacubaya la cual obtuvo una velocidad promedio de 15 km/h, tanto el corredor Ecobús Balderas - Santa Fe presentó una velocidad promedio de 12 km/h, y el corredor Villa-Lomas-Paseo de la Reforma una velocidad de apenas 8.6 km/h. Estas velocidades son ampliamente superadas por los corredores confinados autobuses de tránsito rápido (BRT por sus siglas en inglés), como el Metrobus, diseñados para que alcancen al menos una velocidad promedio de 25 km/h. (EL PODER DEL CONSUMIDOR, NOVIEMBRE 2012)

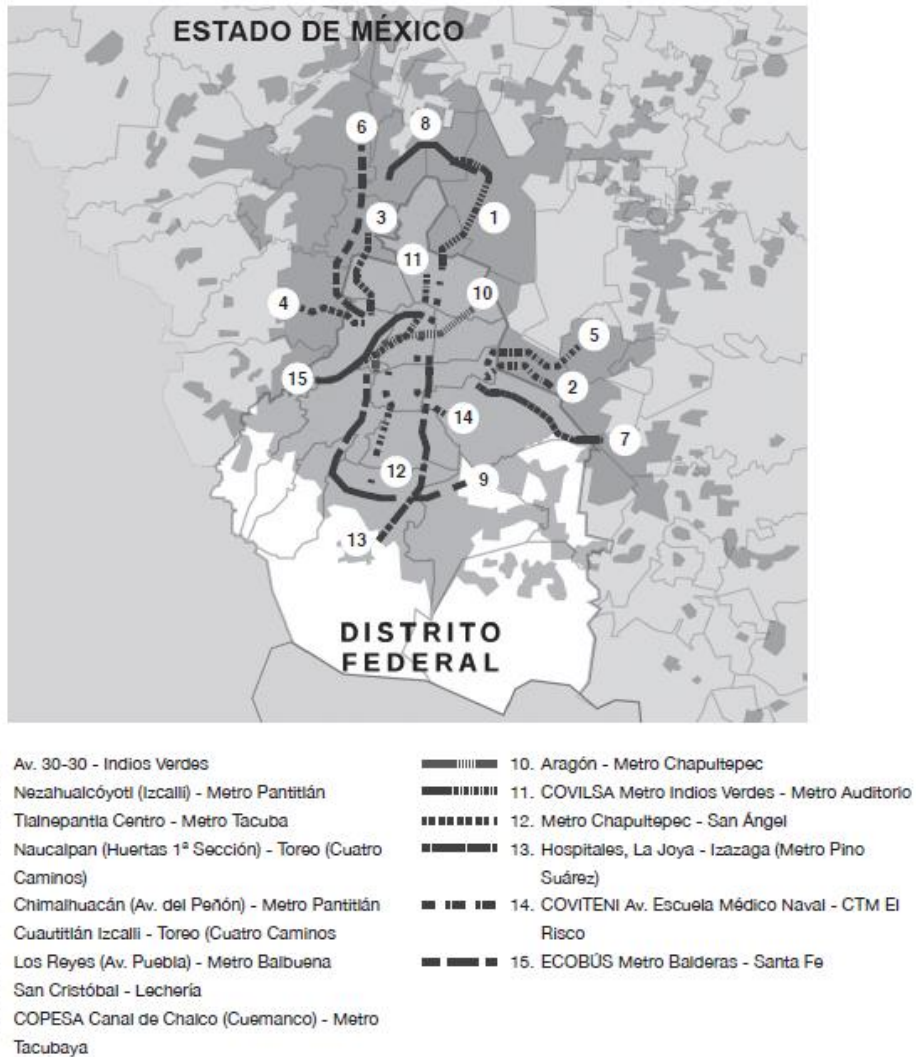


Figura 1.1. Corredores con mayor demanda de transporte público

Fuente: El Poder del consumidor, Noviembre 2012

⁴ EPDC, Noviembre 2012, p 2-5.

1.3 USO DEL AUTOMÓVIL

El crecimiento del parque vehicular y el uso intenso del automóvil genera costos sociales, económicos y ambientales que no son cubiertos exclusivamente por quienes manejan, sino que son transferidos a toda la sociedad.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS 2012), en 2008 la contaminación local que genera la combustión de gasolina estuvo ligada a 14 mil muertes por la mala calidad del aire en México. A esto habría que agregarle las 24,000 muertes, los 40,000 discapacitados y 750 mil heridos por accidente de tránsito. (SECRETARÍA DE SALUD, 2010 Y CERVANTES, 2009)

En la actualidad transportarse en la Ciudad de México puede considerarse ineficiente debido al uso excesivo del automóvil, a tal grado que sus efectos negativos están revirtiendo los beneficios económicos y sociales de vivir en esta Ciudad. En gran medida esto se debe a que los usuarios del automóvil solo cubren los costos privados por el uso, pero no los costos sociales que generan, los costos de infraestructura que los automovilistas requieren son cubiertos por la nación en su conjunto.

Estimaciones recientes indican una tendencia alarmante de incremento del uso del automóvil en las últimas dos décadas, ya que los kilómetros recorridos por los automóviles del país (KVR- Kilómetros- Vehículo Recorridos) prácticamente se han triplicado al pasar de los 106 millones KVR en 1990 a los 339 KVR en 2010.

Con este crecimiento y las condiciones de transporte público y de desarrollo urbano, conlleva que la movilidad urbana sea tan ineficiente que no solo no contribuya al desarrollo económico del país, sino que afecta a la calidad de vida de sus habitantes, debido a los serios costos que genera.

Los automovilistas particulares son responsables de generar el 18% de las emisiones de CO₂ del país, que contribuyen significativamente al fenómeno de cambio climático.

Por otra parte los automovilistas que parten del Estado de México y entran al DF invierten en promedio 1 hora 6 minutos para realizar el recorrido en horas de máxima demanda, circulando a una velocidad de 15.2 kilómetros/hora, quienes utilizan los corredores dentro del Distrito Federal invierten 1 hora 25 minutos para circular en horas de máxima demanda, con una velocidad promedio de 12.1 kilómetros/hora.

Comparando el tiempo de recorrido y las velocidades indica una mínima ventaja del coche sobre el transporte público, esto quiere decir que el automovilista que transita en corredores del Estado de México que entran al DF solamente logra una disminución de 20 minutos al conseguir incrementar su velocidad en 2.8 km/h sobre el transporte público.

En los corredores del DF, el automovilista consigue disminuir su tiempo de traslado en solo 17 minutos, con el aumento en la velocidad de apenas 0.8 km/h.

Así la mejora sustancial en tiempo de traslado la ofrecen los sistemas de autobuses BRT (Bus Rapid Transit, por sus siglas en inglés) que, al contar con carriles exclusivos, ofrecen un servicio despejado, lo cual es la mayor prioridad tanto para usuarios del transporte público como para automovilistas.

Otros beneficios que ofrecen estos sistemas son mayor seguridad y una operación profesional, al desaparecer la competencia entre conductores; una reducción de 30% en accidentes viales, menores emisiones de contaminantes. Lo cual se traduce en mejor calidad de vida y mayor productividad, pues amplía las operaciones de descanso y esparcimiento de los ciudadanos.

1.4 MOVILIDAD URBANA SUSTENTABLE

En los últimos años se ha puesto mucho de moda la palabra “sustentable o sostenible” en muchos ámbitos relacionados con la ingeniería, y no se podía quedar atrás la Ingeniería del Transporte; que está orientada a incorporar criterios sostenibles para lograr un equilibrio entre las necesidades de movilidad y accesibilidad que permita a los ciudadanos disfrutar de la ciudad, con desplazamientos seguros, que economicen tiempo y energía, al tiempo que se favorece la protección del medio ambiente, la unión social y el desarrollo económico.

Todos los días, para casi cualquier actividad que se desarrolla, los ciudadanos deben desplazarse por la ciudad o para acceder a ella: para trabajar, asistir a la escuela, ir de compras. Así al término del día, se producen millones de desplazamientos en nuestra ciudad.

Pero en los últimos años, como producto de la superioridad del vehículo privado frente a otros modos de transporte y de la continua expansión urbana, que aleja cada vez más las zonas residenciales de los centros de trabajo, ocio, escuela, etc. Ha convertido al transporte en unos de los males endémicos que hoy sufren las ciudades.

Ruido, contaminación, alta incidencia de enfermedades relacionadas con la contaminación del aire, tráfico crónico, pérdida de horas productivas, con el estrés añadido que producen estas situaciones, dificultad de desplazamiento para personas con movilidad reducida, ancianos, son algunos de los rasgos característicos de la Ciudad de México y de muchas otras ciudades y sus entornos urbanos. Con esto queda claro que las maneras de acceder y movernos por la ciudad deben cambiar para que el derecho que a la movilidad esté garantizado y sea compatible con un nivel de calidad de vida adecuado.

Es importante señalar que el uso más racional y eficiente del vehículo privado (uno de los principales responsables del deterioro del medio ambiente urbano) requiere de una alta concientización y participación ciudadana, eso con ayuda de alternativas reales que sean cada vez más sostenibles, eficaces y confortables.

1.4.1 Movilidad Urbana y Desarrollo Sostenible

El término sostenibilidad o desarrollo sostenible fue formalizado por primera vez en el Informe Brundtland, elaborado en 1987, por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas. En este documento, Desarrollo Sostenible se define como: “*el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*”. (INFORME DE BRUNDTLAND 1987).

El objetivo del Desarrollo sostenible es alcanzar un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y futuras.

Uniendo estos conceptos y el objetivo al ámbito de la movilidad, un modelo sostenible de movilidad urbana tiene que asegurar la protección del medio ambiente, mantener la unión social, aumento de la calidad de vida de los ciudadanos y favorecer el desarrollo económico.



Figura 1.2. Modelo Sostenible

Fuente: Informe de Brundtland 1987

El modelo actual de movilidad urbana no cumple con estas condiciones, al contrario, provoca una serie de efectos (ruido, contaminación, etc.) que influyen negativamente en la calidad de vida de los ciudadanos, el medio ambiente y el desarrollo económico, que hace insostenible esta forma de movilidad, no solo para las generaciones futuras sino también para las actuales.

1.5 LOS CONFLICTOS DE LA MOVILIDAD

El modelo actual de movilidad urbana, todavía dominado por la “cultura del coche” que genera cada vez mayor necesidad de movilidad, presenta muchos y serios conflictos que influyen en el desarrollo económico y social, el medio ambiente, la calidad de vida y la salud de los ciudadanos.

La congestión crónica del tráfico, que tiene numerosas consecuencias negativas por la pérdida de tiempo y los daños al medio ambiente, el deterioro de la salud producidos por la contaminación, el ruido y la sedentarización; la extrema dependencia de los derivados del petróleo; los accidentes del tráfico; la alteración de la estructura territorial por la construcción de carreteras y autopistas, con afectaciones al paisaje y la biodiversidad; la ocupación del espacio urbano por infraestructuras para la circulación, son algunas de las consecuencias.

La mayoría de los problemas derivados del modelo de movilidad actual se producen dentro de las propias ciudades, pero otros, como la emisión de gases de efecto invernadero, tienen mucha mayor trascendencia y repercuten a escala global, y con el tiempo pueden afectar a generaciones futuras.

1.5.1 El consumo de energía

Actualmente, el transporte es el sector de actividad que más energía consume, mucho más que la industria, el comercio o el sector residencial.

Además el consumo derivado de la circulación de los vehículos, la energía necesaria para la fabricación y mantenimiento, la energía necesaria para cubrir todas estas necesidades de movilidad hace que cerca de la mitad de la demanda final de energía se valla hacia este ámbito.

Por otro lado, prácticamente el 100% de los combustibles para el transporte tienen su origen en los derivados del petróleo, lo que hace una dependencia extrema de un recurso no renovable, escaso y que además debe importarse.

En México la Secretaría de Energía proporciona anualmente un Balance Nacional de Energía el cual nos indica la cantidad de petajoules que se consumen en el sector transporte. En el cual dice que en el 2011 el sector del transporte consume el 27.3 % de la energía total.

Con esto nos podemos dar cuenta de la cantidad de energía que se tiene que consumir para poder transportarnos es muy alta. Si se considera, además del consumo derivado de la circulación de los vehículos, la energía necesaria para fabricación y mantenimiento de vehículos e infraestructura, la energía necesaria para cubrir las necesidades de movilidad del país supone cerca de la mitad de la demanda final de energía.

1.5.2 Contaminación Atmosférica

El transporte genera más del 25% de las emisiones totales de los gases de efecto invernadero. En las ciudades es responsable de más del 80% de las emisiones contaminantes, el 83% de ellas se deben a los autos particulares.

Las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental establecen límites permisibles para proteger la salud de la población ante los contaminantes atmosféricos. Este límite permisible equivale en el IMECA a 100 puntos, por lo que si el valor IMECA es menor a 100 significa que hay menos riesgos de enfermarse y si es mayor de 100 el riesgo se incrementa.

De acuerdo con la Norma Técnica Ambiental del Distrito Federal (NADF-009-AIRE-2006), si el IMECA está entre 0 y 50 la calidad del aire es “Buena”, cualquier persona puede realizar actividades al aire libre debido a que el riesgo es menor. Cuando el IMECA tiene un valor entre 51 y 100 la calidad del aire se califica como “Regular” y es posible que los grupos sensibles de población, como son los niños, personas de la tercera edad y con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma, pueden presentar molestias o síntomas respiratorios.

Cuando el IMECA rebasa los 100 puntos y continúa aumentando, también aumenta el riesgo para la salud de la población. Un IMECA entre 101 y 150 puntos significa que la calidad del aire es “mala” para la población en general y en particular para los grupos sensibles, por lo que es recomendable atender la presencia de cualquier síntoma o molestia al realizar actividades al aire libre, como es el ejercicio vigoroso.

Si el IMECA rebasa los 150 puntos y sigue aumentando, la Norma Técnica del Distrito Federal señala que la condición de calidad del aire es “muy mala” y en consecuencia los efectos en la salud pueden ser mayores y adversos para la población en general y con mayor probabilidad de afectación para los grupos sensibles.

En la Ciudad de México el IMECA se complementa con colores para facilitar su comprensión por parte de la población, “verde” para el intervalo de 0 a 50 puntos, “amarillo” para el intervalo de 51 a 100 puntos, “naranja” para el intervalo de 101 a 150 puntos, “rojo” para el intervalo de 151 a 200 y “púrpura” si es mayor a 200 (NOMS)

Valores	Clasificación	Recomendaciones
0 - 50	Buena	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.
51 - 100	Regular	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades.
101 - 150	Mala	Causante de efectos adversos a la salud en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
151 - 200	Muy mala	Causante de mayores efectos adversos a la salud en la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.
>200	Extremadamente mala	Causante de efectos adversos a la salud de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares y/o respiratorias como el asma.

Figura 1.3. Valores Límite en las Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental

Fuente: Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental

1.5.3 Ruido

El ruido es uno de los contaminantes más molesto y repercute de forma más directa en la calidad de vida en las ciudades. Infiere con actividades básicas, como dormir, descansar, estudiar y comunicarse y que puede ocasionar trastornos físicos (disminución de la audición, aumento de la presión arterial y de las enfermedades del corazón, etc.) y psicológicas (depresión, alteraciones del sueño, fatiga, insomnio etc.). También se ha comprobado que tiene efectos nocivos sobre el rendimiento escolar.

Además, los efectos del ruido se potencializan cuando interactúan con otros factores ambientales de estrés, como los contaminantes atmosféricos, circunstancia que se da en las áreas urbanas, donde coexisten la mayoría de estos factores de estrés.

En las ciudades, el tráfico es el principal responsable de la existencia de los elevados niveles de ruido que se sufren en las ciudades, y dentro del tráfico, el tránsito vehicular privado (coches y motos) es la causa principal. El transporte público, especialmente los servicios de superficie, también generan ruido, pero en mucha menor medida que el paso constante de automóviles particulares

El ruido del tráfico urbano proviene de tres fuentes principales: el vehículo (motor, escape y aire acondicionado), el rozamiento de los neumáticos contra el pavimento (ruido de rodadura) y el viento (ruido aerodinámico).

En situaciones de tráfico urbano denso, cuando se emplean marchas cortas y se producen frecuentes aceleraciones y frenado brusco, predomina el ruido provocado por la propia mecánica del vehículo, especialmente en los de diésel; mientras que en la circulación urbana el ruido de rodadura es dominante. El ruido del viento no suele ser significativo, ya que solo tiene importancia con velocidades de marcha muy alta, que no son frecuentes en medios urbanos.

Desde 1970, se han ido imponiendo limitaciones cada vez más estrictas de la homologación de vehículos nuevos, para reducir el nivel de ruido de los vehículos. Estas medidas han resultado bastante eficaces y el ruido emitido por los automóviles ha disminuido considerablemente gracias a la incorporación de nuevas tecnologías de fabricación. Pero no se ha logrado dar una solución completa al problema por el incremento constante del nivel de motorización en las ciudades y la preferencia generalizada del vehículo privado frente al transporte público.

Los neumáticos homologados que distribuyen la gran mayoría de los fabricantes están por debajo de los límites de ruido que marca la legislación. Pero la tendencia a utilizar neumáticos cada vez más anchos, que ofrecen mayor resistencia y generan mayores niveles de ruido que los de ancho normal resta eficiencia a esta medida.

A partir de los 45-55 km/h, la principal fuente de ruido es el rodamiento del neumático sobre el asfalto. La sustitución del asfalto convencional por el asfalto “sonoreductor”, que absorbe el ruido de rodadura, es una buena alternativa para reducir el ruido de rodadura. Este tipo de pavimento proporciona una mejora en el nivel de ruido ambiental similar a reducir a la mitad el número de vehículos en circulación, o a aumentar al doble la distancia entre las viviendas y la calzada.

En la Ciudad de México se han empezado a adoptar medidas relacionadas con la gestión de la demanda y la planificación urbana. Por ejemplo, las limitaciones de velocidad, las zonas residenciales y la restricción de acceso y estacionamiento en los centros urbanos, tiene un claro efecto positivo en el ruido, ya que actúan sobre dos parámetros clave: el número de vehículos en circulación y su velocidad.

1.5.4 Accidentes y seguridad

En las zonas urbanas, el predominio del automóvil como medio de transporte implica un alto riesgo de accidentes de tráfico, tanto ligados a los ciudadanos en general, como accidentes que se pueden calificar como laborales es decir yendo o volviendo del trabajo en automóvil.

Los accidentes más frecuentes en zona urbana son las colisiones 66%, seguidas de los atropellos 17 %, el resto tienen que ver con choques contra obstáculos fijos (semáforos, banquetas, árboles etc.) vuelcos, salidas de la calzada, caídas de motos, bicicletas o autobuses entre otros. Entre las causas

directas que los originan, las más frecuentes son la falta de atención de los conductores y no respetar los semáforos, seguidas de no respetar la distancia de seguridad, desobedecer las señales de tráfico, cambiar de carril sin mirar y no ceder el paso.

La mayoría de los accidentes en los que está involucrado el peatón se deben a infracciones cometidas por el propio peatón, especialmente por no utilizar los pasos peatonales, cruzar la calzada antirreglamentariamente y no respetar la señal del semáforo. Por otro lado cuando la responsabilidad es del conductor, los accidentes se producen fundamentalmente por no respetar los pasos peatonales.

Las medidas adoptadas hasta la fecha, incorporan nuevas normas de seguridad al diseño urbano, nuevas tecnologías aplicadas al vehículo y campañas de concientización, estas han mejorado las condiciones de seguridad vial en las ciudades, pero aún no se ha resuelto este problema. La gravedad de las consecuencias apunta a la necesidad de transformar el modelo de movilidad urbana, haciendo que todos los elementos trabajen en común para un beneficio mutuo.

1.5.5 Congestión

El entorpecimiento de la circulación por la afluencia excesiva de vehículos o por la falta de capacidad vial, se ha convertido en un problema cotidiano en nuestra ciudad, que conlleva importantes costes sociales, económicos y ambientales.

Cada día son más los ciudadanos que se ven atrapados en el tráfico, especialmente en el momento de trasladarse a sus trabajos o de regreso a sus hogares. La red vial se ha visto desbordada por el gran crecimiento del parque vehicular, y por la gran afluencia de los usuarios de vehículos privados a utilizar su auto para su desplazamiento diario.

Las demoras en los tiempos de viaje provocadas por la congestión determinan un mayor consumo de carburantes, al permanecer los vehículos mucho más tiempo del necesario circulando y hacerlo a bajas velocidades, lo que desencadena una serie de efectos que repercuten negativamente en la calidad de vida.

Los objetivos de la lucha contra la congestión son claros: menos desplazamientos y más cortos. Pero fomentar medidas efectivas no es fácil, fomentar el uso del transporte público, este hacerlo más rápido y flexible, promover nuevas formas del uso del coche, como la uso del coche compartido, son algunas medidas posibles para hacer la congestión vial menos caótica.

1.5.6 Salud y calidad de vida

La organización Mundial de la Salud (OMS) destaca la magnitud de impacto sobre la salud atribuible a la contaminación atmosférica y la reconoce como una de las más importantes prioridades mundiales en cuestión de salud. Uno de los responsables es el transporte ya que los escapes de los vehículos lanzan al aire urbano un conjunto de humo y gases contaminantes, la mayoría tóxicos y muchos de ellos con potencial cancerígenos, que afectan, fundamentalmente, al sistema respiratorio y al cardiocirculatorio. Estos contaminantes provocan un amplio efecto negativo sobre a salud: irritación de ojos, nariz y garganta, provocando dolor de cabeza, agravamiento de alergias, el asma, mareos etc., además aumentan la aparición de enfermedades cardiovasculares y respiratorias sin descartar que se puede generar determinados tipos de cáncer.

Actualmente, las partículas finas que flotan en el aire urbano, que inhalamos continuamente, y el ozono troposférico se consideran los dos contaminantes más perjudiciales para la salud. Según la OMS, las partículas finas causan alrededor del 5% de los cánceres de tráquea, bronquios y pulmón, el 2% de mortalidad cardiorrespiratoria y el 1% de las infecciones respiratorias mortales. Por todo esto de acuerdo a la OMS cada día mueren 40 mexicanos por la contaminación atmosférica.

CAPÍTULO 2 MEDICIONES BÁSICAS DE UNA VIALIDAD

Con el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características, el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para la planeación, proyecto y operación de carreteras, arterias, calles y toda la infraestructura complementaria para el sistema de transporte.

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. La velocidad es de gran importancia como parámetro básico para realizar proyectos de un sistema vial.

Estos y más conceptos se especifican en este capítulo, dichos conceptos, son básicos para la medición de una vialidad son necesarios estudiarlos, regularlos y controlarlos con el fin de que se logre un buen entendimiento de las mediciones de una vialidad.

2.1 VOLUMEN, TASA DE FLUJO Y DEMANDA

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo).

N = número total de vehículos que pasan (vehículos).

T = período determinado (unidades de tiempo).

La tasa de flujo, es el valor horario equivalente a aquellos en los que los vehículos pasan por un punto dado, una sección de un carril o un camino, durante un intervalo de tiempo dado, menor que una hora, usualmente 15 minutos.

La diferencia entre el volumen y la tasa de flujo es importante. El volumen es el número actual de vehículos observados o asignados que pasan por un punto durante un intervalo de tiempo. El valor del flujo representa el número de vehículos que pasan por un punto durante un intervalo de tiempo menor que una hora, pero expresada como un valor horario equivalente.

El valor del flujo se obtiene tomando el número de vehículos observados en un período de tiempo menor a una hora, dividiéndolo entre el tiempo (en fracción de hora), en el cual fueron observados. Por ejemplo, un volumen de 100 vehículos observados en un período de 15 minutos se calcularía la tasa de flujo como 100 vehículos/0.25 hora o 400 vehículos/hora. (Transportation Research Board, 2000)

Demanda, es el número de vehículos que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

2.2 VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA (FACTOR HORA PICO)

El factor de la hora pico (FHP) representa la variación en la circulación dentro de una hora. Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen períodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo mucho mayores a la de la hora misma.

Para la hora de máxima demanda, se llama factor de la hora de máxima demanda o factor de hora pico (FHMD), es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD), y el flujo máximo ($q_{m\acute{a}x}$), que se presenta durante un período dado dentro de dicha hora. Matemáticamente se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N * (q_{m\acute{a}x})} \quad (Ec. 2.2)$$

Donde:

N = número de períodos durante la hora de máxima demanda.

$FHMD$ = factor de la hora de máxima demanda.

$VHMD$ = volumen horario de máxima demanda.

$q_{m\acute{a}x}$ = volumen máximo que se presenta en el período de la hora de máxima demanda.

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5, 10 o 15 minutos, utilizándose éste último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD_{15} = \frac{VHMD}{qmax_{15}} \quad (Ec. 2.3)$$

Para periodos de 5 minutos, el factor de la hora de máxima demanda es:

$$FHMD_5 = \frac{VHMD}{12 * qmax_5} \quad (Ec. 2.4)$$

El factor de la hora de máxima demanda es un indicador de las características del flujo de tránsito en períodos máximos. Indica la forma como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora. Su mayor valor es la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. Valores bastante menores que la unidad indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

2.3 TIPOS DE FLUJO DE TRÁFICO

Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de los modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad y la densidad. Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de Nivel de Servicio.

El manual de Capacidad de Carreteras clasifica a los distintos tipos de caminos en dos categorías de flujo vehicular: continuo y discontinuo.

Los términos de flujo continuo y flujo discontinuo solo describen el tipo de camino y no la calidad del flujo de tránsito en el que se circula. Se describen a continuación.

2.3.1 Flujo continuo

Es aquel en el que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico. Es el tráfico de las carreteras. Los vehículos se detienen cuando ocurre un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias, etc. (Morales Sosa, 2006)

Los caminos que poseen las características de flujo continuo no tienen elementos externos a la corriente del tránsito, tales como semáforos, que puedan interrumpir el mismo. Cuando se tiene un camino que opera en estas condiciones, las características de operación de los vehículos que por él circulan son el resultado de la intersección entre los vehículos existentes en la corriente de tránsito y entre los vehículos y las características geométricas y del medio ambiente en el cual se desarrolla el camino.

2.3.2 Flujo discontinuo o interrumpido

Es el característico de las calles, arterias y avenidas, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc. (Morales Sosa, 2006)

Los caminos que poseen las características de flujo discontinuo poseen elementos fijos que pueden interrumpir la corriente vehicular. En esos elementos se incluyen los semáforos, las señales de alto, topes y cualquier otro dispositivo de control de tránsito.

Se tratará en esta tesis condiciones de flujo discontinuo ya que al seleccionar un corredor del Distrito Federal este tiene elementos que interrumpen la corriente vehicular.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO VEHICULAR

Se presenta una descripción de algunas de las características fundamentales del flujo vehicular, representadas en sus dos variables principales: la velocidad y la densidad. Mediante la deducción de relaciones entre ellas, se puede determinar la calidad o Nivel de Servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial. (Morales Sosa, 2006)

2.4.1 Velocidad

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h). (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v = \frac{d}{t} \text{ (Ec. 2.5)}$$

Donde:

v = velocidad constante (km/h).

d = distancia recorrida (km).

t = tiempo de recorrido (h).

El término de velocidad aplicado al movimiento de los vehículos, se utiliza de diferentes maneras de acuerdo a los estudios que se efectúen y al objetivo que estos tienen. Esto quiere decir que existen conceptualmente varios tipos de velocidades que se definen a continuación:

2.4.1.1 Velocidad de punto

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de una carretera o una calle. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

2.4.1.2 Velocidad instantánea

Es la velocidad de un vehículo cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de un tramo de una carretera o de una calle en un instante dado. (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

2.4.1.3 Velocidad media temporal

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Se dice entonces, que se tiene una distribución temporal de velocidades de punto. Para todas las velocidades de punto no agrupados, matemáticamente la velocidad media temporal se define como: (Cal y Mayor R. & Cárdenas G., 2007)

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \quad (Ec. 2. 6)$$

Donde:

\bar{v}_t = velocidad media temporal.

v_i = velocidad del punto del vehículo i.

n = número total de vehículos observados en el punto o tamaño de la muestra.

2.4.1.4 Velocidad media espacial

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas. Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial se calcula dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla. Esto es:

$$\bar{v}_e = \frac{d}{\bar{t}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{v_i}\right)} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Donde:

d= distancia dada o recorrida.

\bar{v}_e = velocidad media espacial.

\bar{t} = tiempo promedio de recorrido = $\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$

2.4.1.5 Velocidad de recorrido o velocidad promedio de viaje

Llamada también velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el inicio hasta el fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor. No incluye aquellas demoras fuera de la vía, como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes, de recreación, etc. La velocidad de recorrido sirve principalmente para comparar condiciones de fluidez en ciertas rutas; ya sea una contra otra, o bien, en una misma ruta cuando se han realizado cambios, para medir los efectos. La velocidad media de recorrido es la suma de sus distancias recorridas divididas por la suma de los tiempos totales de viaje.

La velocidad promedio de viaje se calcula dividiendo el largo de la carretera o segmento bajo consideraciones entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento.

$$S = \frac{L}{ta} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

Donde:

S= Velocidad promedio de viaje (km/h).

L= Longitud del segmento (km).

ta= Tiempo promedio de viaje en el segmento (h).

En el siguiente capítulo se hablara nuevamente de este concepto, los procedimientos que se utilizan para obtener esta velocidad y el procedimiento seleccionado para la obtención de la velocidad d recorrido.

2.4.1.6 Velocidad de marcha o velocidad promedio de circulación

Es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante la cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo en que el vehículo se hubiese detenido por cualquier causa asociada a la operación del tránsito. Por lo tanto esta velocidad, por lo general, será de valor superior a la de recorrido.

2.4.1.7 Velocidad a flujo libre.

La velocidad a flujo libre (FFS por sus siglas en inglés, free flow speed) es la velocidad promedio de los vehículos en un segmento dado, esta tiene que ser medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demoras.

La velocidad de recorrido, la velocidad de marcha y la velocidad a flujo libre son los conceptos esenciales para poder conocer el Nivel de Servicio del corredor seleccionado en esta tesis.

2.4.2 Densidad

La densidad es el número de vehículos que ocupan una longitud específica, de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetro (veh/km), ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada. Se calcula como:

$$k = \frac{N}{d} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

k = densidad.

N = número de vehículos que ocupan una longitud específica.

d = longitud específica de una vialidad (km).

2.5 TIPO DE VEHÍCULO

Las condiciones del flujo vehicular que influyen en el Nivel de Servicio involucran al tipo de vehículo y a la distribución de los vehículos entre carriles y por sentido.

La presencia de vehículos pesados, esto es, vehículos distintos a los automóviles (también incluye pick-ups, vans y vagonetas) en la corriente de tránsito afecta al número de vehículos que pueden ser servidos por la vía.

Los vehículos pesados afectan a la corriente vehicular de forma adversa en dos formas:

- Los vehículos pesados son más largos que los automóviles y por lo tanto ocupan un mayor espacio de calzada o de carril.
- Los vehículos pesados como consecuencia de su baja relación potencia – peso, presentan bajas condiciones de operación, comparadas con la de los automóviles, en cuanto al poder acelerar y desacelerar.

Por esto los vehículos pesados no pueden alcanzar y mantener la velocidad desarrollada por los automóviles esto ocasiona largos espacios en la corriente vehicular que difícilmente pueden ser cubiertos mediante maniobras de sobrepaso, produciendo una deficiente utilización del camino.

Por lo general el tráfico se divide en tres grupos:

- Motocicletas
- Vehículos ligeros (son todos aquellos vehículos de pasajeros de uso particular o arrendamiento que tienen como máximo cuatro ruedas en contacto con el pavimento)
- Vehículos pesados (son todos aquellos que tienen más de cuatro ruedas en contacto con el pavimento)

CAPÍTULO 3 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO EN ARTERIAS URBANAS

En este capítulo se revisan los conceptos de Nivel de Servicio (NS) y la relación que este tiene con la capacidad y la velocidad de recorrido. Además de múltiples conceptos que facilitarán el entendimiento de este estudio y finalmente, se explica la metodología que se empleó para determinar el NS.

3.1 CAPACIDAD

Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito. (TRB 2000)

El periodo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que ese es el intervalo más corto para el que puede presentarse una circulación estable.

De la definición anterior se infieren las siguientes condiciones:

- La capacidad se puede expresar en términos de vehículos o personas.
- La capacidad se refiere a un punto o sección uniforme de la infraestructura.
- La capacidad se refiere a una tasa de flujo vehicular o personas durante un periodo de tiempo que muy a menudo es de 15 minutos.
- La capacidad no se refiere al máximo volumen al que puede dar servicio durante una hora.
- La capacidad está dada bajo condiciones prevalecientes de la vía (características geométricas, tipo de sección, pendiente, dimensiones de carril, bermas etc.) del control (dispositivos de control de tránsito como semáforos, señalamiento horizontal y vertical) y del tránsito (composición vehicular, velocidad y características del flujo vehicular).
- El principal objetivo del análisis de Capacidad, es estimar el máximo número de vehículos que un sistema vial puede acomodar con razonable seguridad durante un periodo específico.

3.2 NIVEL DE SERVICIO

La primera vez que el concepto de NS fue presentado fue en la edición 1950 del Highway Capacity Manual para reemplazar la idea de la “capacidad práctica”. En este manual, la capacidad practica fue definida como “el número máximo de vehículos que pasarían un punto dado sin la densidad de tráfico que a mayor puede causar un retraso irrazonable, peligro o restricción a la libertad del conductor de maniobrar bajo condiciones favorables”. En la última actualización del manual HCM 2000, este concepto fue presentado con una “medida cualitativa”, donde el factor de seguridad no fue contemplado como un factor de influencia en el NS.

El concepto de nivel de servicio se utiliza para la evaluación de la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y/o personas y de su percepción por los conductores, pasajeros o peatones. Las condiciones que afectan en la evaluación de los Niveles de Servicio son la velocidad de recorrido, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobrar, las demoras a la circulación, la comodidad y la conveniencia.

Cada tipo de infraestructura cuenta con 6 tipos de nivel de servicio para los cuales se disponen de procedimientos de análisis. Cada uno de ellos se les asigna una letra desde la A hasta la F, siendo el nivel de servicio A el que representa las mejores condiciones de funcionamiento y la de mejor percepción del conductor, y el NS F, indica las peores condiciones de operación.

La clasificación de estos niveles de servicio se define como sigue:

3.2.1 Nivel de Servicio A

Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios están exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una muy alta libertad para seleccionar sus velocidades deseadas o maniobrar dentro del corredor.

El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón es excelente.

3.2.2 Nivel de Servicio B

Esta dentro del rango del flujo libre, aunque se empieza a observar otros vehículos integrados en la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue siendo relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. El nivel de comodidad y de conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a inferir en el comportamiento individual de cada uno.

3.2.3 Nivel de Servicio C

Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

3.2.4 Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobrar quedan seriamente restringidas y el conductor o peatón experimentan un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.

3.2.5 Nivel de Servicio E

El funcionamiento está en el límite o cerca de él. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos de flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

3.2.6 Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado o de colapso. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque extremadamente inestables.

Los vehículos pueden avanzar durante algunos metros a velocidades bajas, para ser luego obligados a parar continuamente. El nivel de servicio F se usa para describir las condiciones de operación dentro de la cola, así como el punto de colapso.

Es importante señalar que en muchos casos las condiciones de la circulación de los vehículos o peatones que superan y abandonan la cola pueden ser bastante buenas. Sin embargo el perfil donde la intensidad de llegada supera la intensidad de descarga en el que produce la formación de la cola, siendo el nivel una denominación apropiada para estos perfiles o secciones.

Normalmente se acepta que el volumen de tránsito al que se pueda dar servicio en las condiciones de parada y arranque del NS "F" es inferior que el posible NS "E", como consecuencia el flujo de servicio "E" es el valor que corresponde a la capacidad de infraestructura.

Las definiciones anteriores son generales y de tipo conceptual, siendo de aplicación fundamentalmente para la circulación continua. Los niveles de servicio para las vías de circulación discontinua varían sensiblemente tanto por la percepción de nivel de calidad por el usuario como por las variables operativas utilizadas para describirlos.



NIVEL DE SERVICIO A



NIVEL DE SERVICIO B



NIVEL DE SERVICIO C



NIVEL DE SERVICIO D



NIVEL DE SERVICIO E



NIVEL DE SERVICIO F

Figura 3.1. Niveles de Servicio

Fuente: Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

3.3 DEMANDA

En el manual HCM 2000, la demanda es la principal medida de la cantidad de tráfico que utiliza una instalación determinada. La demanda se refiere a los vehículos que llegan; volumen se refiere a vehículos de descarga. Si no hay cola, la demanda es equivalente al volumen del tráfico en un punto dado en la calzada. El término volumen se utiliza generalmente para las condiciones de funcionamiento por debajo del umbral de la capacidad. (TRB 2000)

3.4 TASAS DE FLUJO DE SERVICIO

Los métodos de análisis del manual HCM 2000 intentan establecer o predecir el caudal máximo para diversas instalaciones en cada nivel de servicio, excepto el nivel de servicio F, ya que es difícil predecir el flujo debido a la parada y las condiciones de ésta.

La tasa de flujo de servicio es la tarifa por hora máxima a la que razonablemente puede esperarse que las personas o vehículos pueden recorrer un punto o segmento uniforme de un carril o calzada durante un período determinado bajo condiciones de la carretera, el tráfico, y de control vigentes, manteniendo un nivel determinado de servicio. El caudal de servicios en general, son las bases en un período de 15 minutos. Típicamente, la tasa de cada hora se define como cuatro veces el pico de 15 minutos del volumen.

Se tiene que tener en cuenta que las tasas de flujo de servicio son valores discretos, mientras que los niveles de servicio representan gama de condiciones. Debido a que las velocidades de flujo de servicio son los máximos para cada nivel de servicio, que se definen de manera efectiva los límites de flujo entre los niveles de servicio.

La mayoría de los esfuerzos de diseño o de planificación suelen utilizar las tasas de flujo de servicios a nivel C o D, para garantizar un servicio de funcionamiento aceptable para los usuarios. (TRB 2000)

3.4.1 Medidas de desempeño

Cada tipo de instalación que tiene un método definido para la evaluación de la capacidad y nivel de servicio también cuenta con medidas de rendimiento que se pueden calcular.

Estas medidas reflejan las condiciones de funcionamiento de una instalación, dado un conjunto de carreteras, el tráfico y las condiciones de control. La velocidad de desplazamiento y la densidad en las autopistas, retrasan en intersecciones señalizadas, y la velocidad al caminar de los peatones son ejemplos de medidas de desempeño que caracterizan las condiciones de flujo en una instalación. (TRB 2000)

3.4.2 Medidas de servicio

Para cada tipo de instalación, se tiene una o más medidas de desempeño establecidas que sirve como el principal determinante de nivel de servicio. Este nivel de parámetro de servicio se llama “medida del servicio” o, a veces “medidas de efectividad” y existen para cada tipo de instalación.

3.5 VELOCIDAD DE RECORRIDO

Se define la velocidad de recorrido como la velocidad media de un vehículo al recorrer un tramo de carretera. Esta medida es utilizada para estimar la calidad del servicio del tramo estudiado. Al calcularse como longitud del tramo de carretera recorrido dividido entre el tiempo invertido en recorrerlo, lo que tiene interés es medir el tiempo de recorrido de los vehículos que circulan por ese tramo.

Esta información es recolectada con el método del vehículo flotante o con el método de placas de matrícula. El método del vehículo flotante, consiste en recorrer varias veces el tramo de vía en estudio, donde el conductor del vehículo trata de "flotar en la corriente vehicular, procurando que el número de vehículos que adelante sea igual al que rebasen el vehículo flotante. Durante el recorrido se mide el tiempo que tarda el vehículo entre dos puntos que conforman un tramo, del cual se conoce previamente su longitud. El tiempo y la distancia recorrida, permiten determinar la velocidad de recorrido en el tramo. El método de las placas de matrícula, consiste en registrar la placa de matrícula de los vehículos y la hora exacta de paso, en diferentes puntos de control a lo largo del corredor en estudio. La longitud y el tiempo entre dos puntos de control, permiten determinar la velocidad de recorrido en el tramo.

La medida de los tiempos de recorrido de un tramo de carretera se suele hacer midiendo el instante en el que cada vehículo entra en el tramo y lo abandona. Se colocan dos equipos de observación a la entrada y a la salida del tramo objeto de estudio que registren la matrícula, el tipo de vehículo y el instante en que entra y sale cada vehículo del tramo. Estos equipos pueden estar constituidos por personas que anoten los datos y, por supuesto, tengan sincronizados sus cronómetros, o por equipos de grabación de imágenes de vídeo con programas de lectura de matrículas incorporado, lo que permite automatizar las medidas del tiempo de recorrido, aunque el procedimiento es muy caro.

En tramos cortos se puede utilizar un procedimiento de estimación del tiempo medio de recorrido no muy exacto. Se determina el número medio de vehículos que hay en el tramo de forma simultánea, como la media de medidas regulares en el tiempo del número de vehículos en el tramo. Este valor medio dividido por la intensidad del tráfico en ese tramo de la vía es el tiempo medio de recorrido.

El método elegido para recabar esta información en transporte privado es la del auto flotante, por ser el más accesible. Por otra parte para el transporte público, la velocidad de recorrido en este caso el Metrobús se utilizara el método de medir el tiempo total que se emplea en todo el tramo y dividirlo entre la longitud total

3.6 CONGESTIÓN VEHICULAR

Técnicamente, congestión de tránsito es la situación que se crea cuando el volumen de demanda de tránsito en uno o más puntos de una vía excede el volumen máximo que puede pasar por ellos.

También se dice que hay congestión cuando la interacción vehicular es tan intensa que impide que los usuarios de una vía puedan circular por ella cómodamente y sin demoras excesivas.

Para que se produzca la congestión, es preciso que haya un aumento del volumen de demanda o una disminución del volumen máximo posible, con respecto a la situación que existía cuando no había congestión. Estos cambios pueden ocurrir a lo largo de la vía o a lo largo del tiempo.

El primer caso sucede cuando el volumen máximo posible en el punto de la vía considerado es menor que el que existe corriente arriba de este punto en la vía o vías que conducen hasta allí el volumen de demanda. En ese punto ocurre lo que se suele llamar “embotellamiento”, cuando el volumen de demanda empieza a rebasar el volumen máximo posible, la congestión se inicia en el punto de “embotellamiento”, pues de otro modo empezaría corriente arriba. Ejemplos frecuentes de este caso son el comienzo de una pendiente fuerte o curva cerrada, o bien la confluencia de dos o más corrientes vehiculares en el punto considerado.

El segundo caso sucede, por ejemplo, cuando aumenta la demanda inesperadamente o no, o cuando el mal tiempo o cualquier otra circunstancia reduce la velocidad de la corriente vehicular y/o alarga las brechas entre vehículos. Sin embargo, también en este caso la congestión suele manifestarse primero en puntos de “embotellamiento”, pues los cambios en demanda u oferta de tránsito son, en general, graduales y la congestión alcanza primero esos puntos aunque luego se propague corriente arriba y se vaya disipando corriente abajo.

3.7 FACTORES QUE AFECTAN A LA CAPACIDAD Y A LOS NIVELES DE SERVICIO

3.7.1 Condiciones ideales

Muchos de los procedimientos utilizados proporcionan unas formulaciones sencillas para un conjunto de condiciones definidas como estándar (ideales), que deben corregirse para tener en cuenta las condiciones prevalecientes que no coincidan con ella. En principio, una condición es ideal cuando su mejora no produce un incremento en la capacidad. En estas condiciones se presume buen clima, pavimento en buen estado, usuarios “racionales” y la inexistencia de incidentes que obstruyan el flujo.

Las siguientes son las condiciones ideales para infraestructuras de flujo ininterrumpido:

- Repartición del tránsito por igual en ambos sentidos.
- Carriles de no menos de 3.65 m.

- Una distancia (bermas) de 1.8 m entre el borde de la calzada exterior y los obstáculos u objetos adyacentes a la vía o separador.
- Velocidad de proyecto de 100 km/h para vías de 2 carriles y de 110 km/h para vías multicarril y autopista.
- Flujo constituido únicamente por vehículos ligeros (Ausencia de vehículos pesados).
- Superficie de rodadura en condiciones óptimas.
- Visibilidad adecuada para rebasar.
- Señalización horizontal y vertical óptima.
- Terreno llano y rasante horizontal.

En la mayoría de los análisis las condiciones existentes difieren de las condiciones ideales, por lo cual se deben incluir correcciones que reflejen la inexistencia de las condiciones ideales. (TRB 2000)

3.7.2 Condiciones de la vía o la infraestructura

Las condiciones que afectan a la vía comprenden las condiciones geométricas y los elementos del proyecto. Estos factores son los siguientes:

- El tipo de vía y el medio urbanístico en que está inmersa.
- La anchura de carril.
- El ancho de las bermas y los despejes laterales.
- La velocidad de proyecto.
- El alineamiento horizontal y el alineamiento vertical.
- La disponibilidad de espacio para esperar en cola en las intersecciones.

3.7.3 Condiciones del tránsito

Las condiciones del tránsito que influencia la capacidad y los niveles de servicio son el tipo de vehículo y las distribuciones de los vehículos entre carriles.

La ausencia de vehículos pesados son aquellos que tienen más de cuatro ruedas sobre el pavimento. Se agrupan en tres categorías: camiones, vehículos recreaciones y autobuses.

Además de la composición vehicular, se tiene en cuenta el reparto por sentidos de circulación, que es especialmente crucial en vías de dos carriles, donde las condiciones ideales se producen cuando la distribución es 50/50 (50% en cada sentido). La distribución entre carriles y entre calzadas en estructuras multicarril y autopistas es importante, ya que en estos casos el análisis se hace en forma independiente para cada sentido de circulación.

3.7.4 Condiciones de control

En arterias para circulación continuas el control y normas que afectan significativamente la capacidad y los niveles de servicio, como la justificación de estacionar las restricciones para el rebase, la prohibición de giros, los sentidos de circulación permitidos.

3.8 MÉTODO HCM 2000 – PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SERVICIO EN ARTERIAS URBANAS

3.8.1 Introducción

Una arteria es un espaciamiento de intersecciones semaforizadas igual o inferior a 3 km y movimientos de giro en las intersecciones que generalmente no exceden el 20 por ciento de los volúmenes totales de la circulación.

La circulación de vehículos por las arterias urbanas se ve influida por tres factores principales:

- El entorno arterial.
- La interacción entre vehículos.
- El efecto de los semáforos.

Estos factores determinan la capacidad de una arteria y el nivel de servicio de tráfico que ofrece a sus usuarios. Estos constituyen los elementos básicos de la metodología expuesta.

El entorno arterial incluye las características geométricas de la vía y los usos del suelo adyacentes. El número y anchura de carriles, el tipo de mediana, la densidad de los accesos y el espaciamiento entre intersecciones con semáforos, se encuentran por encima de los factores del entorno, así como también la existencia del estacionamiento, el nivel de actividad peatonal, el límite de velocidad y la población de la ciudad.

La interacción entre vehículos viene determinada por la densidad de tráfico, la proporción de autobuses, camiones y los movimientos de giro. Esta interacción afecta la circulación de los vehículos en las intersecciones y en menos medida en el recorrido entre los semáforos.

Rara vez un conductor puede viajar a la velocidad deseada. La mayoría de las veces la presencia de otros vehículos restringe la velocidad de un vehículo en movimiento, debido a las diferencias entre las velocidades deseadas por los conductores, la velocidad media de un vehículo en movimiento sobre una cierta longitud generalmente inferior a la deseada por el conductor debido a la interacciones de los vehículos.

Los semáforos fuerzan a los vehículos a detenerse y a permanecer parados durante un cierto tiempo, las demoras y cambios de velocidad producidos por el funcionamiento de los semáforos reducen considerablemente la capacidad de una arteria urbana y disminuyen la calidad de flujo de la circulación.

El capítulo 15 del Highway Capacity Manual 2000 nos habla de las arterias urbanas y es el método que se eligió para el desarrollo del estudio, por ser el que tiene las condiciones que se requieren para el desarrollo pleno del presente.

3.8.2 Alcance de la metodología

En este capítulo se ofrece una metodología para el análisis de las arterias urbanas. Esta metodología también puede ser usada para analizar arterias suburbanas que tienen un espaciado entre las señales de tráfico de 3.00 kilómetros o menos. Ambas calles unidireccionales y bidireccionales pueden ser analizadas con esta metodología, sin embargo, cada sentido requiere un análisis por separado.

La metodología descrita en este capítulo se puede utilizar para evaluar la movilidad en una arteria urbana. El grado de movilidad proporcionada se evaluó en términos de la velocidad de desplazamiento de la corriente a través del tráfico. El acceso de una calle no se evalúa con esta metodología. Sin embargo, el nivel de acceso proporcionado por una calle también se debe considerar en la evaluación de su desempeño, especialmente si la calle está destinada a facilitar el acceso. Los Factores que favorecen la movilidad a menudo reflejan los niveles mínimos de acceso y viceversa. La metodología descrita en este capítulo se centra en la movilidad, las arterias urbanas de movilidad tienden a ser por lo menos 3 km de largo (o en los centros de las ciudades de 1,5 km) Una calle más corta también puede ser analizada, sin embargo, es más probable que su función principal es el acceso. El acceso se puede evaluar hasta cierto punto a través de un análisis de las intersecciones individuales a lo largo de la calle.

3.8.3 Limitaciones de la metodología

La metodología de las arterias urbanas no toma en cuenta directamente las siguientes condiciones que pueden ocurrir entre las intersecciones.

- Presencia o ausencia de estacionamiento en la calle.
- La densidad de la calzada o de control de acceso.
- Adición de carriles.
- El impacto de las calificaciones entre las intersecciones.
- Cualquier restricción de capacidad entre las intersecciones (como un puente estrecho).
- Mitad de cuadra y dos carriles de vuelta a la izquierda.
- Movimientos que superan el 20 por ciento del volumen total en la calle.
- Colas que interfirieran con la operación de una intersección aguas arriba.
- Cruce de una calle bloqueada por la congestión del tráfico.

Cualquiera de estas condiciones podría tener un impacto significativo en la velocidad del tráfico, el análisis debería modificar la metodología para incorporar los efectos de la mejor manera posible.

3.8.4 Metodología

Esta metodología proporciona el marco para la evaluación de las vías urbanas. Si los datos de campo en tiempo de viaje están disponibles, este marco puede utilizarse para determinar el nivel de servicio de la arteria (NS). Además, la medición directa de la velocidad de desplazamiento a lo largo de una arteria urbana puede proporcionar una exacta estimación del nivel de servicio sin hacer uso de la computadora.

Modelos de tráfico para calles urbanas pueden ser utilizados como fuentes alternativas de datos de campo, siempre que los parámetros de entrada, tales como tiempos de funcionamiento y las tasas de flujo de saturación se determinan de acuerdo con los procedimientos de este manual, y que la demora calculada o estimada y las salidas de demoras se basan en las definiciones y ecuaciones en este manual o han sido validados por los datos de campo. En la Figura 3.2 ilustra el método básico para determinar el nivel de servicio en una arteria urbana.

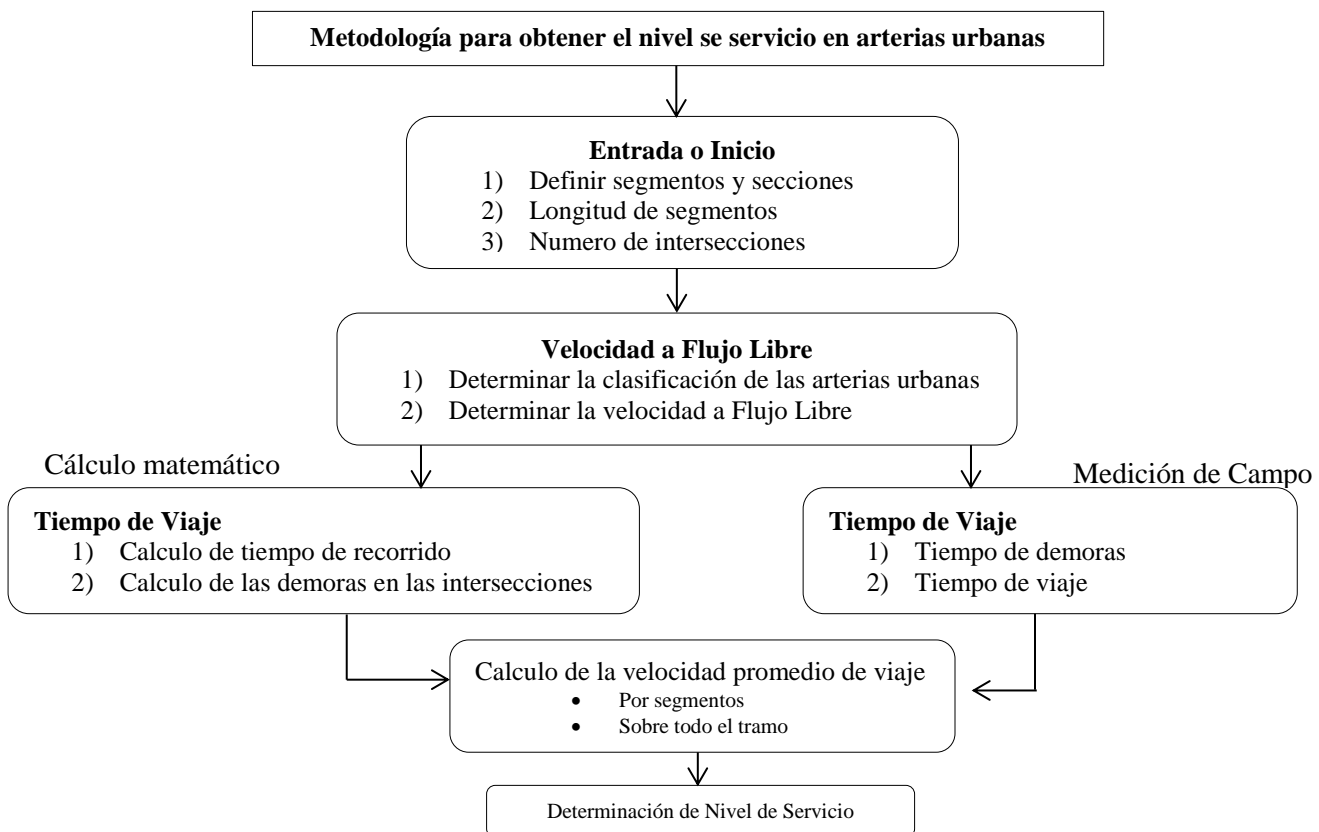


Figura 3.2. Metodología para determinar el nivel de servicio en una arteria urbana

Fuente: TRB 2000

3.8.5 Nivel de servicio

El nivel de servicio de una arteria urbana se basa en la velocidad media de viaje a través del vehículo para el segmento o por todo el tramo en cuestión. La velocidad de desplazamiento es la medida de servicios básicos para las arterias urbanas, la velocidad de viaje promedio es calculada desde el momento en que se ejecuta en la arteria urbana y la demora por control de los movimientos a través de las intersecciones señalizadas.

La demora por control es la porción de la demora total para un vehículo que se aproxima y entra en una intersección semaforizada que es atribuible a la operación de señales de tráfico. La demora por control incluye las demoras de desaceleración inicial, tiempo de seguimiento en la cola, parada y re aceleración.

El nivel de servicio de una arteria urbana está influido tanto por el número de semáforos por kilómetro y por demora por control de la intersección. Mal señalamiento, mala progresión y aumento de flujo de tráfico pueden degradar el nivel de servicio sustancialmente. Arterias con densidades de semáforos de mediano a alto son más susceptibles a los factores de síntesis, y el pobre nivel de servicio también puede ser observado incluso antes de producirse problemas significativos. Por otro lado el largo segmento de la arteria urbana constituida por las intersecciones con mucha carga puede proporcionar razonablemente buen nivel de servicio. Aunque en intersecciones con señalamiento también podrían estar operando a un nivel inferior. Los vehículos tienen que pasar directamente a través de la arteria y no darse vuelta.

La tabla 3.1 enlista el NS de una arteria urbana basado en el criterio de la velocidad promedio de viaje y la clase de la arteria urbana. Debe tenerse en cuenta que si el volumen de la demanda excede la capacidad en cualquier punto de la instalación la velocidad de desplazamiento promedio podría no ser una buena medida del NS.

Tabla 3.1. Clase de Nivel de Servicio para una arteria urbana

NIVEL DE SERVICIO DE UNA ARTERIA URBANA POR CLASE

Clase de Arteria Urbana	I	II	III	IV
Rango de velocidad a flujo libre (VFL)	90 to 70 km/h	70 to 55 km/h	55 to 50 km/h	55 to 40 km/h
VFL típica	80 km/h	65 km/h	55 km/h	45 km/h
LOS	Velocidad promedio de viaje (km/h)			
A	> 72	> 59	> 50	> 41
B	> 56-72	> 46-59	> 39-50	> 32-41
C	> 40-56	> 33-46	> 28-39	> 23-32
D	> 32-40	> 26-33	> 22-28	> 18-23
E	> 26-32	> 21-26	> 17-22	> 14-18
F	≤ 26	≤ 21	≤ 17	≤ 14

Fuente: TRB 2000

3.8.6 Determinación de la clase urbana de la arteria

El primer paso en el análisis es determinar la clase de la arteria urbana. Esto puede basarse en la medición directa en el campo de la velocidad de flujo libre o en la evaluación de las categorías funcionales y de diseño de la arteria. Un procedimiento para medir la velocidad de flujo libre se describe en el Apéndice A.

Si las mediciones de la velocidad de flujo libre no están disponibles, entonces las categorías funcionales y de diseño de la arteria deben ser utilizadas para identificar su clase. Primero se identifica la categoría funcional seguido del diseño de la categoría. Esto se puede realizar utilizando la tabla 3.2. Después de la determinación de las categorías funcionales y de diseño, la clase urbana de la arteria se puede establecerse usando la tabla 3.3.

Tabla 3.2. Categoría según funcionalidad y diseño Clase de una arteria urbana de acuerdo con la funcionalidad y diseño de la categoría

CATEGORÍA FUNCIONAL Y DE DISEÑO				
Criterio	Categoría Funcional			
	Arteria Principal		Arteria menor	
Función de movilidad	Muy importante		Importante	
Función de acceso	Muy poco		Substancial	
Conexión	Autopistas, importantes centros de actividades,		Arterias principales	
Predominancia de viajes	Viajes relativamente largos entre puntos principales e ingresos de viajes, dejando y atravesando la ciudad.		Viajes de longitud moderada dentro de areas geograficas pequeñas.	
Categoría de Diseño				
Criterio	Alta velocidad	Suburbana	Intermedia	Urbana
Entrada de autos	Muy poca densidad	Baja densidad	Densidad moderada	Alta densidad
Tipo de arteria	Multicarril o doble sentido con camellón	Multicarril o doble sentido con camellón	Multicarril, con uno o dos carriles	Sin divisiones, uno o dos sentidos
Estacionamiento	No	No	Poco	Significativo
Lineas para vuelta izquierda	Si	Si	Usualmente	Algunos
Señales/ km	0.3 - 1.2	0.6 - 3.0	2 - 6	4 - 8
Límite de velocidad	75 - 90 km/h	65 - 75 km/h	50 - 65 km/h	40 - 55 km/h
Actividad peatonal	Muy poco	Poco	Algunos	Usualmente
Desarrollo de la via	Baja densidad	Media baja densidad	Media a moderada densidad	Alta densidad

Fuente: TRB 2000, Capítulo 10

Tabla 3.3. Clase de una arteria urbana de acuerdo con la funcionalidad y diseño de la categoría

CLASE DE UNA ARTERIA URBANA POR FUNCIONALIDAD Y DISEÑO		
Categoría de Diseño	Categoría Funcional	
	Arteria principal	Arteria menor
Alta velocidad	I	N/A
Suburbana	II	II
Intermedia	II	III or IV
Urbana	III or IV	IV

Fuente: TRB 2000, Capítulo 10

3.8.7 Deducción del tiempo de recorrido

Hay dos componentes principales del total del tiempo que un vehículo gasta en un segmento de una arteria urbana: el tiempo de recorrido y el control de demoras en las intersecciones. Para calcular el tiempo de recorrido para un segmento, el analista debe conocer la clasificación de la arteria, la longitud del segmento, y su velocidad de flujo libre. El segmento de tiempo de recorrido puede ser encontrado usando la tabla 3.2.

Dentro de cada clase urbana hay varios factores que influyen en el tiempo de funcionamiento real. La tabla 3.3 muestra el efecto de la longitud de la calle. Además, la presencia de estacionamiento, fricción lateral, el desarrollo local, y el uso de la calle puede afectar en el tiempo de recorrido.

3.8.8 Deducción de la demora

El cálculo de velocidad urbana de la arteria o un tramo requiere del control de las demoras. Dado que la función de una arteria urbana es la de servir a través del tráfico, el grupo de carriles de tráfico se utiliza para caracterizar la arteria urbana. Estas demoras pueden ser a causa de las intersecciones, de los semáforos, de los peatones, de afectaciones por algún acontecimiento fuera de lo común etc. Estas demoras se tienen anotar en la hoja de trabajo indicada y por lo usual se registran en segundo.

3.8.9 Conclusión

Explicada la metodología sabemos que existen dos formas para saber el nivel de servicio en una arteria urbana, en este estudio se empleó el camino de medición en campo.

3.8.10 Aplicación

Con la metodología seleccionada, en el anexo A se muestra paso a paso el procedimiento que se tiene que seguir para conocer el nivel de servicio, tomando en cuenta que usaremos la medición en campo.

CAPÍTULO 4 ESTUDIO DE TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS

El propósito de un estudio de tiempo de viaje y demoras es evaluar la calidad del movimiento del tráfico a lo largo de una ruta, los tipos de demoras que se pueden presentar. También se utiliza para comparar las condiciones operativas antes y después de realizar algún tipo de mejora en la ruta o una intersección.

4.1 PROCEDIMIENTO DEL ESTUDIO

Para poder realizar el estudio de tiempo de viaje y demora se deben seguir los siguientes consejos:

- 1) Definir el área de estudio.
- 2) Seleccionar todos los puntos de control (Por lo general es un sitio al principio o final de una intersección semaforizada, también puede ser algún tipo de característica física, es decir, un poste de luz, esquina, árbol etc. Se pueden elegir diferentes tipos de puntos de control para cada dirección, pero ya iniciadas las corridas estos puntos no se pueden modificar)
- 3) Los periodos de tiempo recomendados son las horas pico A.M, hora valle y hora pico P.M.
- 4) Estos estudios se deben de realizar cuando el clima sea bueno.
- 5) Si en alguna corrida ocurriera algún accidente se debe dar por terminada y volver a repetirla.
- 6) Determinar el número de corridas para el estudio.

Las observaciones que se hacen para estimar el tiempo de recorrido constituyen una muestra con la que se calcula una media. El tamaño necesario de la muestra, es decir, el número mínimo de observaciones o recorridos que se deben hacer depende, del error tolerable de la media de las velocidades de recorrido estimadas y de la variabilidad o dispersión de las observaciones. Box y Oppenlander (1985, p. 100) recomiendan los siguientes valores para este error, por exceso o por defecto:

- Para estudios de planeación: de 5.0 a 8.0 km/h.
- Para análisis de circulación y evaluaciones económicas: de 3.5 a 6.5 km/h.
- Para estudios anteriores y posteriores a un cambio: de 2.0 a 5.0 km/h.

La variabilidad de las observaciones en estos estudios en arterias urbanas puede ser muy grande, pues el tiempo de detención del vehículo flotante en el acceso de cada intersección controlada con semáforo influye poderosamente en su tiempo de recorrido, en especial cuando los semáforos están mal coordinados o el recorrido se hace en el sentido no favorecido por su coordinación. Box y Oppenlander (1985, p. 101) recomiendan que se use como medida de la variabilidad lo que llaman amplitud media de las velocidades de recorrido, y que se puede estimar por:

Suma de las diferencias entre velocidades consecutivas
Número de velocidades de recorrido observadas

El numerador de la expresión anterior se halla calculando la suma de las diferencias absolutas entre las velocidades medias medidas en dos recorridos consecutivos [(del primero - del segundo) + (del segundo – del tercero), etc.]. Si se conoce el valor de esta amplitud media de estudios anteriores, se puede usar para determinar en principio el número de recorridos; luego, según se vayan haciendo recorridos y se disponga de velocidades medias de recorrido se puede ir refinando la estimación del número de recorridos. Una vez estimada la amplitud media de las velocidades de recorrido y seleccionado el valor del error máximo tolerable de la media de velocidades, se va a la Figura 4.1 y se determina el número mínimo estimado de recorridos en un sentido y para cierto tipo de condiciones.

Amplitud media de la velocidad de recorrido (km/h)	Número mínimo de recorridos para un error tolerable específico (km/h)			
	2.0	4.0	6.0	8.0
5.0	4	3	2	2
10.0	8	4	3	2
15.0	14	6	4	3
20.0	21	8	5	4
25.0	28	11	6	5
30.0	38	13	8	5

Figura 4.1. Muestras de estudio de tiempo de recorrido, nivel de confianza de 95%

Fuente: Adaptado de Box y Oppenlander (1985, p.101)

4.2 MÉTODO DEL AUTO FLOTANTE

Este procedimiento puede proporcionar tiempos de recorrido, datos sobre demoras y también volúmenes y densidades de tránsito. Este procedimiento se ejecuta principalmente en vías urbanas o suburbanas donde la densidad del tránsito y su regulación producen reducciones apreciables en la velocidad de los vehículos.

- Los vehículos empleados para las mediciones deben estar en óptimas condiciones mecánicas y cada conductor debe realizar los recorridos en forma natural, pero procurando “flotar” en la corriente de tránsito.
- Los recorridos se realizan en días típicos de una semana cualquiera, generalmente de martes a jueves, con el propósito de abarcar comportamiento normal en la corriente del tránsito.

- Los puntos de control para el ejercicio deben ser establecidos con anterioridad, para lo cual debe realizar un recorrido en el que identifique claramente los sitios precisos a utilizar como referencia.
- Las lecturas de tiempo para registrar el paso del vehículo por los puntos de control y la definición de las demoras, se realizan de manera acumulada de acuerdo con lo registrado en el cronometro.
- Se sugiere emplear dos cronómetros, los cuales se accionan al mismo tiempo en el momento del paso del vehículo por el punto inicial del corredor, con la idea de tener uno de respaldo.

En este procedimiento, un vehículo flotante recorre varias veces el tramo de vía en estudio a una marcha que puede determinarse, de dos maneras. En la primera, el conductor del vehículo trata de “flotar” en la corriente vehicular, procurando que el número de vehículos que adelante sea igual al que rebase el vehículo flotante. En la segunda, se dan instrucciones al conductor para que conserve una velocidad que, a su juicio, sea el promedio de la de todos los vehículos en ese momento.

Durante los recorridos del tramo en estudio, se mide el tiempo de recorrido total y los tiempos de demoras en puntos a lo largo del mismo. En arterias urbanas, donde más se usa este método, los puntos de control naturales son las intersecciones controladas con semáforos.

El estudio de tiempo de viaje y demora se puede realizar de forma manual mediante el uso de hojas de campo. Existen dos diferentes, figura 4.2 se utiliza para recoger los datos de campo y la figura 4.3 se utiliza para el resumir los datos de campo, realizar los cálculos y análisis requeridos.

4.3 HOJA DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS

Antes de hacer los recorridos, se ponen en el formato de campo (figura 4.2) todos los datos que se conozcan o que haya que establecer de antemano:

- Ruta: nombre local del tramo a recorrer.
- Localidad: área que abarca el estudio.
- Ciudad: ciudad donde se encuentra el estudio.
- País: país donde se encuentra el estudio.
- Fecha: fecha del estudio.
- Clima: condiciones del clima durante el estudio.
- Observaciones: se anota algún acontecimiento que impida el estudio.
- Puntos de control: describe cada punto de control por su nombre.
- Kilometraje: se anota la distancia entre puntos de control.

La velocidad máxima a que se considere que un vehículo está detenido, que es generalmente entre 5 y 10 km/h. La determinación de esta velocidad es importante pues cuando los vehículos están en cola, suele haber ajustes en ésta que obliga a los vehículos a moverse lentamente y puede surgir la incertidumbre sobre si están detenidos o en movimiento, a menos que se especifique (arbitrariamente) esa velocidad.

En este formato existen 6 corridas, las filas de datos se rellenan de izquierda a derecha, así como se valla llevando a cabo el recorrido. Si hay más de 6 puntos de control se debe de utilizar otra hoja de campo si esto sucede el primer punto de control en la segunda hoja debe ser el mismo que el último punto en la primera hora.

Iniciado el recorrido se anota los siguientes datos:

- En el primer espacio de la corrida 1, debajo del tiempo se coloca la hora en que se inició el estudio.
- Se deben de anotar la hora en que se llegó al punto de control en la columna de “tiempo”.
- Entre cada punto de control, se debe anotar la demora en segundos y también la causa.
- Como van pasando los puntos de control, se van acumulando los tiempos (en segundos) y se anota en la columna de “tiempo”.
- Al finalizar el recorrido se anota la hora y se anota debajo de la columna “tiempo”.
- Y así se hace con cada una de las corridas.

FORM 750-000-14
TRAFFIC ENGINEERING
0898

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE FLORIDA
DATOS DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS
PÁGINA ____ DE ____

RUTA:		LOCALIZACIÓN:	
CIUDAD:		PAÍS:	
FECHA:	CLIMA:	OBSERVACIONES:	
CÓDIGOS DE DEMORA			
SA= SEÑAL DE ALTO		SE= SEMÁFORO	
PE= PEATONES		AC= ACCIDENTE	
VI= VUELTA IZQUIERDA		VE= VEHICULOS ESTACIONADOS	
A= ASCENSO Y DESCENSO		C= CONGESTIONAMIENTO	
Punto de control:	DEMORA	DEMORA	DEMORA
Locación:	Seg.	Seg.	Seg.
kilometraje:	Causa	Causa	Causa
	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
N U M E R O D E C O R R I D A S			
OTROS CÓDIGOS DE DEMORAS: T= TOPES VD= VUELTA DERECHA			

Figura 4.2. Hoja de campo para tiempo de viaje y demoras

Fuente: Departamento de transporte del estado de Florida

4.4 HOJA RESUMEN TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS

Con los datos de la hoja de campo se prosigue a llenar de la siguiente manera:

- Llenar los datos de la parte superior de la hoja que son los datos informativos.
- En la columna de “km” colocar los kilómetros de separación entre cada punto de control.
- En la columna de “tiempo de viaje” colocar los segundos transcurridos entre un punto de control y otro.
- En la columna de “demora” colocar los segundos acumulados que se demoró entre cada punto de control.
- Los dos pasos anteriores se realizar en todos los puntos de control.
- En “duración de recorrido” sumar todos los segundos de tiempo de viaje y restarle todos los segundos de demora.
- Las operaciones de la parte derecha de la tabla e inferior de la tabla se realizan con las siguientes formulas:

$$\text{Promedio de tiempo de viaje (PTV)} = \frac{\sum \text{Tiempo de viaje}}{\text{Total de número de corridas}} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

$$\text{Promedio rapidez de viaje (PRV)} = \frac{\text{kilometros} * 3600 \text{ segundos por hora}}{\text{PTV}} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

$$\text{Promedio de demoras (PD)} = \frac{\sum \text{Demoras}}{\text{Total de número de corridas}} \quad (\text{Ec. 4.3})$$

$$\text{Promedio tiempo de recorrido (PTR)} = \text{PTV} - \text{PD} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

$$\text{Promedio de rapidez de circulación (PRC)} = \frac{\text{kilometros} * 3600 \text{ segundos por hora}}{\text{PTR}} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

$$\text{Total de longitud de viaje (TLV)} = \text{Distancia total entre todos los puntos de control} \quad (\text{Ec. 4.6})$$

$$\text{Tiempo total de viaje (TTV)} = \text{Suma de todo el tiempo del recorrido} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

$$\text{Promedio de tiempo total de viaje (PTTV)} = \frac{\sum TTV}{\text{Total de número de corridas}} \quad (\text{Ec. 4.8})$$

$$\text{Velocidad promedio de viaje (VPV)} = \frac{LTV * 3600 \text{ segundos por hora}}{PTTV} \quad (\text{Ec. 4.9})$$

$$\text{Promedio de las demoras totales de viaje (PTDV)} = \frac{\sum \text{Demoras totales}}{\text{Total de número de corridas}} \quad (\text{Ec. 4.10})$$

$$\text{Promedio total de circulación (PTC)} = \frac{\sum \text{timepo de viaje total} - \text{demoras totales}}{\text{Total de número de corridas}} \quad (\text{Ec. 4.11})$$

$$\text{Velocidad promedio de circulación (VPC)} = \frac{TLV * 3600 \text{ segundos por hora}}{PTC} \quad (\text{Ec. 4.12})$$

Una vez completada esta información el resultado más importante es la velocidad promedio de viaje con la cual se puede obtener el nivel de servicio.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE FLORIDA
RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA

FORM 750-002-19
TRAFFIC ENGINEERING
07/99
PÁGINA _____ DE _____

RUTA:		LOCALIDAD:																
CIUDAD:		PAIS:																
FECHA:		CLIMA:																
		OBSERVACIONES:																
Puntos de control	Km	NÚMERO DE CORRIDAS										Prom. de tiempo de viaje de viaje	Prom. de demoras	Prom. de tiempo de recorrido	Prom. de rapidez de viaje	Prom. de rapidez de circulación		
		1	2	3	4	5	6	Demora	Demora	Demora	Demora						Demora	Demora
0		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
1		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
1		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
2		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
2		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
3		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
3		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
4		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
4		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
5		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
5		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
6		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
6		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
7		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
7		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
8		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
8		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
9		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
9		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
10		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
TOTAL		Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora	Demora						
Duración de recorrido																		
Total de longitud de viaje=		Km										Promedio total de viaje=	h	Velocidad promedio de viaje=	km/h			
Promedio de las demoras totales de viaje=		h										Promedio total de circulación=	h	Velocidad promedio de circulación=	Km/h			

Figura 4.3. Hoja resumen para tiempo de viaje y demoras

Fuente: Departamento de transporte del estado de Florida

CAPÍTULO 5 PROYECTO LÍNEA 5 DEL METROBÚS

Con el propósito de brindar a los usuarios del transporte público un servicio eficiente, seguro y de calidad, con menos tiempos de recorrido y menor generación de emisiones contaminantes: lo cual implica la modernización del servicio e introducción de nuevas tecnologías, se realizó el proyecto “Línea 5 del Metrobús”.

El eje 3 Oriente es un tramo que comprende la Avenida Río de los Remedios a San Lázaro es una vialidad con alta concentración de oferta y demanda de transporte público, que conecta las grandes zonas habitacionales, industriales y de servicios del norte de la ciudad y su zona conurbada, con el sistema de transporte masivo del Distrito Federal y los servicios de la zona centro, por lo que es de gran importancia para la movilidad de la población; esto requiere de una infraestructura adecuada, además del mejoramiento del servicio de transporte colectivo de pasajeros, la renovación del parque vehicular, la creación de infraestructura diseñada para el servicio de transporte y la aplicación de nuevas tecnologías para una mejor atención a sus usuarios, con calidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente.

Como parte de la infraestructura cuenta con 16 estaciones intermedias y dos terminales para el ascenso y descenso de pasajeros, distribuidas a lo largo del corredor, cuyos nombres y ubicaciones se describen la figura 5.1.

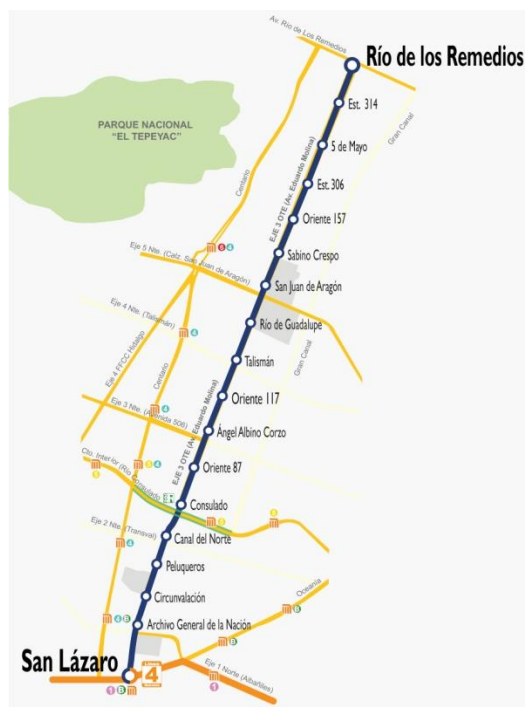


Figura 5.1. Ubicación de las estaciones

Fuente: Metrobús

5.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se hizo en el tramo del Eje 3 Oriente que abarca desde su intersección con la Avenida Río de los Remedios y hasta la Calzada General Ignacio Zaragoza, con una longitud aproximada de 10 kilómetros y su influencia abarca las Delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza, la cual comprende amplias zonas habitacionales.

A lo largo del corredor los principales puntos generadores de viajes son los que resultan de la transferencia de usuarios con otros servicios de transporte público. Los principales puntos de transferencia son:

- Calzada Río de los Remedios
- Calle Oriente 157
- Eje 5 Norte (Calzada San Juan de Aragón)
- Eje 4 Norte (Avenida Talismán)
- Eje 3 Norte (Ángel Albino Corzo)
- Circuito Bicentenario (Río Consulado)
- Eje 1 Norte (Albañiles)
- Calzada General Ignacio Zaragoza



Figura 5.2. Ubicación de puntos generadores de viajes

Fuente: Metrobús

5.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

A efecto de valorar la factibilidad técnica del nuevo corredor, describir las características de la oferta y demanda de transporte que en él se registran y obtener información para su diseño, se realizaron los estudios que a continuación se mencionan ⁵:

- Análisis de Pre factibilidad técnica de los corredores de transporte Eje 5 Norte y Eje 3 Oriente, realizado por la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal en 2007.
- Estudio de actualización de la oferta y demanda de transporte público en el corredor Eje 3 Oriente, en su tramo Río de Los Remedios-San Lázaro”, realizado por Metrobús en 2010.
- Estudio técnico de actualización de las mediciones para la determinación de la línea base del corredor Metrobús Eje 3 Oriente (Línea 5), realizado por Metrobús en 2012.

Los dos últimos son la base tanto del Balance Oferta – Demanda, en virtud de que contienen la información más reciente respecto de los temas siguientes:

- a) Descripción de la infraestructura vial.
- b) Intensidad del tránsito vehicular.
- c) Ocupación de vehículos privados.
- d) Velocidad del tránsito privado.
- e) Inventario de servicios de transporte colectivo.
- f) Cantidad de usuarios, ocupación y tiempos de recorrido de los principales servicios colectivos.
- g) Frecuencia del servicio colectivo.
- h) Operación de las bases del servicio colectivo.
- i) Estimación de emisiones contaminantes.

5.2.1 Descripción de la infraestructura vial

Como parte de estos estudios se realizó un levantamiento de las características físicas de la vialidad, tales como: tramos de sección homogénea, número de carriles, condiciones del pavimento, sentidos de circulación e intersecciones conflictivas

⁵ Gaceta Oficial del Distrito Federal, 17 Noviembre 2013

5.2.2 Aforos vehiculares

Con la finalidad de describir y cuantificar los flujos vehiculares en los corredores, se realizaron los siguientes levantamientos de información:

5.2.2.1 Medición de Flujo Vehicular

Esta medición se realizó mediante aforos vehiculares en estaciones maestras ubicadas en cuatro puntos distribuidos a lo largo del corredor, tomando una muestra de cinco días típicos que incluyeron tres días hábiles, un sábado y un domingo; en los cuales no se registraron alteraciones de la operación normal del tránsito vehicular. Las cuatro estaciones se ubicaron en las siguientes intersecciones:

- Eje 3 Oriente y Eje 5 Norte
- Eje Oriente y Eje 3 Norte
- Eje 3 Oriente y Circuito Bicentenario
- Eje 3 Oriente y Eje 1 Norte

El estudio se realizó en horario de 6:00 a 22:00 horas, registrando el tipo de vehículos que transitaron conforme a la clasificación siguiente:

Vehículos ligeros (clasificación en autos particulares, taxis y motos)

Vehículos de transporte colectivo (registrando microbuses, autobuses y trolebuses)

Vehículos de carga (clasificados en capacidades menores a tres toneladas y mayor a tres toneladas)

5.2.2.2 Medición de movimientos direccionales

Sobre las intersecciones mencionadas en el punto anterior se levantó un inventario de movimientos direccionales y se realizaron aforos de los volúmenes vehiculares que se registran para cada uno de esos movimientos. Se tomó una muestra de un día hábil en cada intersección, con operación típica del tránsito vehicular.

El estudio se realizó en horario de 6:00 a 22:00 horas, registrando la misma clasificación vehicular señalada anteriormente.

5.2.3 Ocupación en vehículos privados

Se obtuvo como muestra observaciones de los 20 primeros vehículos de cada hora, a efecto de obtener estimadores del promedio de pasajeros para cada tipo de vehículo (privado, taxis y motocicletas.) Las observaciones se realizaron en las cuatro intersecciones incluidas en el estudio de flujo vehicular, en horario de 6:00 a 22:00 horas, durante dos días hábiles, un sábado y un domingo que registraron una operación típica del tránsito vehicular.

5.2.4 Estudio de tiempo de recorrido y demoras del tránsito privado

Al fin de estimar la velocidad promedio del tránsito vehicular privado en diferente tramos del corredor, así como el tiempo de recorrido y las demoras que se generan en el tránsito de los vehículos particular, se realizaron mediciones mediante el método de vehículo flotante, registrando los tiempos de recorrido y demora, así como su causa.

El estudio incluyó una muestra de tres días hábiles, que registraron una operación normal del tránsito vehicular sobre la Avenida Ingeniero Eduardo Molina y vialidades alternas como Ferrocarril Hidalgo, Congreso de la Unión y Gran Canal, tomando lecturas de al menos cinco recorridos diarios por sentido.

5.2.5 Estudio ascenso – descenso y tiempos de recorrido

Este estudio se realizó mediante aforos de los servicios clasificados como significativos, en los cuales se obtuvieron datos sobre el número de usuarios de cada corrida, lugares de ascenso – descenso a lo largo del recorrido, ocupación del vehículo, hora de inicio y de conclusión de cada corrida.

Para desarrollar el estudio se tomó una muestra que incluyó 244 corridas, incluyendo todos los servicios significativos del corredor, que corresponden a dos días hábiles que se desarrollaron con operación normal tanto del transporte público como del tránsito vehicular. Estas corridas se tomaron uno cada hora, por sentido para cada servicio; en un horario de 6:00 a 22:00 horas.

A partir de estos datos se obtuvieron indicadores de demanda y de operación del transporte público, así como elementos necesarios para estimar la demanda total de transporte que deberá atenderse en el nuevo corredor.

5.2.6 Estimación de emisiones contaminantes

Se efectuó una estimación de las emisiones contaminantes generadas por todos los vehículos automotores que transitan en el corredor en el estado actual de operación del tránsito y del transporte público, a efecto de determinar la base de comparación con las nuevas condiciones que se presentarán con la operación del corredor, entre las cuales destaca el uso de unidades de mayor capacidad y tecnología ambiental de última generación.

5.2.7 Estudio de Nivel de Servicio 2003

El Gobierno del Distrito Federal con colaboración de ETEISA ⁶ realizaron en 2003 el estudio de “Sistemas de información de condiciones de tránsito para la estimación de las emisiones contaminantes por fuentes móviles en la Z.M.V.M.” entre ellas se encuentran datos de tiempo de viaje y demoras, en varios corredores del Distrito Federal; dichos estudios se hicieron en cuatro diferentes tipos de transporte: particular, carga, microbús y autobús. Los cuales tuvieron lugar en tres diferentes horarios: hora pico A.M., hora valle y hora pico P.M.

Uno de estos corredores estudiados fue el del tramo San Lázaro- Río de los Remedios con una longitud de 8.816 km, este tramo es el objeto principal de estudio en este trabajo.

Con la información obtenida en el 2003 en auto particular y microbús, se realizó la comparación tanto de nivel de servicio, como de velocidad y tiempo de recorrido, puntualizando que estas pruebas se realizaron solo una vez por sentido y horario. Estas tablas se encuentran en el anexo B, sección 1.

A continuación se resumen los datos obtenidos en dichos estudios.

Resultados en auto particular

RESUMEN DE RESULTADOS AUTO FLOTANTE 2003 (SUR-NORTE) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	708.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	1.137
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.940
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	7.756
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	9.379

RESUMEN DE RESULTADOS AUTO FLOTANTE 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	768.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	1.052
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.838
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	8.383
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	10.516

RESUMEN DE RESULTADOS AUTO FLOTANTE 2003 (SUR - NORTE) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	431.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	0.892
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.773
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	9.881
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	11.412

RESUMEN DE RESULTADOS AUTO FLOTANTE 2003 (NORTE - SUR) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	464.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	0.849
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.721
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	10.379
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	12.235

⁶ Ingeniería tecnológica y electrónica industrial S.A. de C.V.

RESUMEN DE RESULTADOS AUTO FLOTANTE 2003 (SUR-NORTE) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	441.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	0.605
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.483
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	14.565
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	18.261

RESUMEN DE RESULTADOS AUTO FLOTANTE 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	689.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	0.701
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.510
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	12.574
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	17.296

Resultados en transporte público

RESUMEN DE RESULTADOS MICROBUSS 2003 (SUR - NORTE) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	1,042.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	1.914
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	1.625
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	4.605
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	5.425

RESUMEN DE RESULTADOS MICROBUS 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	1,008.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.953
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.673
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	9.253
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	13.104

RESUMEN DE RESULTADOS MICROBUS 2003 (SUR - NORTE) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	719.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	1.373
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	1.174
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	6.419
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	7.512

RESUMEN DE RESULTADOS MICROBUS 2003 (NORTE -SUR) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	757.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	0.936
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.726
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	9.420
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	12.151

RESUMEN DE RESULTADOS MICROBUS 2003 (SUR - NORTE) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (S)	710.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	1.031
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.834
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	8.548
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	10.569

RESUMEN DE RESULTADOS MICROBUS 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	653.000
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (hr)	0.880
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (hr)	0.699
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	10.018
VELOCIDAD PROMEDIO DE RECORRIDO (km/h)	12.619

5.3 INFRAESTRUCTURA Y OPERACIÓN VIAL

5.3.1 Tramos con secciones homogéneas

Con base en los levantamientos realizados de las características físicas de la vialidad se definieron los siguientes tramos con sección homogénea:

- a) Tramo 1: Río de Los Remedios - Eje 3 Norte.
- b) Tramo 2: Eje 3 Norte - Eje 2 Norte.
- c) Tramo 3: Eje 2 Norte – Hortelanos.
- d) Tramo 4: Hortelanos - Héroe de Nacozari.
- e) Tramo 5: Héroe de Nacozari - Calzada General Ignacio Zaragoza.

A continuación se describen las principales características físicas de cada uno de estos tramos de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina.

5.3.1.1 Primer tramo, Río de los Remedios - Eje 3 Norte

La configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina en este tramo incluye un amplio camellón central, dos cuerpos con superficie de rodamiento, uno por cada sentido de tránsito y banquetas peatonales en ambos costados. Es el tramo con el mayor ancho de sección medida de paramento a paramento, que varía de un máximo de 100 metros a un mínimo de 66.6 metros.

Los cuerpos destinados al tránsito vehicular alojan un total de ocho carriles, cada uno cuenta con cuatro carriles que operan en el mismo sentido de circulación, de los cuales tres operan con tránsito privado y el carril derecho está destinado para el transporte público, en el cual se encuentra prohibido el estacionamiento en vía pública por tratarse de vialidad primaria.

El ancho del camellón central varía entre aproximadamente 30 y 50 metros; y se encuentra ocupado por equipamiento urbano, instalaciones educativas e instalaciones deportivas. En este tramo existen 10 intersecciones controladas con semáforos, entre las principales se encuentran Oriente 157, Eje 5 Norte, Eje 4 Norte y Eje 3 Norte.

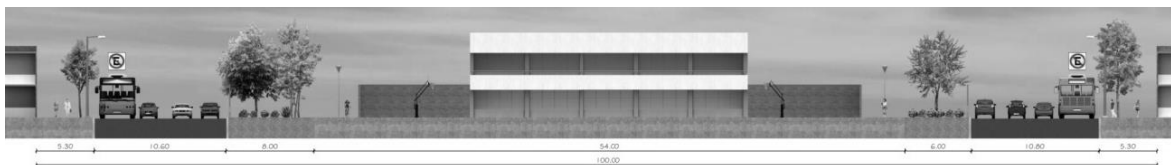


Figura 5.3. Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina, en el tramo comprendido de Río de Los Remedios al Eje 3 Norte, sección máxima

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/1



Figura 5.4. Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina, en el tramo comprendido de Río de Los Remedios al Eje 3 Norte, sección mínima

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/13

5.3.1.2 Segundo tramo, Eje 3 Norte - Eje 2 Norte

En este segundo tramo la Avenida Ingeniero Eduardo Molina continúa presentando la misma configuración del tramo anterior, pero con un ancho de sección menor, que varía entre 54 y 60 metros. Las dos superficies de rodamiento alojan en total de ocho a diez carriles, cada cuerpo tiene entre cuatro y cinco carriles que operan en un solo sentido, de los cuales de tres a cuatro operan con tránsito privado y el carril derecho está destinado al transporte público, con prohibición de estacionamiento en vía pública, por tratarse de vialidad primaria.

El camellón central tiene entre 17 y 18.8 metros de ancho y se encuentra ocupado en su mayor parte por instalaciones deportivas. Dentro de este tramo se encuentran cuatro intersecciones controladas con semáforos, de las cuales destaca la de Circuito Bicentenario.



Figura 5.5. Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina en el tramo comprendido entre el Eje 3 Norte y el Eje 2 Norte, sección mínima.

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/13



Figura 5.6. Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina en el tramo comprendido entre el Eje 3 Norte y el Eje 2 Norte, sección máxima

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/13

5.3.1.3 Tercer tramo, Eje 2 Norte – Hortelanos

En este tramo la configuración de la Avenida es la misma que en los dos tramos anteriores, pero se reduce aún más el ancho de su sección que tiene aproximadamente 40 metros. La mayor reducción se presenta en el camellón central que sólo cuenta con 0.80 metros de ancho.

Las dos superficies de rodamiento alojan un total de diez carriles, cada una de ellas cuenta con cinco carriles operan en el mismo sentido, de los cuales cuatro operan con tránsito privado y el carril derecho está destinado para el transporte público, con prohibición de estacionamiento, por tratarse de vialidad primaria. Esta sección tiene dos intersecciones controladas con semáforos (Eje 2 Norte y Hortelanos).



Figura 5.7. Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina en el tramo comprendido entre el Eje 2 Norte y la Calle de Hortelanos.

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/13

5.3.1.4 Cuarto tramo, Hortelanos - Héroe de Nacozari

En este tramo la configuración física de la Avenida se modifica, presentando sentidos invertidos (par inglés), un camellón central de aproximadamente 0.80 metros y carriles que operan en contraflujo separados por camellones laterales en algunos tramos, principalmente adyacentes a las intersecciones semaforizadas. El ancho de sección llega a alcanzar un máximo de 45 metros.

Los dos cuerpos con superficie de rodamiento alojan un total de diez carriles, cada cuerpo tiene cinco carriles, de los cuales cuatro operan en el mismo sentido y el carril derecho destinado al transporte público opera en contraflujo y con prohibición del estacionamiento en vía pública, por tratarse de vialidad primaria.

En este tramo existen cuatro intersecciones controladas con semáforo, la principal de ellas es la ubicada en la intersección con el Eje 1 Norte (Albañiles).

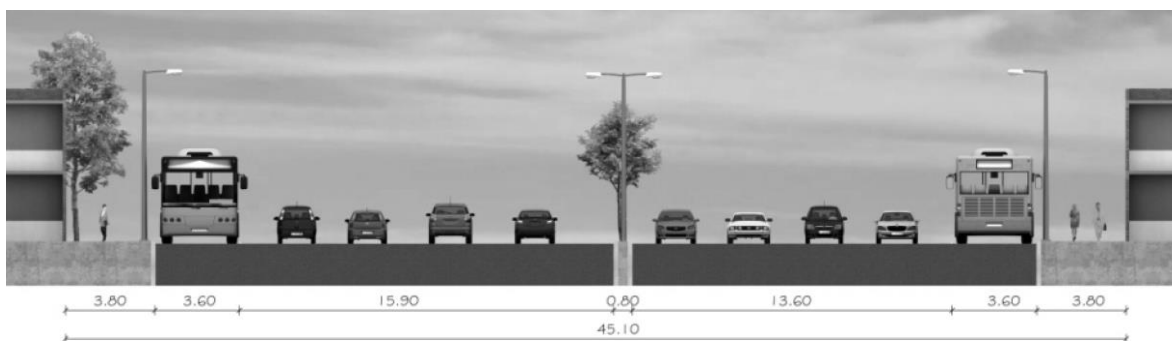


Figura 5.8. Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina en el tramo comprendido de la Calle de Hortelanos a Héroe de Nacozari

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/13

5.3.1.5 Quinto tramo, Héroe de Nacozari - Calzada Ignacio Zaragoza

Este tramo conecta la Avenida Ingeniero Eduardo Molina con Francisco del Paso y Troncoso, que es la continuación del Eje 3 Oriente. Su configuración física se modifica respecto del tramo anterior, desaparece el par inglés, cuenta con camellón central que varía en su sección y llega como máximo a un ancho de 2 metros, en varios tramos cuenta con camellones laterales y presenta dos curvas horizontales, su sección máxima es de aproximadamente 56 metros.

La superficie de rodamiento cuenta con un máximo de diez carriles, cada sentido cuenta con cinco, de los cuales cuatro operan con tránsito privado y el carril derecho está destinado al transporte público de pasajeros, con prohibición del estacionamiento por tratarse de vialidad primaria.

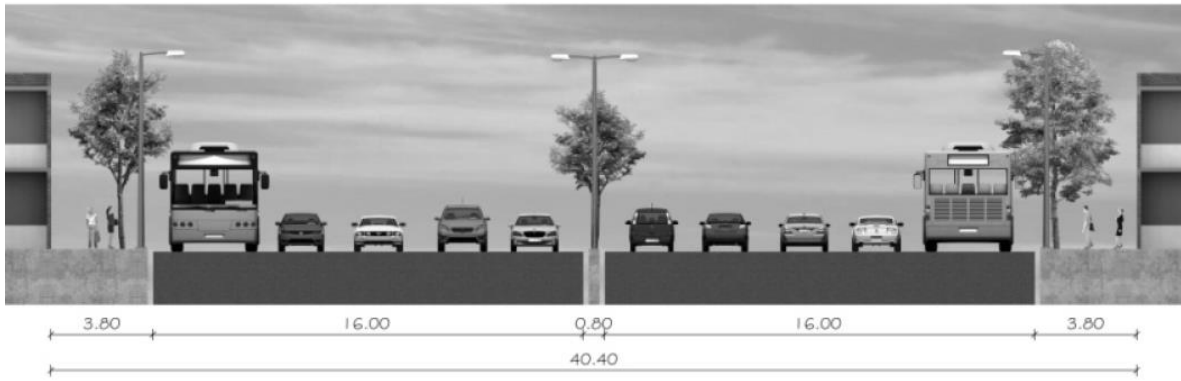


Figura 5.9 Configuración física de la Avenida Ingeniero Eduardo Molina en el tramo comprendido de Héroe de Nacozari a la Calzada General Ignacio Zaragoza, ancho mínimo.

Fuente: Gaceta Oficial del Distrito Federal 17/10/13

CAPÍTULO 6 ESTADO ACTUAL METROBÚS LÍNEA 5

Los medios de transporte son de fundamental importancia para el desarrollo económico del país. Mediante ellos es posible trasladar todo tipo de mercancías, materias primas, así como el traslado de personas. Para lograrlo se requieren vías de comunicación y vehículos que transiten por éstas, como carreteras para automóviles y camiones; aeropuertos, vías para el ferrocarril, puertos marítimos y fluviales.

El crecimiento de una ciudad está basado en un sistema efectivo (eficaz) de transporte público. Para la mayor parte de la población que habita en ellas, el transporte público es el único medio de transporte por el cual pueden acceder a su trabajo, educación y servicios públicos.

Con respecto al transporte público tenemos una gran variedad de este pero esto no quiere decir que sea eficaz, la mayoría está obsoleta y tiene baja calidad en el servicio al usuario.

Uno de los más modernos es el Metrobús, el cual es un sistema de autobús de tránsito rápido BRT (*Bus Rapid Transit*, por sus siglas en inglés), ha sido empleado en numerosas ciudades de todo el mundo. Es un sistema de transporte basado en autobuses de capacidad y última tecnología, que brinda una movilidad de manera rápida, segura y eficiente por medio de la integración de una infraestructura que combina estaciones, vehículos, servicios, tecnología, operaciones rápidas, sistemas de prepago y buena calidad en el servicio.

Los componentes que hace que el Metrobús se considere como un sistema integral de transporte son:

- Infraestructura
 - Carril confinado, este permite el libre tránsito a los autobuses articulados y biarticulados, aumentando la velocidad media de circulación y permite la regularidad en el servicio.
 - Estaciones, son de plataforma elevada, las estaciones permiten realizar el ascenso y descenso de pasajeros a nivel de los autobuses.

- Operación
 - Servicio, el servicio es programado y controlado desde el centro de monitoreo y esto hace que el servicio sea más rápido y frecuente.
 - Capacidad, la capacidad de cada de los autobuses articulados es 160 pasajeros y biarticulados es 240, y los que circulan por la línea 4 con capacidad de 90 pasajeros, esto hace que se pueda atender altas demandas de pasajeros.
 - Peaje, es un sistema totalmente automatizado por medio una tarjeta prepagada.

→ Seguridad, ascenso y descenso rápido, seguro y a nivel. Además de la existencia de policías, sección para mujeres, niños y adultos mayores.

- Organización Institucional

Existen dos tipos de concesionarios, los primeros son los concesionarios de operación los cuales están integrados por empresas privadas con el objeto de brindar el servicio de operación de flota. Los otros son los concesionarios de recaudación están conformados por empresas privadas con la finalidad de brindar el servicio del cobro de la tarifa.

También está involucrado el Organismo Público el cual es responsable de la administración, planeación y control del sistema.

- Tecnología

→ Flota, tiene autobuses de gran capacidad, con alta tecnología y muy bajas emisiones de contaminantes.

→ Peaje, sistema de pago totalmente automatizado por medio de una tarjeta inteligente.

El sistema Metrobús de la Ciudad de México tiene como objetivo la planeación, administración y control del sistema de corredores de transporte público de pasajeros del Distrito Federal.

La última línea que se construyó (y es el objeto de estudio) es la Línea 5 la cual, el día 5 de Noviembre de 2013 fue inaugurada la primera fase, a lo largo del Eje 3 Oriente, comprendido de la Avenida Rio de los Remedios y San Lázaro. Este corredor es el primero en implementarse bajo el concepto de “Calle Completa”, que permite la convivencia de todas las formas de movilidad urbana en un mismo espacio seguro y agradable: peatón, ciclista, transporte público y transporte privado.

Tiene una longitud aproximada de 10 kilómetros con 16 estaciones y 2 terminales. Comprendida en las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero, con una demanda de usuarios de 55 mil pax/día, tiene conectividad con STC Metro líneas 1,5 y B, corredor Reforma y la terminal de autobuses de pasajeros de oriente (TAPO).

Con esta incorporación, el Metrobús de la ciudad de México suma un total de 105 kilómetros. Finalmente está integrado por 153 estaciones y 18 terminales que en conjunto darán servicio a 855,000 pasajeros al día.

6.1 DESCRIPCIÓN

El Primero de febrero de 2013 el Gobierno del Distrito Federal publicó en su gaceta oficial, la aprobación de la Secretaria de Transporte y Vialidad para construir el corredor de transporte denominado Metrobús Río de los Remedios- Glorieta de Vaqueritos. Comenzó a construirse el 26 de marzo de 2013 y después de algunas demoras fue inaugurada el 5 de Noviembre de 2013 por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal, Miguel Ángel Mancera.

La primera fase de la Línea 5 de Metrobús cuenta con 9.1 kilómetros, de un total esperado de 27 kilómetros. Opera con 24 autobuses articulados, de 18 metros de largo con capacidad de 160 pasajeros, con lo que se sacó de circulación a 47 autobuses de la Red de Transporte de Pasajeros (RTP).

Cabe destacar que las unidades del Metrobús tienen una alta especificación ambiental por lo que se dejaron de emitir 12 mil toneladas de gases de efecto invernadero cada año.

La primera fase tiene las siguientes características:

- Abarca las delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo I. Madero, beneficiado a 19 y 7 colonias respectivamente.
- Se habilitaron los carriles centrales para la operación de los vehículos del sistema
- Se rehabilitaron 50,000 m² de banqueta, que incluyen 246 rampas de accesibilidad universal y 12 pasos peatonales de 7 metros de ancho por 40 metros de largo que permiten acceder a las estaciones y conectar los cuerpos de cada una.
- Cuenta con un patio de servicio de 13 mil metros cuadrados denominado El Coyol para los autobuses que operan en la línea.
- Instalación de jardines verticales en las 18 estaciones así como algunas plazotelas que dan acceso a las estaciones.
- Establecimiento de luminarias con tecnología avanzada

6.2 CALLE COMPLETA

Este corredor incorpora por primera vez el concepto de “Calle Completa” el cual significa una asignación y convivencia de todas las formas de movilidad urbana es un mismo espacio ya sea como peatón, ciclista, usuario de transporte público o automovilista. La reestructuración del espacio vial incluyó:

- Rehabilitación de las banquetas a lo largo del corredor.
- Esquinas accesibles.
- Ciclovía confinada en ambos extremos.
- Carril exclusivo Metrobús.
- Integración de los espacios públicos existentes en el camellón.



Figura 6.1. Descripción de calle completa

Fuente: Metrobús

El gobierno, en coordinación con todas las dependencias asignadas a esta labor pretende implementar este concepto en todas las vialidades primarias en la Ciudad de México.

6.3 BICIESTACIONAMIENTOS

Seis de las dieciocho estaciones de la Línea 5 del Metrobús cuentan con biciestacionamiento, las estaciones que ofrecen este servicio son: 314 Memorial New's Divine, Preparatoria 3, Oriente 101, San Lázaro, San Juan de Aragón y Río Consulado, los biciestacionamientos con mayor capacidad son los de las estaciones de San Juan de Aragón y Río Consulado, los cuales tienen una capacidad de 28 lugares cada uno, en el resto de las estaciones, los usuarios pueden dejar 14 bicicletas en cada uno de ellos.

Para su instalación se usó módulos prefabricados de acero de seis metros de largo y tres metros de ancho, en los cuales se podrán guardar siete bicicletas. Los espacios para 28 bicicletas están conformados por cuatro módulos que en total miden 24 metros de largo, en tanto para los que tienen capacidad de 14 bicicletas cuentan con un espacio de 12 metros de largo.

Los espacios para el resguardo de este tipo de transporte cuentan con jardines verticales similares a los que adornan los muros de las estaciones de la ruta. La red de biciestacionamientos se completa con la ciclovía de 10 kilómetros que corre en carriles laterales del Eje 3 Oriente que forma parte del proyecto de calle completa.



Figura 6.2. Biciestacionamiento

Fuente: Propia

6.4 PAVIMENTO

A diferencia de las otras líneas, esta correrá sobre un carril de asfalto que ofrece durabilidad, estabilidad y que tendrá una vida útil de 20 años con su respectivo mantenimiento.



Figura 6.3. Capas de pavimento

Fuente: Metrobús



La capa más profunda está compuesta por una (BTNM) Base de Terreno Natural Mejorado, esto consiste en inyección de polímeros que pesan entre dos y cinco por ciento. Con este método, la resistencia del suelo se incrementa hasta en mil por ciento, aumentando la vida útil de la infraestructura del pavimento del carril confinado.



La Carpeta Absorbente de Tensión (CAT) es parte constitutiva de un pavimento asfáltico de larga duración al mitigar el agrietamiento. Está compuesta por materiales pétreos y cemento asfáltico con una altura de 10 centímetros.



La Carpeta Asfáltica de Alto Módulo (CAM) combina las características de estabilidad y durabilidad. Permite soportar los esfuerzos generados por las cargas del tráfico y alcanza 18 centímetros de material.



La (SMA) Stone Mastic Asphalt, por sus siglas en inglés), se construye mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico en sólo cuatro centímetros. Otorga una superficie de rodamiento cómoda, segura, uniforme, impermeable y antiderrapante.

6.5 SEGUNDA FASE DEL PROYECTO LÍNEA 5

Durante la modelación de demandas para corredores BRT que El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (**ITDP** por sus siglas en inglés), realizó en conjunto con modelistas durante el 2011, se identificó la demanda futura del corredor de la línea 5 hacia el año 2018. El modelo arrojó una demanda de 273,000 pasajeros al día (en comparación, línea 1 tuvo una demanda estimada de 250,000 pasajeros)

El tramo de mayor demanda se encuentra en lo que será la segunda fase del corredor, en la sección de San Lázaro a Vaqueritos de 17 kilómetros. Las razones de la gran afluencia provienen de la atracción de viajes por la zona comercial de Coapa y la cercanía con Xochimilco así como la interconectividad con otros sistemas de transporte masivo ya que la zona es altamente poblada.

El ITDP recomienda carriles de rebase en la implementación de la segunda etapa del corredor. Se debe impulsar la planeación en torno al usuario incrementando la calidad del servicio desincentivando los viajes en auto, ofreciendo mayor capacidad, múltiples rutas dentro del sistema y sin interferir con el servicio, velocidades de operación y frecuencia más alta, además de que por primera vez el Distrito Federal contará con rutas expés que ahorran aún más tiempo en carriles confinados. Es necesario que se implemente desde el inicio ya que permitirá visualizar una planeación del transporte a largo plazo.

6.6 PERSPECTIVA DE CRECIMIENTO DE LA RED METROBÚS EN EL DISTRITO FEDERAL A 2018

El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) dio a conocer una propuesta nombrado “Perspectivas de crecimiento de la red de Metrobús y transporte integrado del Distrito Federal a 2018”. De llevarse a cabo la propuesta planteada y que contempla 10 nueva rutas, para el 2018 se tendrían 182 kilómetros adicionales de Metrobús que beneficiaran a dos millones de pasajeros que se sumarían a los que transportaría la red actual. Lo anterior se traducirá en la reducción diaria de:

- 25 millones de kilómetros recorridos por vehículos.
- 11 mil toneladas de CO2.
- 30% de accidentes viales que involucran transporte público.
- 290 mil horas de viaje.

El Metrobús no es un competidor del Metro, sino del mal transporte público y de los automóviles en congestión. Tiene importantes ventajas presupuestales y de tiempo de implementación con respecto al Metro, aunque es natural que con una amplia red de metro como la del Distrito Federal, sea fundamental ver la integración de ambos servicios como un todo y procurar que su expansión se base en un balance costo – beneficio.

Las líneas que se presentan tienen cuatro objetivos fundamentales, adicionales a la mejora del espacio público, la seguridad del usuario, y la reducción de tiempo de traslado.

- Ampliar la cobertura de red de transporte masivo.
- Descongestionar corredores del transporte que se encuentran saturados.
- Mejorar la conectividad de la red de transporte masivo.
- Mejorar la cobertura del transporte masivo en la zona central.

Este modelo de expansión permite tener un ritmo superior al actual de unos 30 kilómetros por año en promedio, ya que una línea de 20 kilómetros puede, perfectamente construirse en un año o menos.

Para garantizar estándares de servicio y accesibilidad es necesario contar con un sistema integrado de transporte que mediante la eficiencia, rapidez y comodidad promueva la imagen de una ciudad con movilidad plena atractiva para todos los usuarios y visitantes. Esta red puede ser la base para un sistema Metropolitano, vinculándose con otros sistemas de transporte como por ejemplo el Mexibús del Estado de México.

Las líneas planteadas son las siguientes:

LÍNEA	TRAZO	RUTA	KMS.	KMS. ACUM.	PAX DÍA- APROX AL 2018
2013					
5	VAQUERITOS-RIO DE LOS REMEDIOS	EJE 3 ORIENTE	27	27	273,000
2014					
6	SANTA FE-TACUBA	VASCO DE QUIROGA	14	41	193,000
7	BORDO DE XOCHIACA-VAQUERITOS	PERIFERICO ORIENTE	21	62	288,000
2015					
8	EL ROSARIO-XOCHIMILCO	CUITLÁHUAC-NUEVO LEÓN-DIVISION DEL NORTE	33	95	398,000
2016					
9	REFORMA/LA VILLA-LOMAS DE CHAPULTEPEC	MISTERIOS CALZADA DE GUADALUPE-REFORMA	16	111	110,000
10	CASCO DE SANTO TOMÁS-LA PAZ	EJE 1 NORTE	12	123	237,000
2017					
11	BARRANCA DEL-MUERTO-TAXQUEÑA	MA QUEVEDO-TAXQUEÑA	10	133	150,000
12	EL ROSARIO-METRO NEZAHUALCÓYOTL	EJE 5 NORTE	18	151	109,000
13	ESTADIO OLÍMPICO CHAPULTEPEC	REVOLUCIÓN	10	161	125,000
14	SAN ANTONIO SANTA MARTHA	EJE 5 SUR	21	182	117,000

Figura 6.3. Perspectiva de crecimiento en el Metrobús

Fuente: ITDP

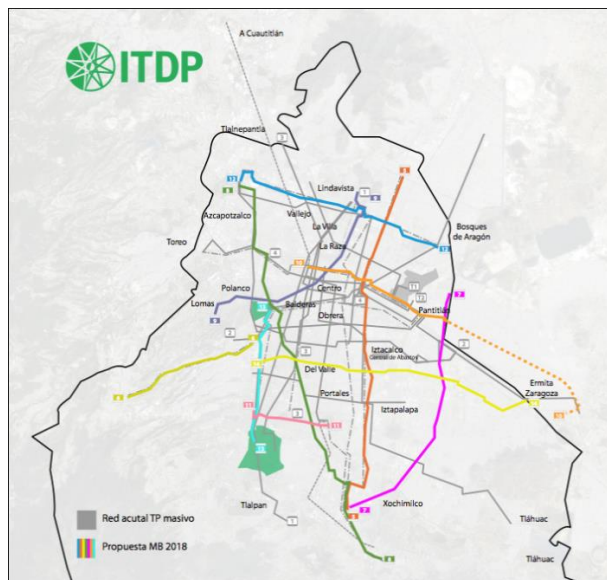


Figura 6.4. Mapa de líneas futuras de Metrobús

Fuente: ITDP

CAPÍTULO 7 TRABAJO DE CAMPO

Para desarrollar el trabajo de campo se utilizó la metodología para determinar: la velocidad promedio de viaje, velocidad promedio de circulación y las demoras, la cual se describió en el capítulo 4. Concluida esta, se prosiguió con el desarrollo de la metodología explicada en el capítulo 3 para obtener el nivel de servicio.

7.1 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

En la figura 3.2 se explican los pasos a seguir para la obtención del nivel de servicio, los pasos son los que siguen a continuación, uno de los más importantes es la medición en campo, ya que en esta parte se obtienen los tiempos de demoras y tiempo de viaje. Así que se aplicaran las metodologías del capítulo 3 (Nivel de servicio) y la del capítulo 4 (Tiempo de viaje).

7.1.1 Inicio

a) Definir los segmentos y/o secciones

Se identificó la ubicación de cada una de las estaciones del Metrobús, así como las avenidas principales, intersecciones, semáforos, topes y señalamientos que pudieran ocasionar algún tipo de demora.

Además de identificar los puntos de control necesarios para poder comparar satisfactoriamente los estudios realizados en 2003 con los que se llevaron a cabo para esta tesis.

Los puntos de control que se asignaron en los estudios del 2003 son los siguientes:

- Eje 1 Norte (Albañiles)
- Av. Canal del Norte (Eje 2 Norte)
- Circuito Interior (Río Consulado)
- Eje 3 Norte (Avenida 506)
- Eje 4 Norte (Talismán)
- Calzada San Juan de Aragón

Estos mismos puntos son los que usaremos para la aplican de este estudio.



Figura 7.1 Puntos de control

Fuente: Metrobús

Los segmentos que se estudiaron fueron:

Tabla 7.1 Segmentos de sur a norte

San Lázaro – Eje 1 Norte	Eje 1 Norte – Canal del Norte
Canal del Norte – Circuito Interior	Circuito Interior – Eje 3 Norte
Eje 3 Norte – Eje 4 Norte	Eje 4 Norte – Eje 5 Norte
Eje 5 Norte – Río de los Remedios	San Lázaro – Río de los Remedios

Tabla 7.2 Segmentos de norte a sur

Río de los Remedios – Eje 5 Norte	Eje 5 Norte – Eje 4 Norte
Eje 4 Norte – Eje 3 Norte	Eje 3 Norte – Circuito Interior
Circuito Interior – Canal del Norte	Canal del Norte – Eje 1 Norte
Eje 1 Norte – San Lázaro	Río de los Remedios – San Lázaro

b) Longitud del segmento

Aunque la línea 5 del Metrobús de estación a estación mide casi 10 km, en los estudios del 2003 se analizaron 8.816 km y es la longitud que también se usará para este estudio.

Tabla 7.3 Longitud de segmentos de sur a norte

San Lázaro – Eje 1 Norte	0.665 km
Eje 1 Norte – Canal del Norte	1.330 km
Canal del Norte – Circuito Interior	0.437 km
Circuito Interior – Eje 3 Norte	1.007 km
Eje 3 Norte – Eje 4 Norte	1.045 km
Eje 4 Norte – Eje 5 Norte	1.045 km
Eje 5 Norte – Río de los Remedios	3.287 km
San Lázaro – Río de los Remedios	8.816 km

Tabla 7.4 Longitud de segmentos de norte a sur

Río de los Remedios – Eje 5Norte	3.287 km
Eje 5 Norte – Eje 4 Norte	1.045 km
Eje 4 Norte – Eje 3 Norte	1.045 km
Eje 3 Norte – Circuito Interior	1.007 km
Circuito Interior – Canal del Norte	0.437 km
Canal del Norte – Eje 1 Norte	1.330 km
Eje 1 Norte – San Lázaro	0.665 km
Río de los Remedios – San Lázaro	8.816 km

c) Número de intersecciones

El Eje 3 Oriente tiene 19 intersecciones principales, pero las más importantes son las mencionadas anteriormente.

7.1.2 Velocidad a Flujo Libre

a) Determinación de la clasificación de la arteria urbana

Con la tabla 3.3, obtenemos primero la categoría funcional y después la categoría de diseño.

Categoría funcional:

- Función de la movilidad - Es muy importante (Arteria principal)
- Función del acceso - Substantial (Arteria menor)
- Conexión – Importantes centros de actividades, arterias importantes(Arteria principal)
- Predominio de viajes – Entra al DF, largos viajes (Arteria Principal)

Por lo anterior se dice que es una Arteria Principal.

Categoría de diseño:

- Entrada de autos/ densidad de acceso – baja densidad (Suburbana)
- Tipo de arteria – dos sentidos divididos por un hombro y berma (Suburbana)
- Estacionamiento – No permitido (Alta velocidad, suburbana)
- Carril vuelta izquierda – Algunos (Urbana)
- Señales – 0.6 – 3.0 km (Suburbana).
- Peatones - Usuales (Urbana)
- Límite de velocidad – 65 km (Suburbana)
- Desarrollo de la carretera – Densidad media (Intermedia)

Por esto se dice que tiene un diseño de Suburbana.

Ahora con la tabla 3.2 y la información anterior, vemos que la clase de la arteria urbana es II.

b) Determinación de la velocidad a flujo libre

Con el procedimiento mencionado en el inciso 2 del apéndice A, se obtiene la velocidad a flujo libre en Auto flotante que resulto de 65 km/h, sin embargo el Metrobús no puede exceder los 60 km/h, y aun así es muy difícil que alcance los 50 km/h por la corta distancia de separación de las estaciones y/o semáforos, así que la velocidad a flujo libre del Metrobús de 45 km/h. Por esta razón y aunque sea la misma arteria en estudio, la clase de la arteria en Metrobús será III.

7.1.3 Medición de Campo

En esta parte los resultados de los tiempos y demoras se obtienen con base a la metodología del capítulo 4.

El estudio de campo se realizó primero grabando el recorrido tanto en Metrobús como en auto particular tomando en cuenta que en el video se tiene que visualizar muy bien el viaje para conocer el punto en el que se está, el tipo de demoras , el clima y en su caso algún tipo de acontecimientos fuera de los común (accidente).

Para conocer el número de corridas a realizar se sigue el procedimiento del capítulo 4.

Se realizaron dos corridas con los siguientes resultados: corrida #1 19 km/h, corrida #2 22 km/h, obtenemos la diferencia absoluta: $24-19= 5$, este valor es la amplitud de la velocidad de recorrido, como este es un estudio de comparación antes y después tomamos un valor de error tolerable específico entre 2 km/h y 5 km/h. Con estos datos entramos a la figura 4.1 y vemos que para estos datos nos resulta un mínimo de corridas de 3.

Los viajes tienen que ser en horarios similares en que se hizo el estudio en 2003, además de que tienen que ser 3 pruebas por horario, por sentido y por tipo de transporte.

Tabla 7.5 Horarios de estudio en Transporte Privado

TRANSPORTE PRIVADO (Auto flotante)		
Horario	SUR - NORTE	NORTE – SUR
Hora pico A.M.	7:30 am – 7:40 am	8:50 am – 09:00 am
Hora valle	10:00 am – 10: 10 am	11:00 am – 11:10 pm
Hora pico P.M.	18:00 pm – 18:10 pm	18:50 am – 19:00 pm

Tabla 7.6 Horarios de estudio en Transporte Público

TRANSPORTE PÚBLICO (Metrobús)		
Horario	SUR - NORTE	NORTE – SUR
Hora pico A.M.	7:00 am – 7:10 am	8:00 am – 8:10 am
Hora valle	11:00 am – 11: 10 am	12:00 pm – 12:10 pm
Hora pico P.M.	18:00 pm – 18:10 pm	19:00 am – 19:10 pm

a) Tiempo de demoras

Las demoras es cuando el vehículo hace alto total o viaja a una velocidad menor a 8 km/h, estas pueden ser por diversas situaciones y se identifican como:

Tabla 7.7 Tipos de demoras

AC: Accidente	SA: Señal de alto	ES: Entrada y salida de vehículos
VI: Vuelta izquierda	VD: Vuelta derecha	ED: Estacionamiento en doble fila
PE: Peatones	C: Congestionamiento	A: Ascenso y/o descenso de pasajeros
T: Topes	Ve: Vehículo estacionado	SE: Semáforo

Estas demoras se anotan por lo general en segundos.

b) Tiempo de viaje

Con la grabación nos podemos dar cuenta del tiempo de viaje de cada uno de los recorridos realizados. Estos recorridos se hicieron en los horarios antes mencionados y en los días de: Auto Flotante- 11 al 13 Marzo 2014 y Metrobús- 18 – 20 Marzo 2014.

Con los datos antes mencionados se dispone a llenar las hojas de trabajo que se indican en el capítulo 4.

7.1.4 Cálculo de la velocidad promedio de viaje

Las fórmulas matemáticas y la forma de llenado de las hojas de campo se encuentran en el capítulo 4. Ahí se explica detalladamente los cálculos que se realizaron para poder llenar dichas hojas las cuales se encuentran en el Anexo B parte 2.

a) Por segmento

Con los segmentos mencionados anteriormente, se tiene la longitud entre cada uno de ellos, y con el tiempo que se obtuvo en el punto anterior, se determina la velocidad dividiendo la distancia entre el tiempo, la cual debe de estar en km/h.

b) Por tramo

El tramo es de San Lázaro a Río de los Remedios, cuenta con 8.816 km de longitud, con esta distancia y el tiempo obtenido con la grabación o el cronometro, se puede obtener de igual manera dividiendo 8.816 km entre el tiempo.

7.1.5 Determinación del Nivel de Servicio

Teniendo la velocidad de recorrido, la clasificación de la arteria urbana y la velocidad a flujo libre, se procede a entrar al tabla 3.1. Y para cada una de las pruebas, segmentos y sentidos se dispone a conocer el nivel de servicio. Recordando que para el auto particular se usara la clasificación II y para el Metrobús la III.

7.2 RESULTADOS

Como manera de ejemplo solo se muestra el procedimiento de llenado de una hoja de campo, una hoja de resumen y la determinación del nivel de servicio.

Ejemplo de hoja de campo, hora pico A.M., transporte privado.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE FLORIDA														FORM 750-020-14 TRAFFIC ENGINEERING 09/98									
DATOS DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS														PÁGINA <u>1</u> DE <u>2</u>									
RUTA: SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIO (SUR - NORTE)							LOCACIÓN: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO																
CIUDAD: DISTRITO FEDERAL							PAÍS: MÉXICO																
FECHA: 11 MARZO 2014				CLIMA: TEMPLADO				OBSERVACIONES:															
CÓDIGOS DE DEMORA																							
SA= SEÑAL DE ALTO				SE= SEMÁFORO				VI= VUELTA IZQUIERDA				VE= VEHICULOS ESTACIONADOS											
PE= PEATONES				AC= ACCIDENTE				A= ASCENSO Y DESCENSO				C= CONGESTIONAMIENTO											
Punto de control:		S. Lázaro		DEMORA		Eje 1 N.		DEMORA		Canal N.		DEMORA		Circuito I.		DEMORA		Eje 3 N.		DEMORA		Eje 4 N.	
Locación:																							
kilometraje:		0.000				0.665				1.995				2.432				3.439				4.484	
Numero de corridas	1	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO	
		7:40:00		0		7:40:53		2	SE	7:43:05		30	SE	7:46:23		12	SE	7:48:43		12	SE	7:49:38	
2															15	SE							

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE FLORIDA														FORM 750-020-14 TRAFFIC ENGINEERING 09/98									
DATOS DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS														PÁGINA <u>2</u> DE <u>2</u>									
RUTA: SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIO (SUR - NORTE)							LOCACIÓN: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO																
CIUDAD: DISTRITO FEDERAL							PAÍS: MÉXICO																
FECHA: 11 MARZO 2014				CLIMA: TEMPLADO				OBSERVACIONES:															
CÓDIGOS DE DEMORA																							
SA= SEÑAL DE ALTO				SE= SEMÁFORO				VI= VUELTA IZQUIERDA				VE= VEHICULOS ESTACIONADOS											
PE= PEATONES				AC= ACCIDENTE				A= ASCENSO Y DESCENSO				C= CONGESTIONAMIENTO											
Punto de control:		Eje 4 N.		DEMORA		Aragón		DEMORA		R. Remé		DEMORA				DEMORA				DEMORA			
Locación:																							
kilometraje:		4.484				5.529				8.816													
Numero de corridas	1	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO		Seg.	Causa	TIEMPO	
		7:49:38		12	SE	7:52:12		6	SE	7:59:03													
2																							
							33	SE															
						44	SE																
						3	SE																

Una vez llenado esta hoja con las tres corridas correspondientes se procede a llenar la hoja resumen como se muestra a continuación:

- Promedio de tiempo de viaje $PTV = \frac{(53+78+59)/3}{3600} = 0.01759 (h)$
- Promedio de rapidez de viaje $PRV = \frac{0.665}{0.018} = 37.8 (km/h)$

- Promedio de demoras $PD = \frac{(0+15+0)/3}{3600} = 0.0013 (h)$
- Promedio de tiempo de recorrido $PTR = 0.0175 - 0.0013 = 0.0016 (h)$
- Promedio de rapidez de circulación $PRC = \frac{0.016}{0.665} = 41.04 (km/h)$

Estas operaciones se repiten en todos los puntos de control siguientes. Después se realizan las operaciones para la parte inferior de la hoja:

- Total de longitud de viaje

$$TLV = 0.665 + 1.33 + 0.437 + 1.007 + 1.045 + 1.045 + 3.287 = 8.816 (km)$$

- Promedio total de las demoras $PTTD = \frac{(357+363+359)/3}{3600} = 0.0999 (h)$
- Promedio total de viaje $PTTV = \frac{(1143+1167+1170)/3}{3600} = 0.322 (h)$
- Promedio total de circulación $PTC = \frac{(786+804+811)/3}{3600} = 0.222 (h)$
- Velocidad promedio de viaje $VPV = \frac{8.816}{0.322} = 27.36 (km/h)$
- Velocidad promedio circulación $VPC = \frac{8.816}{0.222} = 39.65 (h)$

Con estos datos podemos llenar la tabla resumen y se continúa con la deducción del nivel de servicio.

DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE DEL ESTADO DE FLORIDA														FORM TSD-020-19 TRAFFIC ENGINEERING 07/99							
RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA														PÁGINA 1 DE 1							
RUTA: SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIOS							LOCALIDAD: VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO														
CIUDAD: DISTRITO FEDERAL							PAÍS: MÉXICO														
FECHA: 11 MARZO 2014				CLIMA: TEMPLADO				OBSERVACIONES: AUTO FLOTANTE													
Puntos de control	Km	NÚMERO DE CORRIDAS												Prom. de tiempo de viaje	Prom. de rapidez de viaje	Prom. de demoras	Prom. de tiempo de recorrido	Prom. de rapidez de circulación			
		1		2		3		4		5		6									
		Tiempo de viaje	Demora	Tiempo de viaje	Demora	Tiempo de viaje	Demora	Tiempo de viaje	Demora	Tiempo de viaje	Demora	Tiempo de viaje	Demora								
0	0.665	53	0	78	15	59	0									0.018	37.8	0.001	0.016	41.04	
1	1.33	132	2	127	0	154	23									0.038	34.78	0.002	0.036	37.021	
2	0.437	198	120	221	136	167	94									0.054	8.054	0.032	0.022	19.998	
3	1.007	140	69	119	48	108	27									0.034	29.63	0.013	0.021	48.77	
4	1.045	55	12	40	0	59	15									0.014	73.28	0.003	0.12	88.866	
5	1.045	154	56	50	49	172	68									0.044	23.71	0.016	0.028	37.248	
6	3.287	411	98	432	115	451	132									0.120	27.43	0.032	0.088	37.407	
7																					
8																					
9																					
10																					
TOTAL	8.816	1143	357	1167	363	1170	359														
Duración de recorrido		768		804		811															
Total de longitud de viaje=		8.816		Km		Promedio total de viaje=		0.322		h		Velocidad promedio de viaje=		27.36		km/h					
Promedio de las demoras totales de viaje=		0.1h		Promedio total de circulación=		0.222		h		Velocidad promedio de circulación=		39.655		Km/h							

Para el nivel de servicio se necesita la velocidad promedio de viaje que en este caso es de 27.36 km/h, la velocidad a flujo libre (65 km/h) y la clase de arteria urbana (II) ambas se mencionaron anteriormente. Se entra a la tabla 3.1, y se deduce que el nivel de servicio de todo el tramo es "D".

Todos los cálculos realizados se realizan para cada horario, sentido, y tipo de vehículo (Todas las hojas de resumen que se llenaron, se encuentran en el anexo B sección 2). En el capítulo siguiente se resumen todos los resultados obtenidos para poder compararlos con más facilidad.

CAPÍTULO 8 ANÁLISIS Y RESUMEN DE LOS RESULTADOS

Luego de emplear la metodología del HCM 2000 para el análisis del corredor estudiado, fueron realizados los análisis comparativos de los resultados obtenidos actualmente (2014) y los obtenidos en el 2003.

Todos los resultados mostrados a continuación son tablas resumen las cuales muestran el resultado al que se llegó después de varios cálculos en hojas de Excel, y haber llenado varias hojas de campo.

Las tablas donde se desarrollaron todos los procedimientos y cálculos se incluyen en el anexo B, el cual está dividido en 4 secciones:

- 1.- Hojas de campo del estudio del 2003 realizadas por el Gobierno del Distrito Federal
- 2.- Hojas de resumen con el formato del departamento de transporte del estado de Florida
- 3.- Tablas de nivel de servicio por segmentos
- 4.- Tablas de nivel de servicio por tramo

8.1 VELOCIDAD DE VIAJE Y DE RECORRIDO

Los resultados que se muestran a continuación están divididos en dos partes:

- Los resultados obtenidos por el método del auto flotante

I.I Estudio 2003

I.II Estudios 2014

- Los resultados obtenidos por transporte público

II.I Estudios 2003 (Microbús)

II.II Estudios 2014 (Metrobús)

Todos ellos en tres horarios: Hora pico A.M, Hora Valle, y Hora pico P.M.

8.1.1 Auto particular

8.1.1.1 Hora pico A.M.

- Resultados de la prueba de San Lázaro – Río de los Remedios

Tabla 8.1 Resultados 2003 Sur-Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2003 (SUR-NORTE) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	708
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	1.137
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.940
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	7.756
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	9.379

Tabla 8.2 Resultados 2014 Sur - Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2014 (SUR-NORTE) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	360
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.322
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.222
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	27.360
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	39.655

Comparando las velocidades de la tabla 8.1 y 8.2 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 71.65 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 76.34%.

- Resultados de la prueba de Río de los Remedios – San Lázaro en hora pico A.M. con auto flotante.

Tabla 8.3 Resultados 2003 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	768
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	1.052
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.838
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	8.383
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	10.516

Tabla 8.4 Resultados 2014 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2014 (NORTE - SUR) HORA PICO A.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	1260
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.774
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.424
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	11.396
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	20.816

Comparando las velocidades de la tabla 8.3 y 8.4 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 26.44 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 49.48%.

8.1.1.2 Hora valle

- Resultados de la prueba de San Lázaro – Río de los Remedios en hora valle con auto flotante.

Tabla 8.5 Resultados 2003 Sur-Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2003 (SUR - NORTE) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	431
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.892
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.773
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	9.881
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	11.412

Tabla 8.6 Resultados 2014 Sur - Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2014 (SUR-NORTE) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	360
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.316
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.216
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	27.922
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	40.846

Comparando las velocidades de la tabla 8.5 y 8.6 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 64.61 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 72.06%.

- Resultados de la prueba de Río de Remedios – San Lázaro en hora valle con auto flotante.

Tabla 8.7 Resultados 2003 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2003 (NORTE - SUR) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	464
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.849
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.721
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	10.379
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	12.235

Tabla 8.8 Resultados 2014 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2014 (NORTE - SUR) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	450
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.363
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.238
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	24.301
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	37.077

Comparando las velocidades de la tabla 8.7 y 8.8 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 57.29 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 67%.

8.1.1.3 Hora pico P.M.

- Resultados de la prueba de San Lázaro – Río de los Remedios en hora pico P.M. con auto flotante.

Tabla 8.9 Resultados 2003 Sur-Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2003 (SUR-NORTE) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	441
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.605
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.483
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	14.565
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	18.261

Tabla 8.10 Resultados 2014 Sur - Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2014 (SUR-NORTE) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	441
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.361
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.238
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	24.420
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	36.976

Comparando las velocidades de la tabla 8.9 y 8.10 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 40.35 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 50.61%.

- Resultados de la prueba de Río de los Remedios – San Lázaro en hora pico P.M. con auto flotante.

Tabla 8.11 Resultados 2003 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	689
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.701
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.510
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	12.574
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	17.296

Tabla 8.12 Resultados 2014 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
AUTO FLOTANTE 2014 (NORTE - SUR) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	671
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.412
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.225
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	21.411
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	39.102

Comparando las velocidades de la tabla 8.11 y 8.12 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 41.27 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 55.76%

Con los resultados mostrados se ve que después de 11 años la velocidad a mejorado notablemente, realizando un promedio de los tres horarios tenemos de San Lázaro a Río de los Remedios hay una mejora de 58.87% y en el otro sentido una mejora de 41.67%, el promedio general de mejora en transporte privado de 50.27% en la velocidad de viaje.

8.1.2 Transporte Público

8.1.2.1 Hora pico A.M.

- Resultados de la prueba de San Lázaro – Río de los Remedios en hora pico A.M. en transporte público

Tabla 8.13 Resultados 2003 Sur-Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
MICROBUSS 2003 (SUR - NORTE) HORA PICO A.M.	
LONGUITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	1042
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	1.914
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	1.625
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	4.605
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	5.425

Tabla 8.14 Resultados 2014 Sur - Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2014 (SUR - NORTE) HORA PICO A.M.	
LONGUITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	542
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.443
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.292
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	19.91
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	30.16

Comparando las velocidades de la tabla 8.13 y 8.14 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 76.88 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 82.01%

- Resultados de la prueba de Río de los Remedios – San Lázaro en hora pico A.M. en transporte público.

Tabla 8.15 Resultados 2003 Norte – Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
MICROBUS 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO A.M.	
LONGUITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	1008
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.953
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.673
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	9.253
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	13.104

Tabla 7.16 Resultados 2014 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2014 (NORTE - SUR) HORA PICO A.M.	
LONGUITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	644
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.491
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.312
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	17.95
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	28.23

Comparando las velocidades de la tabla 8.15 y 8.16 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 48.46 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 53.59%

8.1.2.2 Hora valle

- Resultados de la prueba de San Lázaro – Río de los Remedios en hora valle en transporte público

Tabla 8.17 Resultados 2003 Sur-Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2003 (SUR - NORTE) HORA VALLE	
LONGUITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	719
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	1.373
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	1.174
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	6.419
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	7.512

Tabla 8.18 Resultados 2014 Sur - Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2014 (SUR - NORTE) HORA VALLE	
LONGUITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	541
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.466
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.316
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	18.89
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	27.88

Comparando las velocidades de la tabla 8.17 y 8.18 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 66.03 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 73.05%

- Resultados de la prueba de Río de los Remedios – San Lázaro en hora valle en transporte público

Tabla 8.19 Resultados 2003 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2003 (NORTE -SUR) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	757
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.936
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.726
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	9.420
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	12.15

Tabla 8.20 Resultados 2014 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2014 (NORTE - SUR) HORA VALLE	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	572
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.483
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.324
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	18.26
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	27.24

Comparando las velocidades de la tabla 8.19 y 8.20 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 48.43 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 55.39%

8.1.2.3 Hora pico P.M

- Resultados de la prueba de San Lázaro – Río de los Remedios en hora pico P.M. en transporte público

Tabla 8.21 Resultados 2003 Sur-Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
MICROBUS 2003 (SUR - NORTE) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	710
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	1.031
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.834
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	8.548
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	10.56

Tabla 8.22 Resultados 2014 Sur - Norte

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2014 (SUR - NORTE) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	739
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.510
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.305
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	17.28
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	28.94

Comparando las velocidades de la tabla 8.21 y 8.22 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoró un 50.56 % y la velocidad promedio de circulación mejoró 63.49%

- Resultados de la prueba de Río de los Rios de los Remedios – San Lázaro en hora pico P.M. en transporte público

Tabla 8.23 Resultados 2003 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
MICROBUS 2003 (NORTE - SUR) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	653
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.880
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.699
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	10.018
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	12.619

Tabla 8.24 Resultados 2014 Norte - Sur

RESUMEN DE RESULTADOS	
METROBÚS 2014 (NORTE - SUR) HORA PICO P.M.	
LONGITUD TOTAL DE VIAJE (km)	8.816
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (s)	449
PROMEDIO TOTAL DE VIAJE (h)	0.474
PROMEDIO TOTAL DE RECORRIDO (h)	0.349
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	18.596
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)	25.242

Comparando las velocidades de la tabla 8.23 y 8.24 obtenemos que la velocidad promedio de viaje mejoro un 46.13 % y la velocidad promedio de circulación mejoro 50.00%

De igual manera que el transporte privado, el transporte público también mejoro bastante la velocidad tanto de viaje como de circulación. Haciendo un promedio de los tres horarios de San Lázaro a Río de los Remedios se mejoró un 64.49% la velocidad de viaje y norte a sur se mejoró un 49.38%, dando un promedio total de mejora de 56.94% en la velocidad de viaje.

8.2 TIEMPO DE RECORRIDO

Los tiempos de recorrido resultados en este estudio son muchos más cortos que los resultados en el estudio del 2003, estos hace que los usuarios del Metrobús y los del transporte privado tarden menos tiempo a sus actividades diarias. Anteriormente se llegaban a tardar hasta 2 horas pero ahora tardan poco menos de 30 minutos.

Sabiendo que la velocidad es inversamente proporcional al tiempo, y la distancia que tenemos de tramo es 8.816 km la cual es constante, si la velocidad de viaje aumenta el tiempo de recorrido disminuye y si la velocidad disminuye el tiempo aumenta.

$$Velocidad = \frac{8.816 \text{ km}}{tiempo}$$

Por lo anterior el porcentaje de reducción en el tiempo de recorrido será el mismo que el porcentaje de mejora en la velocidad de viaje.

8.2.1 Transporte privado

8.2.1.1 Hora pico A.M.

Tabla 8.25 Resultados Sur - Norte

HORA PICO A.M. (AUTO FLOTANTE)	
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
1.14	0.32
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
71.65%	

Tabla 8.26 Resultados Norte – Sur

HORA PICO A.M. (AUTO FLOTANTE)	
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LAZARO	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
1.05	0.77
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
26.44%	

8.2.1.2 Hora valle Auto flotante

Tabla 8.27 Resultados Sur - Norte

HORA VALLE (AUTO FLOTANTE)	
SAN LAZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.89	0.32
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
64.61%	

Tabla 8.28 Resultados Norte – Sur

HORA VALLE (AUTO FLOTANTE)	
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LAZARO	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.85	0.36
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
57.29%	

8.2.1.3 Hora pico P.M.

Tabla 8.29 Resultados Sur - Norte

HORA PICO P.M. (AUTO FLOTANTE)	
SAN LAZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.61	0.36
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
40.35%	

Tabla 8.30 Resultados Norte – Sur

HORA PICO P.M. (AUTO FLOTANTE)	
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LAZARO	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.70	0.41
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
41.27%	

8.2.2 Transporte público

8.2.2.1 Hora pico A.M.

Tabla 8.31 Resultados Sur - Norte

HORA PICO A.M. (TRANSPORTE PÚBLICO)	
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
1.91	0.44
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
76.88%	

Tabla 8.32 Resultados Norte – Sur

HORA PICO A.M. (TRANSPORTE PÚBLICO)	
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.95	0.49
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
48.46%	

8.2.2.2 Hora valle

Tabla 8.33 Resultados Sur - Norte

HORA VALLE (TRANSPORTE PÚBLICO)	
SAN LAZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
1.37	0.47
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
66.03%	

Tabla 8.34 Resultados Norte – Sur

HORA VALLE (TRANSPORTE PÚBLICO)	
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LAZARO	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.94	0.48
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
48.43%	

8.2.2.3 Hora pico P.M

Tabla 8.35 Resultados Sur - Norte

HORA PICO P.M. (TRANSPORTE PÚBLICO)	
SAN LAZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
1.03	0.51
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
50.56%	

Tabla 8.36 Resultados Norte – Sur

HORA PICO P.M. (TRANSPORTE PÚBLICO)	
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LAZARO	
TIEMPO DE RECORRIDO (h)	
0.88	0.47
2003	2014
REDUCCIÓN EN TIEMPO DE RECORRIDO	
46.13%	

En las tablas 8.25 a la 8.36 se muestra como el automóvil realiza menos tiempo de recorrer el tramo, pero realizando el promedio de las horas, obtenemos que el auto particular tarda 0.42 h y el Metrobús 0.48 h, esto hace al auto particular un 11.14% más rápido a comparación del Metrobús.

8.3 NIVEL DE SERVICIO

Teniendo la velocidad de viaje promedio y con ayuda de la tabla 3.1, se calculó el nivel de servicio, este fue realizado por segmentos y por tramo, mismos que se puntualizaron en el capítulo 7, recordando que el nivel de servicio en transporte público se hizo con una clasificación III.

8.3.1 Nivel de servicio del Transporte privado por segmentos

8.3.1.1 Hora pico A.M.

Tabla 8.37 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO- EJE 1 NORTE	F	C
EJE 1 NORTE - CANAL DEL NORTE	F	C
CANAL DEL NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - EJE 3 NORTE	F	D
EJE 3 NORTE - EJE 4 NORTE	F	A
EJE 4 NORTE - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - RIO DE LOS REMEDIOS	F	D

Los niveles de servicio que resultaron son distintos de una sección a otra, varían de NS “A” hasta el “F”, esto se debe a la presencia de semáforos o puntos que generen alguna demora (congestionamiento) y no se logra alcanzar una velocidad alta.

Tabla 8.38 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	F
SAN JUAN DE ARAGÓN - EJE 4 NORTE	F	F
EJE 4 NORTE - EJE 3 NORTE	F	D
EJE 3 NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - CANAL DEL NORTE	F	F
CANAL DE NORTE - EJE 1 NORTE	F	F
EJE 1 NORTE - SAN LÁZARO	F	F

Viendo la tabla 8.37 y 8.3.8 se observa que aunque es el mismo corredor y la hora es “hora pico A.M.” no se tienen los mismos niveles de servicio, debido a que en ese horario las personas se desplazan al sur, ocasionando más congestión.

8.3.1.2 Hora valle

Tabla 8.39 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO- EJE 1 NORTE	F	C
EJE 1 NORTE - CANAL DEL NORTE	F	E
CANAL DEL NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - EJE 3 NORTE	F	B
EJE 3 NORTE - EJE 4 NORTE	F	B
EJE 4 NORTE - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	D
SAN JUAN DE ARAGÓN - RIO DE LOS REMEDIOS	F	C

Tabla 8.40 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	D
SAN JUAN DE ARAGÓN - EJE 4 NORTE	F	A
EJE 4 NORTE - EJE 3 NORTE	F	F
EJE 3 NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - CANAL DEL NORTE	F	F
CANAL DE NORTE - EJE 1 NORTE	F	E
EJE 1 NORTE - SAN LÁZARO	F	D

Tanto en la tabla 8.39 y 8.40 existen tramos donde el nivel de servicio no ha cambiado, esto no significa que el tramo no funcione adecuadamente, o que la velocidad sea la misma de hace 11 años, si no que no se alcanza una velocidad alta por la presencia de semáforos.

8.3.1.3 Hora pico P.M.

Tabla 8.41 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO- EJE 1 NORTE	F	E
EJE 1 NORTE - CANAL DEL NORTE	F	F
CANAL DEL NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - EJE 3 NORTE	F	B
EJE 3 NORTE - EJE 4 NORTE	F	C
EJE 4 NORTE - SAN JUAN DE ARAGÓN	E	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - RIO DE LOS REMEDIOS	D	D

Tabla 8.42 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN JUAN DE ARAGÓN	E	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - EJE 4 NORTE	F	A
EJE 4 NORTE - EJE 3 NORTE	F	F
EJE 3 NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - CANAL DEL NORTE	F	D
CANAL DE NORTE - EJE 1 NORTE	F	F
EJE 1 NORTE - SAN LÁZARO	F	F

En las tablas 8.41 y 8.42 se muestra que algunos tramos el nivel de servicio aumentó y en otros no, esto se debe tanto a la presencia de congestión en circuito interior por ser una intersección importante y donde hay mucha afluencia de automóviles y porque en otros puntos del tramo no hay tanta movilidad.

8.3.2 Nivel de servicio del Transporte público por segmentos

8.3.2.1 Hora pico A.M.

Tabla 8.43 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO- EJE 1 NORTE	F	F
EJE 1 NORTE - CANAL DEL NORTE	F	C
CANAL DEL NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - EJE 3 NORTE	F	D
EJE 3 NORTE - EJE 4 NORTE	F	E
EJE 4 NORTE - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - RIO DE LOS REMEDIOS	F	E

Tabla 8.44 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - EJE 4 NORTE	F	E
EJE 4 NORTE - EJE 3 NORTE	F	F
EJE 3 NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	C
CIRCUITO INTERIOR - CANAL DEL NORTE	F	F
CANAL DE NORTE - EJE 1 NORTE	F	F
EJE 1 NORTE - SAN LÁZARO	F	E

Se observa en las tablas 8.43 y 8.44 que en el 2003 el nivel de servicio era muy malo, y aunque en el en curso los niveles de servicio no aumentaron tanto esto no se debe a que el servicio de transporte sea malo si no que la proximidad de las estaciones y semáforos hace que el Metrobús no alcance una velocidad suficientemente alta.

8.3.2.2 Hora valle

Tabla 8.45 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO- EJE 1 NORTE	F	E
EJE 1 NORTE - CANAL DEL NORTE	F	E
CANAL DEL NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - EJE 3 NORTE	F	D
EJE 3 NORTE - EJE 4 NORTE	F	F
EJE 4 NORTE - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - RIO DE LOS REMEDIOS	F	E

Tabla 8.46 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - EJE 4 NORTE	F	E
EJE 4 NORTE - EJE 3 NORTE	F	E
EJE 3 NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - CANAL DEL NORTE	F	F
CANAL DE NORTE - EJE 1 NORTE	F	F
EJE 1 NORTE - SAN LÁZARO	F	C

8.3.2.3 Hora pico P.M.

Tabla 8.47 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO- EJE 1 NORTE	F	D
EJE 1 NORTE - CANAL DEL NORTE	F	E
CANAL DEL NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	F
CIRCUITO INTERIOR - EJE 3 NORTE	F	D
EJE 3 NORTE - EJE 4 NORTE	F	E
EJE 4 NORTE - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	D
SAN JUAN DE ARAGÓN - RIO DE LOS REMEDIOS	A	E

Tabla 8.48 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN JUAN DE ARAGÓN	F	E
SAN JUAN DE ARAGÓN - EJE 4 NORTE	F	E
EJE 4 NORTE - EJE 3 NORTE	F	E
EJE 3 NORTE - CIRCUITO INTERIOR	F	E
CIRCUITO INTERIOR - CANAL DEL NORTE	F	E
CANAL DE NORTE - EJE 1 NORTE	B	F
EJE 1 NORTE - SAN LÁZARO	F	F

En la tabla 8.47 se muestra que el tramo San Juan de Aragón – Río de los Remedios tiene un nivel de servicio “A”, que es algo no congruente, esto es debido que el gobierno en el 2003 solo realizó una prueba por cada horario, y se nota que en algunos tramos hay errores al igual que en la tabla 8.48 en el tramo Canal de Norte – Eje 1 Norte.

8.3.3 Nivel de servicio del Transporte privado por tramo

8.3.3.1 Hora pico A.M.

Tabla 8.49 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	F	D

Tabla 8.50 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	F	F

8.3.3.2 Hora valle

Tabla 8.51 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	F	D

Tabla 8.52 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	F	E

8.3.3.3 Hora pico P.M.

Tabla 8.53 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	F	E

Tabla 8.54 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	F	E

De la tabla 8.49 a la 8.54 resultó que en el transporte privado el nivel de servicio mejoró, es cierto que no mejoró mucho, pero es una mejora que en cuestión de tiempo y de velocidad sí se puede notar un mayor incremento.

8.3.4 Nivel de servicio del Transporte público por tramo

8.3.4.1 Hora pico A.M.

Tabla 8.55 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	F	E

Tabla 8.56 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	F	E

8.3.4.2 Hora valle

Tabla 8.57 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	F	E

Tabla 8.58 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	F	E

8.3.4.3 Hora pico P.M.

Tabla 8.59 Nivel de Servicio Sur - Norte

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	F	E

Tabla 8.60 Nivel de Servicio Norte - Sur

COMPARACIÓN DE NIVEL DE SERVICIO		
	2003	2014
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	F	E

En las tablas referidas para el transporte público de la 8.55 a la 8.60 se muestra una leve mejoría en el nivel de servicio, no como en el transporte privado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo, el caso del Metrobús el nivel de servicio no se ve mejorado significativamente, esto se debe a la proximidad de estaciones, y de semáforos, ya que no se alcanza una velocidad lo suficientemente alta, sin embargo el tiempo de recorrido se ve disminuido en un 76.88% en hora pico A.M., 66.03% en hora pico P.M y un 50.56% en hora valle, en una dirección de sur a norte, en sentido opuesto las disminuciones son 53.59%, 48.43% y 46.13 respectivamente. Al ser la velocidad directamente proporcional al tiempo las mejoras son los mismos porcentajes que se mencionaron anteriormente. Esto hace que la implementación del Metrobús tuvo una mejoría bastante buena, porque a los usuarios de este sistema de transporte no les interesa el nivel de servicio que tiene un corredor, si no el tiempo que les lleva trasladarse de un lugar a otro.

Si en dado caso se quisiera mejorar el nivel de servicio, la solución sería sincronizar los semáforos al paso del Metrobús esto para que dicho transporte pueda alcanzar una velocidad elevada, con esto se mejoría aún más tanto el tiempo como la velocidad de recorrido.

Por otro lado el transporte privado tiene una mejoría un poco más baja, reduciendo el tiempo de recorrido de sur a norte de 71.65% en hora pico A.M., 64.61% en hora valle y 40.35% en hora pico P.M., en sentido opuesto 26.44%, 57.29% y 41.27 % respetivamente. Todas estas mejorías también se deben gracias a la implementación del Metrobús, por que las personas ahora prefieren transportarte en transporte público y así hay menos autos particulares.

Al implementar una nueva ruta de Metrobús no solo se beneficia al usuario de transporte público sino también al privado.

Al realizar este tipo de estudios hay que tener cuidado en realizar por lo menos tres pruebas en cada horario para poder obtener resultados precisos y certeros, porque tomando como referencia los estudios realizados en 2003 puede llegar a ver cierto error ya que dichos estudios solo se realizaron una vez por horario ya que se alcanzaron velocidades muy altas en tramos que desde esa fecha hasta hoy no ha habido cambios geométricos solo la eliminación de la vuelta inglesa.

Resumiendo los beneficios que se obtuvieron al implementar la línea de Metrobús tenemos:

- Reducción de más de un 50% en tiempos de viaje en el Eje 3 Oriente.
- Mejoró la calidad de vida al permitir una mayor disponibilidad de tiempo
- Se reordenó el transporte de superficie
- Se brindó un servicio de transporte masivo a las zonas habitaciones y residenciales de Eduardo Molina y el nor-oriente del Distrito Federal con la red de transporte público de la Ciudad de México.
- Se fomentó la utilización de transporte de superficie, así como transporte no contaminante con la construcción de de ciclovías y biciestacionamientos.
- Mejoró las opciones de conexión, Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza con las principales zonas de servicios, empleos, educación y recreación de la Ciudad.

- Se beneficiará a los habitantes de las delegaciones Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza –demarcaciones donde estarán ubicadas las paradas de este medio de transporte--- pero también de Iztacalco, Iztapalapa, Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco, además de los municipios mexiquenses de Ecatepec y Tlalnepantla
- Se dejarán de emitir 10,000 toneladas de bióxido de carbono al año.
- Se estima que un 15% de los usuarios de la línea 5, son personas que dejaron su automóvil por este nuevo medio de transporte.
- Integrar la operación con los demás modos de transporte
- Incentivar el uso del transporte público en lugar de los vehículos particulares, al dar prioridad a la movilidad de personas y no de automóviles
- Brindar 100% accesibilidad a las personas con discapacidad

Por ultimo comprobamos que es mínima la ventaja que se tiene al utilizar transporte privado comparado contra el Metrobús, ya que solo es un 11.14% más rápido.

Mencionados todos los resultados obtenidos y descritos todos los beneficios que se tienen por la implementación del sistema Metrobús. Se concluye que la implementación de este sistema de transporte beneficia tanto al usuario de transporte público como al usuario del transporte privado, pero destacando que usar el Metrobús se tienen muchos más beneficios

Con la realización de esta tesis se puede notar la importancia que se tiene al dejar a un lado el vehículo particular y optar por trasladarse en transporte público, pero para esto se tiene que fomentar una cultura tanto a los usuarios, los no usuarios y el gobierno, para que estos promuevan la construcción de sistemas como el Metrobús y así la población pueda tener una mayor y facilidad de desplazamiento.

Este estudio puede servir de referencia para ver los beneficios que se tuvieron al implementar el sistema de Metrobús en otros corredores y también para futuros proyectos de este mismo sistema de transporte.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

Cal & Mayor y Asociados, 2005. Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte, Estudios de tránsito para tránsito vehicular, p. 20-28.

Cal y Mayor R. Rafael y Cárdenas G., J. 2007. Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y aplicaciones. 8ª edición. México. Alfaomega.

Cervantes Trejo, A. 2009. Accidentes de Tránsito: Asunto de Estado y Salud Pública. Movilidad Amable, p. 100-101.

Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, Informe de Brundtland, Nuestro Futuro Común 1987.

EPDC, El poder del consumidor, noviembre 2012. Perdidas millonarias por fallas en la movilidad urbana, la urgencia de optimizar los corredores de transporte público en la zona metropolitana del Valle de México.

Gaceta Oficial del Distrito Federal, Decima Séptima Época, 17 Octubre de 2013. No 1714.

ITDP, El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, octubre 2012. Perspectivas de Crecimiento de la Red Metrobús y Transporte Integrado del Distrito Federal a 2018.

ITDP, El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2013, Primera fase Metrobús línea 5- Calle completa.

Manual on Uniform Traffic Studies, juaunary 2000. "Travel time and delay study".

Morales Sosa, H.A. 2006. Ingeniería Vial I. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo.

Secretaria de Salud. 2010. Metodología para desarrollar un observatorio de lesiones causadas por el tránsito.

TRB, 2000. Highway Capacity Manual, National Research Council, Washington D.C. Transportation Research Board.

ANEXOS

ANEXO A. Metodología del estudio

Estudios de tiempo de viaje para determinar el nivel de servicio.

Los siguientes pasos se aplican el método de “test-car” para determinar el tiempo de viaje y el nivel de servicio para las arterias urbanas.

1.- Identificar e inventariar las geometrías y los controles de acceso de cada uno de los segmentos de la calle, la longitud del segmento, la frecuencia del señalamiento, y la tasa de flujo en un periodo de 15 min para la hora seleccionada del día, como el período pico de la mañana, el período pico de la tarde, y una tasa representativa fuera de la temporada alta en la dirección de flujo.

2.- Determinar la velocidad de flujo libre apropiado para la sección de la calle. Esto se puede determinar haciendo carreras con un velocímetro calibrado durante los períodos de bajo volumen. Un observador debe leer el velocímetro a la mitad de la cuadra cuando el vehículo no se vea impedida por otro y registrar la velocidad de lectura para cada segmento o tramo. Estas observaciones pueden ser complementadas por estudios de velocidad a media calle durante condiciones de bajo volumen. Otros datos, como el tipo de diseño, puntos de acceso, el desarrollo de la carretera, y el límite de velocidad, también pueden ser considerados.

3.- Utilice las tablas 3.3 y 3.4, junto con la información física y la velocidad de flujo libre para determinar la clase urbana de la calle.

4.- Al hacer el “test Car” el tiempo de viaje se ejecuta sobre la sección de la calle durante las horas seleccionadas

a) Utilizar el equipo adecuado para obtener la información señalada en el cuadro A.1. El equipo puede ser computarizado o simplemente un par de cronómetros.

b) Los tiempos de viaje en las intersecciones señalizadas deben ser registradas, junto con la ubicación, la causa y la duración de cada parada.

c) Prueba de los coches deben comenzar en diferentes momentos en el ciclo del semáforo para evitar todos los viajes empiecen con el primero en el pelotón.

d) Algunas lecturas del velocímetro en la mitad de la calle también se deben registrar para comprobar las velocidades de viaje sin obstáculos y como estos se relacionan con la velocidad de flujo libre.

e) Los datos deben resumirse para cada segmento y cada período de tiempo, el tiempo de viaje promedio, el promedio de tiempo de demoras por una señal, y otras paradas y eventos.

f) El número de carreras de prueba de coches dependerán de la varianza en los datos. De seis a 12 carreras pueden ser adecuadas para cada condición de tráfico-volumen.

g) Si está disponible, un coche de prueba instrumentado se debe utilizar para reducir los requisitos de mano de obra y para facilitar la grabación y el análisis. Los resultados del “test-car” proporcionan todos los datos registrados y analizados por la computadora los cuales actualmente son muy comunes.

5.- La velocidad de viaje promedio, en base a los tiempos de viaje y longitudes de los segmentos, se debe determinar para cada segmento y para cada período de tiempo. La velocidad media de viajes para toda la sección urbana de la arteria también se debe determinar.

6.- Con la tabla 3.1 se obtiene un nivel de servicio, un valor para cada segmento de arteria urbana y para cada arteria urbana total para cada período de tiempo y la dirección del flujo. Esto se realiza mediante la comparación de la velocidad de viaje promedio a partir del paso 5 con los valores de velocidad para la clase de arteria apropiada en la tabla 3.1.



7.- Los datos de la prueba de coches pueden ser modificados para evaluar los diferentes planes de temporización de la señal. Como se muestra en la tabla 3.6 existen factores de ajuste se pueden aplicar a las demoras para evaluar cómo los cambios podrían afectar la velocidad de viaje promedio y nivel de servicio.

Tabla A.1 Hoja de campo para estudio de tiempo y demoras, Departamento de transporte del estado de Florida

STATE OF FLORIDA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION TRAFFIC ENGINEERING (7700)															
TRAVEL TIME AND DELAY STUDY FIELD SUMMARY															
FORM T-200 (03-18)															
ROADWAY I.D.: _____															
CITY: _____															
LOCATION: _____															
COUNTY: _____															
DATE: _____															
WEATHER: _____															
OBSERVERS: _____															
CONTROL POINT	MILES	RUN NUMBER						AVG. TRAVEL TIME	AVG. TRAVEL SPEED	AVG. DELAY	AVG. RUNNING TIME	AVG. RUNNING SPEED	SHEET _____ OF _____		
		1	2	3	4	5	6								
		TRAVEL TIME	DELAY	TRAVEL TIME	DELAY	TRAVEL TIME	DELAY	TRAVEL TIME	DELAY	TRAVEL TIME	DELAY				
0															
1															
1															
2															
2															
3															
3															
4															
4															
5															
5															
6															
6															
7															
7															
8															
8															
9															
9															
10															
TOTALS															
RUNNING TIME		miles		Secs.		miles		Secs.		miles		Secs.		mph	
TOTAL TRIP LENGTH=		AVERAGE TOTAL TRAVEL TIME=		AVERAGE TOTAL TRAVEL TIME=		AVERAGE TOTAL TRAVEL TIME=		AVERAGE TOTAL TRAVEL TIME=		AVERAGE TOTAL TRAVEL SPEED=		AVERAGE TOTAL TRAVEL SPEED=		mph	
AVERAGE TOTAL TRIP DELAY=		AVERAGE TOTAL RUNNING TIME=		AVERAGE TOTAL RUNNING TIME=		AVERAGE TOTAL RUNNING TIME=		AVERAGE TOTAL RUNNING TIME=		AVERAGE TOTAL RUNNING SPEED=		AVERAGE TOTAL RUNNING SPEED=		mph	

ANEXO B. Tablas de resultados

Sección 1. Hojas de campo del estudio del 2003 realizadas por el Gobierno del Distrito Federal

		GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL México • La Ciudad de la Esperanza							
CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A)		COND. CLIMA:	TEMPLADO	HORA DE INICIO: 7:34:19		HRS.			
SENTIDO: SUR - NORTE		FECHA:	02/10/2003	HORA DE TERMINACION: 8:42:31		HRS.			
		PERIODO:	1	TIEMPO DE RECORRIDO: 1.137		HRS.			
				TIPO DE UNIDAD: PARTICULAR					
TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA HH : MM : SS	DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
SAN LAZARO-EJE 1 NORTE	SAN LAZARO	7 : 34 : 19	59	SE	0.053	0.016 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	12.534	9.576	0.665
EJE 1 NORTE-CANAL DEL NORTE	EJE 1 NORTE	7 : 38 : 29	21 54	SE SE	0.108	0.006 0.015 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	12.372	10.364	1.330
CANAL DEL NORTE-CIRCUITO INTERIOR	CANAL DEL NORTE	7 : 46 : 11			0.040	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	11.001	11.001	0.437
CIRCUITO INTERIOR-EJE 3 NORTE	CIRCUITO INTERIOR	7 : 48 : 34	18 21 12 7 9	C C C C C	0.156	0.005 0.006 0.003 0.002 0.003 0.000 0.000	6.462	5.773	1.007
EJE 3 NORTE-EJE 4 NORTE	EJE 3 NORTE	7 : 59 : 02	18 11 6 7 8 6 7 4	SE C C C VI C C C	0.269	0.005 0.003 0.002 0.002 0.002 0.002 0.002 0.001 0.000	3.886	3.635	1.045
EJE 4 NORTE-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	EJE 4 NORTE	8 : 16 : 17	74 8 11 7 4 13	SE C C C VD C	0.116	0.021 0.002 0.003 0.002 0.001 0.004 0.000 0.000 0.000 0.000	9.043	7.058	1.045
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	8 : 25 : 10	11 9 23 7 18 15 44 13 5 17 161	C C SE C C C SE C C SE SE	0.199	0.003 0.003 0.006 0.002 0.005 0.004 0.012 0.004 0.001 0.005 0.045	16.481	11.367	3.287
RIO DE LOS REMEDIOS-	RIO DE LOS REMEDIOS	8 : 42 : 31							
TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO		1.137	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO		8.396	KMHR		
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS		0.197	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO		10.254	KMHR		
TIEMPO DE CICLO		1.333	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS		0.003	HRS		
CAUSA:		AC: ACCIDENTE VI: VUELTA IZQUIERDA PE: PEATONES T: TOQUES	SA: SEÑAL DE ALTO VD: VUELTA DERECHA C: CONGESTIONAMIENTO VE: VEHICULO ESTACIONADO	ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FLA A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS SE: SEMAFORO					



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A)	COND. CLIMA: TEMPLADO	HORA DE INICIO: 8:51:11 HRS.
SENTIDO: NORTE-SUR	FECHA: 02/10/2003	HORA DE TERMINACION: 9:54:17 HRS.
	PERIODO: 1	TIEMPO DE RECORRIDO: 1.052 HRS.
		TIPO DE UNIDAD: PARTICULAR

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS							
RIO DE LOS REMEDIOS-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	RIO DE LOS REMEDIOS	8	51	11	61	SE	0.147	0.017	22.369	13.872	3.287
					49	SE		0.014			
					13	SE		0.004			
					9	C		0.003			
					11	C		0.003			
					17	C		0.005			
					78	SE		0.022			
					29	C		0.008			
					57	SE		0.016			
					12	C		0.003			
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-EJE 4 NORTE	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	9	5	24	18	C	0.156	0.005	6.694	5.657	1.045
					9	C		0.003			
					14	C		0.004			
					16	C		0.004			
					10	C		0.003			
					7	C		0.002			
					17	C		0.005			
								0.000			
EJE 4 NORTE-EJE 3 NORTE	EJE 4 NORTE	9	16	29	24	SE	0.127	0.007	8.214	7.406	1.045
					4	C		0.001			
					2	C		0.001			
					9	VI		0.003			
					11	C		0.003			
EJE 3 NORTE-CIRCUITO INTERIOR	EJE 3 NORTE	9	24	57	18	SE	0.095	0.005	10.631	9.155	1.007
					7	C		0.002			
					9	C		0.003			
					3	C		0.001			
					11	C		0.003			
					7	C		0.002			
CIRCUITO INTERIOR-CANAL DEL NORTE	CIRCUITO INTERIOR	9	31	33	3	C	0.038	0.001	11.400	10.150	0.437
					8	C		0.002			
					6	C		0.002			
								0.000			
								0.000			
CANAL DEL NORTE-EJE 1 NORTE	CANAL DEL NORTE	9	34	08	39	SE	0.184	0.011	7.233	6.194	1.330
					7	C		0.002			
					11	C		0.003			
					3	C		0.001			
					5	C		0.001			
					2	VD		0.001			
					4	C		0.001			
					9	C		0.003			
					28	SE		0.008			
					3	C		0.001			
								0.000			
EJE 1 NORTE-SAN LAZARO	EJE 1 NORTE	9	47	01	69	SE	0.091	0.019	7.299	5.491	0.665
					31	SE		0.009			
					8	C		0.002			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
		0.000									
SAN LAZARO-	SAN LAZARO	9	54	17							

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	1.052	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	8.275	KMHR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.213	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	10.548	KMHR
TIEMPO DE CICLO	1.265	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.003	HRS

CAUSA:

AC: ACCIDENTE
VI: VUELTA IZQUIERDA
PE: PEATONES
T: TOPES

SA: SEÑAL DE ALTO
VD: VUELTA DERECHA
C: CONGESTIONAMIENTO
VE: VEHICULO ESTACIONADO

ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
SE: SEMAFORO



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A) COND. CLIMA: TEMPLADO HORA DE INICIO: 10:05:39 HRS.
 SENTIDO: SUR - NORTE FECHA: 02/10/2003 HORA DE TERMINACION: 10:59:11 HRS.
 PERIODO: 2 TIEMPO DE RECORRIDO: 0.892 HRS.
 TIPO DE UNIDAD: PARTICULAR

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)	
		HH	MM	SS							
SAN LAZARO-EJE 1 NORTE	SAN LAZARO				71	SE	0.020 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	7.299	6.000	0.665	
	EJE 1 NORTE				52	SE	0.014 0.003 0.003 0.004 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	9.934	8.415	1.330	
	CANAL DEL NORTE				19	SE	0.005 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	13.922	11.568	0.437	
	CANAL DEL NORTE-CIRCUITO INTERIOR				4	C	0.002 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	6.556	6.428	1.007	
	CIRCUITO INTERIOR				7	C	0.003 0.001 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	7.539	7.362	1.045	
	CIRCUITO INTERIOR-EJE 3 NORTE				4	C	0.008 0.001 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	12.753	11.297	1.045	
	EJE 3 NORTE				9	VI	0.019 0.012 0.022 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	23.157	16.905	3.287	
	EJE 3 NORTE-EJE 4 NORTE				3	C					
	EJE 4 NORTE				27	SE					
	EJE 4 NORTE-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON				3	VI					
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON				8	C						
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS				69	SE						
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS				42	SE						
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS				78	SE						
RIO DE LOS REMEDIOS-											
RIO DE LOS REMEDIOS-											

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.892	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	9.711	KM/HR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.120	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	11.594	KM/HR
TIEMPO DE CICLO	1.012	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.002	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO



CORREDOR: **EJE 3 ORIENTE (A)** COND. CLIMA: **TEMPLADO** HORA DE INICIO: **11:08:49** HRS.
 SENTIDO: **NORTE-SUR** FECHA: **02/10/2003** HORA DE TERMINACION: **11:59:47** HRS.
 PERIODO: **2** TIEMPO DE RECORRIDO: **0.849** HRS.
 TIPO DE UNIDAD: **PARTICULAR**

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS						
RIO DE LOS REMEDIOS-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	RIO DE LOS REMEDIOS	11	08	49	SE SE SE SE	0.101	0.037	32.420	18.432	3.287
							68			
							45			
							32			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-EJE 4 NORTE	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	11	19	31	SE C C	0.120	0.005	8.708	8.056	1.045
							7			
							9			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
EJE 4 NORTE-EJE 3 NORTE	EJE 4 NORTE	11	27	18	VI C	0.149	0.001	7.006	6.865	1.045
							7			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
EJE 3 NORTE-CIRCUITO INTERIOR	EJE 3 NORTE	11	36	26	SE SE C	0.135	0.016	7.444	6.405	1.007
							18			
							4			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
CIRCUITO INTERIOR-CANAL DEL NORTE	CIRCUITO INTERIOR	11	45	52	C	0.033	0.001	13.110	12.687	0.437
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
CANAL DEL NORTE-EJE 1 NORTE	CANAL DEL NORTE	11	47	56	C ED ED VE C	0.096	0.002	13.838	13.082	1.330
							9			
							4			
							0.001			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
EJE 1 NORTE-SAN LAZARO	EJE 1 NORTE	11	54	02	ED VE C	0.085	0.002	7.798	6.939	0.665
							12			
							18			
							0.003			
							0.005			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
SAN LAZARO-	SAN LAZARO	11	59	47			0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.849	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	10.352	KM/HR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.129	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	12.903	KM/HR
TIEMPO DE CICLO	0.978	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.002	HRS

CAUSA: A.C: ACCIDENTE VI: VUELTA IZQUIERDA PE: PEATONES T: TOPES SA: SEÑAL DE ALTO VD: VUELTA DERECHA C: CONGESTIONAMIENTO VE: VEHICULO ESTACIONADO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS SE: SEMAFORO



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A)	COND. CLIMA: TEMPLADO	HORA DE INICIO: 18:04:18	HRS.
SENTIDO: SUR - NORTE	FECHA: 02/10/2003	HORA DE TERMINACION: 18:40:37	HRS.
	PERIODO: 3	TIEMPO DE RECORRIDO: 0.605	HRS.
		TIPO DE UNIDAD: PARTICULAR	

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)	
		HH	MM	SS								
SAN LAZARO-EJE 1 NORTE	SAN LAZARO	18	04	18			0.090	0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	7.366	7.366	0.665	
EJE 1 NORTE-CANAL DEL NORTE	EJE 1 NORTE	18	09	43	42 13 8 16	SE C C C	0.084	0.012 0.004 0.002 0.004 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	15.907	12.600	1.330	
CANAL DEL NORTE-CIRCUITO INTERIOR	CANAL DEL NORTE	18	16	03	37	SE	0.030	0.010 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	14.433	10.775	0.437	
CIRCUITO INTERIOR-EJE 3 NORTE	CIRCUITO INTERIOR	18	18	29	11 15 48	C C SE	0.081	0.003 0.004 0.013 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	12.458	9.932	1.007	
EJE 3 NORTE-EJE 4 NORTE	EJE 3 NORTE	18	24	34	68 7 11 5 9	SE C C C C	0.094	0.019 0.002 0.003 0.001 0.003 0.000 0.000 0.000 0.000	11.163	8.609	1.045	
EJE 4 NORTE-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	EJE 4 NORTE	18	31	51	8 12 4 7	C C C C	0.033	0.002 0.003 0.001 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000	31.613	25.080	1.045	
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	18	34	21	49 9 13 34 8 7	SE C C SE C C	0.071	0.014 0.003 0.004 0.009 0.002 0.002 0.000 0.000 0.000 0.000	46.223	31.471	3.287	
RIO DE LOS REMEDIOS-	RIO DE LOS REMEDIOS	18	40	37								

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.605	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	15.119	KM/HR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.123	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	19.881	KM/HR
TIEMPO DE CICLO	0.728	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.002	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE
 VI: VUELTA IZQUIERDA
 FE: FEATONES
 T: TOPES

SA: SEÑAL DE ALTO
 VD: VUELTA DERECHA
 C: CONGESTIONAMIENTO
 VE: VEHICULO ESTACIONADO

ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FLA
 A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 SE: SEMAFORO



CORREDOR: **EJE 3 ORIENTE (A)** COND. CLIMA: **TEMPLADO** HORA DE INICIO: **18:50:54** HRS.
 SENTIDO: **NORTE-SUR** FECHA: **02/10/2003** HORA DE TERMINACION: **19:32:58** HRS.
 PERIODO: **3** TIEMPO DE RECORRIDO: **0.701** HRS.
 TIPO DE UNIDAD: **PARTICULAR**

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS						
RIO DE LOS REMEDIOS-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	RIO DE LOS REMEDIOS	18	50	54	C SE C C SE SE SE	0.069	0.003	47.715	23.714	3.287
							0.012			
							0.003			
							0.004			
							0.009			
							0.022			
							0.017			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-EJE 4 NORTE	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	18	59	13	SE C	0.155	0.008	6.730	6.365	1.045
							0.001			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
EJE 4 NORTE-EJE 3 NORTE	EJE 4 NORTE	19	9	04	C VD C	0.072	0.002	14.581	13.532	1.045
							0.001			
							0.003			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
EJE 3 NORTE-CIRCUITO INTERIOR	EJE 3 NORTE	19	13	42	SE SE C	0.026	0.023	38.566	15.361	1.007
							0.013			
							0.004			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
CIRCUITO INTERIOR-CANAL DEL NORTE	CIRCUITO INTERIOR	19	17	38	SE	0.027	0.016	16.219	10.282	0.437
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
CANAL DEL NORTE-EJE 1 NORTE	CANAL DEL NORTE	19	20	11	C VD SE C	0.131	0.002	10.123	8.550	1.330
							0.004			
							0.013			
							0.005			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
EJE 1 NORTE-SAN LAZARO	EJE 1 NORTE	19	29	31	SE SE	0.029	0.019	22.585	11.565	0.665
							0.009			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
							0.000			
SAN LAZARO-	SAN LAZARO	19	32	58						

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.701	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	12.767	KMHR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.191	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	22.360	KMHR
TIEMPO DE CICLO	0.893	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.002	HRS

CAUSA: A.C. ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FLA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
 México • La Ciudad de la Esperanza



CORREDOR: **EJE 3 ORIENTE (A)** COND. CLIMA: **TEMPLADO** HORA DE INICIO: **7:02:21** HRS.
 SENTIDO: **SUR - NORTE** FECHA: **02/10/2003** HORA DE TERMINACION: **8:57:13** HRS.
 PERIODO: **1** TIEMPO DE RECORRIDO: **1.914** HRS.
 TIPO DE UNIDAD: **MICROBUS**

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS							
SAN LAZARO-EJE 1 NORTE	SAN LAZARO	7	02	21	4	A	0.164	0.001	4.044	3.244	0.665
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					22	C		0.006			
					31	SE		0.009			
					14	C		0.004			
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					21	A		0.006			
					6	SE		0.002			
30	A	0.008									
EJE 1 NORTE-CANAL DEL NORTE	EJE 1 NORTE	7	14	39	3	A	0.093	0.001	14.250	9.208	1.330
					2	A		0.001			
					74	A		0.021			
					22	SE		0.006			
					3	A		0.001			
					16	SE		0.004			
					2	A		0.001			
					9	A		0.003			
					4	A		0.001			
					37	SE		0.010			
12	A	0.003									
CANAL DEL NORTE-CIRCUITO INTERIOR	CANAL DEL NORTE	7	23	19	6	A	0.081	0.002	5.425	4.407	0.437
					4	A		0.001			
					27	C		0.008			
					30	SE		0.008			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
		0.000									
CIRCUITO INTERIOR-EJE 3 NORTE	CIRCUITO INTERIOR	7	29	16	2	A	0.070	0.001	14.329	7.475	1.007
					12	C		0.003			
					4	C		0.001			
					7	A		0.002			
					36	A		0.010			
					29	C		0.008			
					32	C		0.009			
					4	A		0.001			
					3	A		0.001			
					63	C		0.018			
40	C	0.011									
EJE 3 NORTE-EJE 4 NORTE	EJE 3 NORTE	7	37	21	8	A	0.038	0.002	27.460	13.108	1.045
					21	C		0.006			
					37	SE		0.010			
					3	A		0.001			
					4	A		0.001			
					9	A		0.003			
					23	SE		0.006			
					1	A		0.000			
					7	A		0.002			
					6	A		0.002			
31	SE	0.009									
EJE 4 NORTE-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	EJE 4 NORTE	7	42	08	21	C	0.089	0.006	11.683	8.511	1.045
					6	A		0.002			
					3	A		0.001			
					21	C		0.006			
					3	A		0.001			
					7	A		0.002			
					9	A		0.003			
					16	SE		0.004			
					3	A		0.001			
					10	A		0.003			
21	A	0.006									
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON- RIO DE LOS REMEDIOS	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	7	49	30	2	A	1.089	0.001	3.019	2.912	3.287
					7	A		0.002			
					13	C		0.004			
					21	C		0.006			
					8	A		0.002			
					9	A		0.003			
					3	A		0.001			
					16	SE		0.004			
					30	A		0.008			
					28	A		0.008			
6	C	0.002									
RIO DE LOS REMEDIOS-	RIO DE LOS REMEDIOS	8	57	13							

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	1.914	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	6.981	KMHR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.289	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	11.458	KMHR
TIEMPO DE CICLO	2.204	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.004	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A) COND. CLIMA: TEMPLADO HORA DE INICIO: 8:12:21 HRS.
 SENTIDO: NORTE-SUR FECHA: 02/10/2003 HORA DE TERMINACION: 9:09:31 HRS.
 PERIODO: 1 TIEMPO DE RECORRIDO: 0.953 HRS.
 TIPO DE UNIDAD: MICROBUS

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS						
RIO DE LOS REMEDIOS-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	RIO DE LOS REMEDIOS	8	12	21	2 A	0.001	18.723	15.308	3.287	
					4 A	0.001				
					16 A	0.004				
					3 A	0.001				
					9 A	0.003				
					32 A	0.009				
					4 A	0.001				
					27 C	0.008				
					11 A	0.003				
					29 SE	0.008				
4 A	0.001									
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-EJE 4 NORTE	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	8	25	14	2 A	0.001	21.254	12.457	1.045	
					21 C	0.006				
					27 C	0.008				
					3 A	0.001				
					39 SE	0.011				
					13 C	0.004				
					6 A	0.002				
					2 A	0.001				
					3 A	0.001				
					3 A	0.001				
6 A	0.002									
EJE 4 NORTE-EJE 3 NORTE	EJE 4 NORTE	8	30	16	2 A	0.001	15.293	9.696	1.045	
					7 A	0.002				
					13 C	0.004				
					16 A	0.004				
					31 SE	0.009				
					2 A	0.001				
					7 A	0.002				
					29 C	0.008				
					20 SE	0.006				
					3 A	0.001				
12 A	0.003									
EJE 3 NORTE-CIRCUITO INTERIOR	EJE 3 NORTE	8	36	44	7 A	0.002	13.231	9.018	1.007	
					2 A	0.001				
					13 C	0.004				
					22 SE	0.006				
					3 A	0.001				
					7 A	0.002				
					16 C	0.004				
					13 C	0.004				
					25 SE	0.007				
					12 A	0.003				
8 A	0.002									
CIRCUITO INTERIOR-CANAL DEL NORTE	CIRCUITO INTERIOR	8	43	26	5 A	0.001	5.937	4.856	0.437	
					6 A	0.002				
					11 SE	0.003				
					37 A	0.010				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
0.000	0.000									
CANAL DEL NORTE-EJE 1 NORTE	CANAL DEL NORTE	8	48	50	5 A	0.001	17.538	14.642	1.330	
					7 A	0.002				
					31 SE	0.009				
					2 A	0.001				
					9 A	0.003				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
0.000	0.000									
EJE 1 NORTE-SAN LAZARO	EJE 1 NORTE	8	54	17	36 SE	0.010	4.314	2.619	0.665	
					12 C	0.003				
					31 SE	0.009				
					147 C	0.041				
					133 C	0.037				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
					0.000	0.000				
0.000	0.000									
SAN LAZARO-	SAN LAZARO	9	09	31						

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.953	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	9.799	KM/HR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.280	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	13.756	KM/HR
TIEMPO DE CICLO	1.233	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.004	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
 México • La Ciudad de la Esperanza



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A) COND. CLIMA: TEMPLADO HORA DE INICIO: 11:05:40 HRS.
 SENTIDO: SUR - NORTE FECHA: 02/10/2003 HORA DE TERMINACION: 12:28:04 HRS.
 PERIODO: 2 TIEMPO DE RECORRIDO: 1.373 HRS.
 TIPO DE UNIDAD: MICROBUS

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS							
SAN LAZARO-EJE 1 NORTE	SAN LAZARO	11	05	40	6	A	0.209	0.002	3.188	2.742	0.665
					9	C		0.003			
					12	A		0.003			
					3	A		0.001			
					7	A		0.002			
					14	C		0.004			
					21	C		0.006			
					3	A		0.001			
					7	A		0.002			
					22	A		0.006			
18	A	0.005									
EJE 1 NORTE-CANAL DEL NORTE	EJE 1 NORTE	11	20	13	15	A	0.216	0.004	6.154	5.392	1.330
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					7	A		0.002			
					21	C		0.006			
					22	S		0.006			
					9	A		0.003			
					8	A		0.002			
					10	C		0.003			
					3	A		0.001			
3	A	0.001									
CANAL DEL NORTE-CIRCUITO INTERIOR	CANAL DEL NORTE	11	35	01	3	S	0.139	0.001	3.153	2.799	0.437
					7	A		0.002			
					9	C		0.003			
					14	A		0.004			
					30	C		0.008			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
		0.000									
CIRCUITO INTERIOR-EJE 3 NORTE	CIRCUITO INTERIOR	11	44	23	7	A	0.115	0.002	8.778	6.866	1.007
					9	A		0.003			
					11	C		0.003			
					3	A		0.001			
					15	A		0.004			
					7	C		0.002			
					10	A		0.003			
					9	A		0.003			
					31	C		0.009			
					10	A		0.003			
3	A	0.001									
EJE 3 NORTE-EJE 4 NORTE	EJE 3 NORTE	11	53	11	7	A	0.323	0.002	3.235	2.916	1.045
					14	S		0.004			
					9	C		0.003			
					11	C		0.003			
					35	A		0.010			
					3	A		0.001			
					3	A		0.001			
					9	C		0.003			
					7	A		0.002			
					20	S		0.006			
9	A	0.003									
EJE 4 NORTE-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	EJE 4 NORTE	12	14	41	3	A	0.051	0.001	20.670	13.436	1.045
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					22	C		0.006			
					3	SE		0.001			
					6	A		0.002			
					9	A		0.003			
					20	A		0.006			
					7	S		0.002			
					10	A		0.003			
6	A	0.002									
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	12	19	21	3	A	0.122	0.001	26.955	22.626	3.287
					9	A		0.003			
					3	A		0.001			
					7	C		0.002			
					14	A		0.004			
					11	A		0.003			
					9	A		0.003			
					3	S		0.001			
					3	A		0.001			
					8	C		0.002			
14	A	0.004									
RIO DE LOS REMEDIOS-	RIO DE LOS REMEDIOS	12	28	04							

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	1.373	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	8.111	KMHR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.200	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	10.305	KMHR
TIEMPO DE CICLO	1.573	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.003	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A)	COND. CLIMA: TEMPLADO	HORA DE INICIO: 12:14:31 HRS.
SENTIDO: NORTE-SUR	FECHA: 02/10/2003	HORA DE TERMINACION: 13:10:40 HRS.
	PERIODO: 2	TIEMPO DE RECORRIDO: 0.936 HRS.
		TIPO DE UNIDAD: MICROBUS

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS							
RIO DE LOS REMEDIOS-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	RIO DE LOS REMEDIOS	12	14	31	20	A	0.173	0.006	19.055	14.378	3.287
					89	A		0.025			
					3	A		0.001			
					19	C		0.005			
					3	A		0.001			
					4	A		0.001			
					15	A		0.004			
					21	C		0.006			
					3	A		0.001			
					14	A		0.004			
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					5	A		0.001			
					7	C		0.002			
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-EJE 4 NORTE	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	12	28	14	30	C	0.101	0.008	10.307	8.021	1.045
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					30	SE		0.008			
					3	A		0.001			
					3	A		0.001			
					2	A		0.001			
					11	A		0.003			
					3	A		0.001			
					2	A		0.001			
EJE 4 NORTE-EJE 3 NORTE	EJE 4 NORTE	12	36	03	11	A	0.106	0.003	9.900	8.492	1.045
					3	A		0.001			
					2	A		0.001			
					1	A		0.000			
					4	C		0.001			
					20	SE		0.006			
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					3	A		0.001			
					3	A		0.001			
EJE 3 NORTE-CIRCUITO INTERIOR	EJE 3 NORTE	12	43	26	7	A	0.115	0.002	8.735	7.053	1.007
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					11	C		0.003			
					10	A		0.003			
					3	A		0.001			
					30	SE		0.008			
					11	C		0.003			
					3	A		0.001			
					3	A		0.001			
CIRCUITO INTERIOR-CANAL DEL NORTE	CIRCUITO INTERIOR	12	52	00	19	C	0.091	0.005	4.826	3.650	0.437
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					10	C		0.003			
					13	C		0.004			
					20	SE		0.006			
					3	A		0.001			
					14	C		0.004			
					6	A		0.002			
					2	A		0.001			
CANAL DEL NORTE-EJE 1 NORTE	CANAL DEL NORTE	12	59	11	3	A	0.106	0.001	12.600	9.893	1.330
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					40	C		0.011			
					30	SE		0.008			
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					10	A		0.003			
								0.000			
								0.000			
EJE 1 NORTE-SAN LAZARO	EJE 1 NORTE	13	7	15	2	A	0.035	0.001	19.152	11.678	0.665
					3	A		0.001			
					40	SE		0.011			
					9	C		0.003			
					3	A		0.001			
					4	A		0.001			
					19	A		0.005			
								0.000			
								0.000			
								0.000			
SAN LAZARO-	SAN LAZARO	13	10	40							

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.936	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	9.024	KM/HR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.210	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	12.082	KM/HR
TIEMPO DE CICLO	1.146	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.003	HRS

CAUSA:	AC: ACCIDENTE VI: VUELTA IZQUIERDA PE: PEATONES T: TOPES	SA: SEÑAL DE ALTO VD: VUELTA DERECHA C: CONGESTIONAMIENTO VE: VEHICULO ESTACIONADO	ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS SE: SEMAFORO
--------	---	---	---



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A) COND. CLIMA: TEMPLADO HORA DE INICIO: 18:00:16 HRS.
 SENTIDO: SUR - NORTE FECHA: 02/10/2003 HORA DE TERMINACION: 19:02:09 HRS.
 PERIODO: 3 TIPO DE UNIDAD: MICROBUS TIEMPO DE RECORRIDO: 1.031 HRS.

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	VELOCIDAD DE MARCHA (km / hrs)	VELOCIDAD COMERCIAL (km / hrs)	DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS							
SAN LAZARO-EJE 1 NORTE	SAN LAZARO	18	00	16	3	A	0.213	0.001	3.129	2.739	0.665
					20	C		0.006			
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					11	C		0.003			
					30	SE		0.008			
					10	C		0.003			
					3	A		0.001			
					14	C		0.004			
					3	A		0.001			
3	SE	0.001									
EJE 1 NORTE-CANAL DEL NORTE	EJE 1 NORTE	18	14	50	19	C	0.178	0.005	7.481	6.292	1.330
					3	A		0.001			
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					9	A		0.003			
					20	SE		0.006			
					3	A		0.001			
					3	A		0.001			
					9	SE		0.003			
					40	C		0.011			
3	A	0.001									
CANAL DEL NORTE-CIRCUITO INTERIOR	CANAL DEL NORTE	18	27	31	3	A	0.070	0.001	6.268	4.641	0.437
					3	A		0.001			
					10	C		0.003			
					9	A		0.003			
					18	A		0.005			
					30	AS		0.008			
					9	A		0.003			
					6	A		0.002			
								0.000			
								0.000			
		0.000									
CIRCUITO INTERIOR-EJE 3 NORTE	CIRCUITO INTERIOR	18	33	10	9	C	0.127	0.003	7.950	6.640	1.007
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					6	A		0.002			
					9	A		0.003			
					21	A		0.006			
					9	C		0.003			
					8	A		0.002			
					3	A		0.001			
					4	A		0.001			
12	C	0.003									
EJE 3 NORTE-EJE 4 NORTE	EJE 3 NORTE	18	42	16	3	A	0.084	0.001	12.416	8.852	1.045
					14	C		0.004			
					9	A		0.003			
					3	A		0.001			
					40	SE		0.011			
					3	A		0.001			
					6	A		0.002			
					7	A		0.002			
					2	A		0.001			
					15	A		0.004			
20	C	0.006									
EJE 4 NORTE-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	EJE 4 NORTE	18	49	21	7	A	0.135	0.002	7.725	6.376	1.045
					9	A		0.003			
					16	C		0.004			
					19	A		0.005			
					14	A		0.004			
					3	A		0.001			
					2	A		0.001			
					7	C		0.002			
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
14	A	0.004									
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-RIO DE LOS REMEDIOS	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	18	59	11	6	A	0.028	0.002	117.160	66.479	3.287
					9	A		0.003			
					13	C		0.004			
					8	A		0.002			
					3	A		0.001			
					9	A		0.003			
					11	C		0.003			
					10	A		0.003			
					3	A		0.001			
					3	C		0.001			
2	C	0.001									
RIO DE LOS REMEDIOS-	RIO DE LOS REMEDIOS	19	02	09							

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	1.031	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	14.574	KMHR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.197	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	23.161	KMHR
TIEMPO DE CICLO	1.229	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.003	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO



CORREDOR: EJE 3 ORIENTE (A)	COND. CLIMA: TEMPLADO	HORA DE INICIO: 19:06:13	HRS. 19:59:01
SENTIDO: NORTE-SUR	FECHA: 02/10/2003	HORA DE TERMINACION: 19:59:01	HRS. 0.880
	PERIODO: 3	TIEMPO DE RECORRIDO: 0.880	HRS. 0.880
		TIPO DE UNIDAD: MICROBUS	

TRAMO	PUNTO DE CONTROL	HORA			DEMORA SEGUNDOS (seg)	CAUSAS	TIEMPO		VELOCIDAD		DISTANCIA (km)
		HH	MM	SS			NETO (HRS)	DEMORAS (HRS)	DE MARCHA (km / hrs)	COMERCIAL (km / hrs)	
RIO DE LOS REMEDIOS-CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	RIO DE LOS REMEDIOS	19	06	13	3	A	0.212		15.529	13.954	3.287
					6	A					
					14	A					
					19	C					
					2	A					
					3	A					
					2	A					
					2	A					
					3	A					
					30	A					
2	C										
CALZ. SAN JUAN DE ARAGON-EJE 4 NORTE	CALZ. SAN JUAN DE ARAGON	19	20	21	3	A	0.076		13.780	9.358	1.045
					9	A					
					10	A					
					20	A					
					2	C					
					11	A					
					40	A					
					10	SE					
					17	A					
					3	C					
4	A										
EJE 4 NORTE-EJE 3 NORTE	EJE 4 NORTE	19	27	03	11	A	0.114		9.198	7.805	1.045
					3	A					
					2	A					
					9	A					
					20	A					
					9	SE					
					3	A					
					8	A					
					3	A					
					2	A					
3	SE										
EJE 3 NORTE-CIRCUITO INTERIOR	EJE 3 NORTE	19	35	05	3	A	0.132		7.648	6.544	1.007
					2	A					
					9	C					
					3	A					
					3	A					
					2	A					
					30	SE					
					3	A					
					3	C					
					19	A					
3	SE										
CIRCUITO INTERIOR-CANAL DEL NORTE	CIRCUITO INTERIOR	19	44	19	3	A	0.090		4.841	3.676	0.437
					6	A					
					19	A					
					9	C					
					3	A					
					20	SE					
					3	A					
					14	C					
					3	A					
					9	A					
14	A										
CANAL DEL NORTE-EJE 1 NORTE	CANAL DEL NORTE	19	51	27	21	C	0.023		57.687	40.923	1.330
					4	A					
					9	A					
					0.001						
					0.003						
					0.000						
					0.000						
					0.000						
					0.000						
					0.000						
0.000											
EJE 1 NORTE-SAN LAZARO	EJE 1 NORTE	19	53	24	3	A	0.053		12.667	7.104	0.665
					9	A					
					10	A					
					14	A					
					2	A					
					30	SE					
					4	A					
					14	C					
					2	A					
					20	C					
40	SE										
SAN LAZARO-	SAN LAZARO	19	59	01							

TIEMPO TOTAL DE RECORRIDO	0.880	HRS	VELOCIDAD COMERCIAL PROMEDIO	12.766	KMHR
TIEMPO TOTAL DE DEMORAS	0.181	HRS	VELOCIDAD DE MARCHA PROMEDIO	17.336	KMHR
TIEMPO DE CICLO	1.061	HRS	PROMEDIO DE DEMORAS	0.002	HRS

CAUSA: AC: ACCIDENTE SA: SEÑAL DE ALTO ES: ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS
 VI: VUELTA IZQUIERDA VD: VUELTA DERECHA ED: ESTACIONAMIENTO DOBLE FILA
 PE: PEATONES C: CONGESTIONAMIENTO A: ASCENSO Y/O DESCENSO DE PASAJEROS
 T: TOPES VE: VEHICULO ESTACIONADO SE: SEMAFORO

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS "AUTO FLOTANTE" 2014													
RUTA: SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIOS (SUR - NORTE)		LOCALIDAD: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADRERO											
CIUDADE: DISTRITO FEDERAL		HORA: 10:00:00 a.m. - 10:10:00 a.m.		PAÍS: MÉXICO									
FECHA: 11-13 MARZO 2014		CLIMA: SOLEADO		OBSERVACIONES:									
PUNTOS DE CONTROL	KM	NÚMERO DE CORRIDAS						PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. VELOCIDAD DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE DEMORAS horas	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. VELOCIDAD DE VIAJE (km/h)	PROM. TIEMPO DE RAPIDEZ km/h
		1		2		3							
		TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos						
SAN LÁZARO	0	42	0	94	41	64	19	0.019	35.910	0.006	0.013	51.300	
EJE 1 NORTE	1	235	103	219	115	221	109	0.063	21.280	0.030	0.032	41.276	
CANAL DEL NORTE	2	193	128	239	130	223	125	0.061	7.205	0.035	0.025	17.351	
CIRCUITO INTERIOR	3	63	0	68	0	66	0	0.018	55.206	0.000	0.018	55.206	
EJE 3 NORTE	4	78	0	56	0	67	0	0.019	56.149	0.000	0.019	56.149	
EJE 4 NORTE	5	130	58	169	45	129	41	0.040	26.369	0.013	0.026	39.739	
SAN JUAN DE ARAGÓN	6	356	55	350	56	348	54	0.098	33.681	0.015	0.082	39.932	
RÍO DE LOS REMEDIOS	7												
TOTALES (km)	8.816	1.097	344	1.195	387	1.118	348						
DURACION DE RECORRIDO (s)		753		808		770							
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)		8.816			0.316								27.922
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)		0.100			0.216								40.946

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS "AUTO FLOTANTE" 2014																	
RUTA:		SÁN LAZARO - RÍO DE LOS REMEDIOS (SUR - NORTE)															
CIUDADE:		DISTRITO FEDERAL															
FECHA:		11-13 MARZO 2014															
LOCALIDAD:		DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO															
PAÍS:		MÉXICO															
CLIMA:		SOLEADO															
OBSERVACIONES:		NÚMERO DE CORRIDAS															
PUNTOS DE CONTROL		1			2			3			PROM.		PROM.		PROM.		
		TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS
		segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos
SÁN LAZARO		0	51	89	47	94	56	0.026	0.014	25.742	0.012	57.456					
EJE 1 NORTE		1	223	239	28	232	26	0.064	0.007	20.697	0.057	23.243					
CANAL DEL NORTE		2	194	206	181	212	189	0.057	0.051	7.712	0.006	71.509					
CIRCUITO INTERIOR		3	67	79	0	58	0	0.019	0.000	53.312	0.019	53.312					
EJE 3 NORTE		4	87	82	0	86	0	0.024	0.000	44.259	0.024	44.259					
EJE 4 NORTE		5	177	164	92	169	79	0.047	0.024	22.129	0.023	45.144					
SÁN JUAN DE ARAGÓN		6	430	461	102	454	96	0.125	0.027	26.394	0.098	33.585					
RÍO DE LOS REMEDIOS		7															
TOTALES (km)		8	1274	1320	450	1305	446										
DURACION DE RECORRIDO (s)		846		870		859											
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)		8.816		0.361		0.238											
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)		0.123		0.238													
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)																	
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACION (km/h)																	

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS "METROBÚS" 2014																
RUTA:		SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIOS (SUR - NORTE)		LOCALIDAD:		DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO										
CIUDAD:		DISTRITO FEDERAL		HORA:		07:00:00 a.m. - 07:10:00 a.m.										
FECHA:		18-20 MARZO 2014		CLIMA:		SOLEADO										
				PAÍS:		MÉXICO										
				OBSERVACIONES:												
PUNTOS DE CONTROL	KM	1			2			3			PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. RAPIDEZ DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. DEMORAS horas	PROM. TIEMPO DE RAPIDEZ DE VIAJE km/h	
		TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos							
SAN LÁZARO	0															
	1	103	37	201	133	132	66	0.040	16.472	0.022	0.019	35.910				
EJE 1 NORTE	1	102	81	237	71	124	76	0.043	31.024	0.021	0.022	61.123				
	2	176	116	222	101	169	109	0.053	8.324	0.030	0.022	19.583				
CANAL DEL NORTE	2	160	39	140	40	171	42	0.044	23.090	0.011	0.032	31.073				
	3	221	64	220	77	211	59	0.060	17.310	0.019	0.042	24.969				
CIRCUITO INTERIOR	3	169	37	184	56	172	46	0.049	21.497	0.013	0.036	29.238				
	4	537	128	582	131	548	116	0.154	21.296	0.035	0.120	27.476				
EJE 3 NORTE	4															
	5															
EJE 4 NORTE	5															
	6															
SAN JUAN DE ARAGÓN	6															
	7															
RÍO DE LOS REMEDIOS	7															
	8															
TOTALES (km)	8.816	1468	502	1786	609	1527	514									
DURACION DE RECORRIDO (s)		966		1177		1013										
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)	8.816	PROMEDIO TOTAL DEL VIAJE (h)		0.443				VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)				19.915				
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)	0.150	PROMEDIO TOTAL DE CIRCULACIÓN (h)		0.292				VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)				30.169				

- Hora pico A.M. transporte público, Río de los Remedios – San Lázaro

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA "MICROBÚS" 2003															
RUTA: RÍO DE LOS REMEDIOS - SAN LAZARO (NORTE - SUR)		LOCALIDAD: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO		PAÍS: MÉXICO		OBSERVACIONES:									
CIUDAD: DISTRITO FEDERAL		HORA: 08:12:21		CLIMA: TEMPLADO		NÚMERO DE CORRIDOS									
FECHA: 02/10/2003						1		2		3					
PUNTOS DE CONTROL		KIOM		TIEMPO DE VIAJE segundos		DEMORAS segundos		TIEMPO DE VIAJE segundos		DEMORAS segundos		PROM. TIEMPO DE VIAJE horas		PROM. VELOCIDAD DE VIAJE km/h	
RÍO DE LOS REMEDIOS		0		773		141						0.215		15.308	
SAN JUAN DE ARAGÓN		1		302		125						0.084		12.457	
EJE 4 NORTE		2		388		142						0.108		9.696	
EJE 3 NORTE		3		402		128						0.112		9.018	
CIRCUITO INTERIOR		4		324		59						0.090		4.856	
CANAL DEL NORTE		5		327		54						0.091		14.642	
EJE 1 NORTE		6		914		359						0.254		2.619	
SAN LAZARO		8		3430		1008									
TOTALES (km)		8.815		2422											
DURACION DE RECORRIDO (s)				8.815		PROMEDIO TOTAL DEL VIAJE (h)		0.953				VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)		9.253	
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)				0.280		PROMEDIO TOTAL DE CIRCULACION (h)		0.673				VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACION (km/h)		13.104	

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA "METROBÚS" 2014																
RUTA:		RÍO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO (NORTE - SUR)		LOCALIDAD:		DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO										
CIUDAD:		DISTRITO FEDERAL		HORA:		08:10:00 a.m. - 08:20:00 a.m.		PAÍS:		MÉXICO						
FECHA:		18-20 MARZO 2014		CLIMA:		TEMPERADO		OBSERVACIONES:								
PUNTOS DE CONTROL	KM	1			2			3			PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. DEMORAS horas	PROM. VELOCIDAD DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	
		TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos							
RÍO DE LOS REMEDIOS	0															
1	3.287	635	208	692	250	703	268									
SAN JUAN DE ARAGÓN	1	176	50	175	61	181	63									
2	1.045	294	88	199	65	204	62									
EJE 4 NORTE	2	76	37	158	45	98	32									
3	1.007	133	56	148	78	152	83									
4	0.437	239	46	353	151	341	147									
CIRCUITO INTERIOR	5	92	43	167	72	87	26									
6	1.33															
CANAL DEL NORTE	5															
7	0.665															
EJE 1 NORTE	6															
8	0.665															
SAN LÁZARO	8															
TOTALES (km)	8.816	1645	528	1892	722	1766	681									
DURACION DE RECORRIDO (s)		1117		1170		1085										
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)	8.816	PROMEDIO TOTAL DEL VIAJE (h)		0.491												17.955
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)	0.179	PROMEDIO TOTAL DE CIRCULACIÓN (h)		0.312												28.236

- Hora valle transporte público, San Lázaro - Río de los Remedios

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS "MICROBÚS" 2003																
RUTA:	SAN LÁZARO - RÍO DE LOS REMEDIOS (SUR - NORTE)		LOCALIDAD:	DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO												
Ciudad:	DISTRITO FEDERAL		PAÍS:	MEXICO												
FECHA:	02/10/2003		CLIMA:	TEMPERADO		OBSERVACIONES:										
PUNTOS DE CONTROL			1		2		3		PROM. TIEMPO DE VIAJE horas		PROM. TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ DE VIAJE km/h		PROM. TIEMPO DE VIAJE horas		PROM. TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ DE VIAJE km/h	
			TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE horas	TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ DE VIAJE km/h	TIEMPO DE VIAJE horas	TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ DE VIAJE km/h	TIEMPO DE VIAJE horas	TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ DE VIAJE km/h		
SAN LÁZARO			0	122					0.243	2.742	0.034	0.209	3.188			
EJE 1 NORTE			1	110					0.247	5.392	0.031	0.216	6.154			
CANAL DEL N ORTE			2	63					0.156	2.799	0.018	0.139	3.153			
CIRCUITO INTERIOR			3	115					0.147	6.866	0.032	0.115	8.778			
EJE 3 NORTE			4	127					0.358	2.916	0.035	0.323	3.235			
EJE 4 NORTE			5	98					0.078	13.436	0.027	0.051	20.670			
SAN JUAN DE ARAGÓN			6	84					0.145	22.626	0.023	0.122	26.955			
RÍO DE LOS REMEDIOS			7													
RÍO DE LOS REMEDIOS			8	719												
TOTALES (km)			4944	719												
DURACION DE RECORRIDO (s)			4225													
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)			8.816	PROMEDIO TOTAL DEL VIAJE (h)	1.373								6.419			
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)			0.200	PROMEDIO TOTAL DE CIRCULACION (h)	1.174								7.512			

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS "METROBÚS" 2014													
RUTA: SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS (SUR - NORTE)		LOCALIDAD: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO											
CIUDAD: DISTRITO FEDERAL		HORA: 11:00:00 a.m. - 11:15:00 a.m.		PAIS: MÉXICO									
FECHA: 18-20 MARZO 2014		CLIMA: SOLEADO		OBSERVACIONES:									
PUNTOS DE CONTROL	KM	NÚMERO DE CORRIDAS			PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. RAPIDEZ DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. TIEMPO DE DEMORAS horas	PROM. RAPIDEZ DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. TIEMPO DE DEMORAS horas	PROM. RAPIDEZ DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas
		1	2	3									
		TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos
SAN LÁZARO	0	106	38	121	55	109	39	0.031	21.375	0.012	0.019	35.206	
EJE 1 NORTE	1	266	90	226	78	249	86	0.069	19.385	0.024	0.045	29.495	
CANAL DEL NORTE	2	187	110	170	64	181	98	0.050	8.772	0.025	0.025	17.743	
CIRCUITO INTERIOR	3	150	44	113	33	139	41	0.037	27.054	0.011	0.026	38.294	
EJE 3 NORTE	4	212	83	263	97	207	67	0.063	16.548	0.023	0.040	25.945	
EJE 4 NORTE	5	187	56	171	43	194	62	0.051	20.446	0.015	0.036	28.864	
SAN JUAN DE ARAGÓN	6	572	136	621	161	594	142	0.165	19.865	0.041	0.125	26.335	
RIO DE LOS REMEDIOS	7												
TOTALES (km)	8	1680	557	1685	531	1673	535						
DURACION DE RECORRIDO (s)		8.816	1123	1154	1154	1138							
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)		0.150	0.466	0.316	0.316								
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)													
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)											18.899		
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)											27.881		

- Hora valle transporte público, Río de los Remedios - San Lázaro

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA "MICROBÚS" 2003														
RUTA:	RÍO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO - (NORTE - SUR)													
CIUDAD:	DISTRITO FEDERAL													
FECHA:	02/10/2003													
PUNTOS DE CONTROL	HORA:	CLIMA:	TEMPERATURA	OBSERVACIONES:						PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. VELOCIDAD DE VIAJE km/h	PROM. TIEMPO DE DEMORAS horas	PROM. TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ km/h	PROM. TIEMPO DE VIAJE RAPIDEZ km/h
				LOCALIDAD: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO										
RÍO DE LOS REMEDIOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														PAÍS: MÉXICO
SAN JUAN DE ARAGÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														NUMERO DE CORRIDAS
EJE 4 NORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														TIEMPO DE VIAJE segundos
EJE 3 NORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														DEMOSTRAS segundos
CIRCUITO INTERIOR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														DEMOSTRAS segundos
CANAL DEL NORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														DEMOSTRAS segundos
EJE 1 NORTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														DEMOSTRAS segundos
SAN LÁZARO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
														DEMOSTRAS segundos
TOTALES (km)	8.816													
DURACION DE RECORRIDO (s)	261,2													
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)	8.816													
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)	0.210													
	757													
	0.936													
	0.726													
	9.420													
	12.151													

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA "METROBÚS" 2014																							
RUTA:		RÍO DE LOS REMEDIOS- SAN LÁZARO (NORTE - SUR)		LOCALIDAD:	DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO																		
CIUDAD:		DISTRITO FEDERAL		HORA:	12:10:00 p.m. - 12:20:00 p.m.																		
FECHA:		18-20 MARZO 2014		CLIMA:	SOLEADO																		
PUNTOS DE CONTROL				OBSERVACIONES:																			
				MÉXICO																			
				NÚMERO DE CORRIDAS																			
				1					2					3									
				TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	TIEMPO DE VIAJE	DEMORAS	PROM.	PROM.	PROM.	PROM.	PROM.	PROM.
				segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	horas	horas	horas	horas	horas	horas	horas
				segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	segundos	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h	km/h
RÍO DE LOS REMEDIOS	0			61.1	171	629	191	631	189							18.974	0.051	0.122	0.173	0.050	0.051	0.033	26.894
1																							
SAN JUAN DE ARAGÓN	1			177	67	178	56	181	55							21.056	0.016	0.033	0.050	0.050	0.016	0.033	31.525
2																							
EJE 4 NORTE	2			189	44	179	65	185	56							20.409	0.015	0.036	0.051	0.051	0.015	0.036	29.088
3																							
EJE 3 NORTE	3			227	124	290	120	231	101							14.540	0.032	0.037	0.069	0.069	0.032	0.037	26.987
4																							
CIRCUITO INTERIOR	4			158	45	82	14	114	29							13.332	0.008	0.025	0.033	0.033	0.008	0.025	17.743
5																							
CANAL DEL NORTE	5			281	136	316	114	302	121							15.978	0.034	0.049	0.083	0.083	0.034	0.049	27.205
6																							
EJE 1 NORTE	6			81	0	64	0	106	19							28.614	0.002	0.021	0.023	0.023	0.002	0.021	30.957
7																							
SAN LÁZARO	8																						
TOTALES (km)				1724	587	1738	560	1750	570														
DURACION DE RECORRIDO (s)				1137		1178		1180															
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)				8.816		0.483																	18.268
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)				0.159		0.324																	27.243
PROMEDIO TOTAL DEL VIAJE (h)																							
PROMEDIO TOTAL DE CIRCULACION (h)																							
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)																							18.268
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACION (km/h)																							27.243

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORAS "METROBÚS" 2014														
RUTA: SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS (SUR - NORTE)		LOCALIDAD: DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO												
CIUDAD: DISTRITO FEDERAL		HORA: 18:00:00 p.m. - 18:10:00 p.m.		PAÍS: MÉXICO										
FECHA: 18-20 MARZO 2014		CLIMA: TEMPLADO		OBSERVACIONES:										
PUNTOS DE CONTROL	KM	NÚMERO DE CORRIDAS			PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. RAPIDEZ DE VIAJE km/h	PROM. DEMORAS DE VIAJE horas	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. TIEMPO DE RAPIDEZ km/h					
		1	2	3										
		TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMOSTRAS segundos	DEMOSTRAS segundos	DEMOSTRAS segundos	DEMOSTRAS segundos	DEMOSTRAS segundos	DEMOSTRAS segundos	DEMOSTRAS segundos					
SAN LÁZARO	0	89	42	109	56	124	62	0.030	22.304	0.015	0.015	0.015	44.333	
EJE 1 NORTE	1	270	99	277	106	293	121	0.078	17.100	0.030	0.048	0.048	27.946	
CANAL DEL NORTE	2	295	226	255	176	313	251	0.080	5.469	0.060	0.019	0.019	22.474	
CIRCUITO INTERIOR	3	158	39	151	41	164	47	0.044	22.993	0.012	0.032	0.032	31.432	
EJE 3 NORTE	4	192	50	188	58	198	57	0.054	19.526	0.015	0.038	0.038	27.327	
EJE 4 NORTE	5	173	43	171	52	167	42	0.047	22.086	0.013	0.035	0.035	30.176	
SAN JUAN DE ARAGÓN	6	644	233	615	168	661	249	0.178	18.489	0.060	0.118	0.118	27.952	
RIO DE LOS REMEDIOS	8	1821	732	1766	657	1920	829							
TOTALES (k/h)	8.816	1089	732	1766	1109	1920	1091							
DURACION DE RECORRIDO (s)	8.816	PROMEDIO TOTAL DEL VIAJE (h)		0.510									VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)	17.289
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)	0.205	PROMEDIO TOTAL DE CIRCULACION (h)		0.305									VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACION (km/h)	28.949

RESUMEN DE ESTUDIO DE CAMPO TIEMPO DE VIAJE Y DEMORA "METROBÚS" 2014													
RUTA:		RÍO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO (NORTE - SUR)		LOCALIDAD:		DELEGACIONES VENUSTIANO CARRANZA Y GUSTAVO A. MADERO							
CIUDAD:		DISTRITO FEDERAL		HORA:		19:00:00 p.m. - 19:10:00 p.m.		PAÍS:		MÉXICO			
FECHA:		18-20 MARZO 2014		CLIMA:		SOLEADO		OBSERVACIONES:					
PUNTOS DE CONTROL	KM	1		2		3		PROM. TIEMPO DE VIAJE horas	PROM. RAPIDEZ DE VIAJE km/h	PROM. DEMORAS DE VIAJE horas	PROM. TIEMPO DE RECORRIDO horas	PROM. TIEMPO DE RAPIDEZ km/h	
		TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos	TIEMPO DE VIAJE segundos	DEMORAS segundos						
RÍO DE LOS REMEDIOS	0	596	141	568	126	547	109	0.158	20.748	0.035	0.124	26.591	
1	3.287												
SAN JUAN DE ARAGÓN	1	191	63	196	79	184	58	0.053	19.765	0.019	0.034	30.420	
2	1.045												
EJE 4 NORTE	2	224	65	206	82	208	78	0.059	17.690	0.021	0.038	27.327	
3	1.045												
EJE 3 NORTE	3	200	78	207	75	219	82	0.058	17.373	0.022	0.036	27.815	
4	1.007												
CIRCUITO INTERIOR	4	84	12	82	23	79	17	0.023	19.264	0.005	0.018	24.454	
5	0.437												
CANAL DEL NORTE	5	275	57	287	91	291	84	0.079	16.839	0.021	0.058	23.130	
6	1.33												
EJE 1 NORTE	6	157	0	132	0	187	28	0.044	15.088	0.003	0.041	16.031	
7	0.665												
SAN LÁZARO	7												
8	8.816	1727	416	1678	476	1715	456						
TOTALES (knt)	8.816	1311		1678	1202	1715	1259						
DURACION DE RECORRIDO (s)		8.816										18.596	
TOTAL LONGITUD DE VIAJE (km)		0.125			0.474							25.242	
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)					0.349								
PROMEDIO DE LAS DEMORAS (h)													
VELOCIDAD PROMEDIO DE VIAJE (km/h)													
VELOCIDAD PROMEDIO DE CIRCULACIÓN (km/h)													

Sección 3. Tablas de nivel de servicio por segmento.

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	II	65	9.576	F
EJE 1 NORTE	II	65	10.364	F
CANAL DEL NORTE	II	65	11.001	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	5.773	F
EJE 3 NORTE	II	65	3.635	F
EJE 4 NORTE	II	65	7.058	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	11.367	F
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	II	65	37.800	C
EJE 1 NORTE	II	65	34.780	C
CANAL DEL NORTE	II	65	8.054	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	29.634	D
EJE 3 NORTE	II	65	73.286	A
EJE 4 NORTE	II	65	23.710	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	27.434	D
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	13.872	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	5.657	F
EJE 4 NORTE	II	65	7.406	F
EJE 3 NORTE	II	65	9.155	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	10.150	F
CANAL DEL NORTE	II	65	6.194	F
EJE 1 NORTE	II	65	5.491	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	18.066	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	18.116	F
EJE 4 NORTE	II	65	31.437	D
EJE 3 NORTE	II	65	3.077	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	13.332	F
CANAL DEL NORTE	II	65	19.978	F
EJE 1 NORTE	II	65	8.978	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	II	65	6.000	F
EJE 1 NORTE	II	65	8.415	F
CANAL DEL NORTE	II	65	11.568	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	6.428	F
EJE 3 NORTE	II	65	7.362	F
EJE 4 NORTE	II	65	11.297	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	16.905	F
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	II	65	35.910	C
EJE 1 NORTE	II	65	21.280	E
CANAL DEL NORTE	II	65	7.205	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	55.206	B
EJE 3 NORTE	II	65	56.149	B
EJE 4 NORTE	II	65	26.369	D
SAN JUAN DE ARAGÁN	II	65	33.681	C
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR				
HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	18.432	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	8.056	F
EJE 4 NORTE	II	65	6.865	F
EJE 3 NORTE	II	65	6.405	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	12.687	F
CANAL DEL NORTE	II	65	13.082	F
EJE 1 NORTE	II	65	6.939	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR				
HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	30.084	D
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	59.714	A
EJE 4 NORTE	II	65	20.785	F
EJE 3 NORTE	II	65	14.737	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	11.918	F
CANAL DEL NORTE	II	65	22.339	E
EJE 1 NORTE	II	65	31.362	D
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	II	65	7.366	F
EJE 1 NORTE	II	65	12.600	F
CANAL DEL NORTE	II	65	10.775	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	9.932	F
EJE 3 NORTE	II	65	8.609	F
EJE 4 NORTE	II	65	25.080	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	31.471	D
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	II	65	25.742	E
EJE 1 NORTE	II	65	20.697	F
CANAL DEL NORTE	II	65	7.712	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	53.312	B
EJE 3 NORTE	II	65	44.259	C
EJE 4 NORTE	II	65	22.129	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	26.394	D
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	23.714	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	6.365	F
EJE 4 NORTE	II	65	13.532	F
EJE 3 NORTE	II	65	15.361	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	10.282	F
CANAL DEL NORTE	II	65	8.550	F
EJE 1 NORTE	II	65	11.565	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	24.331	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	II	65	60.032	A
EJE 4 NORTE	II	65	20.046	F
EJE 3 NORTE	II	65	13.527	F
CIRCUITO INTERIOR	II	65	30.847	D
CANAL DEL NORTE	II	65	19.895	F
EJE 1 NORTE	II	65	12.871	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	III	50	3.244	F
EJE 1 NORTE	III	50	9.208	F
CANAL DEL NORTE	III	50	4.407	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	7.475	F
EJE 3 NORTE	III	50	13.108	F
EJE 4 NORTE	III	50	8.511	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	2.912	F
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	III	50	16.472	F
EJE 1 NORTE	III	50	31.024	C
CANAL DEL NORTE	III	50	8.324	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	23.090	D
EJE 3 NORTE	III	50	17.310	E
EJE 4 NORTE	III	50	21.497	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	21.296	E
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	III	50	15.308	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	12.457	F
EJE 4 NORTE	III	50	9.696	F
EJE 3 NORTE	III	50	9.018	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	4.856	F
CANAL DEL NORTE	III	50	14.642	F
EJE 1 NORTE	III	50	2.619	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	III	50	17.487	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	21.214	E
EJE 4 NORTE	III	50	16.192	F
EJE 3 NORTE	III	50	32.758	C
CIRCUITO INTERIOR	III	50	10.900	F
CANAL DEL NORTE	III	50	15.395	F
EJE 1 NORTE	III	50	20.757	E
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	III	50	2.742	F
EJE 1 NORTE	III	50	5.392	F
CANAL DEL NORTE	III	50	2.799	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	6.866	F
EJE 3 NORTE	III	50	2.916	F
EJE 4 NORTE	III	50	13.436	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	22.626	D
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	III	50	21.375	E
EJE 1 NORTE	III	50	19.385	E
CANAL DEL NORTE	III	50	8.772	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	27.054	D
EJE 3 NORTE	III	50	16.548	F
EJE 4 NORTE	III	50	20.446	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	19.865	E
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	III	50	14.378	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	8.021	F
EJE 4 NORTE	III	50	8.492	F
EJE 3 NORTE	III	50	7.053	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	3.650	F
CANAL DEL NORTE	III	50	9.893	F
EJE 1 NORTE	III	50	11.678	F
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	III	50	18.974	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	21.056	E
EJE 4 NORTE	III	50	20.409	E
EJE 3 NORTE	III	50	14.540	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	13.332	F
CANAL DEL NORTE	III	50	15.978	F
EJE 1 NORTE	III	50	28.614	C
SAN LÁZARO				

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	III	50	2.739	F
EJE 1 NORTE	III	50	6.292	F
CANAL DEL NORTE	III	50	4.641	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	6.640	F
EJE 3 NORTE	III	50	8.852	F
EJE 4 NORTE	III	50	6.376	F
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	66.479	A
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE SUR A NORTE HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO	III	50	22.304	D
EJE 1 NORTE	III	50	17.100	E
CANAL DEL NORTE	III	50	5.469	F
CIRCUITO INTERIOR	III	50	22.993	D
EJE 3 NORTE	III	50	19.526	E
EJE 4 NORTE	III	50	22.086	D
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	18.489	E
RIO DE LOS REMEDIOS				

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR PUNTOS DE CONTROL DE NORTE A SUR HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS	III	50	20.748	E
SAN JUAN DE ARAGÓN	III	50	19.765	E
EJE 4 NORTE	III	50	17.690	E
EJE 3 NORTE	III	50	17.373	E
CIRCUITO INTERIOR	III	50	19.264	E
CANAL DEL NORTE	III	50	16.839	F
EJE 1 NORTE	III	50	15.088	F
SAN LÁZARO				

Sección 4. Tablas de nivel de servicio por tramo

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LAZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	7.756	F

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	27.360	D

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	11.396	F

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	8.383	F

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	27.922	D

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	9.881	F

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	10.379	F

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	24.301	E

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	24.420	E

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	14.565	F

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	21.411	E

NIVEL DE SERVICIO EN AUTO FLOTANTE POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	12.574	F

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	19.915	E

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	4.605	F

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE NORTE A SUR				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	17.955	E

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR SEGMENTO DE NORTE A SUR				
HORA PICO A.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	9.253	F

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE SUR A NORTE				
HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	18.899	E

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE SUR A NORTE HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	6.419	F

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE NORTE A SUR HORA VALLE ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	18.268	E

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE NORTE A SUR HORA VALLE ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	9.420	F

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE SUR A NORTE HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	17.289	E

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR SEGMENTO DE SUR A NORTE HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
SAN LÁZARO - RIO DE LOS REMEDIOS	II	65	8.548	F

NIVEL DE SERVICIO EN METROBÚS POR SEGMENTO DE NORTE A SUR HORA PICO P.M. ESTUDIO 2014				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	18.596	E

NIVEL DE SERVICIO EN MICROBÚS POR SEGMENTO DE NORTE A SUR HORA PICO P.M. ESTUDIO 2003				
	CLASE DE ARTERIA URBANA	VELOCIDAD A FLUJO LIBRE (km/h)	VELOCIDAD DE VIAJE PROMEDIO (km/h)	NIVEL DE SERVICIO
RIO DE LOS REMEDIOS - SAN LÁZARO	II	65	10.018	F