



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA METROBÚS DE LA
CIUDAD DE MÉXICO BASADA EN EL ESTÁNDAR
BRT 2013**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERA CIVIL

P R E S E N T A :

ISIS MAYTÉ MORALES VIDAL



**DIRECTOR DE TESIS:
MTRO. EN ING. FRANCISCO J. GRANADOS
VILLAFUERTE
2015**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Señorita
ISIS MAYTÉ MORALES VIDAL
Presente

DIVISION DE INGENIERIAS CIVIL Y GEOMATICA
COMITÉ DE TITULACIÓN
FING/DICyG/SEAC/UTIT/176/14

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 como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"EVALUACIÓN DEL SISTEMA METROBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO BASADA EN EL ESTÁNDAR BRT 2013"

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES
- II. TRANSPORTE URBANO
- III. SISTEMA DE TRANSPORTE BRT (BUS RAPID TRANSIT)
- IV. ESTÁNDAR BRT 2013
- V. EVALUACIÓN DEL SISTEMA BRT-METROBÚS CIUDAD DE MÉXICO APLICANDO EL ESTÁNDAR BRT 2013
- VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS
- VII. CONCLUSIONES
- REFERENCIAS
- ANEXOS

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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 5 de diciembre del 2014.
EL PRESIDENTE


M.I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ

JLTS/MTH*gar.

Agradecimientos

A mi Tutor

Por su paciencia, tiempo y conocimiento, gracias por darme la oportunidad de realizar este trabajo a su lado, por sus consejos y regaños, por guiarme en esta etapa de mi vida mil gracias.

A mis padres

Por estar siempre a mi lado, por creer en mí y enseñarme a ser un mejor ser humano con el ejemplo que cada día de mi vida me dieron, por su apoyo incondicional y confianza; por todas las preocupaciones, enojos, tristezas y desvelos y sabiendo que nunca podré pagar una vida de sacrificios, los amo.

A mis hermanas

Por su apoyo en todo momento y su fe en que lo lograría, por sus regaños, consejos y ejemplo pero sobre todo por el cariño en cada día de mi vida, las adoro.

A mis maestros

A todos aquellos profesores que a lo largo de mi carrera dejaron marca en mi desarrollo académico y personal, que me enseñaron a amar mi profesión, muchas gracias por todo.

A mis amigos

A mis amigos que me apoyaron a lo largo de la carrera que compartieron conmigo practicas, proyectos y desvelos y que hicieron de esta etapa de mi vida algo increíble; a quién me acompañó a lo largo de los recorridos al Metrobús, a tomar fotos y estuvo siempre a mi lado gracias los quiero.

Isis Mayté Morales Vidal

INDÍCE

Introducción	5
Planteamiento del problema	7
Justificación	8
Objetivos	8
Hipótesis	9
Metodología	9
I. Antecedentes	13
I.1 Situación actual de la Ciudad de México	15
I.1.1 Distribución Modal de los Traslados Metropolitanos.....	15
I.1.2 Motivos de desplazamiento.....	16
I.1.3 Principales zonas de atracción de viajes en el Distrito Federal	17
I.1.4 Viajes atraídos por delegación o municipio según lugar de destino	18
I.1.5 Horario de los desplazamientos.....	19
I.1.6 Duración de los viajes	20
I.1.7 Costo de los traslados	21
I.1.8 Transporte concesionado.....	22
I.1.9 Taxis.....	23
I.1.10 Servicios públicos de transporte del GDF	23
I.1.11 El Metro de la Ciudad de México	24
I.1.12 Red de Transporte de pasajeros (RTP).....	25
I.1.13 Servicio de Transportes Eléctricos	26
I.1.14 Sistema Metrobús.....	28
I.2 Movilidad Urbana	29
I.3 Problemática del Transporte Público	30

II. Transporte Urbano	33
II.1 Medios de transporte urbano	35
II.1.1 Características de los medios de transporte.....	36
II.1.1.1 Tipo de derecho de vía	36
II.1.1.2 Tipo de tecnología utilizada.....	38
II.1.1.3 Tipo de servicio.....	39
II.1.2 Componentes físicos de los sistemas de transporte.....	41
II.1.3 Características de los sistemas de transporte.....	41
II.1.3.1 Rendimiento o desempeño del sistema.....	41
II.1.3.2 Nivel de servicio	42
II.1.3.3 Impacto.....	43
II.1.3.4 Costos.....	43
II.1.4 Evolución de los medios de transporte urbano	44
II.2 Transporte de superficie	46
II.2.1 Características generales	47
II.2.2 Vehículo.....	47
II.2.3 Tamaño de autobuses.....	48
II.3 Transporte Semi rápido	48
II.3.1 BRT	48
II.3.2 LRT.....	49
II.4 Transporte Rápido	49
II.4.1 Características generales	49
II.4.2 Metro	50
III. Sistema de Transporte BRT (Bus Rapid Transit)	51
III.1 Concepto de BRT (Bus Rapid Transit Systems)	53
III.2 Características de BRT	53
III.3 Componentes de BRT	55
III.4 Diferentes BRT en el mundo	58
III.5 Sistema BRT en México	63
III.5.1 Macrobús de la ciudad de Guadalajara Jalisco	63
III.5.2 Optibús de la ciudad de León, Guanajuato	65
III.5.3 Mexibús del Estado de México	67

III.6 Sistema BRT en la Ciudad de México	69
III.6.1 Características del Sistema.....	69
III.6.2 Normatividad	75
III.6.3 Perspectiva del Sistema Metrobús en el futuro.....	75
IV. Estándar BRT 2013	91
IV.1 Justificación del Estándar BRT 2013	93
IV.2 Clasificación del Estándar BRT	94
IV.3 Tarjeta de puntuación del Estándar BRT 2013	95
IV.3.1 Características básicas de BRT	96
IV.3.2 Planeación del servicio.....	104
IV.3.3 Infraestructura	110
IV.3.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	116
IV.3.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero.....	120
IV.3.6 Integración y acceso.....	122
IV.3.7 Deducciones.....	128
V. Evaluación del Sistema BRT-Metrobús Ciudad de México aplicando el Estándar BRT 2013	133
V.1 Línea 1 (Indios Verdes-El Caminero)	135
V.1.1Características básicas de BRT	135
V.1.2 Planeación del servicio.....	140
V.1.3 Infraestructura	147
V.1.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	154
V.1.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero	159
V.1.6 Integración y acceso	161
V.1.7 Deducciones.....	167
V.1.8 Tarjeta de Puntuación.....	185
V.2 Línea 2 (Tacubaya-Tepalcates)	188
V.2.1 Características básicas de BRT	188
V.2.2 Planeación del servicio.....	191
V.2.3 Infraestructura	195
V.2.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	199
V.2.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero	202
V.2.6 Integración y acceso	204

V.2.7 Deducciones.....	207
V.2.8 Tarjeta de puntuación.....	220
V.3 Línea 3 (Etiopia-Tenayuca)	223
V.3.1 Características básicas de BRT	223
V.3.2 Planeación del servicio.....	226
V.3.3 Infraestructura	230
V.3.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	234
V.3.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero	237
V.3.6 Integración y acceso	239
V.3.7 Deducciones.....	243
V.3.8 Tarjeta de puntuación Línea 3	260
VI. Análisis de resultados	263
VII. Conclusión	271
Referencias	274
Anexos	278

Introducción



Planteamiento del problema

En los últimos años ha surgido una gran problemática para poder abastecer a las grandes ciudades con un medio de transporte eficiente y de calidad, además de que no todas las ciudades poseen los recursos necesarios para proveer a sus comunidades con modernos y sofisticados sistemas de transportes.

Las grandes ciudades concurridas, la necesidad de transportarse de un lado a otro por trabajo y estudios entre otras razones y un deficiente servicio en los diferentes medios de transporte han dado como consecuencia la preferencia del uso de vehículos particulares que a su vez ocasionan un mayor tránsito en las avenidas y un mayor tiempo de recorrido, es por ello que se han buscado diferentes soluciones que puedan ayudar a transportar a las personas de una manera eficiente, segura y con un costo accesible para los gobiernos y los usuarios.

Una de las soluciones propuestas para mejorar esta situación es la creación del sistema Bus Rapid Transit (BRT) el cual puede transportar más personas que un autobús común y con una mayor calidad del servicio mediante sus carriles confinados, paradas específicas, estaciones y buses más confortables. El sistema BRT por otra parte no podrá transportar la misma cantidad de gente y a la misma velocidad que un sistema tipo metro, sin embargo su costo será de aproximadamente 10 a 100 veces menor que el del sistema metro debido a que no requiere una infraestructura tan sofisticada como la de este último.

El sistema de transporte BRT surge en Curitiba Brasil en 1974 y es considerado actualmente como uno de los mejores sistemas BRT en el mundo; los sistemas BRT se diseñaron para crear mejoras en el transporte colectivo a un costo accesible, después del primer sistema implementado en Brasil empezaron a surgir muchos otros sistemas a lo largo del mundo, pero no todos estos sistemas pudieron dar mejoras reales ya que no todos los sistemas contaban con los elementos necesarios que hicieron del sistema BRT de Curitiba un éxito.

La diferencia entre los servicios que empezaron a ofrecerse por medio de sistemas BRT y las deficiencias que empezaron a mostrar algunos de estos, ocasionaron una desilusión general en cuanto las mejoras reales que proporcionaba este sistema. Debido a la gran diferencia que existe entre los diversos sistemas BRT implementados en el mundo, el ITDP (Institute for Transportation A Development Policy) decidió que era momento de investigar y analizar el por qué la diferencia de los servicios que ofrecían estos sistemas, para así crear un estándar en el cual pudieran basarse la planeación de futuros sistemas BRT, revisar y mejorar los sistemas que se encuentran en operación actualmente y así poder obtener un servicio eficaz y de calidad en los diferentes sistemas BRT en el mundo.

Justificación

El motivo de la investigación que se muestra a continuación es no solo obtener un título de Ingeniería Civil, si no realizar un análisis sobre la situación actual de los sistemas de transporte, en específico del sistema de transporte BRT en la Ciudad de México estudiando cuáles son sus ventajas en comparación con otros medios de transporte y así poder definir por qué se ha implementado con tanto auge en los últimos años, además de investigar cuáles son los pros y los contras que muestra el sistema a lo largo de tres de sus cinco corredores existentes en la Ciudad de México por los que está compuesto el sistema BRT.

Una vez que se hayan definido las principales aportaciones del BRT y que se hayan encontrado también sus deficiencias al realizar los recorridos por todo el sistema, se podrán aportar sugerencias para realizar mejoras en las características primordiales que debe contener el sistema para obtener un adecuado funcionamiento y así lograr los resultados deseados, además de ayudar en la planeación y mejoras necesarias de otros sistemas BRT.

Realizar una investigación de este tipo no solo pretende crear una guía que pueda ayudar en el diseño y planeación de sistemas BRT sino que su principal objetivo es mejorar el servicio de este medio de transporte para poder ofrecer un servicio eficiente a los usuarios, donde ellos puedan sentirse seguros y confiados de llegar a su destino de una manera comfortable, transportar personas no solo se trata de mover a miles de personas si no de ofrecer un servicio de calidad, seguro y funcional. Obtener un medio de transporte que pueda ofrecer estas características de una manera real beneficiaría a millones de usuarios de los diferentes medios de transporte.

Objetivos

GENERAL

Desarrollar un marco teórico para la realización y revisión de la planeación de sistemas BRT tanto de sistemas futuros como de los ya existentes, con lo que se evaluará e identificarán los elementos fundamentales para obtener un sistema funcional y de calidad.

ESPECÍFICOS

- 1.- Realizar una guía confiable para la planificación de proyectos o mejoras relacionadas con sistemas BRT que deseen proyectarse o que ya estén en operación, para ofrecer un servicio de transporte eficaz y seguro.
- 2.- Apoyar a diseñadores y proyectistas para realizar una adecuada planificación de sistemas BRT para conseguir mejoras en los sistemas de transportes y en el tránsito local.
- 3.- Obtener una guía para asistir a los estados y municipios en la adecuada proyección de futuros sistemas BRT como solución a la problemática de transporte en la actualidad.
- 4.- Auxiliar a los profesionales en Ingeniería y Transporte en la elaboración de sistemas de transporte de calidad para ofrecer un servicio comfortable al usuario.

Hipótesis

Se estudiará la operación del sistema BRT en la Ciudad de México en tres de los cinco corredores que constituyen el sistema, para obtener una evaluación de su funcionamiento y el nivel de servicio que se ofrece a los usuarios con base en el Estándar BRT 2013 publicado por el ITDP (Institute for Transportation A Development Policy) el cual establece ciertos elementos fundamentales tanto en infraestructura como en calidad de servicio para poder ofrecer mejoras reales al transporte urbano.

Metodología

Para realizar el trabajo de investigación que se obtuvo se siguieron diferentes procedimientos ya que se requirieron trabajos teóricos y prácticos, para cada uno de ellos se necesitaron diferentes formas de trabajo.

La base de este trabajo fue dada por el Estándar BRT 2013 realizado por el ITDP por lo cual para poder realizar la investigación primero que nada debió analizarse que es el Estándar BRT, cómo surge, quién lo realiza y cuál es el propósito de su creación. Una vez que se definió la importancia de dicho documento se procedió a especificar y estudiarse cada uno de los elementos que componen la tabla de evaluación de los sistemas BRT, para realizar este análisis se detalló con ayuda de documentos anexos el concepto básico y las principales características que debe poseer cada uno de los elementos del Estándar BRT, así como los criterios que deben utilizarse para su evaluación y las escalas para cada uno de estos.

Se realizaron diferentes recorridos para obtener fotografías y datos de cada uno de los corredores del sistema BRT de la Ciudad de México, estos recorridos se realizaron en hora valle pero solo para obtener los datos básicos del sistema por ejemplo el tipo de derecho de vía, las condiciones del autobús y de la estación; sin embargo para el estudio de capacidad, frecuencia y velocidad los recorridos se realizaron en la hora pico ya que deseaba establecerse si el sistema BRT podía cumplir con el servicio que se requiere a esta hora y qué tipo de servicio ofrece.

Los recorridos se ejecutaron en cada línea en la hora pico en la mañana a las 7:30 am y en la tarde a las 16:30 pm y se inició un recorrido en cada terminal, es decir, por cada línea se efectuaron cuatro recorridos diferentes, por ejemplo en el caso de la Línea 1 Indios Verdes-Caminero se realizó un recorrido comenzando en la terminal de Indios Verdes y posteriormente un recorrido a la misma hora pero iniciando en la terminal de El Caminero, por lo que para cada corredor se obtuvieron cuatro calificaciones diferentes.

Para obtener los datos necesarios como velocidad, distancia y tiempo se utilizó una aplicación para teléfono móvil llamada Oruxmaps. Oruxmaps es una aplicación de android que permite trazar rutas por medio del GPS y visualizar mapas, también pueden realizarse tracks de los que se obtienen estadísticas y gráficos, en las ilustraciones 1 y 2 se presentan unas imágenes de la aplicación para que se pueda observa cómo trabaja la misma.

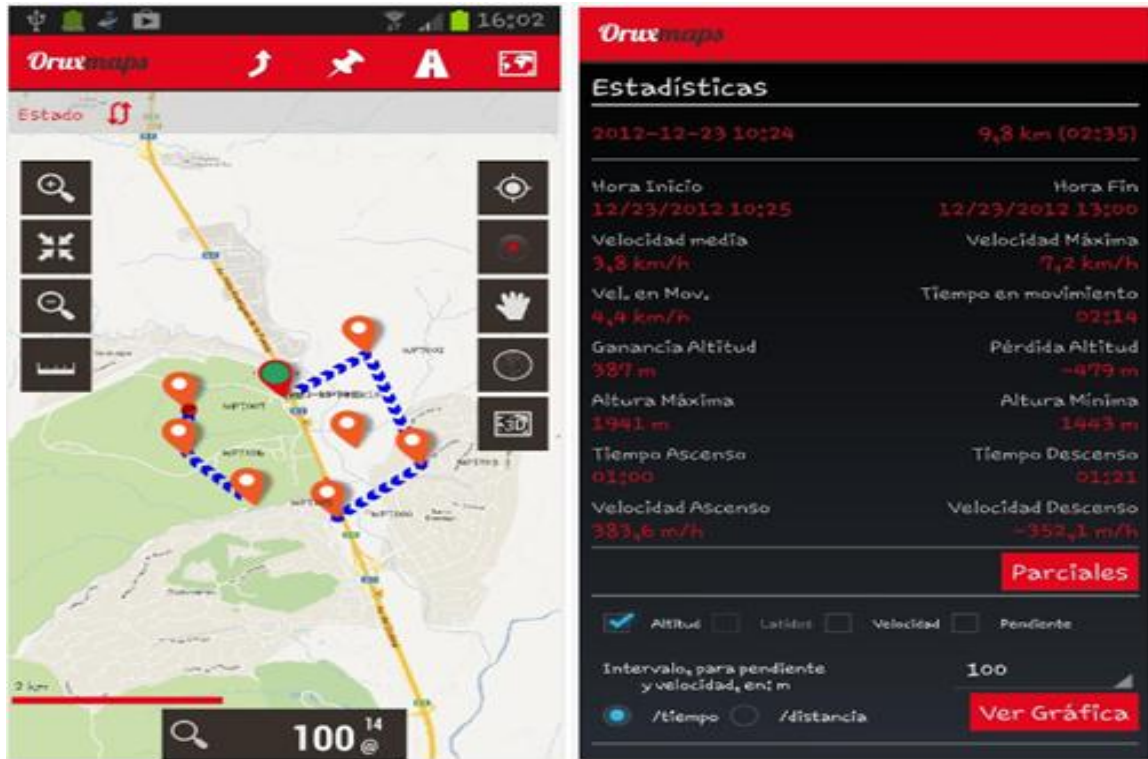


Ilustración 1. Mapa y estadísticas de la aplicación Oruxmaps.

Fuente: <http://www.oruxmaps.com/>

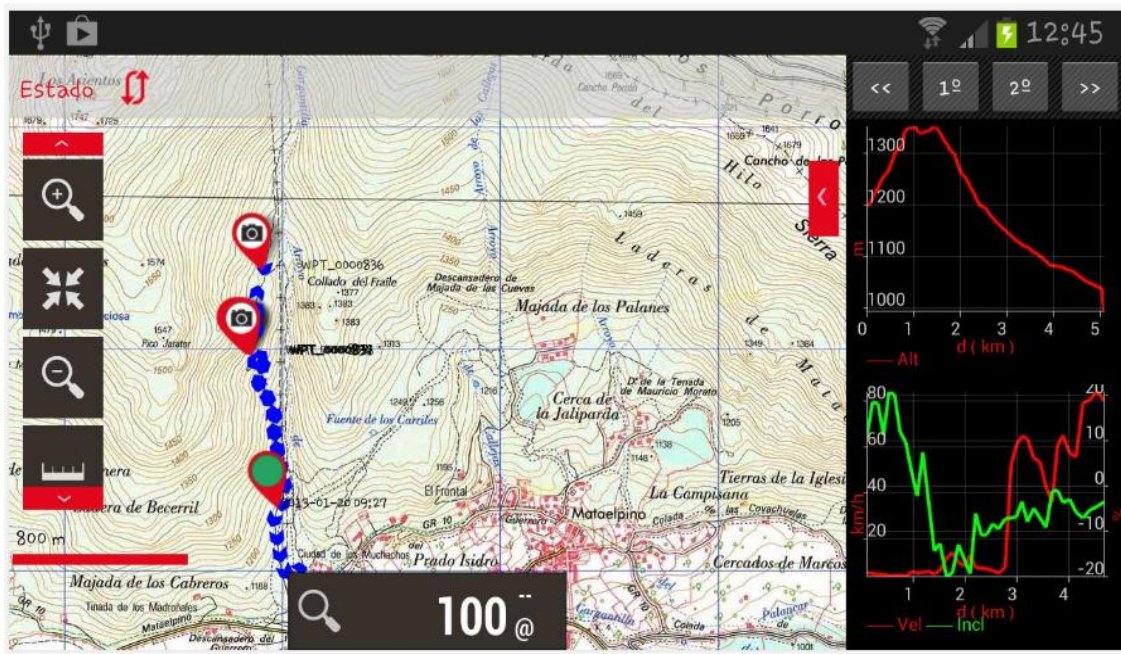


Ilustración 2. Track y gráficos de Oruxmaps

Fuente: <http://www.oruxmaps.com/>

Una vez obtenidos los datos necesarios se utilizó la ayuda de diferentes programas como Excel, Google Earth GPS Visualizer y Mapsource para realizar los mapas de cada recorrido y los gráficos correspondientes para hacer la evaluación del servicio del BRT. En las ilustraciones 3 y 4 se muestran imágenes de algunos de los programas utilizados para el análisis de resultados.

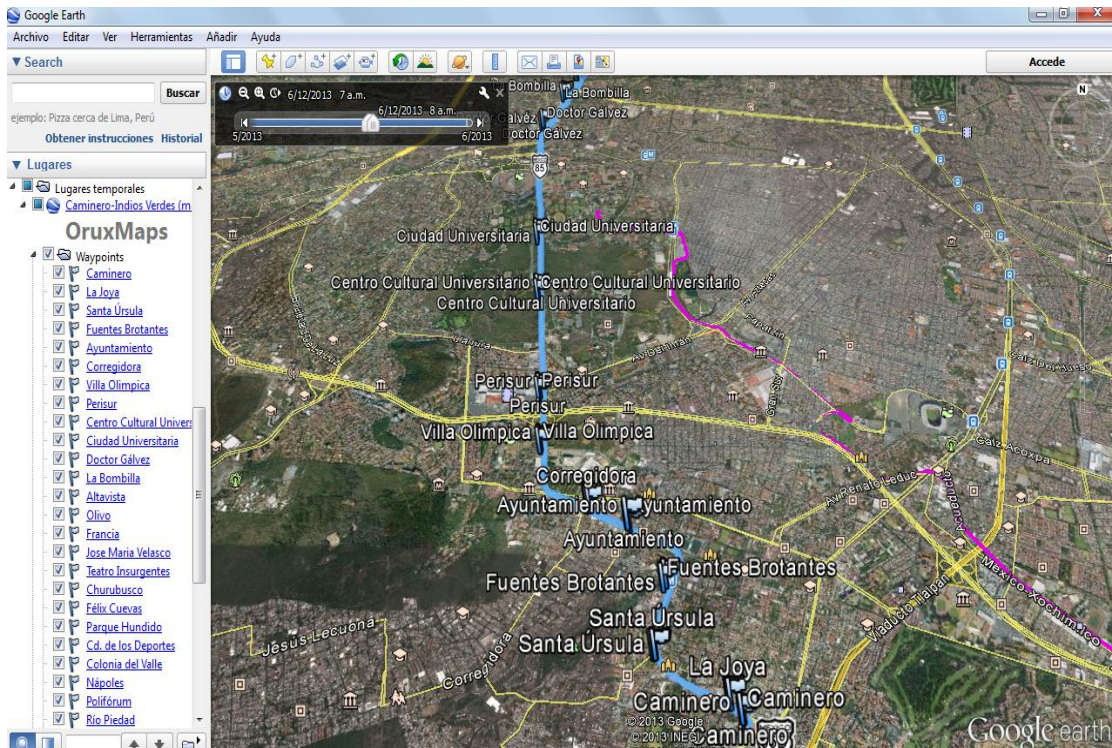


Ilustración 3. Programa Google Earth

Fuente: Elaboración propia

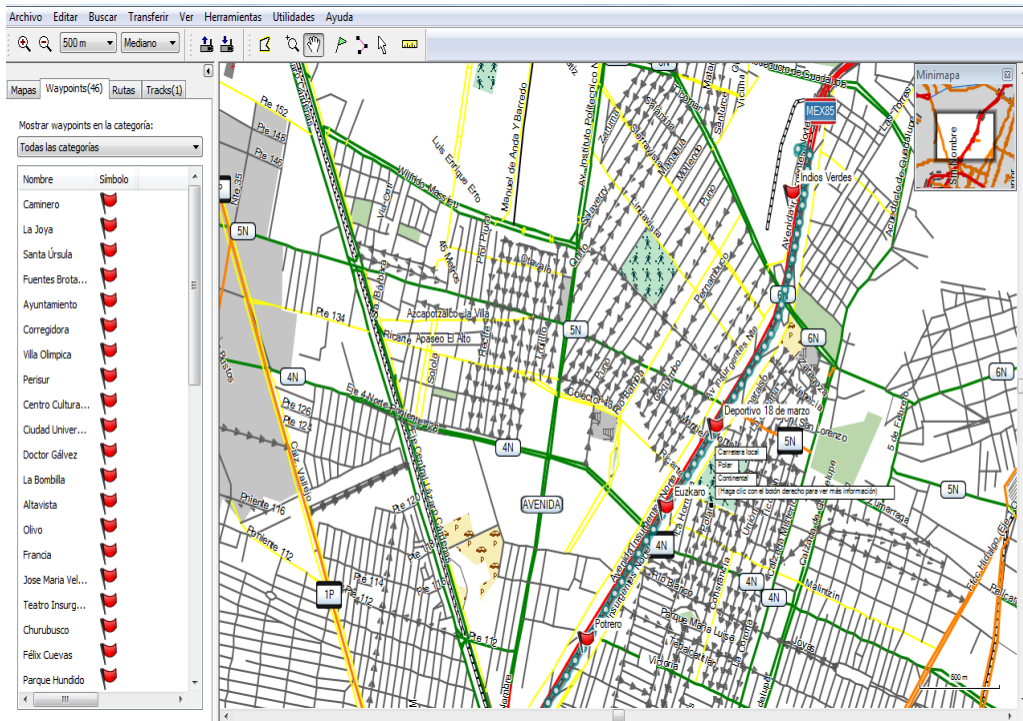


Ilustración 4. Programa Mapsource

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se analizaron los datos de cada recorrido se procedió a asignar la calificación de cada elemento siguiendo la tarjeta de puntuación establecida por el ITDP, para poder justificar dicha puntuación se anexaron fotografías o gráficas de cada elemento. Finalmente se presentó la tarjeta de puntuación con el resumen de la calificación que se dio a cada línea en cada uno de sus respectivos recorridos por hora pico y dirección, así mismo se concedió en base a la puntuación total el tipo de certificado que corresponde a cada línea.

I. Antecedentes



I Antecedentes

En este capítulo se presenta una pequeña reseña de la situación actual de la Ciudad de México, donde se detalla el número de viajes que se realizan en la Zona Metropolitana y las principales características por las cuales se llevan a cabo estos viajes, así como las zonas con mayor número de viajes generados y los horarios que predominan para realizarlos, estos datos se obtuvieron del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012.

En este capítulo también se describe la cantidad aproximada de unidades de los diferentes medios de transporte que existen para ofrecer servicio a todos los usuarios que desean moverse a diferentes lugares, finalmente en este capítulo se explica cuál es la problemática de la Ciudad de México en cuanto al transporte público.

I.1 Situación actual de la Ciudad de México

I.1.1 Distribución Modal de los Traslados Metropolitanos

El crecimiento expansivo de la zona metropolitana del Valle de México como consecuencia del reciente incremento poblacional ha provocado que las zonas habitacionales día con día se ubiquen más alejadas, de acuerdo a una encuesta de Origen Destino realizada en el 2007¹ en el DF se concentra el mayor número de desplazamientos por trabajo y estudios en la zona central, existen además municipios conurbados que concentran la mayor cantidad de desplazamientos por regreso al hogar.

De acuerdo a esta encuesta se efectúan diariamente casi 22 millones de viajes lo cual quiere decir que casi dos terceras partes se realizan en transporte público (14.8 millones) y una tercera parte en transporte privado (6.8 millones), de la totalidad de estos viajes un 58.4% de los viajes se originan en el DF y el resto, es decir, un 41.3% en algunos municipios del Estado de México.

En el año 2007 aún predominaron los colectivos como la mejor alternativa de transporte público con un 46% de los traslados realizados en la ZMVM, sin embargo entre el 2000 y el 2007 se presentó una reducción de 7.6% en la utilización de este medio de transporte, mientras que el auto particular presentó un aumento de más del 4%, cabe destacar que en el mismo periodo se incrementó en un 3% el uso de los medios de transporte público de mayor capacidad al cual en los últimos años se le ha presentado un gran apoyo por parte de los gobiernos del D.F. para la reconstrucción y recuperación de los medios de transporte, así como la creación del Sistema Metrobús.

La principal preocupación del gobierno es incrementar el uso de transporte público de mayor capacidad, mejorando la calidad del servicio de colectivos ya que estos presentan un papel importante en la participación modal y como actividad económica.

¹ Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

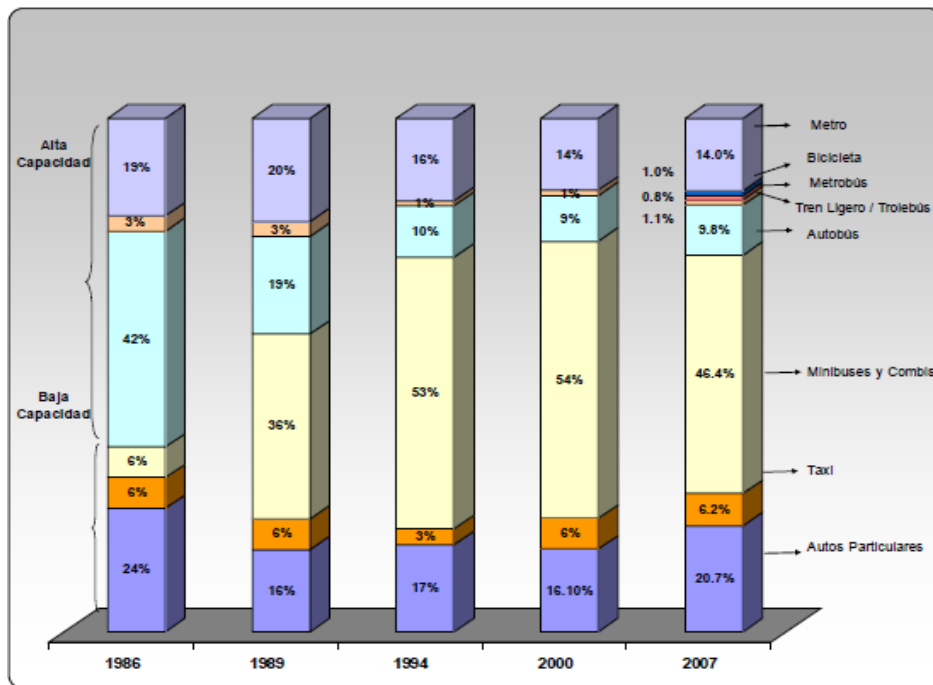


Ilustración 5. Reparto Modal estimado para la Zona Metropolitana del Valle de México 1986-2007

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

I.1.2 Motivos de desplazamiento

Los principales motivos de los viajes metropolitanos son por trabajo y por estudios lo que influye directamente en el horario y en el flujo vehicular que se presenta en la ciudad. (Véase ilustración 6)

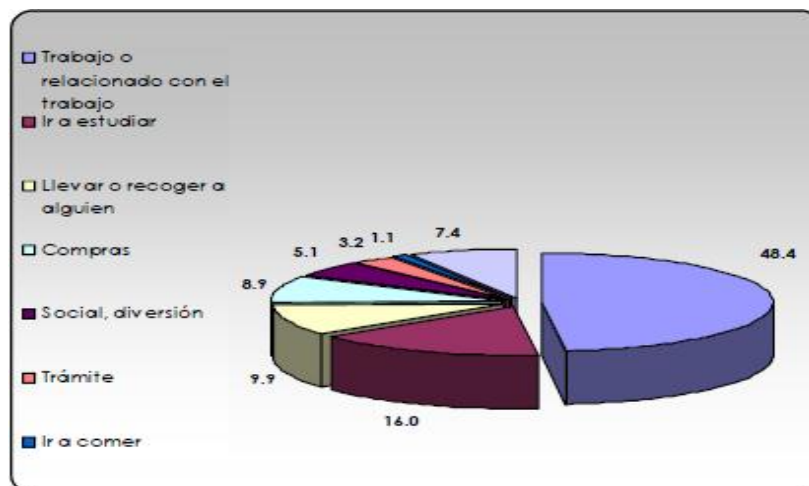


Ilustración 6. Motivos de desplazamiento

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

I.1.3 Principales zonas de atracción de viajes en el Distrito Federal

Es en 7 delegaciones del Distrito Federal y en 3 municipios del Estado de México donde se concentran más de la mitad de los viajes que se realizan en la ZMVM; esta información se resume en la siguiente tabla, lo que significa que se concentra una gran cantidad de desplazamientos en un área importante del Distrito Federal.

Tabla 1. Delegaciones y Municipios con mayor concentración de viajes

Entidad	Viajes	Porcentaje	Acumulado
Iztapalapa	1,812,574	8.3	8.3
Cuauhtémoc	1,695,206	7.7	16.0
Gustavo A. Madero	1,453,531	6.6	22.6
Ecatepec de Morelos	1,439,748	6.6	29.2
Coyoacán	1,103,951	5.0	34.2
Benito Juárez	986,277	4.5	38.7
Álvaro Obregón	954,641	4.3	43.0
Miguel Hidalgo	941,402	4.3	47.3
Naucalpan de Juárez	937,117	4.3	51.6
Nezahualcóyotl	897,062	4.1	55.7
ZMVM	21,954,157	100.0	
Distrito Federal	12,833,615	58.5	
Estado de México	9,028,821	41.1	

Fuente: Información obtenida del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia

Las delegaciones que presentan mayor número de viajes son Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Coyoacán. En la delegación Cuauhtémoc se realizan un 45.5% de viajes por trabajo ya que aquí se contra el 16.3% de las unidades económicas del D.F., en esta misma se produce un 65.9% de viajes por regreso al hogar y 17.4% atraídos.

En la delegación de Iztapalapa se presenta un 51% de viajes por regreso al hogar y un 22.4% de viajes por trabajo. En Gustavo A. Madero se tiene un 46% de viajes con motivo de regreso al hogar y un 25.4% para ir a trabajar. En la delegación Coyoacán se produce un 51.2% de viajes para regresar al hogar y un 35.5% de los viajes atraídos, los viajes por trabajo representan un 21% y un 24.6% los atraídos, los viajes relacionados a motivos de estudio producen un 18% de viajes atraídos ya que se ubica la Universidad Nacional Autónoma de México que es el centro de estudios superiores más grande del país.

I.1.4 Viajes atraídos por delegación o municipio según lugar de destino

En el D.F. las delegaciones que producen mayor cantidad de viajes por trabajo son Cuauhtémoc con más de 469 mil viajes, Miguel Hidalgo con más de 264 mil viajes y Benito Juárez con 245 mil viajes. Las delegaciones que presentan mayor número de viajes por centros comerciales son Cuauhtémoc con 318 mil, Iztapalapa con 198 mil y Venustiano Carranza con 106 mil viajes. Y las delegaciones que producen la mayor cantidad de viajes por estudios son Coyoacán con 305 mil, Gustavo A. Madero con 276 mil y Cuauhtémoc con 168 mil viajes.

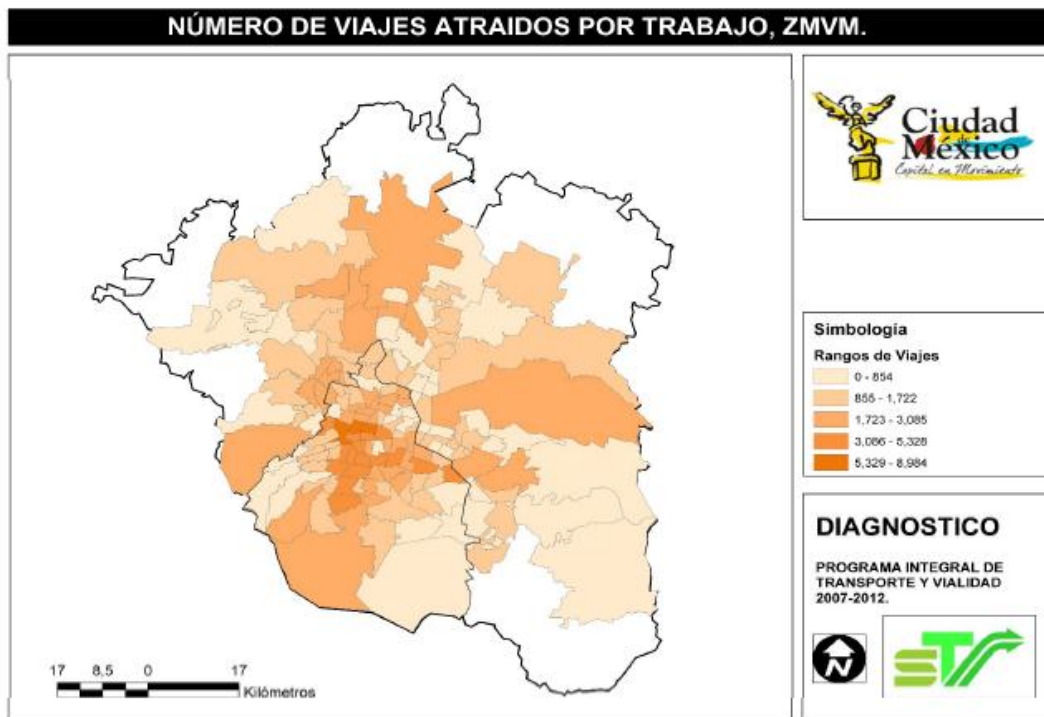


Ilustración7. Número de viajes atraídos por trabajo ZMVM

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

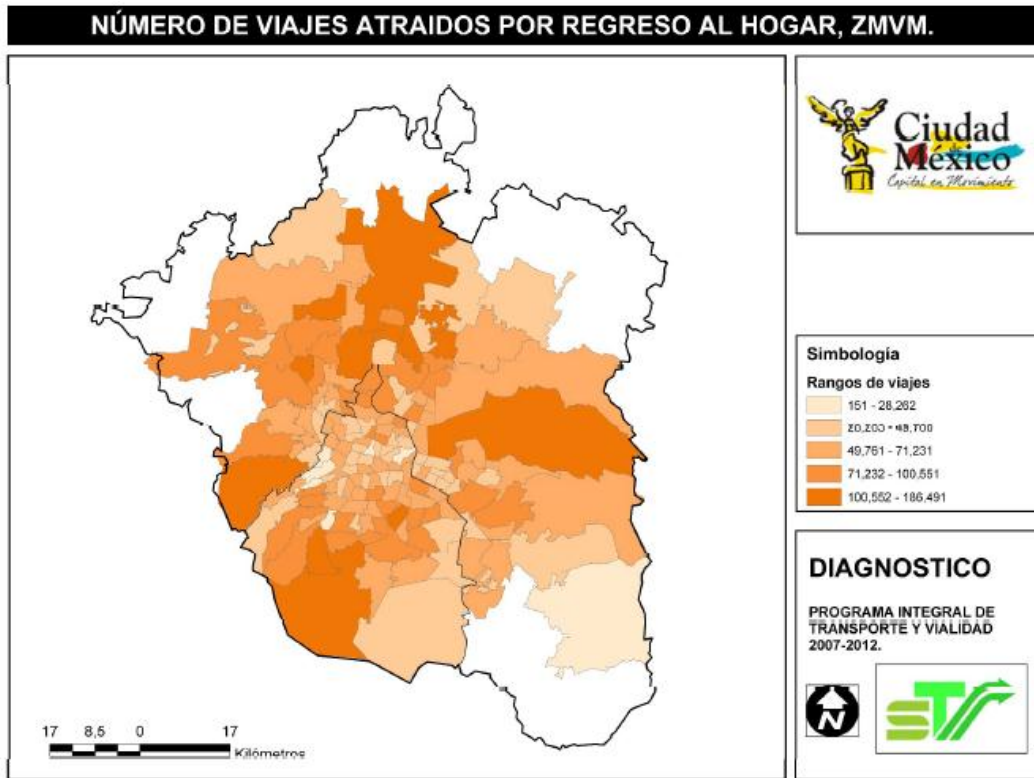


Ilustración 8. Número de viajes atraídos por regreso al hogar ZMVM

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

I.1.5 Horario de los desplazamientos

La hora de máxima demanda en el horario matutino presenta un 26.8% de los viajes que se realizan entre las 6:00 y las 8:59 horario en el cual la población trabajadora y escolar se traslada para iniciar sus actividades.

Al medio día la hora de máxima demanda se presenta un 19.3% de viajes entre las 13:00 y las 15:59 horas, que se relaciona con la salida de los centros educacionales y la salida a comer de las oficinas.

En el horario vespertino se concentra un 17.3% de viajes que se inician entre las 17:00 y las 19:59 horas relacionado a el retorno de los trabajadores a sus hogares.

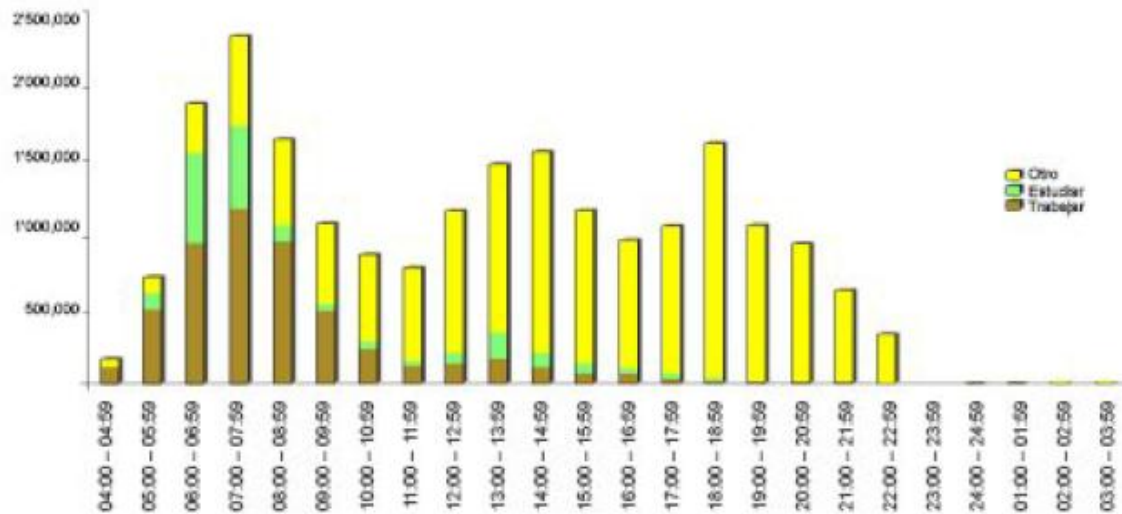


Ilustración 9. Viajes por hora de inicio, según propósito

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

I.1.6 Duración de los viajes

En general los viajes metropolitanos son de gran longitud, el tiempo que debe realizarse en estos trayectos depende del tipo de transporte empleado para realizarlo, en el caso de transporte mixto, es decir, público y privado el tiempo promedio es de una hora con 21 minutos, los viajes realizados en el Distrito Federal se realizan en promedio en una hora con 12 minutos y en los municipios del Estado de México los viajes se realizan en aproximadamente una hora.

Tabla 2. Tiempo y costo promedio de los desplazamientos, según el área geográfica

Área geográfica (Origen-Destino)	Tiempo promedio (HH-MM)			Costo
	Público	Privado	Mixto	Promedio (pesos)
ZMVM-ZMVM	00:58	00:41	01:21	8.42
DF-DF	00:51	00:38	01:12	6.94
MUNICIPIOS-DF	01:29	01:06	01:38	10.81
MUNICIPIOS-MUNICIPIOS	00:47	00:32	01:01	8.95

Fuente: Información obtenida del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia.

I.1.7 Costo de los traslados

La movilidad que se presenta en un hogar está directamente relacionada con los ingresos del mismo, el mayor número de viajes se realizan en hogares que tienen entre 5 y 10 salarios mínimos como ingreso, ya que en hogares con más de 30 salarios mínimos se presenta el promedio más alto de viajes con 7.1% de viajes por hogar. En los hogares con 3 y más automóviles se realizan por lo menos 9 viajes.

En el transporte público el costo se relaciona con la distancia del recorrido y la diferencia en las tarifas del D.F. y el estado de México, por lo que las personas que inician su viaje de algún municipio conurbado hacia el interior del D.F. gastan aproximadamente \$10.81.

En el D.F. se realizan los recorridos de menor costo con un precio promedio de \$6.94, en tanto los viajes que se originan en el Estado de México tienen un costo promedio de \$8.95.

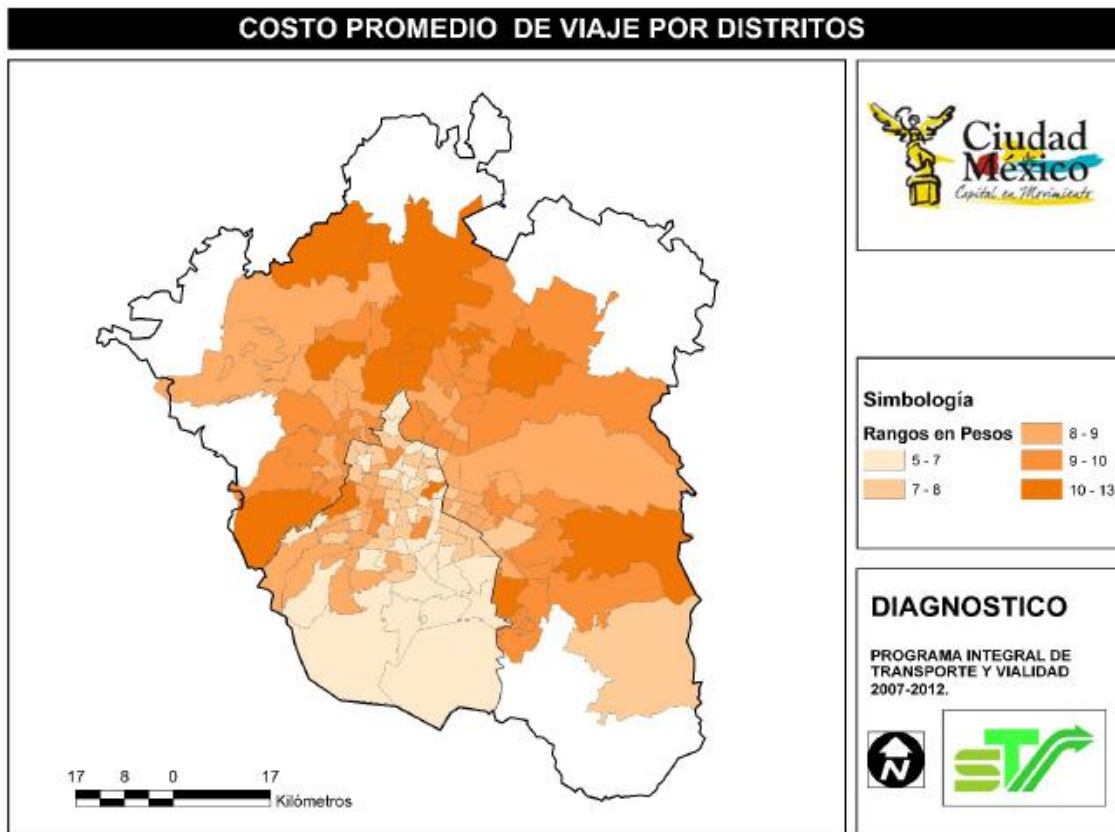


Ilustración 10. Costo promedio de viaje por distritos

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

I.1.8 Transporte concesionado

Los resultados de la encuesta de Origen-destino del 2007 muestran que el servicio de transporte colectivo como vagonetas, combi, microbuses y en menor cantidad los autobuses posibilitan la mayor proporción de los tramos de la metrópoli.

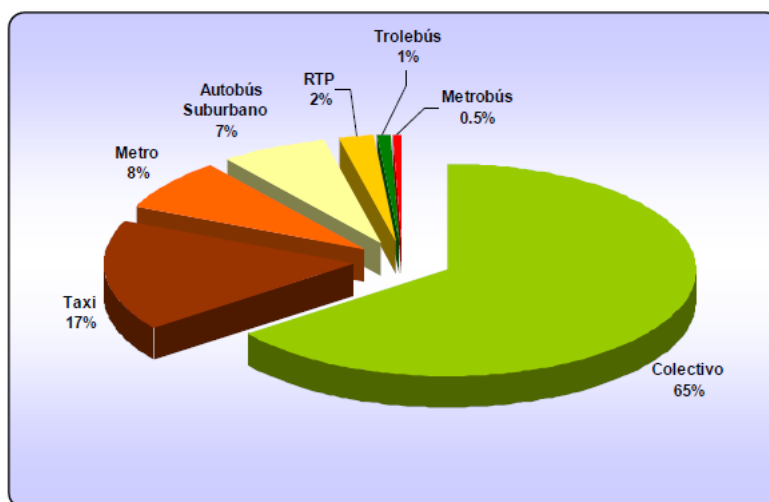


Ilustración 11. Viaje por modo de transporte público, 2007

Fuente: Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012

En el Distrito federal el sistema de transporte colectivo cubre 9.6 millones de los viajes, aproximadamente un 60.16% de los desplazamientos, cuenta con un parque de 30, 170 unidades de las cuales 20 mil son microbuses que cuentan con 106 organizaciones, 9 empresas y el resto son asociaciones civiles. Lo que constituye 104 rutas y 1,150 ramales que representan 8,000 km de servicio.

No obstante, aproximadamente el 80% de las unidades no cumplen con los requerimientos por norma y han sobrepasado su tiempo de vida útil autorizada de 10 años, además el predominio de estas unidades que cuentan con una baja capacidad requiere de un cambio a alternativas que puedan ofrecer una mayor capacidad como opciones de transporte eléctrico o Sistema Metrobús.

I.1.9 Taxis

El servicio de taxis en el Distrito Federal consta de 108,041 unidades registradas y un sin número de vehículos no registrados que operan de manera irregular. Este servicio moviliza aproximadamente 250 mil pasajeros diariamente, además de ser una forma de empleo para más de 300 mil mexicanos.

Sin embargo del total de concesiones han vencido alrededor de 70 mil, 64, 807 tienen problemas con la titularidad y 16,200 no han pagado la revista vehicular o no han aprobado la inspección físico-mecánica. Lo anterior ha ocasionado la existencia del servicio ilegal y condiciones de inseguridad para el usuario.

Además las condiciones de explotación de los taxis generan los mayores impactos ambientales por pasajero transportado, el 13.31% de las principales emisiones al aire por el sector del transporte son ocasionadas por este medio a pesar de que solo representan el 2.91% de la flota metropolitana.

Es por esto que la modernización de las unidades, su regularización y reordenamiento son prioridades urgentes para la mitigación de los efectos ambientales, la seguridad de los usuarios y la mejora del servicio.

I.1.10 Servicios públicos de transporte del GDF

El Distrito Federal es la única entidad federativa en la República Mexicana en la que se operan cuatro modalidades de transporte urbano: El metro, los autobuses de la red de Transporte de Pasajeros (RTP), los trolebuses y el tren ligero del Servicio de Transportes Eléctricos y ofrece una nueva y exitosa alternativa en asociación con el sector privado, el sistema Metrobús.

Tabla 3. Oferta de servicio de transporte público del GDF (al cierre 2006)

	Usuarios transportados (millones)	Unidades	Número de líneas o rutas	Extensión del servicio
RTP	222.4	1,266	88	3,098.6 km
TROLEBUSES	86.44	405	18	434.56 km
TREN LIGERO	21,993.300	16	1	25.82 km
METRO	1,417	354	11	193.4 km
METROBÚS	71.2	97	1	19.7 km

Fuente: Información obtenida del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia

El Gobierno del Distrito Federal (GDF) mantiene una política tarifaria de subsidio para los usuarios de estos medios de transporte como apoyo social a los ingresos de las familias metropolitanas y de los municipios conurbados que utilizan estas importantes modalidades de transporte.

I.1.11 El Metro de la Ciudad de México

Para el año 2006 contaba con una red de 201 kilómetros, 250 trenes en operación que transportan diariamente a 4 millones 356 mil pasajeros a lo largo de 116 mil kilómetros de recorrido. Este sistema ofrece un servicio eléctrico no contaminante de transporte público mediante una red que contaba con 11 líneas hasta el 2006 y una adicional Línea 12 que contará con 24.5 km para cubrir la movilidad del oriente a poniente beneficiando a 400 mil personas de las delegaciones más pobladas y de mayor crecimiento, además se permitirá que se dejen de emitir 400 mil toneladas de dióxido de carbono al aire de la metrópoli por año.

Tabla 4. Sistema de transporte colectivo metro: principales indicadores año 2007

STC Metro	Unidad de medida	
Pasajeros promedio en día laborable	Usuarios	4,355,969
Tarifa	Pesos	2.00
Longitud de la red en operación	Kilómetros	193.4
Unidades en operación	Trenes	250
Kilómetros recorridos en el año	Miles de kilómetros	39,439.40
Kilómetros recorridos en día laborable	Miles de kilómetros	116.00
Total del personal en la institución	Personas	14,840
Usuarios transportados con boleto pagado	Millones de usuarios	1,371.60

Fuente: Información obtenida del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia

I.1.12 Red de Transporte de pasajeros (RTP)

En este medio de transporte el gobierno del Distrito Federal opera un parque de 1,266 autobuses de última generación que trasladan alrededor de 640 mil pasajeros en más de 213 mil kilómetros, con una red en operación a finales del año 2006 de 3,098.6 kilómetros de longitud, que da servicio en 16 delegaciones del DF y atiende a 135 zonas de escasos recursos. Así mismo participa en la línea 1 del metrobús Insurgentes con una flota de 25 autobuses articulados con tecnología Euro-III. La mayor parte de las rutas RTP vinculan estaciones del Metro con corredores de gran demanda. Con esto el GDF presta mediante el RTP un servicio estratégico a los sectores con menos ingresos y mantiene una herramienta crucial para la regulación del servicio de transporte colectivo en el Distrito federal, la RTP ha renovado su flota continuamente para contar con unidades que respondan al compromiso del GDF para mejorar el medio ambiente.

Tabla 5. Red de transporte de pasajeros: principales indicadores año 2007

RTP	Unidad de medida	
Pasajeros Promedio en día laborable	Miles de usuarios	639.9
Tarifa	Pesos	2.00
Longitud de la Red en Servicio	Km	3,094.80
Unidades en operación	Trenes	1,264
Kilómetros recorridos en el año	Miles de Km	66,049.32
Kilómetros recorridos en día laborable	Miles de km	110.56
Total del personal en la institución	Personas	4,448
Usuarios transportados con boleto pagado	Usuario	194

Fuente: Información obtenida del Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia

I.1.13 Servicio de Transportes Eléctricos

Es de los organismos con mayor antigüedad en la ciudad, cuenta con dos alternativas de servicio eléctrico no contaminantes: la red de trolebuses con 405 unidades y el Tren Ligero con 16 trenes.

En el año 2006 la red de trolebuses transportó en sus 18 líneas a 66.96 millones de pasajeros con tarifa directa y 19.48 millones de usuarios por medio de diversas cortesías, para ello se utilizaron 372 unidades disponibles promedio mensual, de las cuales 335 trolebuses se programaron en día laborable para atender 492.61 kilómetros.

El tren ligero transportó 19.67 millones de pasajeros con tarifa directa y 2.31 millones de usuarios con cortesías, mediante la asignación de 15 trenes en la hora de máxima demanda.

Debido a la antigüedad de las unidades y su intenso uso se lleva a cabo un intenso programa de mantenimiento preventivo y operativo, se requerirá mejorar estas opciones no contaminantes de transporte mediante nuevos trenes y la búsqueda de alternativas que permitan mejorar este organismo.

Tabla 6. Sistemas de transportes Eléctricos: principales indicadores año 2007

TREN LIGERO	Unidad	
Pasajeros Promedio en día laborable	Miles de usuarios	65.09
Tarifa	Pesos	2.00
Longitud de la Red en Servicio	Km	201.4
Unidades en operación	Trenes	250
Kilómetros recorridos en el año	Millones Km	1.5
Kilómetros recorridos en día laborable	Miles Km	4,474.70
Total del personal en la institución	Personas	2,919
Número de vueltas en el año	Miles	60.4
Usuarios transportados con boleto pagado	Usuario	19,673.300

Fuente: Información obtenida del programa de Integración de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia

Tabla 7. Sistemas de transportes Eléctricos: principales indicadores año 2007

TROLEBÚS	Unidad	
Pasajeros Promedio en día laborable	Miles de usuarios	207.49
Tarifa	Pesos	2.00
Longitud de la Red en Servicio	Km	467.61
Unidades en operación	Trenes	283
Kilómetros recorridos en el año	Millones Km	22.8
Kilómetros recorridos en día laborable	Miles Km	66,695.30
Total del personal en la institución	Personas	9,919
Número de vueltas en el año	Miles	868.1
Usuarios transportados con boleto pagado	Usuario	66,963

Fuente: Información obtenida del programa de Integración de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración propia

I.1.14 Sistema Metrobús

La Ciudad de México tiene una opción de transporte público de elevada capacidad, calidad, sustentabilidad y que opera en un carril confinado. El Metrobús fue creado mediante decreto público en la Gaceta Oficial el 9 de marzo de 2005, como organismo público descentralizado de la administración pública del DF, sectorizado en la Secretaría de Transportes y Vialidades (SETRAVI).

Las principales características de este medio son: operación regulada, carriles exclusivos para el transporte público, vehículos de mayor capacidad, infraestructura para el servicio, integración con subredes locales y pago centralizado.

El Metrobús inició su operación con 80 autobuses articulados de 18 metros de largo y con tecnología ambiental Euro III, que desplazaron de circulación a 262 microbuses y 90 autobuses con tecnologías obsoletas y permitiendo reducir de 30 mil toneladas de gases de efecto invernadero.

La línea 1 del Metrobús transporta 250 mil pasajeros promedio en día hábil en forma segura, rápida y con mayor calidad. Además el sistema de metrobús cuenta con vigilancia en todas las estaciones, cámaras de seguridad, espacios para personas con discapacidad y dispositivos para el mejoramiento del flujo peatonal entre otros.

Además de los beneficios mencionados se ha provocado un cambio modal, las encuestas anuales del metrobús muestran que 15% de los usuarios han optado por dejar su automóvil estacionado y usar este medio de transporte. La evolución y mejoramiento de los sistemas de transporte obsoletos que existen actualmente tienen una gran alternativa en el sistema metrobús debido al bajo costo y a la rapidez de su implementación, reducción de tiempo de recorrido y el aprovechamiento de las capacidades entre otras ventajas.

Tabla 8. Sistema Metrobús: principales indicadores año 2007

METROBÚS	Unidad de medida	
Tarifa	Pesos	3.5
Longitud de la red en Servicio	Kilómetros	19.4
Unidades en operación	Autobuses	98
Kilómetros recorridos en el año	Millones de kilómetros	7.00
Usuarios transportados con boleto pagado	Millones de usuarios	74.2
Número de estaciones en servicio	Estaciones	36

Fuente: Información obtenida del programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012, elaboración 2007-2012

I.2 Movilidad Urbana

Al referirnos al término “movilidad urbana” hablamos sobre los distintos desplazamientos que se generan dentro de la ciudad a través de las redes de conexión locales, lo cual exige el máximo uso de los distintos tipos de transporte colectivo que no solo incluyen el sistema de autobuses o el sistema metro sino también taxis, colectivos, combis, etc.

La movilidad urbana es la necesidad o el deseo de los ciudadanos de moverse o desplazarse por la ciudad ya sea para ir a trabajar o asistir a la escuela y es necesario que se establezcan las condiciones necesarias para que el espacio urbano sea apto para la movilidad de todos los habitantes. Sin embargo en los últimos años debido a que se ha incrementado el uso del vehículo privado frente a los otros tipos de transporte y de la expansión urbana, se han originado grandes conflictos en el modelo de la movilidad actual.

Es claro que la manera actual de acceder y moverse por la ciudad deben cambiar para que la movilidad este plenamente garantizada y se establezca un nivel de calidad de vida adecuado en las ciudades. Es por esto que la movilidad de las ciudades se está orientando a implementar criterios de sostenibilidad para lograr un equilibrio entre las necesidades de movilidad y accesibilidad que permita a los usuarios contar con desplazamientos seguros y que economicen tiempo y energía, al mismo tiempo que se protege al medio ambiente y el desarrollo económico.

Un modelo sostenible de movilidad urbana tiene que asegurar la protección del medio ambiente, mantener la cohesión social y la calidad de vida de los ciudadanos y favorecer el desarrollo económico. El modelo actual de movilidad urbana no cumple con estas condiciones, si no lo contrario provoca una serie de problemas (ruido, contaminación, accidentes, etc.) que influyen negativamente en la calidad de vida de los ciudadanos, el medio ambiente y el desarrollo económico, que hacen insostenible esta forma de movilidad, no solo para las generaciones futuras sino, a medio plazo para las actuales.

La planeación de la movilidad debe enfocarse en conseguir que las personas puedan acceder fácilmente a diferentes servicios y bienes que les permitan llevar una vida digna. Se requiere el desarrollo de ciudades compactas con uso de suelos mixtos en armonía con redes de transporte público y no motorizado de calidad, que permita a los usuarios satisfacer sus necesidades.

Este tipo de planeación implica gestionar la movilidad e incentivar el uso eficiente de los medios de transporte ya existentes. Es necesario implementar estrategias para cambiar el comportamiento de viaje de las personas (cómo, cuándo y dónde viaja) y priorizar por encima de los vehículos modos eficientes de transporte, como caminar, usar la bicicleta, transporte público, trabajar desde casa, compartir el automóvil, etcétera.

Gestionar la movilidad implica proveer una mayor oferta de transporte público de calidad y facilitar el transporte no motorizado (bicicletas y caminar). El objetivo es claramente crear alternativas reales al uso del automóvil y generar un cambio en la manera que la población se desplaza.

El transporte público dentro de la Ciudad es dominado por modelos de concesión hombre-camión que no contribuyen a un verdadero sistema de transporte público, esto genera servicios de mala calidad que no son alternativas al uso del automóvil. La situación para el transporte no motorizado es muy parecida, las condiciones para el uso de bicicleta o la accesibilidad peatonal no son las más adecuadas para estos.

Es necesario transformar los servicios hombre-camiión en verdaderas empresas de transporte, crear servicios integrados y multimodales de transporte público; ampliar su oferta; crear infraestructura ciclista, mejorar la accesibilidad universal y peatonal, entre otras tantas medidas. Un ejemplo de provisión exitosa de transformación de servicios de transporte público de hombre-camiión a un sistema estructurado, es el metrobús del Distrito Federal. Este se ha constituido en un sistema de transporte público de calidad a un bajo costo de inversión, que además cuenta con una alta accesibilidad.

I.3 Problemática del Transporte Público

Los cambios sociodemográficos de población en América Latina lentamente han generado modificaciones en las estructuras de la población que requieren reestructurar el planteamiento y diseño urbano de nuestras ciudades, la ciudad está cambiando y es necesario observar la ciudad como un conjunto de diferentes sistemas que se encuentran correlacionados.

Cuando hablamos de ciudades no podemos olvidar que éstas son el motor de la economía nacional y el lugar donde finalmente se genera la riqueza de las naciones. Es por esto la importancia de su buen funcionamiento; el crecimiento urbano inteligente y mejorar la movilidad urbana aparecen como estrategias prioritarias en el desarrollo de las ciudades, los cuales apuntan directamente a mejorar conexiones entre trabajo y vivienda.

Actualmente existe un gran crecimiento económico y demográfico, además de una expansión de la zona urbana que solicita día con día un aumento en el servicio de transporte, se requiere de una gran cantidad o volúmenes de viajes de pasajeros que necesitan transportarse de un lugar a otro diariamente por trabajo o estudios dentro de las principales causas.

El 77% de la población del país es urbana (86 millones de personas), en la última década se ha incrementado el número y tamaño de las ciudades del país. Las estimaciones del Consejo Nacional de Población (Conapo) (2007) señalan que para 2030 el 81% de la población vivirá en ciudades.

La construcción masiva de vivienda ha alcanzado una escala sin precedentes entre el 2003 y el 2010 el INFONAVIT otorgó más de 3.2 millones de créditos, actualmente el 26% de sus viviendas financiadas se encuentra desocupado o abandonado, el 21% de estos casos es resultado de la distancia que separa la vivienda de la ciudad.

El transporte público urbano que se ofrece para satisfacer las necesidades de los usuarios consta de diferentes medios como colectivos, rutas de autobuses, combis y taxis entre otros, sin embargo el estado de las unidades de cada uno de estos modos de transporte no es el adecuado en la gran mayoría, tiempos de traslado mayores a lo necesario, tarifas y subsidios, la sobreoferta y una competencia riesgosa han provocado un desacuerdo de los usuarios con el servicio que se ofrece por lo que se ha provocado un aumento en la cantidad de vehículos privados que a su vez generan congestiones.

Existen además otras deficiencias en el transporte como son la inseguridad, la contaminación global y local, la gran cantidad de accidentes viales que existen por falta de educación vial y en la calidad de vida de la sociedad.

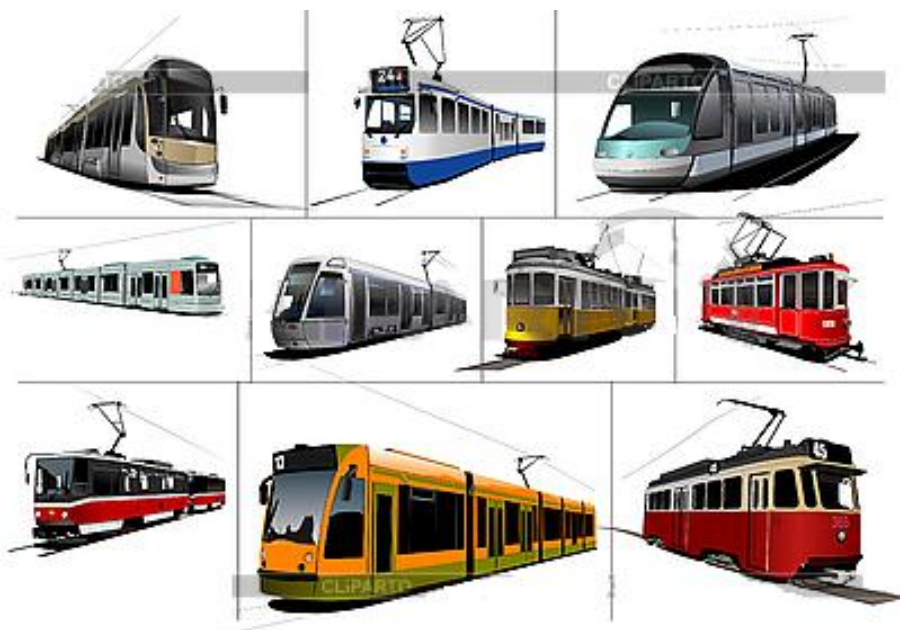
Las ciudades dependen en gran parte de sus sistemas de transporte y de sus calles, la mayoría de las veces estos sistemas deben operar por arriba de su capacidad para tratar de satisfacer los incrementos de demanda de servicio de transporte. A pesar de que en los últimos años con ayuda de los avances tecnológicos se han logrado proyectar y construir sistemas viales más adecuados a los diferentes tipos de vehículos que se utilizan y la implementación de diseños urbanos modernos, los problemas de tránsito continúan en algunos lugares a continuación se presentan los cinco posibles factores que influyen en el problema del tránsito y que deben atenderse si se desea encontrar una solución:

- ❖ Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
- ❖ Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
- ❖ Falta de planificación en el tránsito
- ❖ El automóvil no considerado como una necesidad pública
- ❖ Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

El transporte ineficiente tiene su origen en un paradigma que, orientado a mantener y mejorar el flujo vehicular, ha destinado gran parte de los recursos y la inversión pública a aumentar la infraestructura vehicular: nuevas vías, distribuidores viales, pasos a desnivel, estacionamientos. Sin embargo estas “soluciones” han impedido valorar realmente los costos asociados y dimensionar la problemática de la movilidad urbana, promoviendo con ello un círculo vicioso: más viajes en automóvil= más congestión vehicular= mayor consumo energético= más contaminación.

Para solucionar esta situación necesita cambiarse la cultura de la movilidad, que se centre en garantizar accesibilidad de las personas de la manera más eficiente posible. Para ello es importante darnos cuenta de los efectos negativos que tiene para las ciudades y para el país una movilidad centrada en el uso del automóvil.

II. Transporte Urbano



II Transporte urbano

En este capítulo se presentan los diferentes medios de transporte urbano que existen, las principales características de cada uno de ellos y como pueden dividirse estos a partir de diferentes conceptos como tipo de servicio, volumen de viajes y otros.

Se describen también los principales componentes de un sistema de transporte y se presenta la evolución de los medios de transporte. Además se detalla cada uno de los medios de transporte con sus principales características, vehículo y tamaño de autobús que manejan.

II.1 Medios de transporte urbano

Los diferentes medios de transporte urbano pueden clasificarse según el volumen de viajes que manejan y su tipo de servicio. A continuación se presentarán las clasificaciones y las definiciones de los componentes físicos.

Por tipo de servicio el transporte urbano se clasifica en transporte privado, transporte de alquiler y transporte público.

El **transporte privado** es aquel que es operado por el propietario del vehículo en la vialidad del Estado, entre estos medios se encuentran: automóvil, bicicleta, la motocicleta y el peatón. En comunidades rurales pueden considerarse los vehículos de tracción animal o a su vez el propio animal.

El **transporte de alquiler** es aquel que puede ser utilizado por cualquier persona que pague una tarifa según los servicios requeridos en la movilidad que desea el usuario, entre estos medios se encuentran los taxis y en algunos casos los servicios colectivos.

El **transporte público** son aquellos que tienen un horario de servicio determinado, se manejan por rutas fijas y que son utilizados por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa que está establecida según la distancia de recorrido que desee el usuario.

El **transporte de alquiler** y el **transporte público** son las modalidades que integran el transporte público urbano.

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de los transportes por servicio y donde puede observarse que las características de disponibilidad, servicio, ruta y horario de servicio y la relación precio-costo varían dependiendo del transporte privado y colectivo.

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE SERVICIO		
	Privado	De alquiler	Público
Disponibilidad Proveedor Determinación de ruta Determinación de horario de uso/servicio precio/costo	dueño usuario usuario (flexible) usuario (flexible) lo absorve el usuario	público chofer usuario-chofer usuario-chofer tarifa fija	público transportista chofer (fijo) chofer (fijo) tarifa fija
Por volumen	Individual automóvil bicicleta motocicleta peatón	Por grupo taxi automóvil rentado	Por grupo respuesta a demanda colectivo autobús escolar autobús de alquiler
	automóvil compartido rondas		minibús autobús, trolebús transporte superficial tren ligero metro tren regional transporte especializado

Ilustración 12. Clasificación de los medios de transporte por servicio.

Fuente: CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J.

El transporte urbano también puede clasificarse según el volumen de viajes que maneje, es decir que puede hablarse de transporte individual si el vehículo sirve a una sola persona o a un grupo de personas que viajan a un mismo destino, o transporte en grupos cuando se traslada a personas que se dirigen a destinos diferentes.

II.1.1 Características de los medios de transporte

Los diferentes medios de transporte se diferencian entre sí a partir de sus tres características principales:

- ❖ Tipo de derecho de vía
- ❖ Tipo de tecnología utilizada
- ❖ Tipo de servicio que ofrecen.

Los medios de transporte varían con cada una de estas características, contrario a lo que se pensaría sobre que la tecnología utilizada es lo que determina el medio de transporte, el tipo de derecho de vía es el que tiene la mayor influencia en el rendimiento y en el costo del medio de transporte. Por ejemplo, por su velocidad de operación, confiabilidad y otros elementos fundamentales el servicio de tranvía es más parecido a un autobús que al carril exclusivo. En realidad el tránsito de la calle consiste en la mayor parte de modos dirigidos (autobuses), mientras que con la actualización de carril exclusivo a través de la separación de vía, el tren se convierte en la tecnología dominante o exclusiva.

II.1.1.1 Tipo de derecho de vía

El tipo de derecho de vía se refiere a la superficie de rodamiento o la porción de vialidad en la que circularán las unidades de transporte y los peatones, los derechos de vía pueden ser tres tipos diferentes, pudiendo presentarse diferentes tipos a lo largo de la vialidad, los tipos de derecho de vía se definen como tipo C, B y A.

El **tipo de derecho de vía C** es aquel que comparte la vialidad con varios medios de transporte, es decir circula con tránsito mixto, aunque puede tener tratos preferenciales en algunas partes o en todo su recorrido, ejemplos de este tipo de vía son las vialidades de cualquier ciudad, incluyendo calles en las que se dé preferencia al transporte público.



Ilustración 13 Derecho de vía C, tránsito mixto Praga

Fuente: Urban Passenger Transport Modes

El **tipo de derecho de vía B** es aquel en el que existe una separación física de la vía que utilizará el transporte público por medio de elementos fijos, como guarniciones o algún tipo de barrera, sin embargo se tienen cruces a nivel con otro tipo de vehículos y con los peatones, un ejemplo de este tipo de derecho de vía es el tren ligero o las vialidades dedicadas al transporte público exclusivamente.



Ilustración 14 Derecho de vía B, separación parcial del transporte

Fuente: Urban Passenger Transport Modes

El **tipo de derecho de vía A** es en el que tiene una separación física longitudinal y vertical lo que permite que no existan interferencias entre los vehículos y los peatones, dentro de estas soluciones se encuentran sistemas elevados, a nivel o subterráneos, los ejemplos más representativos son los sistemas metro, autopistas urbanas y algunos autobuses guiados.



Ilustración 15 Derecho de vía A, completamente separado Bangkok

Fuente: Urban Passenger Transport Modes

III.1.1.2 Tipo de tecnología utilizada

Se relaciona la tecnología con dos aspectos principales: las características mecánicas de los vehículos y las características del camino. Los cuatro elementos principales son:

Soporte es el contacto vertical entre la unidad de transporte y la superficie de rodamiento en la que se transfiere el peso del vehículo. Ejemplos de este soporte son los neumáticos sobre el asfalto o el concreto; rueda de acero sobre un riel; colchón de aire o incluso soporte magnético.

Guía es la forma que permite controlar la unidad en sus movimientos laterales, en los cuales existen dos tipos fundamentales: los sistemas que son dirigidos desde el vehículo por medio de su volante, como un autobús, trolebús o automóvil o sistemas que su control lateral está dado por guías o rieles como es el caso del tren ligero, metro o autobús guiado. Una característica importante de la tecnología de rieles es que el conjunto rueda-riel permite combinar tanto el soporte como la guía de la unidad de transporte.

Propulsión se refiere al tipo de unidad motriz que utiliza el vehículo así como el método de transferir la fuerza de aceleración y desaceleración. Dentro de los tipos de unidad motriz se pueden mencionar los motores de combustión interna o los motores eléctricos, mientras los métodos de fuerza tractiva puede ser por medio de fricción-tracción, la magnética o por hélice.

Control es la forma que permite regular los movimientos de los vehículos que operan en un sistema de transporte, la cual puede ser manual visual (operación de automóvil); manual-señal (operación de tren ligero) o bien; completamente automático (operación del metro) o varias combinaciones de estos.

II.1.1.3 Tipo de servicio

El tipo de servicio de un medio de transporte se refiere a la hora en que opera el sistema, la ruta que emplea y la forma en que opera el sistema, por lo que debe evaluarse el tipo de ruta, tipo de operación y la hora de operación que presenta el medio de transporte.

El **tipo de ruta** en las cuales se encuentran las rutas de transporte regional o suburbanas que son aquellas en las que se puede llegar a obtener altas velocidades con pocas paradas realizando viajes con una cierta longitud en un área metropolitana, también existen las rutas de transporte urbano que son las que se encargan de brindar servicio en una ciudad y las rutas de frecuencia intensiva las cuales prestan servicios a una baja velocidad pero con altas densidades de viaje en un área pequeña como los servicios especiales que se ofrecen en los centros históricos y los servicios de transporte en aeropuertos.

El **tipo de operación** se clasifica en servicio de paradas alternadas en el cual se permite el servicio solo en paradas específicas con el fin de acelerar el tiempo de recorrido y mejorar el servicio, en servicios locales que son aquellos que realizan todas las paradas a lo largo de su ruta y el servicio expreso en el que se realiza un espaciamiento mayor en las paradas para lograr altas velocidades comerciales y mejorar el tiempo de recorrido.

La **hora de operación** puede clasificarse en horario regular que es en el que operan los sistemas de transporte, horario pico el cual se refiere a las horas en que se presenta una máxima demanda del sistema de transporte y los servicios especiales que son aquellos que prestan servicio en eventos especiales o en caso de emergencias, así como sistemas de transporte contratados para servicios expreso como viajes escolares o turísticos.

En base a estas características se pueden clasificar los medios de transporte y se consideran diferentes si difieren en una o más de las tres características anteriormente mencionadas. Por ejemplo un autobús y un trolebús son ambos medios de transporte urbano sin embargo el tipo de tecnología que utilizan es diferente, pero no hay diferencia entre un autobús regular, uno articulado y un minibús si estos operan bajo las mismas condiciones.

Si comparamos la tecnología, su forma de guía con el tipo de derecho de vía en que operan nos daremos cuenta de que los sistemas de transporte mejoran conforme se pasa de un derecho de vía a otro a la vez de presentarse la necesidad de establecer una tecnología guiada.

Lo que nos lleva a clasificar nuevamente los medios de transporte en cuatro clases, basada en el derecho de vía en el que opera así se tiene:

- ❖ Transporte de superficie que está compuesto por todos los medios de transporte que operan en vialidades de tránsito mixto (derecho de vía C). Su confiabilidad depende de las condiciones del tráfico, primeramente de los congestionamientos viales y de las diferentes interferencias que pueden surgir, la velocidad de este tipo de transportes es menor que la del flujo vial debido al tiempo perdido en el descenso de los pasajeros, en esta clasificación se encuentran autos y autobuses.
- ❖ Transporte semi confinado que está representado por los medios de transporte que operan en vialidades con reservadas, la mayor parte utiliza derecho de vía B, aunque pueden utilizarse derechos de vías C o A en algunos tramos que presentan cruces en sus intersecciones.
- ❖ Transporte confinado este tipo de transporte opera exclusivamente en derecho de vía A y tiene una mayor velocidad, capacidad, confiabilidad y seguridad. Todos los sistemas de tránsito rápido utilizan tecnologías guiadas que permiten la operación de trenes. Por ejemplo el metro.

- ❖ Transportes especializados que presentan consideraciones especiales en su derecho de vía, su tecnología o su forma de operar, donde se encuentran los funiculares, teléfericos y ferrys principalmente. Este tipo de transporte utiliza derecho de vía A pero no se consideran como de tránsito rápido debido a que no cumplen con otros elementos como una mayor velocidad y capacidad.

Tabla 9. Clasificación de los transportes por derecho de vía y tecnología

Tecnología	Carretera	Guía sobre neumáticos	Carril	Especializado
Derecho de vía		Parcialmente guiada		
C		Trolebús	Tranvía	Transbordador
	Autobús de enlace		Teleférico	Aerodeslizador
	Autobús común (calle)			
B	Autobús de tránsito rápido (BRT)	Autobús guiado	Tren Ligero (LRT)	Tren de rueda dentada
A	Autobús en carril exclusivo	Metro sobre neumáticos	Tren ligero de tránsito rápido	Tren de rueda dentada
		Monorraíl con neumáticos de caucho	Carril de tránsito rápido/metro	Funicular
		Tránsito guiado automatizado (AGT)	Regional	
		PRT	Monorraíl Schwebbahn	Tranvía aéreo

Fuente: Elaboración propia, basada en CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J.

II.1.2 Componentes físicos de los sistemas de transporte

Cualquier tipo de transporte conlleva diferentes componentes físicos los principales componentes de cada sistema son el vehículo que utiliza, la infraestructura necesaria para su operación y la red de transporte que empleará.

El **vehículo** de un sistema de transporte es la unidad por medio de la cual se puede transportar una persona o alguna cosa de un lugar a otro.

La **infraestructura** se compone por el derecho de vía que posea el sistema, las estaciones o paradas, los sistemas de control, señalización, sistemas de suministro de energía y los talleres para su mantenimiento.

La **red de transporte** se refiere a las rutas que seguirá un medio de transporte, las líneas que seguirá un trolebús y metro que operan en la ciudad.

II.1.3 Características de los sistemas de transporte

La operación del transporte y el servicio que ofrece no son lo mismo, se entiende por operación de transporte el punto de vista del prestatario donde se incluyen el establecimiento de horarios, asignación de jornadas de trabajo o roles, la supervisión y operación diaria de las unidades, la recolección de las tarifas y el mantenimiento del sistema. En cuanto al servicio de transporte es la manera en que el usuario ve el transporte y relaciona conceptos como la calidad y cantidad del servicio, información que le es proporcionada, entre otros.

Existen cuatro características que permiten distinguir y comparar diferentes sistemas de transporte entre sí, el paquete seleccionado será aquél que tenga una mejor combinación de estas características que son:

II.1.3.1 Rendimiento o desempeño del sistema

El desempeño de un sistema de transporte está definido por varios conceptos:

- ❖ Cantidad de unidades que prestan el servicio durante un periodo de tiempo o frecuencia de servicio.
- ❖ Velocidad del viaje que se experimenta a bordo de la unidad o velocidad de operación.
- ❖ Porcentaje de llegadas a tiempo dentro de un margen aceptable o confiabilidad del servicio.
- ❖ Uniformidad de salidas de las unidades o regularidad del servicio.
- ❖ Seguridad del sistema en función del número de accidentes por año o kilómetro.
- ❖ Número máximo de espacios (capacidad) o usuarios que las unidades de transporte puedan presentar.
- ❖ El producto de la velocidad de operación y la capacidad, que permite comparar diversos medios de transporte o capacidad productiva.
- ❖ Productividad que relaciona la cantidad producida y su unidad de insumo, por ejemplo vehículos-km entre una unidad de trabajo o una unidad de costo.
- ❖ Utilización, en la cual se relaciona la producción y el insumo pero con unidades iguales o similares, por ejemplo persona-km entre espacio-km.

II.1.3.2 Nivel de servicio

El concepto de nivel de servicio se refiere al conjunto de las características que presenta un medio de transporte incluyendo aspectos que afecten al usuario como la confiabilidad, la seguridad del sistema y la velocidad a la que opera, también conlleva aspectos que se refieren específicamente a la calidad del servicio como la limpieza, la estética que presentan las unidades, vehículos adecuados y servicios frecuentes, confiables y rápidos.

Dentro del nivel de servicio también debe considerarse que la velocidad está correlacionada con el número de paradas que presente el sistema, la cantidad de usuarios que utilicen la ruta y el tiempo de abordaje, así como del tránsito que pueda presentarse a lo largo del recorrido y el confinamiento de la vía.

En cuanto a la capacidad del sistema existen dos ámbitos que deben considerarse, el número de pasajeros que se presentan por cada unidad de transporte y el número de vehículos por hora.

La ilustración 16 ejemplifica el problema que presenta la capacidad del transporte público urbano, donde pueden operar muchas unidades pero cada una de ellas transportando a pocos usuarios.

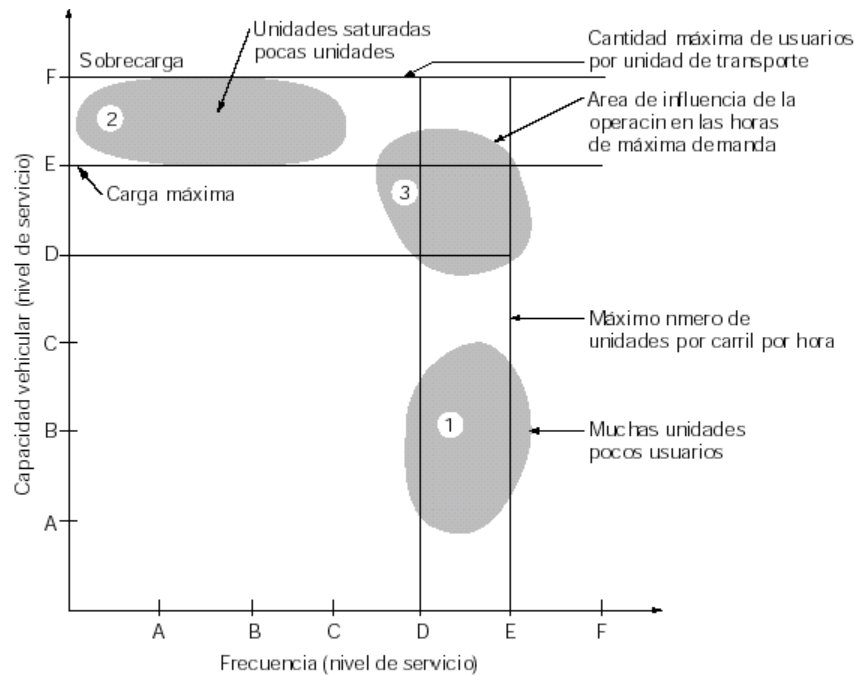


Ilustración 16 Problema de capacidad del transporte público

Fuente: CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J.

Si solo tomamos en cuenta la capacidad vial, el número de vehículos puede aproximarse a la capacidad de la vía a pesar de operar prácticamente vacíos y por otra parte pueden utilizarse unas cuantas unidades que pueden operar saturadas pero con un nivel de servicio bajo en cuanto a la comodidad del usuario, además tiempos de espera muy largos pueden afectar el servicio que se ofrecerá, el nivel de servicio que se ofrece generalmente se ubica en un punto en que se opera un gran número de unidades con niveles de capacidad casi cercanos a la saturación.

II.1.3.3 Impacto

Cada sistema de transporte tiene diferentes impactos en su entorno y en el área en que opera, este tipo de impactos pueden presentarse a corto o largo plazo, dentro de los principales impactos a corto plazo se encuentran los cambios en la emisión de contaminantes, reducción del congestionamiento en vialidades y niveles de ruido o estética en las unidades; y los impactos a largo plazo pueden ser aquellos que afectan el valor del suelo u originan cambios en las actividades económicas y en la forma física de una ciudad.

El cuadro que se muestra a continuación representa una aproximación en general de los impactos ambientales que ocasionan los diferentes tipos de transporte.

Tabla 10 Impactos ambientales de los sistemas de transporte

MEDIO DE TRANSPORTE	CONTAMINACIÓN DEL AIRE	RUIDO	IMPACTO VISUAL	SEGURIDAD
Autobús en tránsito mixto (C)	Alto	Regular	Bajo	Regular
Autobús en carriles preferenciales (B)	Regular	Regular	Bajo	Regular
Autobús en carriles exclusivos (A)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Tranvía	Mínimo	Regular	Regular	Regular
Tren Ligero	Mínimo	Regular	Regular	Bajo
Metro Superficial	Mínimo	Alto	Alto	Alto
Metro elevado	Mínimo	Alto	Alto	Mínimo
Metro subterráneo	Mínimo	Mínimo	Mínimo	Mínimo

Fuente: Elaboración propia, basada en CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J

II.1.3.4 Costos

Los costos de inversión o de capital se refieren a los costos de construcción o a la realización de cambios físicos en el aspecto del sistema y los costos de operación que son los que se deben al funcionamiento diario del sistema.

Estos costos varían de acuerdo al sistema de transporte, los costos de operación se ven afectados por los salarios, energía y materiales los cuales varían considerablemente. Los costos de capital están relacionados con las vidas útiles de los vehículos y de la infraestructura, pudiendo ir de 7 a 15 años para autobuses; hasta 30 años para el material rodante y 100 años para túneles.

Al realizar el análisis de los costos de transporte es importante tener en mente los siguientes aspectos:

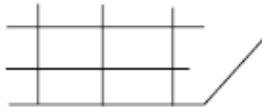
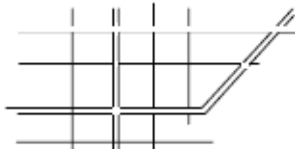
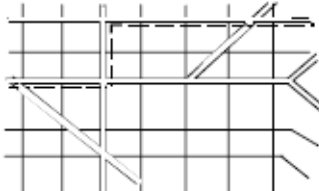
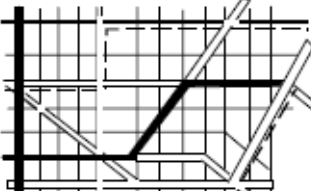
- ❖ Reflejar en el análisis la operación que se viene dando
- ❖ Anticipar las formas futuras en que operará el sistema
- ❖ Apuntar todas las responsabilidades funcionales de la empresa o dependencia del transporte
- ❖ Utilizar información consistente sobre el nivel de servicio
- ❖ Utilizar la experiencia de otras empresas
- ❖ Utilizar información fácilmente obtenible

II.1.4 Evolución de los medios de transporte urbano

Existe una gran variedad de factores que afectan el servicio eficiente de los medios de transporte entre estos se pueden observar los costos, las inversiones, las políticas y las estrategias existentes que pueden favorecer o no a un sistema de transporte, es por esto que debe de tomarse en cuenta un modelo teórico del crecimiento del transporte dentro de un área urbana la cual se va modificando a lo largo del tiempo. En base a cuatro periodos de crecimiento de las ciudades pueden analizarse las condiciones óptimas de los medios de transporte.

Se inicia con un asentamiento urbano (ranchería o villa) y finaliza en una gran metrópoli. El grado de capacidades y niveles de rendimientos varían dependiendo de cada una de las etapas evolutivas de la población, desde una población con viajes dispersos y una baja densidad poblacional, hasta una población con alta densidad y que posee viajes concentrados por un conjunto de arterias y zonas.

A continuación se presenta un cuadro en el que se presentan los cuatro periodos de crecimiento y la población considerada en diferentes ciudades, estos rangos no se encuentran definidos con precisión, sin embargo sirven como referencia de las posibles características similares de transporte entre estas regiones.

PERIODO DE CRECIMIENTO	ESQUEMA	MEXICO (hab)	EUROPA (hab)	ESTADOS UNIDOS (hab)
ASENTAMIENTO HUMANO		100,000	50,000	100,000
PUEBLO		100,000 A 1,000,000	300,000	100,000 A 500,000
CIUDAD DE MEDIANO TAMAÑO		1,000,000 A 5,000,000	3,000,000 A 1,300,000	500,000 A 2,000,000
GRAN METROPOLI		MAS DE 5,000,000	MAS DE 1,300,000	MAS DE 2,000,000




Ilustración 17 Periodos de crecimiento

Fuente: CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J.

El primer periodo de crecimiento esta formado por un **Asentamiento humano** que consta de un conjunto de casas habitacionales, construcciones de poca relevancia y algunas industrias a pequeña escala, que se encuentran conectadas por calles con una sección reducida y donde los viajes son cortos y generalmente se realizan caminando. Mientras el crecimiento del asentamiento aumenta ya no resulta conveniente el traslado a pie, lo que permite que se lleven a cabo las primeras formas de transporte, donde una persona invierte capital en la compra de un vehículo para obtener mayor movilidad y que podrá utilizar cuando lo requiera, dentro de este periodo se encuentra el caballo, la bicicleta, la motocicleta y el automóvil.

Al segundo periodo se le conoce como **Pueblo** y es el crecimiento de un asentamiento humano y su extensión tanto en población como en vehículos, debido a esta extensión es que empiezan a surgir los primeros congestionamientos en calles específicas por lo que deben buscarse otras soluciones para permitir una mayor movilidad a las personas, se proponen dos soluciones viables, el ensanchamiento de las vialidades o el uso de medios de transporte con mayor capacidad.

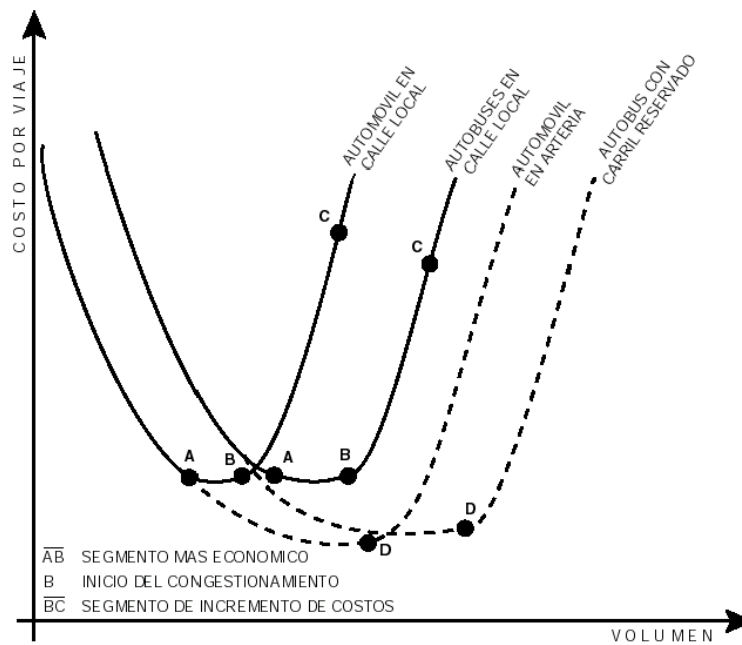


Ilustración 18 Congestionamiento debido al ensanchamiento de la vialidad

Fuente: CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J.

Es en este periodo que se desarrolla en un principio el uso de minibús, taxi colectivo y finalmente surge el autobús y el trolebús para brindar una mayor capacidad de transportación y un menor costo por unidad, se reduce el congestionamiento y se obtiene un servicio sencillo que esta previamente programado a lo largo de la red del transporte.

El tercer periodo está constituido por **Ciudades medias** que surgen del constante crecimiento de los pueblos que crea una saturación de las calles y avenidas y un bajo nivel de servicio, es en este periodo donde se establece una separación del derecho de vía existen para separar los diferentes medios de transporte con alguna barrera física pero con cruces a nivel. Con esto se logra un flujo viable evitando problemas entre los diferentes medios como el automóvil, autobuses y peatones, esta segregación del transporte permite genera una mayor demanda de transporte por tener un mejor servicio, un menor costo de operación de las unidades y se presenta una mayor seguridad y confiabilidad en el sistema.

Es en este periodo que se empieza a utilizar el sistema de tren ligero y se establece un servicio de transporte público férreo que presenta en un segmento de su recorrido un derecho de vía exclusivo pero que además cuenta con cruces a nivel, y que está constituido por algún tipo de tecnología guiada.

Finalmente el cuarto periodo es el que corresponde a la **Metrópoli**, las ciudades medias continua con su crecimiento y llegan a convertirse en grandes ciudades con una gran cantidad de volúmenes de viajes requeridos a lo largo de diferentes corredores que abarcan una extensa área territorial, por lo que se necesita de un mayor servicio de transporte, es por ello que en este periodo es necesario implementar sistemas de transporte tanto públicos como privados con derechos de vía exclusivos para tener un mejor nivel de servicio. Dentro de este periodo es donde surge las autopistas urbanas y la utilización de sistemas metro que tienen una confinación total por cruces a desnivel.

En conclusión en cada determinado periodo se genera un incremento en la demanda de viajes por lo que se requiere en cada uno de ellos un mayor rendimiento, capacidad, inversión y costo de operación para poder ofrecer el servicio de transporte necesario en cada uno de los periodos.

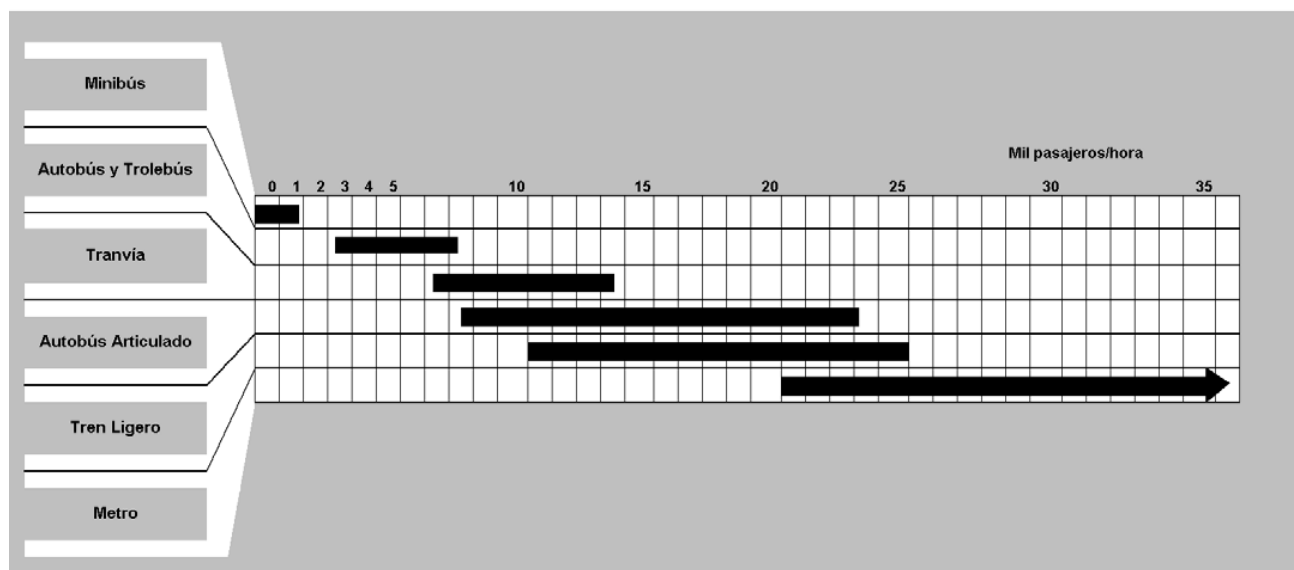


Ilustración 19 Niveles de capacidad para diferentes categorías

Fuente: CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J.

La imagen anterior es una comparación de la demanda presentada en cada uno de los diferentes medios de transporte y la capacidad aproximada que cada uno de ellos puede ofrecer.

II.2 Transporte de superficie

Este tipo de transporte es el más utilizado en las ciudades, son medios de transporte que operan compartiendo la vialidad con otros medios, dentro de este tipo se encuentran los autobuses, trolebuses y tranvías. Pueden tener una operación en carriles reservados, las principales características que presentan estos medios de transporte son una capacidad de operar en casi cualquier calle, costos de inversión bajos y unidades de transporte con capacidad limitada.

II.2.1 Características generales

Las características generales de este medio de transporte son:

La **capacidad de operar casi en cualquier** calle se refiere a que las rutas pueden planearse en cualquier calle sin verse limitado su funcionamiento, además las estaciones pueden ser diseñadas en una gran variedad de ubicaciones. Sin embargo estas características también provocan que sea más difícil separar por ejemplo a los autobuses de los otros medios de transporte.

Los **costos de inversión baja** se deben a que la infraestructura para estos sistemas es mínima, la modificación, implementación y cambios que puedan generarse en las estaciones o paradas son rápidos y sencillos de realizar. La baja inversión en estos sistemas provoca que se tenga un poco de permanencia y una influencia limitada en el uso de suelo.

Las **unidades de transporte con capacidad limitada** es a causa de que estos medios de transporte manejan bajos volúmenes de pasajeros si se necesitará trasladar a un mayor número de pasajeros es necesario buscar otra alternativa de solución.

Estos sistemas de transporte permiten una mayor flexibilidad en comparación a los otros medios, poseen rutas más fáciles y una baja inversión para su operación, sin embargo no son una solución viable en corredores de gran demanda donde la hora de demanda exceda los 15, 000 pasajeros, por lo que deberán de buscarse otras soluciones para impedir que no disminuya el rendimiento y calidad del servicio ofrecido.

II.2.2 Vehículo

El tipo de vehículo que se utiliza se clasifica por el tipo de propulsión que maneja, es decir, diesel, eléctrico y otros.

- **Diesel** es dentro del transporte público el más usado debido a que presenta una mayor durabilidad y sencillez, sus costos de operación son más bajos y requiere de un mantenimiento más sencillo además de que su nivel de contaminación es más bajo, sin embargo sus principales desventajas son que presenta vibraciones, una mayor cantidad de ruido y problemas en las emisiones.
- **Eléctrico** es un motor que obtiene su energía eléctrica por medio de polos o troles, los cuales se conectan a dos cables elevados por lo que se limita la movilidad lateral del autobús entre las principales ventajas de utilizar un motor eléctrico se encuentran que es más silencioso, que se tiene una aceleración y una desaceleración más rápida y suave, no existen emisiones directas de contaminantes y una vida útil, sin embargo sus principales desventajas son que se necesita una mayor inversión tanto para el vehículo como para la infraestructura, está limitado por la línea de alimentación que requiere de un constante mantenimiento.
- **Motor de gasolina** este tipo de motor se utiliza en minibuses y es muy eficiente ya que tiene poco peso y necesita poca potencia para producir.
- **Gas propano** este tipo de motor es más limpio y más silencioso pero presenta una menor potencia y tiene un gran peligro de almacenar combustible.

II.2.3 Tamaño de autobuses

El tamaño de un autobús está basado en diferentes principios:

- **Costo de operación** conforme el tamaño del autobús crece el costo de operación por unidad de capacidad (espacio/km) decrece debido al menor consumo de energía y al mantenimiento.
- **Capacidad** de la línea aumenta conforme crece el tamaño del vehículo, este debido a que se requiere un menor número de autobuses lo que da como resultado un menor congestionamiento y una mayor velocidad.
- **Maniobrabilidad:** esta decrece con el tamaño del vehículo, siempre y cuando esté formado por un solo cuerpo.
- **Comodidad** incrementa con el tamaño del vehículo, la comodidad en los vehículos articulados y de doble piso decrece, en vehículos articulados en la parte posterior porque existe un bamboleo y en los vehículos de doble piso por la altura del vehículo.

II.3 Transporte Semi rápido

Este tipo de transporte utiliza derecho de vía B se caracterizan por tener una mejor capacidad, confiabilidad, velocidad y atracción de pasajeros que los transportes de superficie. Dentro de esta categoría se encuentran los sistemas BRT y LRT.

II.3.1 BRT

Es un sistema de autobuses con muchos elementos operacionales y físicos que le proporcionan mayor capacidad, mejor servicio e imagen que los autobuses convencionales. Entre las características que deben considerarse son:

- La mayoría del derecho de vía debe ser tipo B y en secciones limitadas puede usarse tipo C.
- Debe tener estaciones específicas.
- Ofrecer servicio de autobuses regulares o articulados, plataforma alta y múltiples puertas para mejorar el abordaje y descenso en las estaciones.
- Información al pasajero bien organizada que de confiabilidad a los usuarios.

Un sistema BRT depende de los elementos mencionados anteriormente, particularmente de la confiabilidad e imagen y la organización operacional, si otra categoría de vehículos utilizan carriles exclusivos para los autobuses el sistema ya no sería BRT si no un autobús común.

En el siguiente capítulo se analizará con más detalle el concepto y las características de este tipo de transporte.

II.3.2 LRT

Este sistema utiliza un derecho de vía B y algunas veces A y excepcionalmente tipo C. Son vehículos ferroviarios de propulsión eléctrica, operan individualmente o de dos a cuatro vagones. Los principales elementos que el sistema debe tener para definirse como LRT son:

- Derecho de vía tipo B o A en la mayoría del recorrido.
- Las intersecciones son reguladas con señalamientos y preferencia en los semáforos.
- Distancia entre las estaciones de 300 a 600 metros.
- Los vehículos deben tener puertas múltiples.
- Plataformas altas para agilizar el ascenso y descenso de los pasajeros

Es el único sistema férreo que puede combinarse con los peatones y los vehículos de superficie.

II.4 Transporte Rápido

II.3.1 Características generales

Los sistemas de transporte férreo que se utilizan en las ciudades tienen cuatro características principales dentro de ellas se encuentran la guía externa, tecnología férrea, propulsión eléctrica y separación del derecho de vía.

La **guía externa** o riel, permite que el vehículo sea guiado por la vía y el operador de la unidad solo controla la velocidad de la misma, lo que permite que se utilice el mínimo de ancho de derecho de vía y así lograr un viaje más cómodo, además la presencia de infraestructura a lo largo del trayecto de este sistema le da una mayor permanencia.

La **tecnología férrea** se refiere al conjunto de la rueda de acero y el riel que son el mecanismo básico y simple para el movimiento de estas unidades, lo que permite cambios de dirección rápidos, simples y sin errores, sin embargo su baja capacidad de rodamiento genera un consumo muy bajo de energía por cada tonelada de peso.

Esta tecnología permite operar con otro tipo de medios de transporte, así como que existan cruces a nivel y posee un bajo costo de mantenimiento y una gran durabilidad. La utilización de una guía permite además una gran comodidad en el recorrido del trayecto mediante un viaje estable y suave.

Este tipo de sistemas presentan un bajo coeficiente de adhesión por lo que se pueden presentar problemas con las pendientes y con las distancias de frenado que se presentan, y en caso de curvas pronunciadas presenta debido a su material rodante un ruido mayor.

La **propulsión eléctrica** puede obtener grandes rendimientos dinámicos en los vehículos, en especial en la aceleración, además los componentes mecánicos son durables, limpios y requieren de poco mantenimiento.

La **separación del derecho de vía** es mucho más fácil de lograr la separación del transporte férreo ya que las vías sin pavimentar y separadas se distinguen por si solos de otras vías y no son invadidas por los automovilistas como lo son los carriles de autobuses.

II.4.2 Metro

El sistema **metro** es un medio de transporte adecuado para un corredor de gran capacidad, este sistema se caracteriza por tener un derecho de vía tipo A por lo que no se presentan interferencias externas. Este sistema es operado por un conductor y pueden operarse hasta con 10 carros, cada carro mide aproximadamente entre 16 y 23 metros de largo y 2.5 a 3.2 metros de ancho, sus velocidades de operación van entre los 25 y los 60 km/h con frecuencias a la hora pico de 20 a 40 trenes por hora lo que permite el traslado de 60,000 a 80,000 pasajeros por hora.

El sistema de transporte férreo se puede clasificar dependiendo del tipo de vehículo que se utilice, el tipo de carro en este medio de transporte puede ser:

Carro con cabina cuenta con mando de control y todos o algunos de sus ejes poseen tracción, este tipo de vehículo puede operar individualmente o acoplados con otros carros.

Carro motriz este tipo de vehículo tiene tracción en sus ejes pero no controles de mando.

Remolque es un carro sin tracción que es tirado por un carro con motor.

Locomotora es un vehículo que posee motor pero es utilizado para remolcar trailers pero no lleva pasajeros.

III. Sistema de Transporte BRT (Bus Rapid Transit)



III Sistema de Transporte BRT (Bus Rapid Transit)

En este capítulo se definirá el concepto de BRT sus principales características y los componentes básicos del sistema; se mencionan además los diferentes sistemas BRT que se han implementado en el mundo, en México y en el Distrito Federal donde se describe la perspectiva a futuro del Sistema Metrobús.

La opción de Bus Rápido se ha presentado como una opción viable de transporte público más apropiada para la mayoría de las ciudades del mundo, y en el caso de las ciudades de América Latina se ve como una opción altamente recomendable por las siguientes razones:

- ❖ Sus costos de construcción son menores que los otros sistemas de transporte masivo
- ❖ El desempeño en términos de pasajeros transportados es equiparable al de sistemas férreos
- ❖ Los tiempos de construcción son mucho menores que los de otras opciones
- ❖ Tienen una mayor flexibilidad de operación mayor que las de sistemas férreos (p.ej. en casos de accidentes)
- ❖ No requieren de subsidios operacionales obligatorios, algo que todos los sistemas férreos del mundo requieren
- ❖ Se integra mejor a una política urbana de desarrollo sostenible

III.1 Concepto de BRT (Bus Rapid Transit Systems)

La Guía de Planificación de Sistemas BRT creada por el ITDP refiere que el Sistema de Autobuses de Tránsito Rápido o BRT es un sistema de alta calidad que se basa en autobuses que ofrecen una movilidad rápida, cómoda y con una relación favorable costo-beneficio a través de carriles confinados, operación rápida y frecuente y servicio al cliente. El BRT ha logrado tomar características de sistemas de Tren Ligero y Metro que son deseadas por el usuario de transporte masivo, la diferencia de BRT y sistema férreos urbanos es simplemente que el BRT puede proporcionar servicios de transporte masivo de calidad al costo que muchas ciudades pueden pagar.

Es un sistema de transporte urbano de alto rendimiento, sustentable ambiental, social y financieramente se operan por medio de autobuses de alta capacidad.

III.2 Características de BRT

El BRT puede definirse de mejor manera a través de un análisis de las características que ofrece el sistema. Pocos sistemas han alcanzado a conformarse como sistemas completos BRT, por lo que es imprescindible reconocer las características claves del sistema. La siguiente es una lista de características de algunos sistemas BRT más exitosos:

Infraestructura física

- ❖ Carriles segregados o carriles solo-bus, predominante en el carril central
- ❖ Existencia de una red integrada de rutas y corredores
- ❖ Estaciones que son cómodas, seguras y protegidas a condiciones climáticas
- ❖ Estaciones que dan acceso a nivel entre la plataforma y el piso del vehículo
- ❖ Estaciones especiales y terminales que facilitan la integración física entre rutas troncales
- ❖ Mejorías del espacio público

Operaciones

- ❖ Servicio frecuente y rápido
- ❖ Capacidad amplia para demanda de pasajeros a lo largo de los corredores
- ❖ Abordaje y descenso rápido de pasajeros
- ❖ Recaudo y verificación de la tarifa antes de abordar
- ❖ Integración de tarifa entre rutas

Estructura de negocios e institucional

- ❖ Entrada al sistema restringida a operadores prescritos
- ❖ Procesos licitados competitivamente y transparentes para la adjudicación de contratos y concesiones
- ❖ Eliminación o minimización de subsidios del sector público hacia la operación del sistema
- ❖ Sistema de recaudo de la tarifa operado independientemente
- ❖ Seguimiento del control de calidad por parte de una agencia independiente

Tecnología

- ❖ Tecnologías de vehículos de bajas emisiones
- ❖ Tecnologías de vehículos de bajo ruido
- ❖ Tecnología de recaudo y verificación de tarifa automática
- ❖ Centro de control centralizado utilizando aplicaciones de Sistemas de transporte Inteligente (ITS)
- ❖ Prioridad semafórica o separación de nivel en intersecciones

Mercado y servicio al cliente

- ❖ Identidad distintiva del sistema
- ❖ Excelencia en servicio al cliente
- ❖ Facilidad de acceso entre el sistema y otras opciones de movilidad
- ❖ Infraestructura especial para facilitar el acceso a grupos en desventaja física
- ❖ Mapas de rutas, señalización y pantallas de información en tiempo real

Sin embargo las características que son fundamentales para que un sistema de transporte pueda ser llamado sistema BRT son: Carriles segregados, Estaciones, Vehículos, Servicios, Estructura de Rutas de Servicio, Recaudo de Tarifa y Sistemas de Transporte Inteligentes.

Estas características deben encontrarse completas para ofrecer un servicio con una calidad que supere la de los demás sistemas de transportes convencionales, sin embargo no en todos los casos podrá proyectarse un sistema BRT que incluya todas las características ya que la planeación y construcción del sistema dependerá directamente de las circunstancias que presente la localidad donde desee realizarse el proyecto, sin embargo debe tomarse como prioridad la necesidad y seguridad de los usuarios al planearse un sistema BRT en cualquier ciudad.

Los factores que pueden intervenir en la planeación del sistema son entre las principales la topografía del lugar, geografía, clima, los recursos financieros de la entidad, densidad poblacional y el apoyo político para implementar un sistema de alta calidad.

Debido a estas circunstancias no todos los sistemas BRT cuentan con las características necesarias, por lo que se han creado sistemas con diferentes características lo que resulta en una gran variedad de sistemas en operación que conforman una amplia gama de posibilidades, un sistema BRT no será exitoso solo por transportar gente de un lugar a otro debe de generar un sentimiento de confianza y seguridad en el usuario.

A continuación se muestran en un esquema los diferentes servicios de transporte que se ofrecen y las características con las que cuenta cada uno, se puede apreciar la diferencia entre los tipos de BRT debido a que cuentan con diferentes características cada uno.

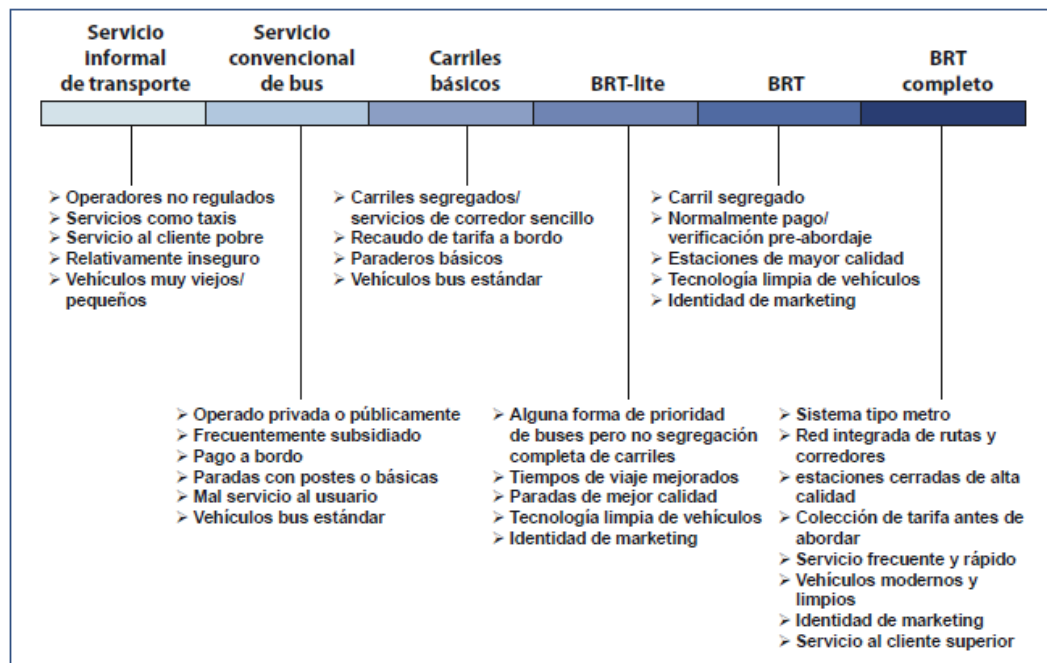


Ilustración 20 Diferentes tipos de BRT

Fuente: <http://mexico.itdp.org/documentos/guia-de-planificación>

III.3 Componentes de BRT

Los principales componentes de un sistema BRT para asegurar su correcto funcionamiento son: carril exclusivo, estaciones, vehículos, servicios, prepago e ITS. Estos elementos son los básicos para que un tipo de transporte pueda ser considerado sistema BRT a continuación se describe estos elementos.

- **Carril exclusivo**

La separación de los vehículos del BRT del resto del tráfico es fundamental para un funcionamiento adecuado, para lograr esto debe de realizarse una separación física del resto del tráfico debido a que no es suficiente marcar a separación con pintura porque muchas veces no son respetados a menos que se complementen con cámaras de seguimiento de tráfico. Lo ideal es ubicar separadores físicos que si bien realizan la separación del demás tránsito también permitan a los autobuses salir del carril en caso de emergencia.

Además debe tomarse en cuenta el material con el que está hecho el carril ya que en su gran mayoría los autobuses utilizados por este sistema son articulados y ejercen un mayor peso sobre la superficie por lo que es de gran importancia utilizar el material adecuado. Gracias al uso de carriles exclusivos los sistemas BRT puede operar de una manera más rápida y fácil.

- **Estaciones**

Las estaciones de un BRT son diferentes de las paradas de los autobuses comunes en varias formas, se utilizan estaciones centrales, las estaciones son elevadas para asegurar la utilización exclusiva de las estaciones para subir y bajar (y no de otros lugares), además se reduce el tiempo de ascenso y descenso de los pasajeros.

Las estaciones del sistema BRT son atractivas y muy accesibles

- **Vehículos**

Los autobuses deben de poder transportar altos volúmenes de personas, es necesario contar con unidades de alta capacidad, esta capacidad se definirá según las necesidades del lugar donde desea implementarse el sistema. Los autobuses pueden ser articulados (165 pasajeros), biarticulados (220 pasajeros) y hasta tri-articulados (280 pasajeros). Este tipo de autobuses pueden transportar una alta capacidad de pasajeros y utilizan energías limpias que protegen el ambiente.

- **Servicios**

Un sistema BRT debe ofrecer una frecuencia alta de autobuses en las estaciones todo el día, esto significa que los usuarios no deben esperar mucho y no necesitan consultar un horario. Servicios limitados o exprés que solo realizan paradas en algunas estaciones pueden reducir el tiempo de largos viajes.

- **Estructura de las rutas**

Utiliza rutas simples a menudo con códigos de colores que pueden proporcionarse de manera directa, sin ocasionar transferencias a múltiples destinos.

- **Sistema de recaudo**

Contar con sistemas de prepago es de vital importancia para que un sistema pueda considerarse como BRT ya que estas medidas permiten que los pasajeros verifiquen su tarifa de una manera fácil y rápida antes de abordar el autobús lo que reduce el tiempo de recorrido.

- **ITS**

La implementación de Sistemas de Transporte Inteligentes tales como monitores de información en tiempo real, permite a los usuarios tener el conocimiento vital del sistema, lo que genera que los viajes sean más eficientes y una mayor confianza de los pasajeros. Este tipo de sistemas ayuda a dar un correcto seguimiento de las unidades, controlar su velocidad y localización de una forma segura.





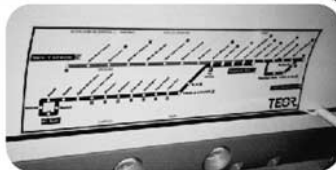


Running Ways	BRT vehicles operate primarily in fast and easily identifiable exclusive transitways or dedicated bus lanes. Vehicles may also operate in general traffic.	
Stations	BRT stations, ranging from enhanced shelters to large transit centers, are attractive and easily accessible. They are also conveniently located and integrated into the community they serve.	
Vehicles	BRT uses rubber-tired vehicles that are easy to board and comfortable to ride. Quiet, high-capacity vehicles carry many people and use clean fuels to protect the environment.	
Services	BRT's high-frequency, all-day service means less waiting and no need to consult schedules. The integration of local and express service can reduce long-distance travel times.	
Route Structure	BRT uses simple, often color-coded routes. They can be laid out to provide direct, no-transfer rides to multiple destinations.	
Fare Collection	Simple BRT fare collection systems make it fast and easy to pay, often before you even get on the bus. They allow multiple door boarding, reducing time in stations.	
Intelligent Transportation Systems	BRT uses advanced digital technologies that improve customer convenience, speed, reliability, and operations safety.	

Ilustración 21 Componentes de BRT

Fuente: TCRP-Report 90 volumen 1

III.4 Diferentes BRT en el mundo

Ya que el sistema BRT combina la eficiencia y calidad de los metros, con la flexibilidad y bajo costo de los autobuses, ofrece grandes beneficios ambientales, alcanzan niveles altos de velocidad, capacidad y confort diferentes ciudades a lo largo del mundo han decidido implementar este innovador sistema de transporte para obtener mejoras, a la fecha existen varios sistemas BRT en funcionamiento alrededor del mundo y otros más en planificación, a continuación se muestran tablas donde se especifican los corredores existen, los que estaban en construcción y los que planean realizarse. En realidad, actualmente existen más sistemas BRT en desarrollo que en existencia.

Tabla 11 Sistemas BRT en existencia

CONTINENTE	PAÍS	CIUDADES CON SISTEMAS BRT
Asia	China	Beijing, Hangzhou, Kunming
	India	Pune
	Indonesia	Yakarta (TransJakarta)
	Japón	Nagoya (Línea Yutorito)
	Corea del Sur	Seúl
	Taiwán	Taipei
Europa	Francia	Caen (Twistol), Lyon, Nancy (TVR línea 1), Nantes (Línea 4), Nice (Busway), París (RN305 busway, Mobilien, y sistema Val de Marne), Rouen (TEOR), Toulouse (RN68).
	Países Bajos	Amsterdam (Zuidtangent), Eindhoven, Utrecht
	Reino Unido	Bradford (Quality Bus), Crawley (Fastway), Edinburgh (Fastlink), Leeds (Superbus y Elite)
	Alemania	Essen (O-Bahn)
América Latina y el Caribe	Brasil	Curitiba (Rede Integrada), Goiania (METRO_BUS), Porto Alegre (EPTC); Sao Paulo (Interligado)
	Chile	Santiago (Transantiago)
	Colombia	Bogotá (Transmilenio S:A.), Pereira (Megabus)

	Ecuador	Quito (Trolé, Ecovía, Central Norte), Guayaquil (Metrovia)
	Guatemala	Ciudad de Guatemala (Transmetro)
	México	León (Optibus SIT), México D:F. (Metrobús)
América del Norte	Canadá	Ottawa (Transitway)
	Estados Unidos	Boston (Silver Line Waterfront); Eugene (EmX), Los Angeles (Orange Line); Miami (South Miami-Dade Busway), Orlando (lynx Lymmo), Pittsburgh (Busway)
Oceanía	Australia	Adelaide (O-Bahn), Brisbane (Busway), Sidney (T-Ways)

Fuente: Elaboración propia, basada en Guía de planificación de sistemas BRT

Tabla 12 Sistemas BRT en construcción

CONTINENTE	PAÍS	CIUDADES CON SISTEMAS BAJO CONSTRUCCIÓN
África	Tanzania	Dar es salaam
Asia	China	Jinan, Xi'an
Europa	Francia	Every-Sénart, Douai, Clermont-Ferrand (Sistema Line 1 Lohr)
	Italia	Bologna
América Latina y el Caribe	Colombia	Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín
	Venezuela	Barquisimeto, Mérida (Trolmérida)
América del Norte	Estados Unidos	Cleveland
Oceanía	Australia	Canberra
	New Zelandia	Auckland (Northern Busway)

Fuente: Elaboración propia, basada en Guía de planificación de sistemas BRT

Tabla 13. Sistemas BRT en planificación

CONTINENTE	PAÍS	CIUDADES CON SISTEMAS EN EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN
África	Sudáfrica	Ciudad del Cabo, Johannesburgo (Rea Vaya), Port Elizabeth, Pretoria
	Otros en África	Accra (Ghana), Dakar (Senegal), Lagos (Nigeria)
Asia	China	Chengdu, Chongqing, Guangzhou, Shanghai, Shenyang, Shenzhen, Wuhan, Wuxi
	India	Ahmedabad, Bangalore, Delhi, Indore, Jaipur
	Taiwán	Chiayi, Kaohsiung, Taoyuan, taichung, Tainan
	Otros en Asia	Bangkok (Tailandia), Colombo (Sri Lanka), Haifa (Israel), Hanoi (Vietnam), Ho Chi Minh (Vietnam), Jerusalén (Israel)
Europa	Francia	Cannes, Montbéliard, besancon, lorient, Amiens, metz, Nancy (Linea 2), Caen (Línea 2), Valenciennes/pays de Condé, Nimes, le Havre
	Reino Unido	Cambridge, Coventry, kent Thames-side, Leigh
América Latina y el Caribe	Colombia	Barranquilla, Soacha (Bogotá)
	México	Aguascalientes, Chihuahua, Guanajuato, Monterrey, Querétaro, Torreón, Zapopan
	Otros en América Latina y el Caribe	Lima (Perú), Managua (Nicaragua), Fort-de-France (Martinica, France), Posadas (Argentina); Río de Janeiro (Brasil), San José (Costa Rica), Tegucigalpa (Honduras)
América del Norte	Canadá	Brampton, Calgary, región Durham, Edmonton, Mississauga, St. John, Toronto, Victoria, Winnipeg

Estados Unidos		
Albany, Atlanta, Baton Rouge, Charlotte, Chicago, Denver, Detroit, El Paso, Fort Collins, Hartford, Houston, Louisville, Milwaukee, Minneapolis y St. Paul, Montgomery County, New York City, Reno, Sacramento, St. Petesburgo, Salt Lake City, San Diego, San Francisco, San José, Seattle, South Brunswick, Tampa Bay		
Oceanía	Australia	Melbourne

Fuente: Elaboración propia, basada en Guía de planificación de sistemas BRT

A continuación se describen algunos de los sistemas BRT del Mundo.

- **Rea Vaya, Johannesburgo Sudáfrica**

Arrancó en septiembre del 2009 con el objetivo de conectar al centro de la ciudad con Soweto. Transporta alrededor de 30 mil pasajeros por día y la ciudad espera que el sistema sea usado por el 80% de sus residentes.

- **Ahmedabad, India**

Este sistema fue abierto en septiembre de 2009, ofrece un servicio de transporte de calidad a una ciudad de 5,6 millones de habitantes que se ve cada día más congestionada. El sistema transporta alrededor de 115, 000 pasajeros por día.

- **Cantón China**

El sistema de Cantón fue inaugurado en febrero del 2010, transporta a más de 800, 000 pasajeros con lo que redujo la emisión de CO2 en más de 50, 000 toneladas en su primer año de funcionamiento.

- **Buenos Aires Argentina**

Inició operaciones en mayo de 2011 convirtiéndose en el primer sistema BRT de Argentina, se espera que reduzca el tiempo de viaje en un 40% y que transporte a 100 mil pasajeros.

Bus Rapid Transit Around the World



Ilustración 22 Sistemas BRT en el mundo

Fuente: <https://go.itdp.org/download/attachments>

Sin embargo se han creado algunos sistemas que no cuentan con certificación Estándar BRT ya que no poseen los elementos necesarios para considerarse BRT, actualmente existen 12 certificados Oro en 7 ciudades, 25 certificados Plata en 15 ciudades, 24 certificados Bronce en 16 ciudades y 3 certificados Básico en 2 ciudades.

III.5 Sistema BRT en México

Debido al éxito de los sistemas BRT alrededor del mundo México decidió implementar este sistema de transporte en diferentes estados dando lugar a los siguientes sistemas:

III.5.1 Macrobús de la ciudad de Guadalajara Jalisco

Antecedentes

El Macrobús inició sus operaciones en 2009 en su primera fase del corredor de Avenida Independencia, por 16 kilómetros recorriendo 27 estaciones fijas y 15 rutas alimentadoras.

Tecnología

El sistema cuenta con 36 cámaras de circuito cerrado en sitios importantes de las estaciones, como en los torniquetes de entrada y salida, sus respectivos monitores se tienen en el centro de Operaciones. Dicho Centro cumple con funciones de monitoreo y operación del sistema, tanto del buen funcionamiento de la ruta troncal, como del cumplimiento en horarios de las rutas alimentadoras.

Recibe los reportes de problemas en los equipos instalados en las estaciones, como puertas automáticas, torniquetes, máquinas de venta y recarga de tarjetas, vía radio se canalizan para su pronta resolución.

El parque vehicular está conformado por 41 autobuses articulados marca Volvo con capacidad para 160 pasajeros.

Motores y combustibles

El motor que se utiliza tiene una planta poder de 340 caballos de fuerza con tecnología Euro IV, la cual emite menos contaminantes hasta un 30% menos de óxido de nitrógeno a la atmósfera.

Infraestructura

El sistema Macrobús utiliza 27 estaciones fijas en su fase I, cuenta con puertas eléctricas para el acceso a los autobuses, dándole mayor seguridad a la estación ya que permanece completamente cerrada en periodos donde no arriba el autobús y durante la noche.

También cuenta con carriles exclusivos confinados con bolardos pero con la ventaja de que el carril se ensancha en todas las estaciones para permitir el rebase de los autobuses y con esto permitir los servicios exprés que sólo se detienen en nueve de las veintisiete estaciones.

Aspecto Ambiental

Se redujeron diariamente de 13 a 3 toneladas de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en la Calzada Independencia. Con la implementación de este tipo de transportes, se considera la sustitución de árboles con programas de compensación.



Ilustración 23 Sistema Macrobus ciudad de Jalisco, Guadalajara

Fuente: http://sp2.fotolog.com/photo/34/7/82/gdlman/1236837044082_f.jpg



Ilustración 24 Mapa del Sistema Macrobus

Fuente: <http://www.redtransporte.mx/jalisco/macrobus-guadalajara/linea-1-express.html>

III.5.2 Optibús de la ciudad de León, Guanajuato

Antecedentes

El Optibús es el sistema de transporte masivo urbano que utiliza la ciudad de León, Guanajuato. Su inauguración fue el 23 de septiembre del 2003. El sistema fue el primero de su tipo en México, antes de que se implementará en la capital del país como Metrobús.

Tecnología

Este sistema utiliza ITS's para el cobro por medio de una tarjeta inteligente general para todo el sistema y su función es parecida al de Metrobús y Macrobús, sin embargo también tiene la opción de hacer el pago en efectivo por lo que cada estación tiene una caseta de cobro en la que se puede hacer fila y con esto retrasar la entrada del usuario al sistema.

Motores y Combustibles

El sistema Optibús utiliza motores Euro III y Euro IV con diesel UBA de 300 y 50 ppm S, respectivamente.

Infraestructura

Optibús utiliza 25 estaciones fijas en su ruta troncal T-01, 32 estaciones en la T-02, 15 estaciones en la T-03, 21 estaciones en la T-04 y 20 estaciones en la T-05; pero algunas de estas sirven de transferencia entre rutas, así que el total de estaciones del sistema es de 62. Estas estaciones no cuentan con puertas corredizas para el acceso al autobús.

Este sistema no cuenta con carril exclusivo ya que se permiten vueltas a la izquierda en los cruces con avenidas importantes, lo que permite invadir el carril y provoca retrasos.

Aspecto ambiental

Antes de su inauguración se tenían 1 800 autobuses y para 2010 se redujo el número a 1 600 con lo que se eliminaron 200 autobuses, en su mayoría viejos y altamente contaminantes. Cuando se inauguro la segunda etapa en agosto del 2010 que amplió su cobertura hacia las zonas poniente, sur-poniente y sur-oriente se suplieron 90 autobuses normales con 29 unidades articuladas lo que no solo redujo la emisión de contaminantes si no también el consumo de diesel.



Ilustración 25 Sistema Optibus de la ciudad de León, Guanajuato

Fuente: http://hovanbus.blogspot.mx/2013/09/neobus-mega-brt-optibus-leon_12.html

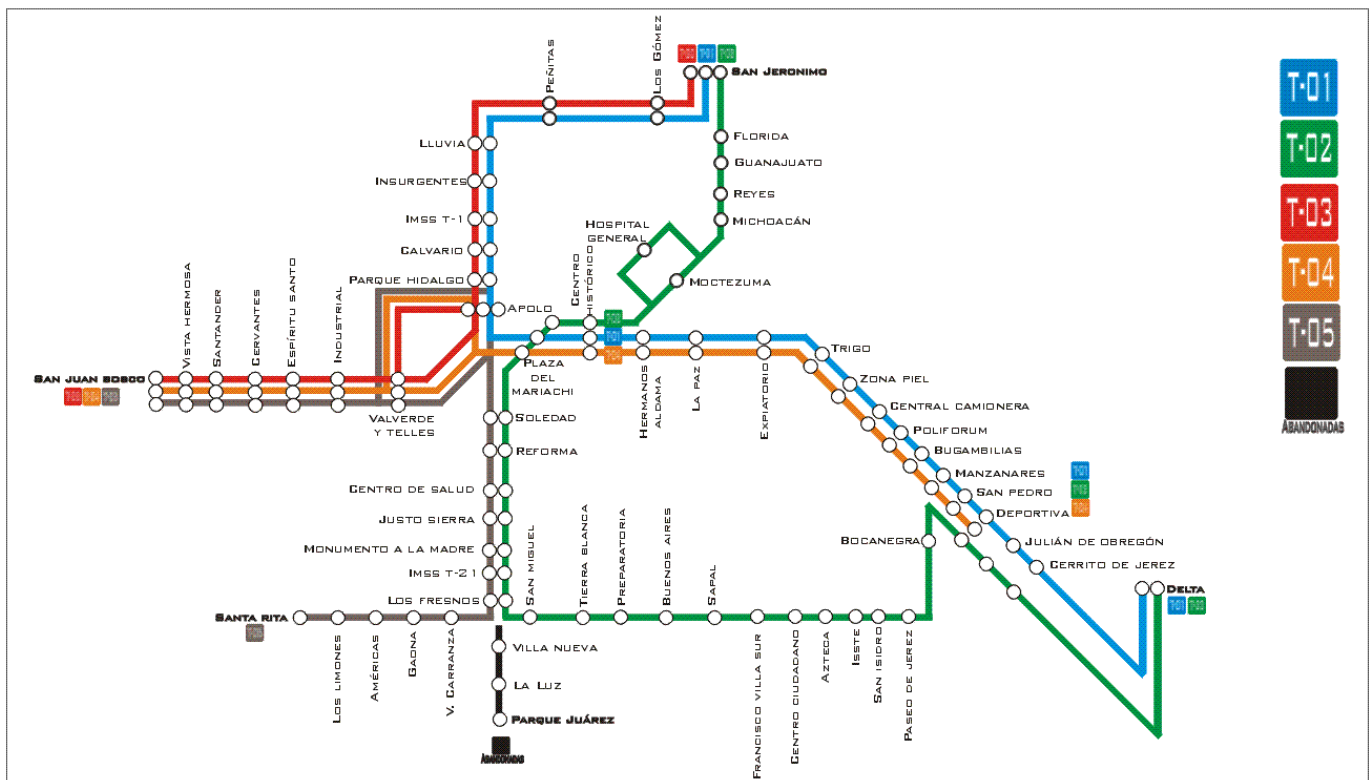


Ilustración 26 Mapa del Sistema Optibus

Fuente: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Optibus_Fase_2.GIF

III.5.3 Mexibús del Estado de México

Antecedentes

El sistema Mexibús inició sus operaciones el 2 de octubre del 2010, su primer corredor se localizó del Mexipuerto de Ciudad Azteca a la Terminal de Ojo de Agua con 16 km de recorrido.

Tecnología

Este sistema utiliza ITS's para el cobro que se realiza con una tarjeta inteligente, que no tiene la opción de pagar en efectivo como el Macrobús y el Optibús. Cuenta con cámaras de seguridad en las estaciones y dispositivos inteligentes de señalización.

Mexibús cuenta con 63 autobuses articulados de la marca Volvo con capacidad para 160 pasajeros, además cuenta con Sistemas de Posicionamiento Global GPS y equipo de control de flota GPRS.

Motores y combustibles

Los autobuses de este sistema utilizan tecnología Euro IV, la cual emite menos contaminantes a la atmósfera mediante el convertidor catalítico con inyección de AdBlue, diesel UBA de 15 ppm, 70% menos partículas suspendidas, 35% menos de emisiones de óxido de nitrógeno; además de pantallas de video y cámaras de seguridad.

Infraestructura

El Mexibús cuenta con 24 estaciones y tres terminales además de tres estaciones de transbordo con 3 rutas TR1 que realiza paradas en todas las estaciones, la TR3 Exprés que solo brinda servicio en seis estaciones y la TR4 que solo atiende entre las estaciones de Ciudad Azteca y Central de Abastos.

Entre las principales características de este sistema se encuentra que el carril confinado se ensancha en las estaciones, convirtiéndose así en un carril de rebase en las estaciones que le permite operar diferentes servicios.

Aspecto Ambiental

La implementación del Mexibús redujo en gran medida la emisión de contaminantes a la atmósfera, tomando en cuenta que se eliminó gran número de microbuses y camiones urbanos que circulaban sobre la Avenida Central.



Ilustración 27 Sistema Mexibús del Estado de México

Fuente: <http://yaakun.fm/cmai/images/stories/mexibus3.jpg>

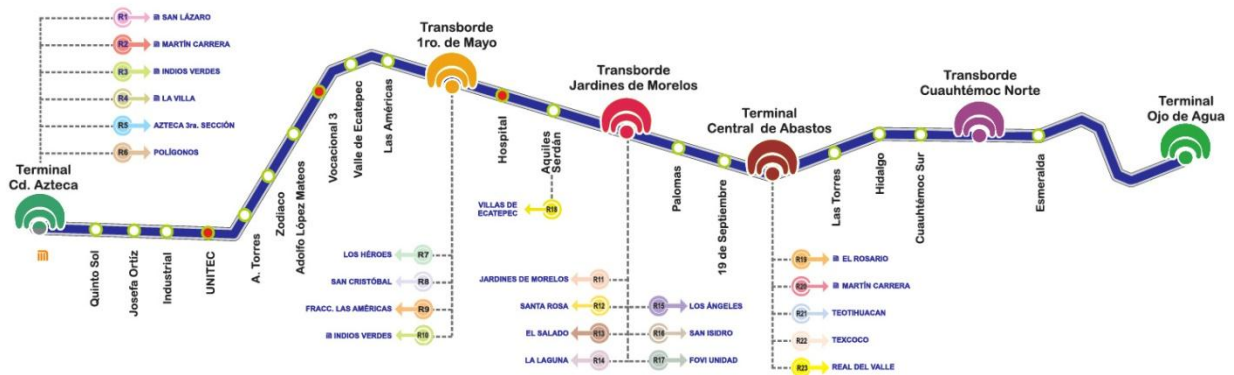


Ilustración 28 Mapa Sistema Mexibús

Fuente: <http://www.redtransporte.mx/img/transporte/mexico-df/mexibus/plano.jpg>

III.6 Sistema BRT en la Ciudad de México

III.6.1 Características del Sistema

El sistema BRT de la Ciudad de México cuenta con cinco Líneas o corredores que atiende diferentes delegaciones y que están relacionadas entre ellas.

El primer corredor es la **Línea 1 El Caminero-Indios Verdes** que a través de su recorrido y de 44 estaciones atiende a las delegaciones de Tlalpan, Coyoacán, Álvaro Obregón, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero y tiene una demanda de usuarios de aproximadamente 440 mil pax/día además se conecta con las líneas 1, 2, 3, 9 y B del sistema metro y las vialidades que recorre son Insurgentes Norte, Insurgentes Centro e Insurgentes Sur.



Ilustración 29 Mapa Línea 1 del MB

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html#uno>

El segundo corredor es la **Línea 2: Tacubaya-Tepalcates** a través de su recorrido y de 34 estaciones da servicio a las delegaciones de Iztapalapa, Iztacalco, Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo con una demanda de usuarios de aproximadamente 170 mil pax/día; además se conecta con las líneas 1, 2, 3, 7, 8, 9 y A del sistema metro y con el corredor Cero Emisiones.



Ilustración 30 Mapa Línea 2 del MB

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html#uno>

El cuarto corredor es la **Línea 4: Buenavista-San Lázaro** a través de su recorrido y de 32 estaciones atiende a las delegaciones de Venustiano Carranza y Cuauhtémoc con una demanda de 50 mil pax/día y se conecta con las líneas B, 1, 2, 3, 4, 5 y 8 del sistema metro, con el Tren Suburbano, con el corredor Cerro Emisiones y con las terminales 1 y 2 del AICM.



Ilustración 32 Mapa Línea 4 del MB

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html#uno>

El quinto corredor es la **Línea 5: San Lázaro-Río de los Remedios** que por medio de 16 estaciones da servicio a las delegaciones de Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero con una demanda de 55 mil pax/día y se conecta con las líneas 1, 5 y B y la Terminal de Autobuses de pasajeros del Oriente (TAPO).



Ilustración 33 Mapa Línea 5 del MB

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/fichas.html>

A continuación se muestra el mapa esquemático de las cinco Líneas del sistema Metrobús en la Ciudad de México.



Ilustración 34 Mapa esquemático del Sistema Metrobús

Fuente: http://www.metrobus.df.gob.mx/images/MAPA_esquematico_GDE.jpg

El sistema Metrobús recibió cuatro certificados de Estándar BRT, tres plata (por las Líneas 1, 2 y 3) y un bronce, por la Línea 4). Por lo que la ciudad se convirtió en la tercera con más medallas en el mundo después de Bogotá, en Colombia y Curitiba, en Brasil.

La ciudad fue certificada gracias a que cuenta con una red de 95 kilómetros de vías exclusivas para BRT, logrando una integración de calidad. Algunos de los principales elementos a rescatar de las medallas son que se trata de una red de corredores de gran demanda, la existencia de altas frecuencias de servicio y el hecho de que la gran mayoría cuenta con accesibilidad universal, así como la incorporación de rutas múltiples.

En general el sistema cuenta con un nivel de integración muy completo y de calidad, además es una de las únicas ciudades en el mundo que cuenta con un sistema BRT que se localiza en el centro histórico.

III.6.2 Normatividad

Con el nuevo sistema de transporte Metrobús y sus diferentes Líneas fue necesario expulsar otros sistemas de transporte que circulaban por las Avenidas en las cuales se establecen los corredores del Metrobús y establecer medidas necesarias para que el sistema funcionara correctamente, las nuevas normas de circulación quedaron establecidas en el reglamento de Tránsito del Distrito Federal.

a) Carril de extrema izquierda confinado:

Con la finalidad de que el Metrobús circule libremente sin mezclarse con los demás vehículos automotrices, se confina el carril de extrema izquierda.

En circunstancias excepcionales y de emergencia, podrán circular en el carril de uso exclusivo del Metrobús, ambulancias, vehículos de policía, de bomberos y de protección civil.

b) Prohibición de Vuelta izquierda y vuelta en “U”

Se toma esta medida con la finalidad de que los automovilistas que dan vuelta izquierda no interrumpan el paso del sistema, y así optimizar el recorrido del Metrobús ya que éste sólo deberá de ser interrumpido por los semáforos en alto que encuentre a su paso.

En ambos sentidos de la circulación de las Avenidas por las cuales el sistema Metrobús realiza sus recorridos la vuelta izquierda y la vuelta en “U” están prohibidas, sólo se permite la vuelta a la izquierda en las intersecciones cuando la señalización lo permita.

III.6.3 Perspectiva del Sistema Metrobús en el futuro

En la actualidad la movilidad en el Distrito Federal presenta una gran problemática, el automóvil ocupa más del 85% del espacio vial. El sistema de transporte público de microbús tiene más de 33,000 unidades en circulación como puede observarse en la siguiente imagen.

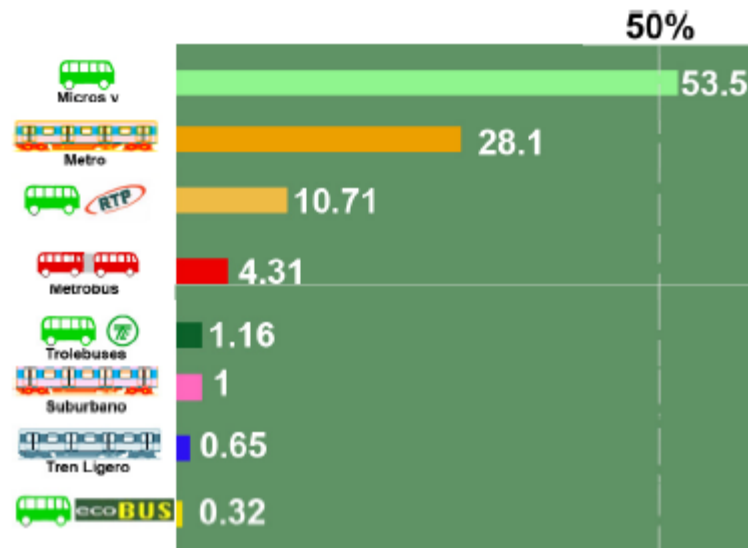


Ilustración 35 Diferentes medios de transporte en la Ciudad de México

Fuente: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Crecimiento-MB-2013-2018.pdf>

La gran problemática de la Ciudad de México es que mientras la velocidad promedio del tránsito general es de 14 kph la velocidad promedio del transporte público de superficie es de 5 a 12 km/h esto se debe a que las unidades de transporte público se encuentran atoradas en el congestionamiento vehicular, existe una mala calidad en el transporte es muy lento y está saturado.



Ilustración 36 Congestionamiento en la Ciudad de México

Fuente: <http://1.bp.blogspot.com/-TO11AzMdPMk>

Para poder mejorar esta situación es importante priorizar el transporte público aumentando la velocidad de 8kph a 20kph, se puede atender la misma demanda de usuarios con un menor número de unidades. Se puede proporcionar un mejor

servicio si se reduce el tiempo de abordaje con cobro fuera de la unidad y estaciones exclusivas, la construcción de un sistema BRT puede ayudar a mejorar la calidad del servicio público ya que mediante sus características de carril confinado y prepago ayuda a aumentar la velocidad de las unidades de 10kph a 20kph, además una unidad puede transportar una mayor cantidad de personas en comparación a otros medios de transporte y con la implementación del sistema BRT se redujo un 30% los casos de accidentes relacionados al transporte público



Ilustración 37 Comparación entre sistema BRT y automóvil particular

Fuente: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Crecimiento-MB-2013-2018.pdf>

Es por estas razones que a un futuro se debe de pensar en una integración virtual, física y tarifaria de los medios de transporte:

- ❖ Medio de pago único con tarifas integradas
- ❖ Minimización de los recorridos a pie en transferencias de modo, compartir estaciones y paradas
- ❖ Bici-estacionamientos en estaciones y paradas del sistema
- ❖ Accesibilidad universal

Las perspectivas de crecimiento del sistema Metrobús al 2018 se basan en tener 14 líneas de MB que son 10 líneas adicionales a las actuales que implican la construcción de 30 km anuales.



Ilustración 38 Avance de kilómetros BRT

Fuente: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Crecimiento-MB-2013-2018.pdf>

Entre las líneas que se pretenden construir se encuentran:

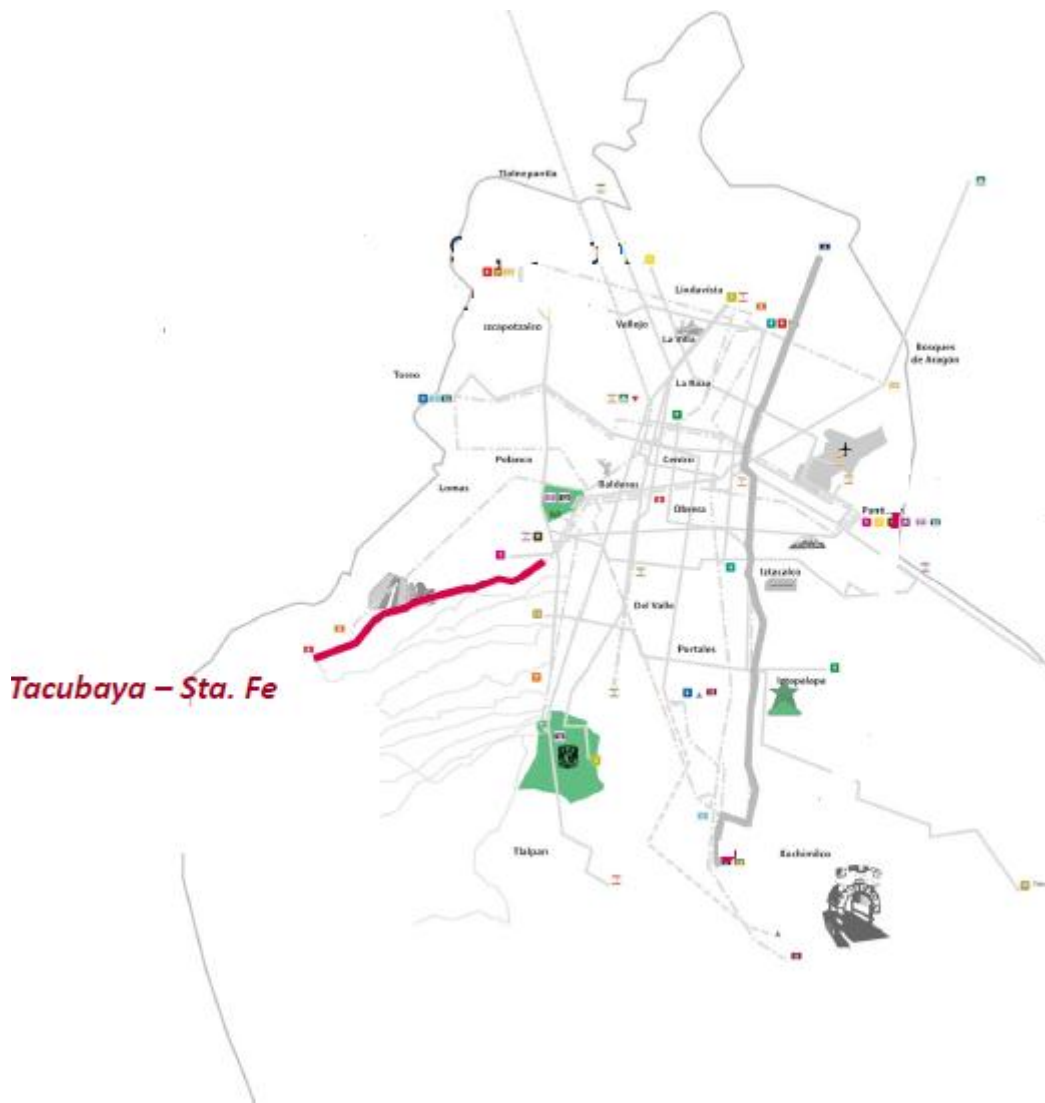
Vaqueritos-Río de los Remedios que contaría con 27km y 273, 000 pasajeros, en la actualidad ya existe la línea 5 del MB sin embargo solo fue construida de San Lázaro a Río de los Remedios y se pretende construir la parte restante de este corredor. Esta Línea circularía por Eduardo Molina, Fco. Del paso y Troncoso y por la Av. Cafetales.



Ilustración 39 La línea Vaqueritos-Río de los Remedios

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

La segunda línea corre de **Tacubaya-Santa Fe** que tendría 14 km y un número aproximado de 193, 000 pasajeros. Corriendo por las Av. Camino a Sta. Fe y Vasco de Quiroga.



Tacubaya – Sta. Fe

Ilustración 40 Línea Tacubaya-Sta. Fe

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

La tercer Línea del **Bordo de Xochiaca-Vaqueritos** que correría por aproximadamente 21 km y beneficiaría a 288, 000 pasajeros, llevando su recorrido acabo por el Anillo Periférico Oriente.

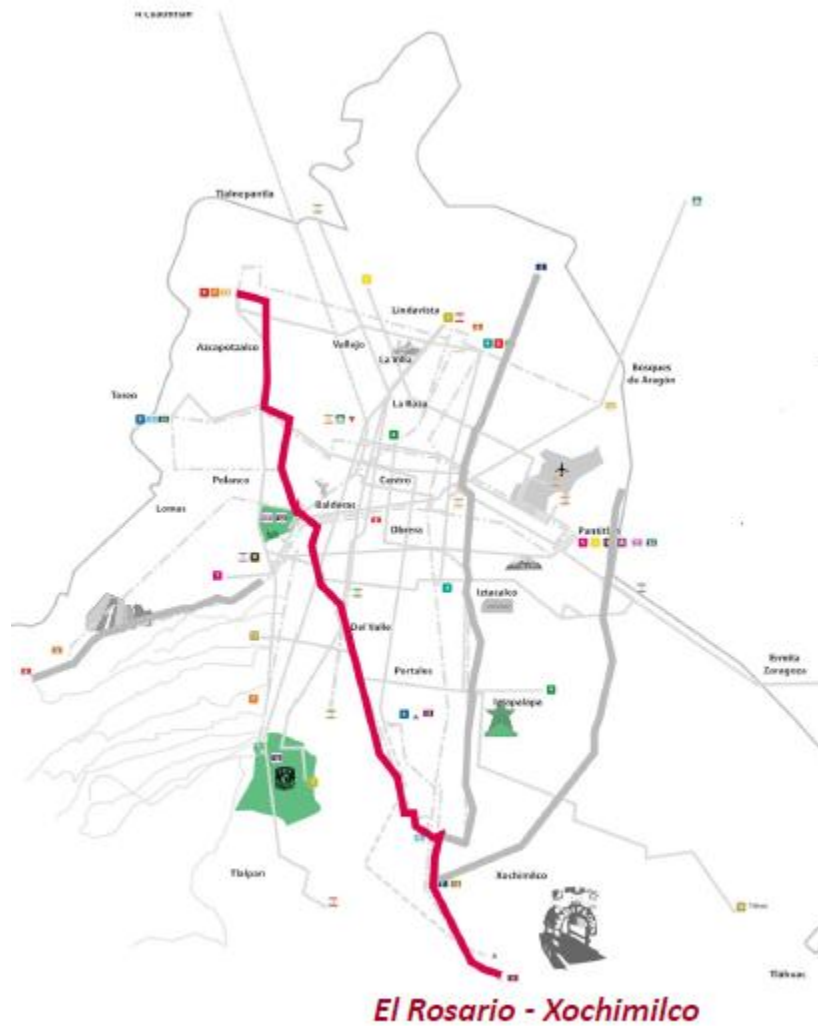


Ilustración 42 Línea El Rosario-Xochimilco

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

La Línea cinco correría de **Lomas de Chapultepec-Reforma-La Villa** con 16 km y un número aproximado de 110, 000 pasajeros beneficiados, el corredor abarcaría Lomas de Chapultepec, Reforma y La Villa.

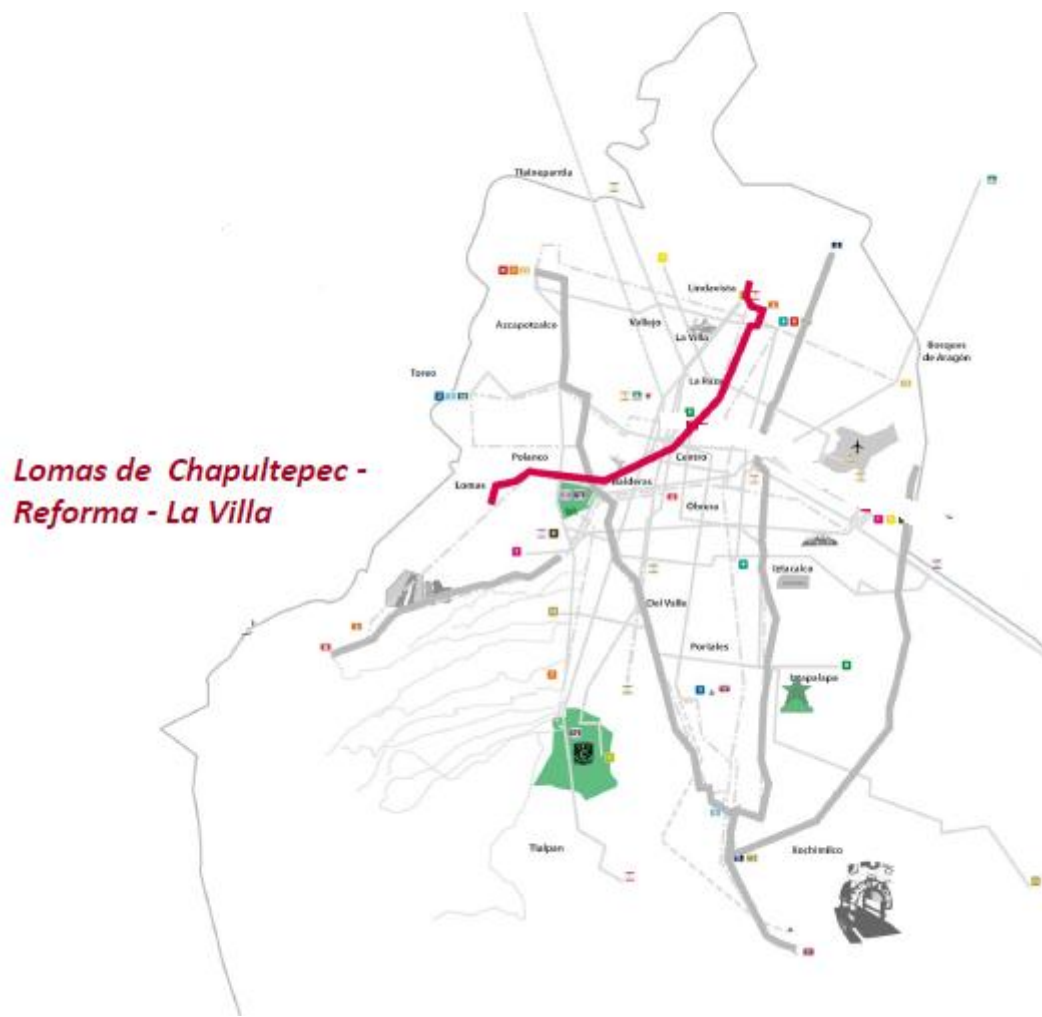


Ilustración 43 Línea Lomas de Chapultepec-Reforma-La Villa

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

Línea seis de **Casco de Santo Tomás-La Paz** con 12 km y 237, 000 pasajeros, corriendo por Mosqueta, Rayón, Albañiles; Av. Hangares y Pantitlán.

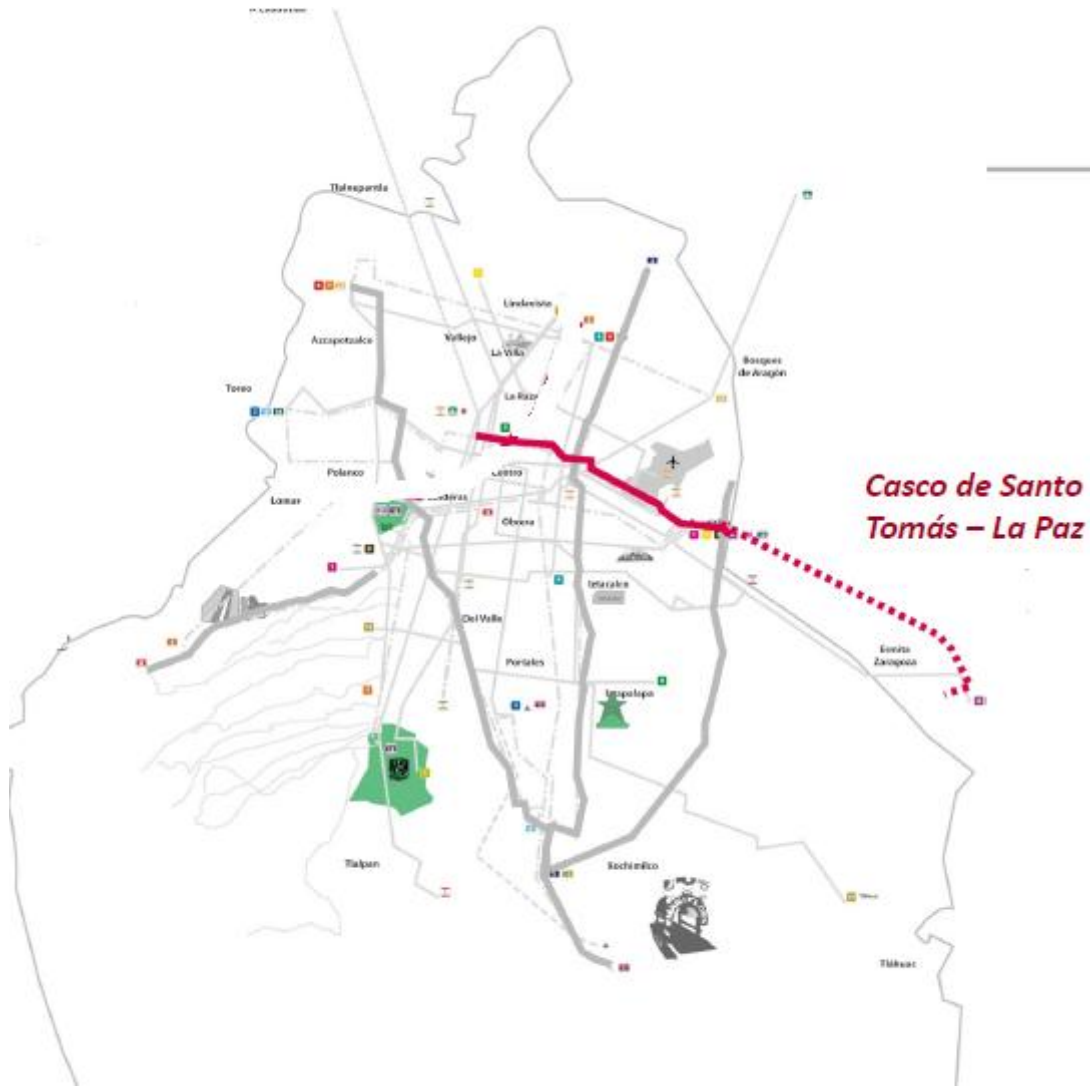


Ilustración 44 Línea Casco de Santo Tomás-La Paz

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

La Línea siete **El Rosario-Metro Nezahualcóyotl** con 18 km y 109, 000 pasajeros pasando por de las Culturas, Av. Montevideo y Calz. Sn Juan de Aragón.

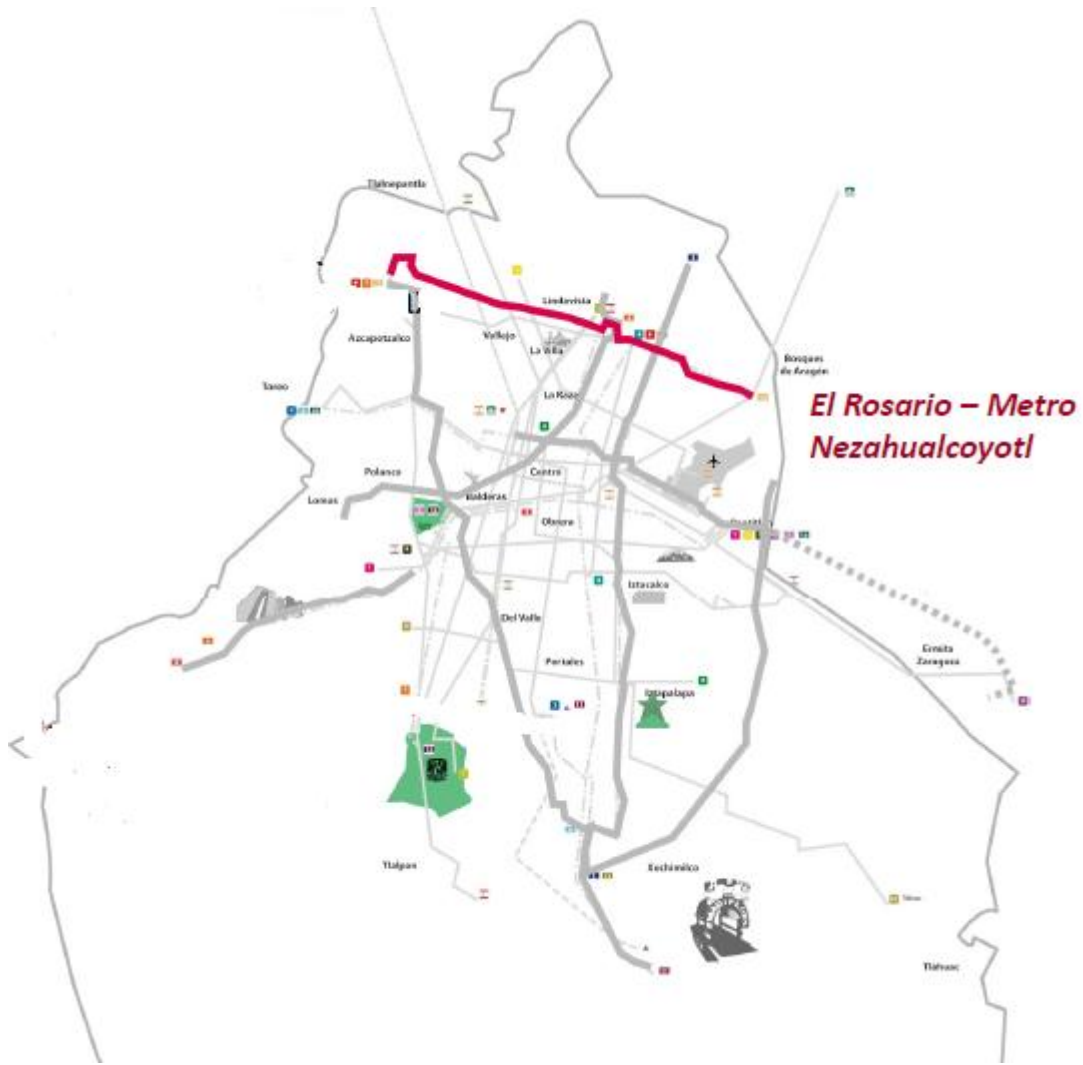


Ilustración 45 Línea El Rosario-Metro Nezhualcóyotl

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

Línea ocho que correría **de Barranca del Muerto-Taxqueña** recorriendo aproximadamente 10 km y beneficiando a 150, 000 pasajeros pasando por Ma. De Quevedo y Taxqueña.



Ilustración 46 Línea barranca del Muerto-Taxqueña

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento MB

Línea nueve del **Estadio Olímpico-Chaultepec** con una dimensión de 10 km y aproximadamente 125, 000 pasajeros realizando su recorrido por la Av. Revolución.

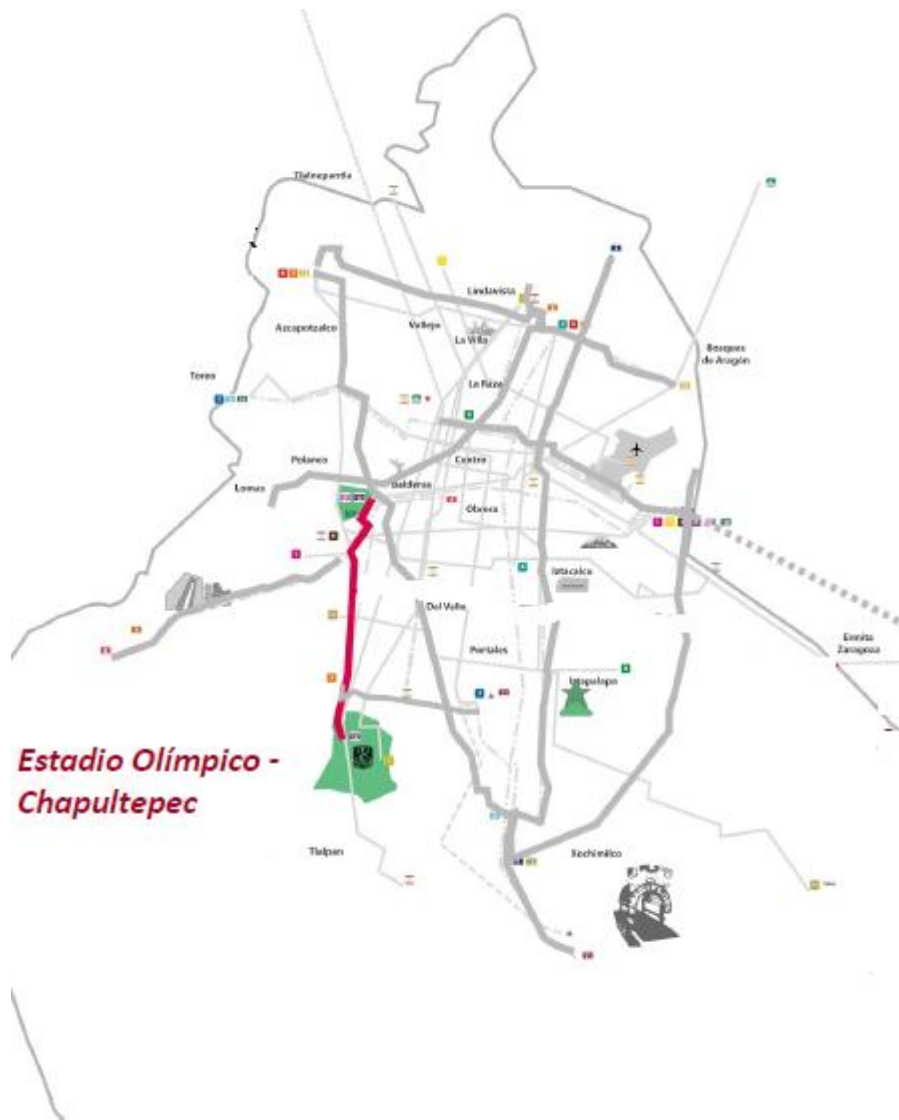


Ilustración 47 Línea Estadio Olímpico-Chapultepec

Fuente: Elaboración propia basada en documento crecimiento del MB

La Línea diez de **San Antonio-Santa Martha** con 21 km y 117, 000 pasajeros y pasando por Ángel Urraza, trabajadores Sociales, Luis Méndez, Av. De las Torres y Ermita Iztapalapa.



Ilustración 48 Línea San Antonio-Sta. Martha

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

A continuación se muestra una tabla resumen de las Líneas que planean construirse de la fecha al año 2018.

Tabla 14 Líneas de metrobús planeadas para el año 2018

LÍNEA	TRAZO	PAX DÍA-APROX	AÑO DE
-------	-------	---------------	--------

		AÑO 2018	CONSTRUCCIÓN
1	VAQUERITOS-PUENTE NEGRO	273, 000	2013
2	SANTA FE-TACUBAYA	193, 000	2014
3	BORDO DE XOCHIACA-VAQUERITOS	288, 000	2014
4	EL ROSARIO-XOCHIMILCO	398, 000	2015
5	REFORMA/LA VILLA-LOMAS DE CHAPULTEPEC	110, 000	2016
6	CASCO DE SANTO TOMÁS-LA PAZ	237, 000	2016
7	BARRANCA DEL MUERTO-TAXQUEÑA	150, 000	2017
8	EL ROSARIO-METRO NEZAHUALCÓYOTL	109, 000	2017
9	ESTADIO OLÍMPICO-CHAPULTEPEC	125, 000	2018
10	SAN ANTONIO-SANTA MARTHA	117, 000	2018

Fuente:

Elaboración propia, basada en documento Crecimiento del MB

En la siguiente imagen se muestra el total de líneas que planean construirse y como luciría el esquema de las mismas.

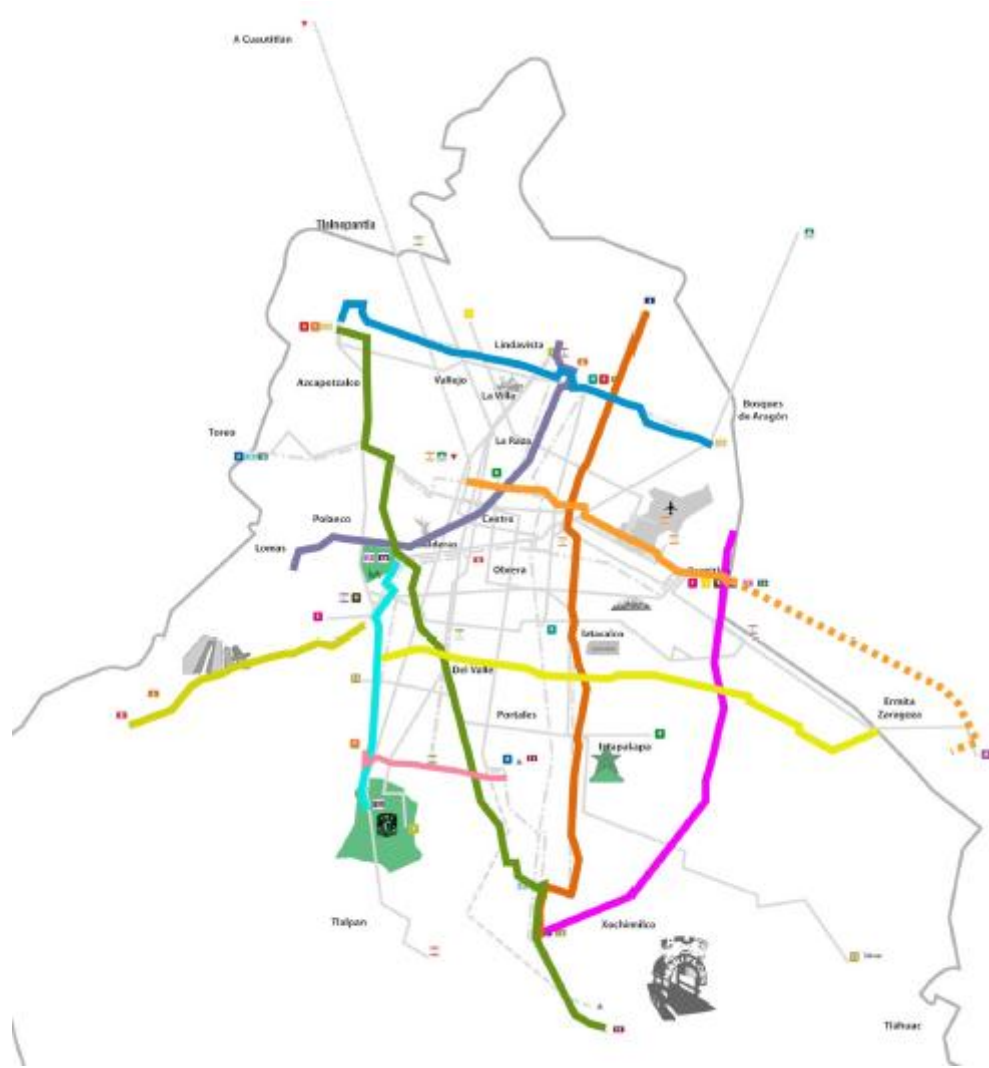
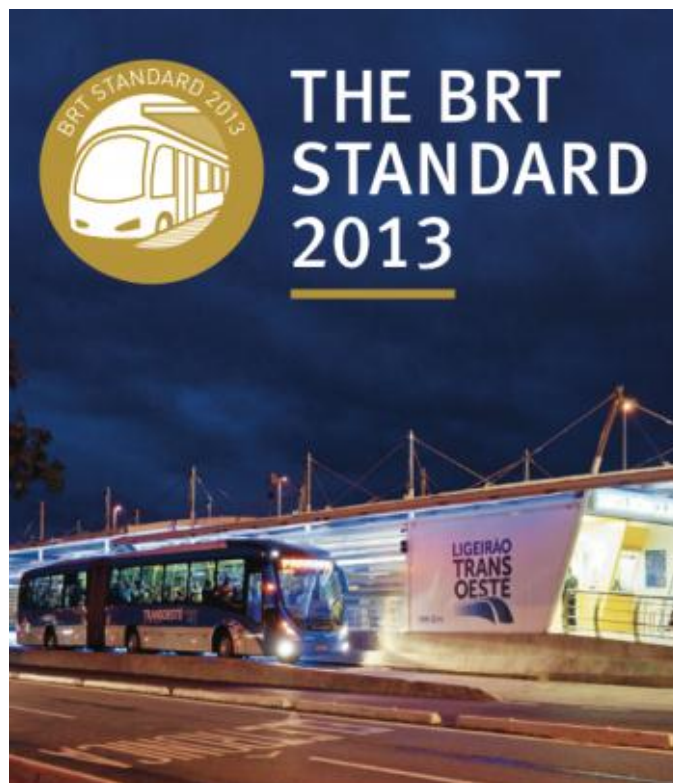


Ilustración 49 Red de corredores del sistema Metrobús al 2018

Fuente: Elaboración propia basada en documento Crecimiento del MB

IV. Estándar BRT 2013



IV Estándar BRT 2013

En este capítulo se presenta la definición del Estándar BRT 2013 y la explicación de por qué surge este proyecto. Se describe la clasificación de las certificaciones que se otorgan al terminar la evaluación de un sistema es decir Oro, Plata o Bronce.

Se muestra la tarjeta de evaluación que utiliza el ITDP para evaluar a los diferentes sistemas BRT en el mundo; en este capítulo se describe cada uno de los componentes de esta tarjeta de evaluación donde se describe el elemento, la forma de evaluación y se presenta una tabla por cada uno para observar que calificaciones se pueden obtener en cada elemento y una imagen en la mayoría de los casos para ejemplificar como debe de ser el componente para obtener la mayor calificación.

IV.1 Justificación del Estándar BRT 2013

En los últimos años se ha incrementado la popularidad de los autobuses de tránsito rápido (BRT por sus siglas en inglés), sin embargo en muchas comunidades son desconocidas las características claves de los mejores modelos BRT en el mundo. Esta falta de conocimiento se da por la falta de una definición común sobre los sistemas BRT. Sin una definición concreta muchas veces algunos sistemas de autobús son erróneamente calificados como BRT aunque solo poseen modificaciones menores a sus servicios.

La falta de acuerdo entre los ingenieros y los planeadores ha propiciado que por cada corredor BRT de clase mundial existan docenas de corredores llamados “BRT” de forma incorrecta. Ya que no existen estándares de control de calidad cualquier mejora en las líneas de autobuses se ha considerado como BRT, lo que ha generado una respuesta negativa hacia estos.

El estándar BRT 2013 puede ayudar a las ciudades a conseguir un servicio de calidad para los usuarios, este documento resalta las características principales del diseño BRT y los mejores modelos alrededor del mundo para que puedan tomarse como guía para la planificación y proyección de futuros sistemas BRT de calidad.

El Estándar BRT rinde homenaje a las ciudades que están a la vanguardia y ofrece una guía para aquellas que desean implementar un sistema BRT. Los elementos que se califican en el Estándar BRT han sido evaluados en una multiplicidad de contextos, de existir en un sistema se genera un mejor desempeño y mayor cantidad de pasajeros en el sistema de transporte.

Todos los niveles del Estándar BRT representan excelencia, pero otorgar bronce, plata y oro permite jerarquizar aquellos sistemas que destacan a nivel mundial. Las ciudades que han sido certificadas son un claro ejemplo de progreso ya que, han innovado el transporte masivo, la calidad de vida, la competitividad y la sustentabilidad de las ciudades.

Si elevamos los estándares que los sistemas BRT tienen que cumplir se mejorará la calidad del servicio y las personas podrán experimentar el confort y los beneficios de un sistema de transporte masivo eficiente y con costos menores.

El Estándar BRT 2013 supera a la primera versión (Estándar BRT 2012) ya que aporta un mejor balance para las diferentes necesidades de cada ciudad, país o continente. El Estándar BRT se basa en diferentes elementos que son fundamentales para mejorar la calidad del transporte.

IV.2 Clasificación del Estándar BRT

El Estándar BRT otorga al finalizar su evaluación a un sistema BRT un certificado que puede ser Oro, Plata o Bronce a continuación se describe cada uno de ellos:

- **Estándar BRT Oro: 85-100 puntos**

Este tipo de Estándar refleja a un corredor que cumple con la mayoría de los aspectos de los mejores sistemas internacionales, estos sistemas son los que han obtenido una eficiencia, operación y un servicio de gran calidad, esta calificación puede otorgarse a cualquier sistema que presente una demanda suficiente para justificar la inversión en el sistema.

- **Estándar BRT Plata: 70-84 puntos**

Este tipo de Estándar incluye casi todos los elementos de los mejores sistemas BRT del mundo. Estos sistemas han logrado una gran calidad de servicio y un muy buen desempeño con una demanda suficiente para que la inversión del sistema sea costo-eficiente.

- **Estándar Bronce: 55-69 puntos**

Este tipo de Estándar es otorgado a sistemas que tienen todos los requisitos necesarios para ser llamados sistema BRT, estos sistemas presentan características que los colocan sobre un BRT clásico con una mejor calidad en el servicio y eficiencia operacional.



Ilustración 50 Certificados que otorga el Estándar BRT 2013

Fuente: <http://mexico.itdp.org/documentos/brt-standard/>

IV.3 Tarjeta de puntuación del Estándar BRT 2013

Esta tarjeta de puntuación muestra los criterios que componen el Estándar BRT 2013, estos criterios se describirán uno a uno posteriormente.

La tarjeta de evaluación se divide en siete categorías:

Características básicas de BRT, esta categoría se compone por los elementos más básicos e importantes para un sistema BRT como lo son el derecho de vía, prepago en estaciones, manejo de intersecciones y el abordaje a nivel de plataforma; un sistema que es evaluado debe obtener mínimo cuatro puntos en alineación de carriles y en derecho de vía para considerarse sistema BRT y poder continuar con la evaluación, la calificación máxima para esta categoría es de 33 puntos.

Planeación del servicio, esta sección está compuesta por elementos como la frecuencia en hora pico y en hora valle, centro de control, servicios limitados, rutas múltiples horario de operación y la localización del corredor esta categoría tiene una calificación máxima de 24 puntos.

Infraestructura, para esta categoría se toman en cuenta elementos como carriles de rebase en estaciones, minimización de emisiones, estaciones en el centro y calidad del pavimento; la calificación máxima para esta sección es de 14 puntos.

Diseño de la estación e interfaz de la estación-autobús, los elementos que conforman esta sección son distancia entre estaciones, estaciones seguras, número de puertas por autobús, puertas corredizas y paradas secundarias; la puntuación máxima es de 10 puntos.

Calidad del servicio y de los sistemas de información para pasajeros, incluye creación de marca e información a los pasajeros con una puntuación máxima de 5 puntos para estos elementos.

Integración y acceso, en esta categoría se encuentran el acceso universal, integración con otros transportes públicos, acceso peatonal, estacionamiento para bicicletas, carril para bicicletas y préstamo de bicicletas con un puntaje máximo de 14 puntos.

Deducciones, dentro de esta categoría se castiga a sistemas que ya están en funcionamiento en criterios como velocidades comerciales, pasajeros pico por hora por dirección (PPHPD), no se respeta el derecho de vía, espacio considerable entre plataforma y autobús, sobrecupo y poco mantenimiento la deducción máxima que puede realizar es de 36 puntos.

CATEGORÍA	PUNTAJE MÁXIMO	PUNTAJE MÁXIMO
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT (págs. 15–21)		DISEÑO DE LA ESTACIÓN E INTERFAZ DE LA ESTACIÓN-AUTOBÚS (págs. 33–36)
Alineación de carriles	7	Distancia entre estaciones
Carriles exclusivos y derecho de vía	7	Estaciones seguras y cómodas
Pago de pasaje anterior al abordaje	7	Número de puertas por autobús
Manejo de intersecciones	6	Bahías y paradas secundarias
Abordaje a nivel de plataforma	6	Puertas corredizas en las estaciones de BRT
PLANEACIÓN DEL SERVICIO (págs. 22–27)		CALIDAD DEL SERVICIO Y DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA PASAJEROS (págs. 37–38)
Rutas múltiples	4	Creación de marca
Frecuencia en horario pico	3	Información a pasajeros
Frecuencia en horario no pico	2	
Servicios locales, directos y limitados	3	INTERROGACIÓN Y ACCESO (págs. 39–44)
Centro de control	3	Acceso universal
Presencia en los 10 corredores principales	2	Integración con otros transportes públicos
Horas de operación	2	Acceso peatonal
Perfil de demanda	3	Estacionamiento seguro para bicicletas
Red de corredores múltiples	2	Carriles para bicicletas
INFRAESTRUCTURA (págs. 28–32)		Integración con sistemas de préstamo de bicicletas
Carriles de rebase en estaciones	4	TOTAL
Minimización de emisiones de autobuses	3	100
Estaciones que no se estorban con intersecciones	3	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE BRT
Estaciones en el centro	2	(Mínima necesaria 18)
Calidad del pavimento	2	33
DEDUCCIONES (págs. 46–48)		
Velocidades comerciales		-10
Pasajeros pico por hora por dirección (pphpd) menor a 1,000		-5
No se respeta el derecho de vía		-5
Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma		-5
Sobrecupo		-3
Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías		-8

Ilustración 51 Tarjeta de Puntuación Estándar BRT

Fuente: <http://mexico.itdp.org/documentos/brt-standard/>

IV.3.1 Características básicas de BRT

Las cinco características principales que se consideran para que un corredor pueda definirse como BRT son:

- ❖ Alineación de carriles (7 puntos)
- ❖ Carriles exclusivos y derecho de vía (7 puntos)
- ❖ Pago de pasaje anterior al abordaje (7 puntos)
- ❖ Manejo de intersecciones (6 puntos)
- ❖ Abordaje a nivel de plataforma (6 puntos)

Un corredor debe obtener por lo menos cuatro puntos tanto en alineación de carriles como en carriles exclusivos y derecho de vía para poder clasificarse como un sistema BRT y poder continuar con la evaluación, estos dos elementos eliminan retrasos por congestionamientos e incrementan la eficiencia y disminuyen el costo de operación, es por esto que son elementos básicos para tener un sistema BRT y no un sistema normal de autobuses.

A continuación se describen cada uno de los elementos que evalúa el estándar BRT 2013.

a) Alineación de carriles

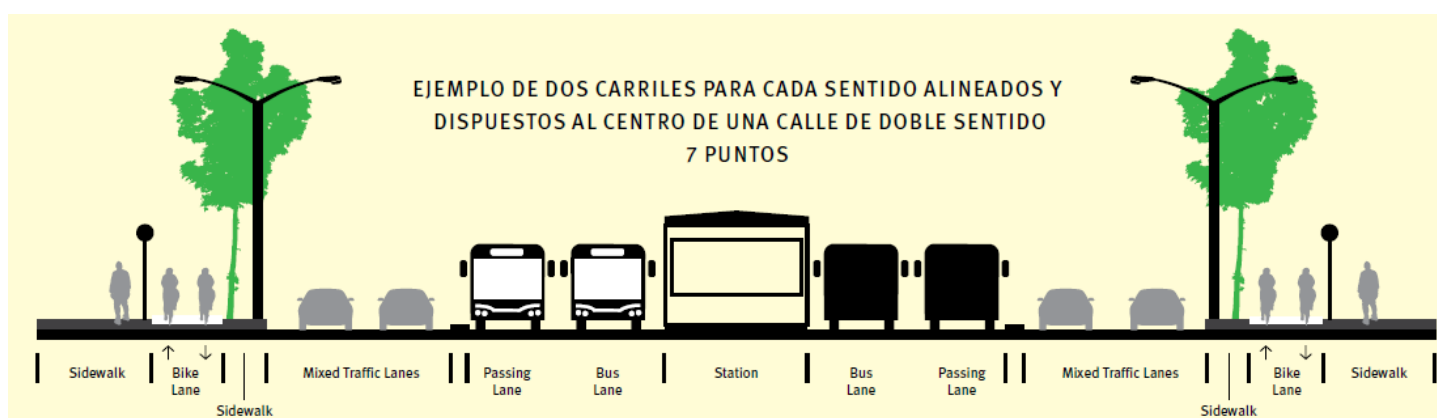
Es importante localizar bien el lugar para colocar las vías para poder minimizar los conflictos con el demás tráfico vial, en especial con las vueltas que deban realizar en carriles de tráfico mixto. La mayoría de las veces los carriles centrales encuentran menos conflictos con otros vehículos ya que los que se encuentran alineados a la orilla tienen conflictos con estacionamientos y otras calles. Además mientras vehículos como taxis o repartidores necesitan orillarse los carriles centrales se encuentran libres de este tipo de interrupciones.

Tabla 15 Alineación de Carriles

CONFIGURACIONES DEL CORREDOR	PUNTOS
Dos carriles para cada sentido alineados y dispuestos al centro de la calle de doble sentido	7

Corredores exclusivos para autobuses donde hay un derecho de vía exclusivo y que no tienen tráfico mixto paralelo, incluyendo centros de tránsito (ej. Bogotá, Curitiba, Quito y Pereira) y los corredores ferroviarios transformados (ej. Ciudad del Cabo y Los Ángeles)	7
Vías exclusivas que corren de manera adyacente a alguna orilla, como un parque o un río, en las cuales hay pocas intersecciones que causen conflicto	7
Vías exclusivas que corren juntas en ambos sentidos en los carriles laterales de una calle de un solo sentido	7
Vías exclusivas divididas-una para cada sentido- que se encuentran alineadas al centro de la calle	4
Vías exclusivas divididas en dos pares de un sentido que se encuentran alineadas a la banqueta	2
Carriles virtuales que funcionan por medio de segmentos de vía por los que los autobuses pueden evitar el tráfico en las intersecciones	1
Carriles alineados a la banqueta	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



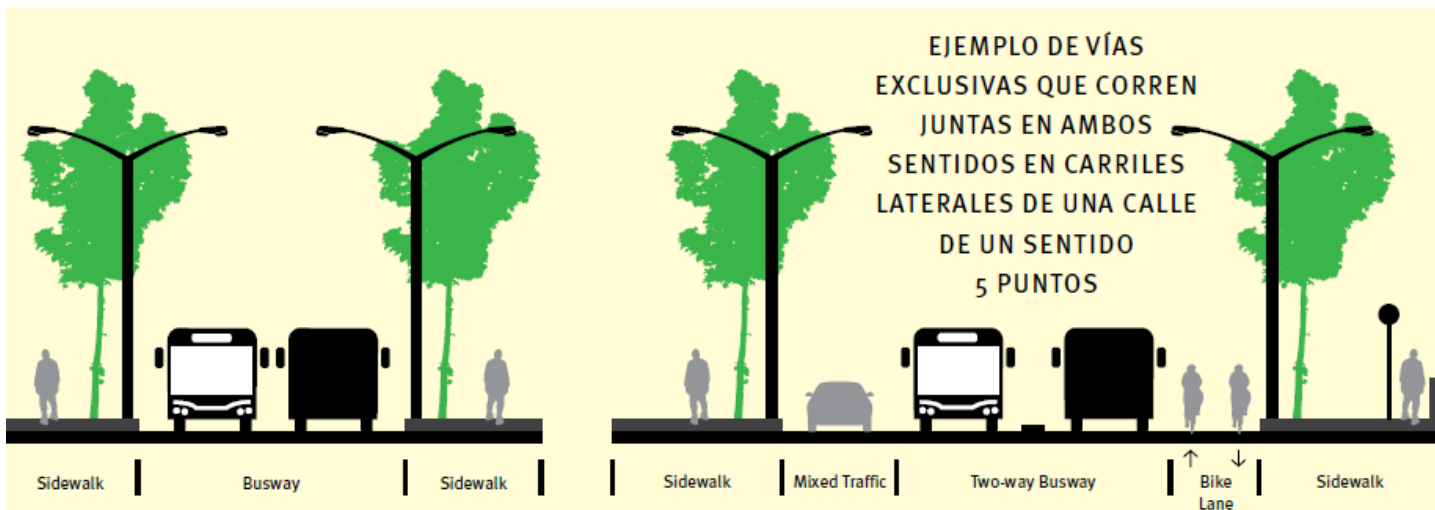


Ilustración 52 Ejemplo de Alineación de Carriles

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

b) Carriles exclusivos y derecho de vía

El carril exclusivo es fundamental para que los autobuses puedan operar de una manera rápida y sin interrupciones por congestionamientos. Su diseño físico es muy importante ya que de ello depende que se respete el carril. Este tipo de carriles son imprescindibles en vialidades con mucho tráfico, donde es complicado quitar un carril del tráfico mixto para cederlo a los autobuses.

Los carriles exclusivos pueden delimitarse de diferentes maneras con delimitadores, bolardos electrónicos, trampas para coches, pavimentos de colores y el uso de cámaras.

Aunque debe tomarse en cuenta la posibilidad de que algún autobús se averíe o necesite abandonar el corredor.

Para que un sistema BRT pueda ser definido como tal se necesita un mínimo de cuatro puntos en este elemento ya que se considera esencial.

Tabla 16 Carriles exclusivos y derecho de vía

TIPOS DE CARRILES EXCLUSIVOS Y DERECHO DE VÍA	PUNTOS
Carriles exclusivos que se respetan completamente o con una separación física de los carriles en más del 90% del total del corredor	7
Carriles exclusivo que se respetan completamente o con una separación física de los carriles en más del 75% del total del corredor	6

Carriles exclusivos que sólo están delineados o coloreados en el pavimento sin otras medidas para garantizar que se respeten en más del 75% del total del corredor	4
Carriles exclusivos que sólo están delineados o coloreados en el pavimento sin otras medidas para garantizar que se respeten en más del 40% del total del corredor	2
Cámara de ejecución solo con señales	1

Fuente: Elaboración propia, basada en Estándar BRT 2013



Ilustración 53 Transmilenio, Bogotá

Fuente: <http://www.mundonets.com/images/estacion-de-transmilenio-con-wifi.jpg>

c) Pago de pasaje anterior al abordaje

Uno de los elementos fundamentales para reducir el tiempo de viajes es pagar la tarifa antes de abordar, existen dos acercamientos básicos al cobro de pasaje anterior al abordaje: barrera de control, en el cual los pasajeros deben pasar por un sensor, reja o torniquete a la entrada de la estación y el otro es prueba de pago, en el que los usuarios pagan en un quiosco y se les da un comprobante que se revisa por inspectores a bordo del autobús. Aunque ambos métodos reducen el tiempo de viaje se considera que barrera de control es un mejor sistema ya que minimiza la evasión de pago ya que cada usuario debe confirmar el pago a la entrada y no es aleatorio como en el caso de prueba de pago, a su vez prueba de pago puede causar ansiedad en usuarios que no encuentren sus comprobantes y se puede utilizar la misma infraestructura para diferentes líneas.

Tabla 17 Pago de pasaje anterior al abordaje

PAGO DE PASAJE ANTERIOR AL ABORDAJE	PUNTOS
100% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control anterior a los autobuses	7
Más del 75% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control anteriores a los autobuses	6
Hay sistema de prueba de pago en todas las rutas que se conectan con el corredor troncal	6
Entre el 60% y el 75% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control	5
Entre el 45% y el 60% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control	4
Hay sistema de prueba de pago en algunas de las rutas que se conectan con el corredor troncal	3
Entre el 30% y el 45% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control	2
Entre el 15% y el 30% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control	1
Menos del 15% de las estaciones troncales tienen sistemas de barreras de control	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 54 Quiosco de sistema de prueba



Ilustración 55 Torniquetes, Guatemala

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

d) Manejo de intersecciones

Para incrementar la velocidad de los autobuses normalmente se busca que el color verde de los semáforos sean más largos pero las medidas más importantes que se pueden tomar son prohibir las vueltas que necesitan atravesar el carril del autobús y evitar que lo mejor que se pueda que el recorrido sea interrumpido por muchos semáforos.

Tabla 18 manejo de Intersecciones

MANEJO DE INTERSECCIONES	PUNTOS
Todas las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas	6

La mayoría de las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas	5
Alrededor de la mitad de las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas y hay señalización para priorizar	4
Algunas de las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas y hay señalización para priorizar	3
Ninguna de las vueltas a través de los carriles del autobús está prohibida pero hay señalización para priorizar en casi todas o en todas las intersecciones	2
Ninguna de las vueltas a través de los carriles del autobús está prohibida, pero algunas intersecciones dan preferencia señalizada a los autobuses	1
No hay ningún manejo especial de intersecciones	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 56 Vuelta a la izquierda prohibida

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

e) Abordaje a nivel de plataforma

Un elemento muy importante para reducir el tiempo de abordaje y descenso consiste en que la plataforma esté al tamaño del piso del autobús. Si los pasajeros tienen que subir escalones esto puede provocar grandes retrasos en especial con adultos mayores, gente con discapacidad y para gente con carriolas o maletas.

Para mejorar la seguridad y comodidad del usuario deben disminuirse los espacios entre plataformas y el piso del autobús, esto se puede lograr con diferentes medidas como carriles guiados en las estaciones, marcas de alineación, bordillos Kassel y puentes de abordaje. La calificación se enfoca únicamente en que el espacio sea el mínimo.

Tabla 19 Abordaje a Nivel de plataforma

ABORDAJE A NIVEL DE PLATAFORMA	PUNTOS
100% de los autobuses están nivelados con la plataforma; se implementan medidas para reducir el espacio entre la plataforma y el autobús	6
80% de los autobuses están nivelados con la plataforma; se implementan medidas para reducir el espacio entre la plataforma y el autobús	5
60% de los autobuses están nivelados con la plataforma; se implementan medidas para reducir el espacio entre la plataforma y el autobús	4
100% de los autobuses están nivelados con la plataforma pero no hay ninguna medida para disminuir el ancho de la distancia entre el autobús y la plataforma	4
40% de los autobuses	3
20% de los autobuses	2
10% de los autobuses	1
Abordaje desnivelado	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 57 Plataforma de abordaje en Transmilenio, Bogotá

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

IV.3.2 Planeación del servicio

a) Rutas múltiples

La existencia de rutas múltiples en el corredor reduce tiempos de trasbordo, esto incluye:

- ❖ Rutas que operan en múltiples corredores, como el TransMilenio en Bogotá
- ❖ Rutas múltiples operando en un mismo corredor que van a diferentes destinos una vez que abandonan la línea troncal, como los sistemas BRT de Calí y Johannesburgo.

Tabla 20 Rutas Múltiples

RUTAS MÚLTIPLES	PUNTOS
En el corredor existen dos o más rutas que atienden por lo menos a dos estaciones	4
No hay rutas múltiples	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

b) Frecuencia en horario pico

Para medir la calidad del servicio y el diseño del corredor debe de evaluarse que tan seguido pasa un autobús en la hora pico y de gran tráfico. Si existe una frecuencia mayor puede significar que hay una mayor capacidad aunque el criterio de calificación está diseñado para que permita a sistemas con menor demanda obtener algunos puntos.

La frecuencia durante la hora pico se mide según el número de autobuses por hora para cada ruta que transita por segmentos de mayor demanda del corredor en las horas pico. La calificación se determinará según el porcentaje de rutas que tienen una frecuencia de cuando menos ocho autobuses en hora pico.

Tabla 21 Frecuencia en hora pico

%RUTAS CON MÍNIMO 8 AUTOBUSES POR HORA	PUNTOS
100% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	3
75% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	2
50% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	1
<25% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

c) Frecuencia en horario no pico

El número de autobuses que pasa durante las horas no pico es al igual que en la hora pico una de las mejores formas de evaluar la calidad de un sistema.

La frecuencia en hora no pico se determina por la cantidad de autobuses que pasan por hora en los segmentos de mayor demanda de un corredor en las horas no pico (mediodía). La calificación se da en base al porcentaje total de rutas que tienen una frecuencia de por lo menos 4 autobuses por hora en periodo de hora no pico.

Tabla 22 Frecuencia en hora no pico

%RUTAS CON MÍNIMO 4 AUTOBUSES POR HORA	PUNTOS
100% de las rutas tienen cuando menos 4 autobuses por hora	2
60% de las rutas tienen cuando menos 4 autobuses por hora	1
<35% de las rutas tienen cuando menos 4 autobuses por hora	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

d) Servicios locales, directos y limitados

Una de las medidas para que el transporte aumente su velocidad y disminuya los tiempos de viaje es ofrecer viajes directos y viajes limitados, mientras los servicios locales se detienen en cada estación, los servicios limitados saltan las estaciones de poca demanda y se detienen sólo en las de alta demanda.

Los viajes directos o viajes exprés generalmente recogen pasaje en un extremo del corredor y viajan largas distancia sin detenerse, dejando a los pasajeros en el otro extremo.

Tabla 23 Tipo de servicio

TIPOS DE SERVICIO	PUNTOS
Servicios locales y múltiples tipos de servicios limitados y directos	3
Cuando menos un servicio local y uno limitado	2
Sin servicios limitados o directos	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

e) Centro de control

Los centros de control de sistemas BRT se han vuelto de gran importancia para poder ofrecer mejoras en el servicio, como evitar congestión entre los autobuses, monitorear las unidades, identificar y responder problemas.

Un centro de control integral monitorea cada unidad con GPS y puede:

- ❖ Responder a incidentes en tiempo real
- ❖ Controlar espacio entre autobuses
- ❖ Determinar y responder al estatus de mantenimiento de cada unidad
- ❖ Registrar ascensos y descensos del pasaje para ajustar servicios
- ❖ Utilizar Envíos Asistidos por Computadora (CAD, Computer-Aided Dispatch)/ Localización automática de Vehículos (AVL) para monitorear cada unidad y su desempeño

Un centro de control completo debe de estar integrado con el sistema de transporte público existente y con el sistema de señales de tránsito.

Tabla 24 centro de Control

CENTRO DE CONTROL	PUNTOS
Centro de control con todos los servicios	3
Centro de control con la mayoría de los servicios	2
Centro de control con algunos servicios	1
Sin centro de control	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 58 Centro de control BRT en Cantón, China.

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

f) Presencia en los 10 corredores principales

Si el sistema BRT se encuentra en uno de los 10 corredores principales de la localidad- en términos de pasaje- ayudara a que una gran cantidad de usuarios se vea beneficiado con las mejoras. Se otorgarán puntos a los sistemas que hayan colocado el BRT en un corredor de alta demanda, sin importar el nivel total de demanda.

Si los 10 corredores de mayor demanda ya han sido beneficiados por mejoras a la infraestructura de transporte y por esto el sistema BRT se encuentra fuera se otorgarán todos los puntos.

Tabla 25 Presencia en corredores principales

LOCALIZACIÓN DEL SERVICIO BRT	PUNTOS
Está entre los 10 corredores de mayor demanda	2
No está entre los 10 corredores de mayor demanda	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

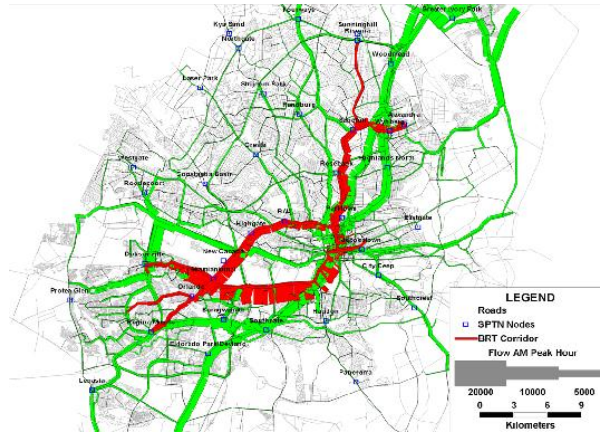


Ilustración 59 Este mapa muestra cómo el primer corredor BRT de Johannesburgo (rojo) es un corredor principal

Fuente: <http://www.movilidadbogota.gov.co>

g) Horas de operación

El servicio de transporte debe estar disponible para los usuarios el mayor número de horas posible, de otro modo los pasajeros podrían quedar varados y optar por otro medio de transporte.

Servicio nocturno se refiere hasta la medianoche y el servicio de fin de semana se refiere a ambos días (sábado y domingo).

Tabla 26 Horario de operación

HORARIO DE OPERACIÓN	PUNTOS
Servicio nocturno y de fin de semana	2
Únicamente hay servicio nocturno o de fin de semana	1
No hay ni servicio nocturno ni de fin de semana	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

h) Perfil de demanda

Construir el sistema BRT en los segmentos de mayor demanda garantiza que un mayor número de usuarios se beneficie con las mejoras. Esto es muy importante al decidir si se construye o no un corredor en el centro de la ciudad; sin embargo, esto no se limita a dicha zona, sino también a otras rutas con demanda variable.

El corredor debe incluir, por sí mismo o con extensiones, el segmento de mayor demanda a una distancia menor a 2km del final del corredor.

Tabla 27 Perfil de demanda

PERFIL DE DEMANDA	PUNTOS
El corredor incluye el segmento de mayor demanda	3
El corredor no incluye el segmento de mayor demanda	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

i) Red de corredores múltiples

Un sistema BRT debe incluir múltiples corredores que se conecten entre sí y formen una red, ya que esto amplía las opciones de viaje de los usuarios y hace al sistema más viable.

Cuando se diseña un nuevo sistema es útil prever qué corredores potenciales se podrían crear en un futuro para asegurar que el sistema sea compatible desde un inicio.

Tabla 28 Red de corredores múltiples

RED DE CORREDORES MÚLTIPLES	PUNTOS
Intersecciones o conexiones con una red BRT potencial o existente	2
Parte de, pero sin conexión a, una red BRT existente o planeada	1
No está planeada ni construida una red BRT	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



LIST OF CORRIDORS

- 1 Kota - Blok M
- 2 Harmoni - Pulo Gadung
- 3 Kali Deres - Pasar Baru
- 4 Pulo Gadung - Dukuh Atas 2
- 5 Ancol - Kp. Melayu
- 6 Halimun - Ragunan
- 7 Kp. Melayu - Kp. Rambutan
- 8 Harmoni - Lebak Bulus
- 9 Pluit - Pinang Ranti
- 10 Tanjung Priok - Cililitan

FUTURE CORRIDORS

- 11 Kp. Melayu - Pulo Gebang
- 12 Pluit - Tanjung Priok
- 13 Blok M - Pondok Kelapa
- 14 Manggarai - UI
- 15 Ciledug - Blok M

Legend

- Transfer
- ⊖ Transfer via overpass
- 🚉 Train Station nearby
- 🚌 Bus Station nearby

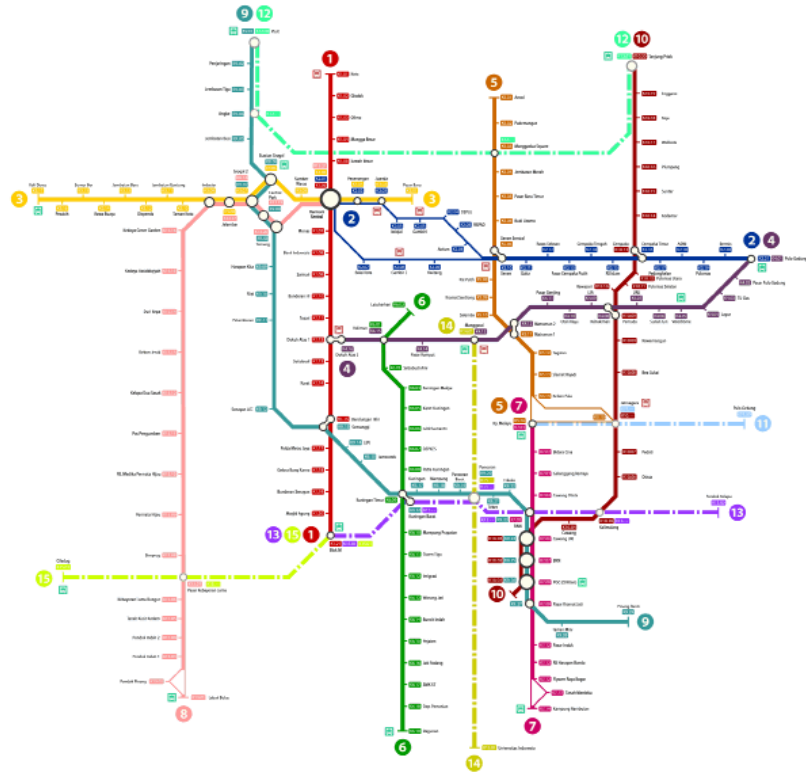


Ilustración 60 Mapa de los corredores existentes en Yakarta, Indonesia

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

IV.3.4 Infraestructura

a) Carril de rebase en estaciones

Los carriles de rebase son esenciales para poder ofrecer servicios exprés y locales. Estos carriles permiten incrementar el número de autobuses sin saturar el corredor. Los carriles de rebase son difíciles de justificar en sistemas con poca demanda, sin embargo incluso en estos sistemas pueden ayudar a disminuir los tiempos de viaje.

Tabla 29 Carril de rebase

CARRIL DE REBASE	PUNTOS
Carriles de rebase exclusivos y delimitados físicamente	4
Carriles de rebase exclusivos que no están delimitados	2
Sin carriles de rebase	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 61 Transmilenio en Bogotá, Colombia, fue el primero en incluir carriles de rebase.

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

b) Minimización de emisiones de autobuses

Las emisiones de los autobuses suelen ser una gran fuente de contaminación urbana lo cual afecta directamente a los usuarios y a personas que trabajan en la calle. Las emisiones más nocivas son materia particulada (MP) y los óxidos de nitrógeno (NOx). Minimizar estas emisiones es de gran importancia para poder proteger a los usuarios y a la población en general.

Algunos combustibles como el gas natural emiten pocos contaminantes, tecnologías muy avanzadas permiten que autobuses de diesel cumplan con los estándares de emisiones, además las llamadas gasolinas limpias por si solas no garantizan un menor número de emisiones por lo que la calificación se otorga en base a estándares certificados de emisiones y no respecto al tipo de combustible.

Los autobuses deben cumplir con la norma Euro VI y el estándar 2010 de EE.UU para obtener tres puntos, estos estándares consiguen un número muy bajo de emisiones MP y NOx. Para el caso de vehículos de diesel se pide que tengan filtros de MP, gasolina baja en azufres y reducción catalítica selectiva.

Para poder obtener los tres puntos los autobuses deben estar certificados en Euro IV o V con filtros de MP. Los vehículos certificados con Euro IV y V que no requieren filtros emiten el doble de MP, por lo que son calificados con dos puntos. Se proporcionará un punto a los estándares 2004 de EE.UU y al Euro III, ya que permiten hasta diez veces más emisiones de MP que la versión 2010. Los autobuses con certificación anterior o inferior al Euro III reciben cero puntos.

Tabla 30 Minimización de emisiones

ESTANDARES DE EMISIONES	PUNTOS
Euro VI o EE.UU. 2010	3
Euro IV o V con filtros de MP o EE.UU. 2007	2
Euro IV o V o Euro III CNG o filtro de MP actualizado y verificado	1
Anterior o inferior a Euro IV o V	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 62 Autobús con certificación Euro IV. Johannesburgo, Sudáfrica.

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

c) Estaciones que no se estorban con intersecciones

Las estaciones deben de estar localizadas a mínimo 40 metros de las intersecciones para evitar bloqueos en las intersecciones y posibles retrasos o impedir el paso si los pasajeros tardan mucho tiempo en abordar y en descender.

La distancia de la intersección se mide a partir del frente del autobús de la bahía más cercana a la intersección, hasta donde dicha intersección comienza.

Tabla 31 Estaciones que no estorban en intersecciones

LOCALIZACIÓN DE ESTACIÓN	PUNTOS
100% de las estaciones troncales cumplen, cuando menos, con uno de estos requerimientos: -Alejadas por lo menos 40 m (120 pies) de la intersección -Carriles exclusivos sin intersecciones -Intersecciones a desnivel Estaciones cerca de la intersección debido a la corta longitud de la cuadra (en el centro las cuadras suelen ser más cortas)	3
65% de las estaciones troncales cumplen con el criterio anterior	2
35% de las estaciones troncales cumplen con el criterio anterior	1
<35% de las estaciones troncales cumplen con el criterio anterior	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 63 Las estaciones no se encuentran junto a la intersección en Janmarg, Ahmedabad.

Fuente: Documento Estándar BRT2013

d) Estaciones en el centro

Tener estaciones centrales que sirvan a ambas direcciones permite reducir el tiempo de transferencia, además reduce los gastos de construcción y minimiza la necesidad de derecho de vía. Las estaciones pueden estar en el centro pero divididas en dos llamadas estaciones divididas, donde cada estación atiende a una sola dirección del sistema BRT, se otorgará una menor calificación si las direcciones no tienen alguna conexión, las estaciones que se encuentran alineadas con la banqueta no obtienen puntos.

Tabla 32 Estaciones en el centro

ESTACIONES CENTRALES	PUNTOS
80% o más de las estaciones troncales tienen plataformas centrales que atienden en ambas direcciones	2
50% de las estaciones troncales	1
<20% de las estaciones troncales	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 64 Estación en plataforma central Quito, Ecuador.

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

e) Calidad del pavimento

Tener un pavimento de calidad asegura un mejor servicio ya que se minimiza la necesidad de mantenimiento de las vías. Si se usa un pavimento con mala calidad, deberá cerrarse constantemente para dar mantenimiento a la vía. El concreto reforzado es muy importante en las estaciones ya que la fuerza de frenado de los autobuses puede afectar cualquier pavimento estándar. El concreto continuamente reforzado (CCR) es el que más ventajas ofrece disminuir el deterioro en las unidades y reduce el ruido.

Tabla 33 Calidad del pavimento

MATERIAL DEL PAVIMENTO	PUNTOS
Nuevo concreto reforzado en todo el corredor, diseñado para durar 15 años o más	2
Nuevo concreto reforzado sólo en las estaciones, diseñado para durar 15 años o más	1
Pavimento con una expectativa de vida menor a 15 años	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 65 Se utiliza concreto reforzado en todas las vías de autobús Lima, Perú

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

IV.3.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús

a) Distancia entre estaciones

La distancia optima entre las estaciones es de 450 metros aproximadamente (1,476 pies) , las estaciones muy lejanas requieren que el usuario necesite más tiempo para caminar lo que disminuye el tiempo ahorrado en el autobús, mientras que estaciones más cercanas reducen las velocidades de los autobuses, con lo que el usuario pierde tiempo en las paradas. Deben de tenerse un espacio consistente y óptimo, las estaciones no deben de estar a más de 0.8km (0.5 millas) o menos de 0.3km (0.2 millas) entre ellas.

Tabla 34 Distancia entre estaciones

DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	PUNTOS
Las estaciones están separadas entre 0.3km (0.2 millas) y 0.8km (0.5 millas)	2

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

b) Estaciones seguras y cómodas

Una de las mayores diferencias entre un sistema BRT y un autobús común es un ambiente seguro y cómodo. Las estaciones deben tener un ancho interior mínimo de 3 metros, deben proteger del clima (sombra, viento, lluvia, nieve, calor, frío), para mantener el pasaje es necesario que las estaciones tengan buena iluminación, sean transparentes y tengan seguridad (guardias o cámaras).

Tabla 35 Estaciones seguras y cómodas

ESTACIONES	PUNTOS
Todas las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	3
La mayoría de las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	2
Algunas de las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	1
Ninguna de las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 66 Estaciones seguras en el Sistema en Cali, Colombia

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

c) Número de puertas por autobús

El número de puertas que existen en un autobús influye en la velocidad de ascenso y descenso de pasajeros, al igual que en los subterráneos, los autobuses BRT necesitan puertas anchas para que gran cantidad de gente puedan subir o bajar a la vez, varias puertas pequeñas se convierten en cuellos de botella que demoran al autobús.

Los autobuses biarticulados deben tener tres puertas o más, mientras que los autobuses normales deben tener dos puertas anchas para poder obtener puntos.

Tabla 36 Número de puertas por autobús

PORCENTAJE DE AUTOBUSES CON 3+ PUERTAS O CON 2 PUERTAS ANCHAS	PUNTOS
100%	3
65%	2
35%	1
<35%	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 67 Autobús BRT Nantes, Francia

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

d) Bahías y paradas secundarias

Las bahías múltiples y paradas secundarias permiten que la estación pueda manejar una mayor demanda y ofrecer mayores servicios. Este tipo de estaciones se componen por diferentes paradas secundarias que se conectan entre sí, por medio de un camino largo que les permita rebasar un autobús y detenerse en la próxima parada secundaria. Este tipo de paradas reduce la posibilidad de congestionamientos ya que la unidad puede dejar y recibir pasajeros mientras otra unidad hace lo mismo.

Una estación requiere como mínimo una parada secundaria y dos bahías. Contar con bahías y paradas secundarias es muy importante sin importar la cantidad de pasajeros que se tengan.

Tabla 37 Bahías y paradas secundarias

BAHÍAS Y PARADAS SECUNDARIAS	PUNTOS
Por lo menos dos paradas secundarias o bahías en las estaciones de mayor demanda	1
Menos de dos paradas secundarias o bahías en las estaciones de mayor demanda	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 68 Estación con paradas secundarias Lima, Perú

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

e) Puertas corredizas en las estaciones de BRT

Las puertas corredizas en las estaciones reducen el riesgo de accidentes además de que evitan que algún usuario acceda por lugares no autorizados.

Tabla 38 Puertas corredizas

PUERTAS CORREDIZAS	PUNTOS
Todas las estaciones tienen puertas corredizas	1
Cualquier otra opción	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 69 Puertas corredizas sistema BRT de Cantón, China.

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

IV.3.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero

a) Creación de marca

Para reforzar la calidad del servicio se requiere que el sistema tenga una marca única con identidad propia.

Tabla 39 Creación de marca

CREACIÓN DE MARCA	PUNTOS
Todos los autobuses, rutas y estaciones en el corredor se identifican con una misma marca característica de todo el sistema BRT	3
Todos los autobuses, rutas y estaciones en el corredor se identifican con una misma marca, pero es diferente al resto del sistema BRT	2
Algunos autobuses, rutas y estaciones en el corredor se identifican con una marca sin tomar en cuenta al resto del sistema	1
No se ha creado ninguna marca	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 70 Marca con identidad fuerte y atractiva en Las Vegas, EUA

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

b) Información a pasajeros

Muchos estudios han comprobado que la satisfacción del usuario aumenta si tiene el conocimiento de cuándo llegará el próximo autobús. Tener informados a los pasajeros es fundamental para ofrecer un servicio de calidad.

La información en tiempo real a los pasajeros incluye paneles electrónicos, mensajes por audio (“Próximo autobús” en las estaciones, “Próxima parada” en el autobús”) o información dinámica en dispositivos electrónicos.

La información estática se refiere a la señalización en la estación y el autobús, incluye mapas de la red, rutas, área local, indicaciones de emergencia y otras que incluye al pasajero.

Tabla 40 Información a pasajeros

INFORMACIÓN PARA PASAJEROS	PUNTOS
Información estática y en tiempo real en todo el corredor (en estaciones y autobuses)	2
Información moderada para pasajeros (estática o en tiempo real)	1
Información pobre o inexistente para pasajeros	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 71 Sistemas de información en tiempo real BRT Cantón, China

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

IV.3.6 Integración y acceso

a) Acceso universal

El sistema BRT debe ser accesible para todo tipo de personas en especial para los que tienen impedimentos visuales, auditivos o físicos, adultos mayores, niños, padres con carriolas y personas con otro tipo de cargas.

La accesibilidad total indica que todos los corredores, autobuses y entradas deben ser adecuados para entrar con silla de ruedas. Además deben de existir sistemas de señalización Braille en todas las estaciones, indicadores táctiles que lleven a las banquetas y topes de concreto en las intersecciones inmediatas.

Tabla 41 Acceso universal

ACCESO UNIVERSAL	PUNTOS
Accesibilidad total en todas las estaciones y vehículos	3
Accesibilidad parcial en todas las estaciones y vehículos	2
Accesibilidad total o parcial en algunas estaciones y vehículos	1
El corredor no tiene accesibilidad universal	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 72 Sistema BRT Eugene, EUA

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

b) Integración con otros transportes públicos

Cuando un sistema BRT se construye es normal que ya exista una red de transporte como trenes, microbuses, autobuses, por lo que el sistema BRT deberá de integrarse a ellos. Existen tres componentes para permitir la integración del BRT:

- ❖ Puntos de transferencia física
Estos puntos deben de reducir la caminata entre los medios, tener buen tamaño y no requerirán que los pasajeros salgan del sistema para entrar a otro.
- ❖ Pago de tarifas
El sistema de tarifas deberá estar integrado de manera que una tarjeta de pago pueda ser utilizada en los diferentes sistemas de transporte.
- ❖ Información
Los medios de transporte público incluyendo al BRT deberán aparecer en un mismo sistema de información.

Donde existan líneas que cruzan el sistema BRT deberá de integrarse físicamente, si no existen líneas que crucen también pueden obtenerse puntos por integración física. Si no existen otros medios de transporte se pueden otorgar los tres puntos por todos los elementos de integración.

Tabla 42 Integración con otros modos de transporte

INTEGRACIÓN CON OTROS TIPOS DE TRANSPORTE PÚBLICO	PUNTOS
---	--------

Integración del diseño físico, el pago de tarifas y los sistemas de información	3
Integración de dos de las siguientes: diseño físico, pago de tarifas o sistema de información	2
Integración de una de las siguientes: diseño físico, pago de tarifas o sistemas de información	1
Sin integración	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 73 Integración del sistema BRT con el Metro en Cantón, China

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

c) Acceso peatonal

El sistema BRT puede tener un buen funcionamiento y estar perfectamente diseñado pero si los pasajeros no pueden llegar a él con seguridad no logrará las metas. Un acceso peatonal seguro es de gran importancia en el diseño del sistema. Cuando se construye un nuevo sistema BRT pueden rediseñarse los espacios públicos y calles, se deben de mejorar los pasos peatonales cercanos al corredor.

Un buen acceso peatonal se define por:

- ❖ Cruce al nivel de los peatones, donde los peatones atraviesen máximo dos carriles antes de llegar a alguna acera o camellón.
- ❖ Si deben de cruzarse más de dos carriles a la vez se establecerá un pasa de peatones señalado.
- ❖ Tener una buena iluminación en el paso peatonal.
- ❖ Aunque es preferible que los pasos sean a nivel, también pueden utilizarse puentes peatonales y pasos a desnivel con escaleras mecánicas o elevadores.
- ❖ Las aceras alrededor del corredor tienen por lo menos 3 metros de ancho.

Tabla 43 Acceso peatonal

ACCESO PEATONAL	PUNTOS
Hay un acceso peatonal bueno y seguro en cada estación y en un área de 500 metros alrededor del corredor	3
Hay un acceso peatonal bueno y seguro en cada estación y múltiples mejoras a lo largo del corredor	2
Hay un acceso peatonal bueno y seguro en cada estación y algunas mejoras a lo largo del corredor	1
No todas las estaciones tienen accesos peatonales buenos y seguros, y hay pocas mejoras a lo largo del corredor	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 74 Paso peatonal Metrobús, Ciudad de México

Fuente: Documento estándar BRT 2013

d) Estacionamiento seguro para bicicletas

El sistema BRT debe de contar con estacionamiento para las bicicletas en las estaciones para las personas que deseen utilizarlas. Los estacionamientos para bicicletas que cuentan con seguridad ya sea por algún encargado, cámaras y protegidas de la intemperie son los más utilizados por los pasajeros.

Tabla 44 Estacionamiento seguro para bicicletas

ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS	PUNTOS
Estacionamiento seguro para bicicletas por lo menos en las estaciones terminales, y racks para bicicletas en otros lugares	2
Racks para bicicletas en la mayoría de las estaciones	1
Con poco o nulos estacionamientos para bicicletas	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 75 Estacionamiento para bicicletas Los Ángeles, EUA

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

e) Carriles para bicicletas

Los carriles para bicicletas deben conectarse con el sistema BRT para poder ofrecer una amplia gama de opciones de viajes, además mejoran la seguridad vial. Los carriles de bicicleta deberían de conectar con zonas residenciales, escuelas, plazas comerciales y centros de negocios con las estaciones BRT más cercanas. Los destinos principales que se encuentren a menos de 2 kilómetros del corredor troncal deberán estar conectados con una ciclovia.

En la mayoría de las ciudades los mejores corredores BRT son las rutas más codiciadas por los ciclistas ya que poseen una gran demanda de viaje.

Los carriles para bicicletas deben construirse ya sea en el mismo corredor o en una calle paralela y deben ser de por lo menos 2 metros de ancho en cada dirección y libres de obstáculos.

Tabla 45 Carriles para bicicletas

CARRIL PARA BICICLETAS	PUNTOS
Carriles de bicicletas en o paralelas al corredor completo	2
Los carriles para bicicletas no abarcan el corredor completo	1
Sin infraestructura para bicicletas	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 76 Ciclovia paralela al sistema BRT Ciudad del Cabo, Sudáfrica

Fuente: Documento Estándar BRT 2013

f) Integración con sistemas de préstamo de bicicletas

El sistema BRT debe de conectarse con diversos destinos por ello es importante poder contar con la opción de realizar viajes cortos en una bicicleta compartida. El proporcionar una alternativa de bajo costo como la bicicleta compartida es visto generalmente como una buena práctica.

Tabla 46 Integración con sistemas de préstamo de bicicletas

INTEGRACIÓN CON SISTEMAS DE PRÉSTAMO DE BICICLETAS	PUNTOS
Sistema de préstamo de bicicletas en al menos 50% de las estaciones troncales	1
Sistema de préstamo de bicicletas en menos del 50% de las estaciones troncales	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013



Ilustración 77 Sistema BRT con préstamo de bicicletas Nantes, Francia

Fuente: Documento Estándar BRT

IV.3.7 Deducciones

La deducción de puntos se utiliza únicamente para sistemas BRT que ya están en funcionamiento para evitar reconocer a sistemas que han cometido errores en el diseño o deficiencias en la gestión y rendimiento como un sistema de alta calidad. Las sanciones por mal dimensionamiento de infraestructura y de las operaciones, o por una gestión deficiente del sistema son las que se presentan a continuación.

a) Velocidades comerciales

Muchas de las características de diseño que se presentan en la evaluación darán como resultado velocidades más altas, sin embargo, sistemas con mucha demanda y con muchos autobuses al mismo tiempo pueden provocar que los autobuses se queden concentrados en un solo carril. En este caso, la velocidad del autobús podría ser menor que en tráfico mixto.

El promedio de velocidad comercial se refiere a la velocidad media de todo el sistema y no la velocidad media en el enlace más lento. Deberá de darse toda la sanción si los autobuses están acumulándose en varias estaciones o cruces BRT.

Tabla 47 Velocidades comerciales

VELOCIDADES COMERCIALES	PUNTOS
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0
El promedio de velocidad comercial mínima está entre 16 y 19 kph	-3
El promedio de velocidad comercial mínima está entre 14 y 16 kph	-6
El promedio de velocidad comercial mínima es de 14 kph o menor	-10

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

b) Mínimo de pasajeros pico por hora por dirección (pphp) menor a 1,000

Un número bajo de pasajeros puede indicar que otros medios de transporte continúa operando a lo largo del corredor y que compite con el BRT, presentar menos de 1,000 pasajeros por hora pico por dirección significa que el sistema lleva menos pasajeros que un carril normal de tráfico mixto, además puede indicar que se selecciono mal el corredor.

Aunque muchas de las características del estándar BRT Oro conllevan muchos beneficios, en condiciones con poca demanda no podrán justificarse el costo y el derecho de vía del sistema BRT. Esta sanción se ha realizado para penalizar a aquellos sistemas que han sido mal planeados en el servicio o en la selección del corredor, no para castigar a ciudades pequeñas que poseen una demanda baja de tránsito.

Se quitarán cinco puntos si el número de pasajeros pico por hora es menor a 1,000 pphp en la hora pico, de no ser así no es necesario hacer alguna deducción.

Tabla 48 PPHPD

PASAJEROS PICO POR HORA POR DIRECCIÓN (PPHPD)	PUNTOS
---	--------

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

c) Falta de cumplimiento del derecho de vía

Asegurar el cumplimiento del derecho de vía es fundamental para lograr una velocidad mayor en el sistema, pero los medios para hacer que se cumpla son varios, generalmente el comité sugiere la aplicación de una cámara abordo, así como una vigilancia regular de los puntos de usurpación frecuente y con multas elevadas para los infractores.

La selección de las aplicaciones correspondientes será determinada por las condiciones locales.

Tabla 49 Falta del cumplimiento de vía

FALTA DE CUMPLIMIENTO	PUNTOS
Invasión regular del derecho de vía de BRT	-5
Invasión un tanto frecuente del derecho de vía de BRT	-3
Invasión ocasional del derecho de vía de BRT	-1

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

d) Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma

Incluso sistemas que se diseñaron para dar un abordaje a nivel de plataforma pueden dejar espacios si no se acoplan de manera correcta. Un espacio grande entre el autobús y la plataforma pueden aumentar el tiempo de abordaje y un riesgo en la seguridad del pasajero. Este tipo de espacios puede existir por diferentes motivos, como un diseño deficiente hasta una mala capacitación de los conductores.

La mayoría considera que elementos ópticos de orientación son muy caros y no muy efectivos como utilizar simples marcadores de alineación y bordillos pintados en las plataformas de la estación, donde los conductores pueden sentir si la rueda toca el borde sin ser dañada.

Tabla 50 Espacio considerable entre piso del autobús y plataforma

ESPACIO CONSIDERABLE	PUNTOS
----------------------	--------

Hay grandes espacios en cualquier parte o autobuses que deben bajar su altura para minimizar las brechas	-5
En algunas estaciones hay espacios pequeños, en el resto de las estaciones hay espacios grandes	-4
Espacios pequeños en la mayoría de las estaciones	-3
Sin espacios en algunas estaciones, en el resto de las estaciones hay espacios pequeños	-2
Sin espacios en algunas estaciones, en el resto de las estaciones hay espacios pequeños	-1
Sin espacios en ninguna de las estaciones	0

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

e) Sobrecupo

Aunque muchos sistemas están bien diseñados tienen un gran sobrecupo, una densidad de pasajeros de pie es razonable, sin embargo, obtener esta información no es sencillo por lo que se permite una medida más subjetiva que puede utilizarse en caso de un sobrecupo notorio.

Se pondrá una penalización si en promedio la densidad de pasajeros en la hora pico es mayor a cinco pasajeros por metro cuadrado en las estaciones. Si no es posible realizar esta medición, entonces se buscarán señales visibles de sobrecupo tal como: que cueste trabajo cerrar las puertas de los autobuses, o que las plataformas presenten sobrecupo porque las personas no han podido abordar los autobuses.

Tabla 51 Sobrecupo

SOBRECUPO	PUNTOS
La densidad de pasajero en la carga máxima durante la hora pico en el autobús es de 5 m ² ; o en la estación es de 3 m ² . Si hay evidencia visible de que los pasajeros no pueden abordar los autobuses o entrar en las estaciones, entonces se hace una deducción automática.	-3

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

f) Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías

Un sistema BRT que se encuentra bien construido y que es atractivo puede llegar al abandono, es importante que se le dé un mantenimiento regular a las unidades, vías, estaciones y sistemas tecnológicos.

Tabla 52 Mantenimiento en autobús y estación

MANTENIMIENTO DE LOS AUTOBUSES Y LAS ESTACIONES	PUNTOS
Las vías presentan un desgaste significativo, incluyendo baches, deformaciones, basura, escombros, nieve	-2
Los autobuses tienen graffiti, basura, asientos en mal estado	-2
Las estaciones presentan graffiti, basura, están ocupadas por vagabundos o vendedores, tienen daños estructurales	-2
Los sistemas tecnológicos, incluyendo las máquinas de boletos, no son funcionales	-2

Fuente: Elaboración propia, basada en el Estándar BRT 2013

V. Evaluación del Sistema BRT-Metrobús Ciudad de México aplicando el Estándar BRT 2013



V Evaluación del Sistema BRT-Metrobús Ciudad de México aplicando el estándar BRT 2013

En este capítulo se realiza la Evaluación de algunos de los Corredores que componen el Sistema Metrobús de la Ciudad de México que son:

Línea 1: Caminero-Indios Verdes

Línea 2: Tacubaya-Tepalcates

Línea 3: Etiopía-Tenayuca

Siguiendo los criterios del Estándar BRT 2013, a continuación se muestra la evaluación de cada Corredor y cada elemento de la tarjeta de puntuación con un ejemplo del Sistema BRT Transmilenio utilizado en la Ciudad de Bogotá, comparando este con el sistema Metrobús para así justificar la calificación dada a cada corredor del sistema.

Solo se realiza la comparación con el Sistema Transmilenio en el caso de la Línea 1 del Metrobús, las demás líneas se presenta solo la calificación de cada elemento de la tarjeta de puntuación.

V.1 Línea 1 (Indios Verdes-El Caminero)

A continuación se muestra la Evaluación de la Línea 1 Indios Verdes-El Caminero con el Estándar BRT 2013, explicando por qué se dio cada puntaje y ejemplificando con fotografías del sistema Transmilenio en Bogotá que recibió una certificación BRT Oro para observar como deberían de ser los componentes para obtener dicha certificación, así como fotos de la Línea 1 del Metrobús para justificar la calificación, una vez que se hayan explicado todos los puntos del Estándar se presentará la Tarjeta de Evaluación del estándar BRT 2013 y la calificación total que obtuvo la línea.

V.1.1 Características básicas de BRT

a) Alineación de carriles

La alineación de carriles del sistema Transmilenio en Bogotá consta de dos carriles para cada sentido que se localizan al centro de una calle de dos sentidos.



Ilustración 78 Alineación de carriles sistema Transmilenio

Fuente: <http://www.publicamion.com>.

En el caso del Metrobús se utiliza una alineación de dos carriles ubicados al centro de la calle con un carril para cada dirección por lo que obtiene una puntuación de 4 puntos de 7 como puede observarse en la tabla y en la siguiente imagen.

Concepto	Puntos
Vías exclusivas divididas-una parada para cada sentido-que se encuentran alineadas al centro de la calle	4



Ilustración 79 Alineación de carriles sistema Metrobús, Línea 1

Fuente: Elaboración propia

b) Carriles exclusivos y derecho de vía

Transmilenio utiliza un carril completamente confinado con una separación física como se observa en la siguiente imagen.



Ilustración 80 Carril exclusivo sistema Transmilenio

Fuente: <http://www.radiosantafe.com>

El corredor de la Línea 1 del Metrobús utiliza un carril exclusivo para el sistema, mediante delimitadores vehiculares que se respeta a lo largo de todo el corredor salvo por algunos tramos en los que no existen delimitadores, por lo que recibe una calificación de 7 puntos de 7 como puede observarse en la siguiente tabla e imagen.

Concepto	Puntos
Carriles exclusivos que se respetan completamente o con una separación física de los carriles en más del 90% del total del corredor	7



Ilustración 81 Carril exclusivo sistema Metrobús mediante delimitadores

Fuente: Elaboración propia

c) Pago de pasaje anterior al abordaje

Para poder reducir el tiempo de viaje en Bogotá, Transmilenio instaló dispositivos para que el pago de la tarifa se realice antes del abordaje al autobús como se muestra en la siguiente imagen.



Ilustración 82 Sistema de prepago BRT Transmilenio

Fuente: <http://www.aeovias.com>

A lo largo de la Línea 1 del Metrobús existen sistemas de prepago en todas las estaciones por lo que obtiene una calificación de 7 puntos de 7 en este elemento.

Concepto	Puntos
100% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control anteriores a los autobuses	7



Ilustración 83 Máquina para recargar la tarjeta y torniquetes del sistema Metrobús

Fuente: Elaboración propia

d) Manejo de intersecciones

Sobre el corredor del Metrobús no se permite a los vehículos dar vuelta a través del carril del sistema aunque hay algunas vueltas que si son permitidas, por lo que en este elemento el sistema obtiene 5 puntos de 6.

Concepto	Puntos
La mayoría de las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas	5



Ilustración 84 Señalamiento que prohíbe la vuelta a través del carril del Metrobús

Fuente: Elaboración propia

e) Abordaje a nivel de plataforma

Transmilenio ofrece un abordaje a nivel de plataforma como puede observarse en la siguiente imagen



Ilustración 85 Abordaje a nivel de plataforma Transmilenio

Fuente: <http://christinagossmanntravels.files.wordpress.com>

El Metrobús ofrece un abordaje a nivel de plataforma con lo que reduce el tiempo de ascenso y descenso de pasajeros como se muestra en la siguiente imagen por lo que obtiene una calificación de 6 puntos de 6 en este elemento.

Concepto	Puntos
100% de los autobuses están nivelados con la plataforma; se implementan medidas para reducir el espacio entre la plataforma y el autobús	6



Ilustración 86 Abordaje a nivel de plataforma Metrobús

Fuente: Elaboración propia

V.1.2 Planeación del servicio

a) Rutas múltiples

El Metrobús agregó una ruta entre la Línea 1 y la Línea 2 del sistema ahorrando el transbordo a muchos pasajeros y aumentando la demanda por lo que obtiene una puntuación de 4 puntos de 4.

Concepto	Puntos
En el corredor existen dos o más rutas que atienden por lo menos a dos estaciones	4




Col. del Valle				Tepalcates (Línea 2)
Primera salida: 6:03 hrs Última salida: 22:19 hrs		Lunes a viernes		Primera salida: 4:34 hrs Última salida: 21:29 hrs
Primera salida: 5:19 hrs Última salida: 21:59 hrs		Sábados		Primera salida: 5:22 hrs Última salida: 21:00 hrs
Primera salida: 6:03 hrs Última salida: 22:19 hrs		Domingos		Primera salida: 6:00 hrs Última salida: 21:20 hrs

Ilustración 87 Horarios de Ruta Col. Del valle Tepalcates del Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas.html>

b) Frecuencia en horario pico

Para obtener este dato se pidió de manera electrónica informes acerca de la frecuencia en las Líneas del Metrobús en el sistema INFOMEX y como respuesta se obtuvo el siguiente documento Folio: 0317000034412 (Anexo 1)

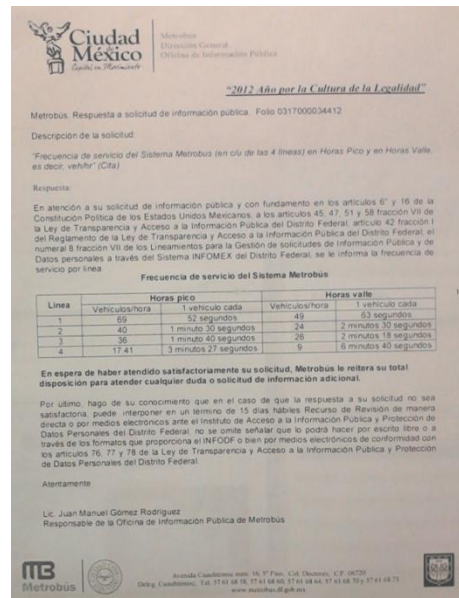


Ilustración 88 Respuesta INFOMEX vía electrónica

Fuente: elaboración propia

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehículos/hora	1 vehículo cada	Vehículos/hora	1 vehículo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

Ilustración 89 Frecuencia en hora pico Línea 1, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse en el rectángulo rojo que la frecuencia de autobuses en la Línea 1 en hora pico es de 69 vehículos/hora, por lo que la calificación para el corredor es de 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
100% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	3

c) Frecuencia en horario no pico

Para obtener esta evaluación se utilizó la misma información de la respuesta del sistema INFOMEX para el elemento anterior ya que se solicitó la información de ambos elementos en el mismo correo electrónico, puede observarse marcado con color rojo la frecuencia en hora no pico para la Línea 1.

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehículos/hora	1 vehículo cada	Vehículos/hora	1 vehículo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

Ilustración 90 Frecuencia en hora no pico Línea 1, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

Ya que la frecuencia es de 49 vehículos/hora en hora no pico el corredor obtiene una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
100% de las rutas tienen cuando menos 4 autobuses por hora	2

d) Servicios locales, directos y limitados

No existen servicios limitados, directos o exprés en el Metrobús por lo que no se le da puntaje a la Línea en este rubro que tiene un puntaje de 3.

Concepto	Puntos
Sin servicios limitados o directos	0

e) Centro de control

El sistema Transmilenio cuenta con un Centro de control completo



Ilustración 91 Centro de control Transmilenio

Fuente: <http://www.scabogota.org>

Metrobús tiene un Centro de control que solo cuenta con algunos servicios por lo que recibe una calificación de 1 punto de 3.

Concepto	Puntos
Centro de control con algunos servicios	1



Ilustración 92 Centro de control Metrobús

Fuente: <http://www.portalautomotriz.com>

f) Presencia en los 10 corredores principales

A continuación se muestra una imagen donde se localizan los principales corredores de la ciudad de Bogotá donde opera el sistema Transmilenio.

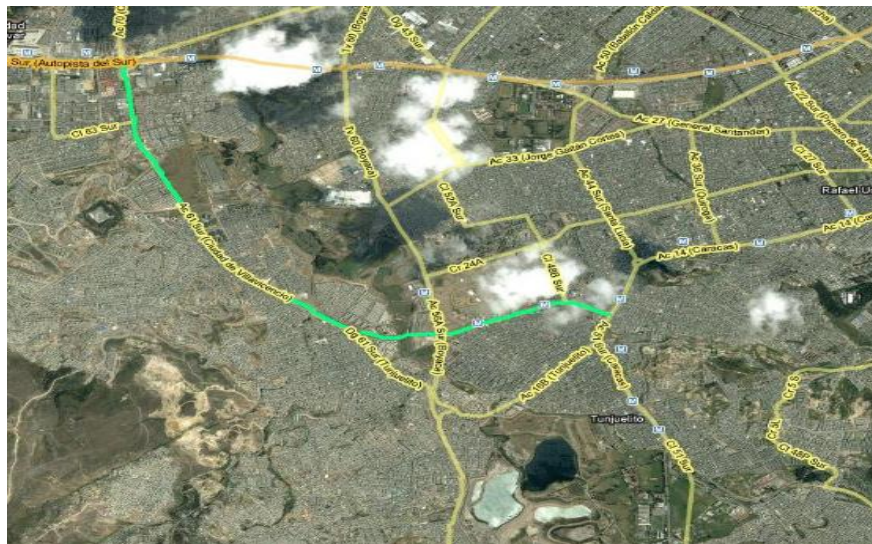


Ilustración 93 Principales corredores en la Ciudad Bogotá

Fuente: <http://www.movilidadbogota.gov.co>

La Línea 1 del Metrobús Indios Verdes- El Caminero se localiza sobre la Avenida Insurgentes Sur que es uno de los principales corredores de la Ciudad de México por lo que se le da al sistema una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Está entre los 10 corredores de mayor demanda	2

g) Horas de operación

El sistema Transmilenio ofrece servicios nocturnos y de fin de semana como puede observarse en la siguiente imagen.

Intermedias Calle 80 (Estación Cr. 77)	Lunes a Viernes		Sábado		Domingo - Festivo	
	PRIMERA LLEGADA AL PORTAL	ÚLTIMA SALIDA DEL PORTAL	PRIMERA LLEGADA AL PORTAL	ÚLTIMA SALIDA DEL PORTAL	PRIMERA LLEGADA AL PORTAL	ÚLTIMA SALIDA DEL PORTAL
5-1 Suba Rincón	5:10 a.m.	12:15 a.m.	5:30 a.m.	12:15 a.m.	6:10 a.m.	11:15 p.m.
5-2 Avenida Cra. 91	5:00 a.m.	12:10 a.m.	5:00 a.m.	12:10 a.m.	6:00 a.m.	11:10 p.m.
5-3 Serena Cerezos	5:10 a.m.	12:15 a.m.	5:30 a.m.	12:15 a.m.	6:10 a.m.	11:15 p.m.
5-4 Florida	5:10 a.m.	12:15 a.m.	5:30 a.m.	12:15 a.m.	6:10 a.m.	11:15 p.m.

Ilustración 94 Horario de operación sistema Transmilenio

Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co/>

Metrobús ofrece servicio nocturno y de fin de semana en la Línea 1 por lo que obtiene una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Servicio nocturno y de fin de semana	2

Indios Verdes 		 El Caminero
Primera salida: 04:32 hrs Última salida: 23:33 hrs	Lunes a viernes	Primera salida: 04:31 hrs Última salida: 23:44 hrs
Primera salida: 5:03 hrs Última salida: 23:34 hrs	Sábados	Primera salida: 5:01 hrs Última salida: 23:32 hrs
Primera salida: 5:00 hrs Última salida: 23:40 hrs	Domingos	Primera salida: 4:57 hrs Última salida: 23:37 hrs

Ilustración 95 Horario de operación Línea 1, Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx>

h) Perfil de demanda

El corredor de la Línea 1 del Metrobús incluye los segmentos de mayor demanda por lo que se califica con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
El corredor incluye el segmento de mayor demanda	3

i) Red de corredores múltiples

El sistema Transmilenio cuenta con una amplia red de corredores múltiples, en la figura 96 se muestra el mapa general del sistema.

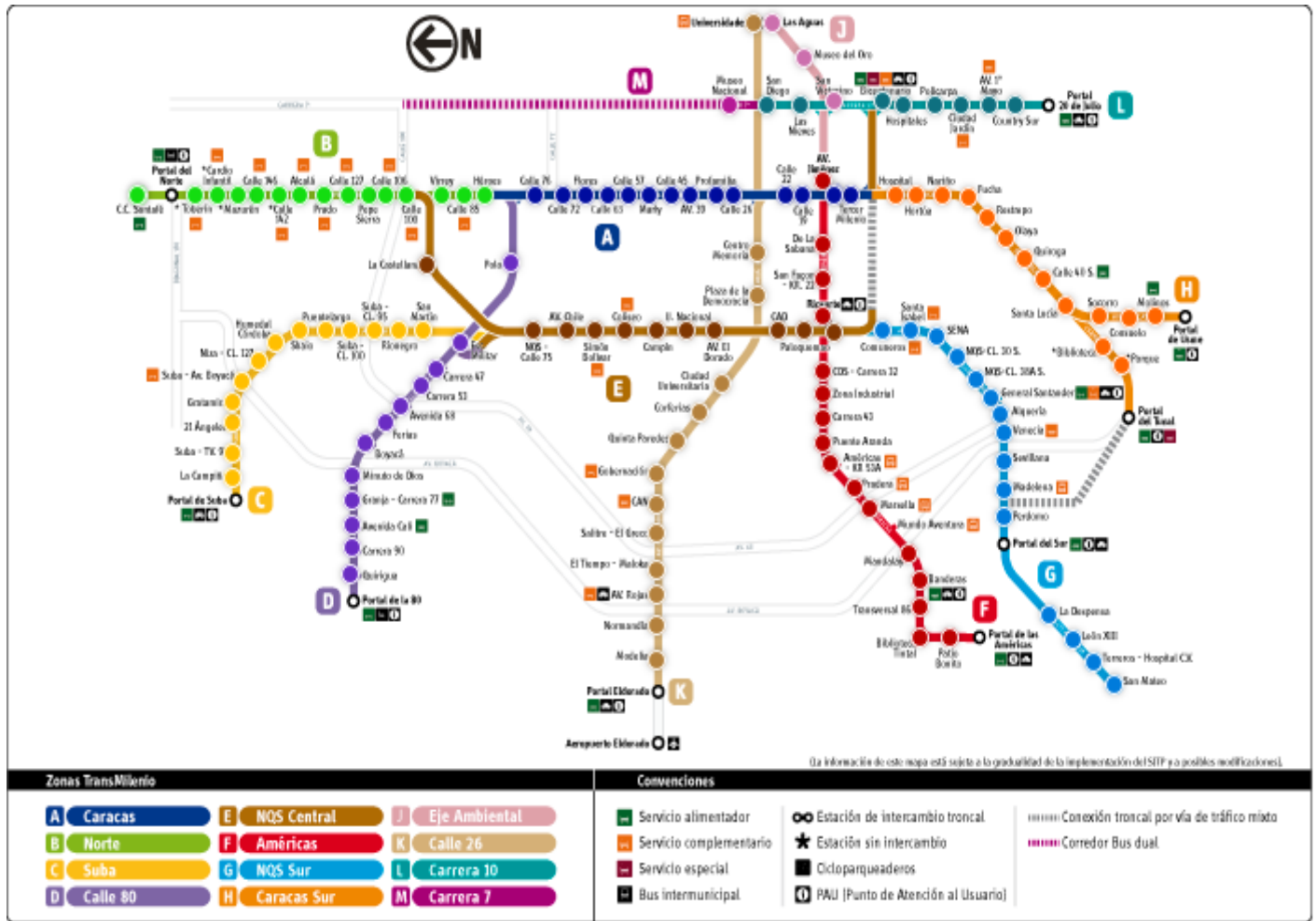


Ilustración 96 Mapa de las rutas del sistema Transmilenio

Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co/es/plano-de-estaciones>

El sistema Metrobús cuenta con una red de 5 corredores como puede observarse en el mapa de las rutas por lo que se califica con 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Intersecciones o conexiones con una red BRT potencial o existente	2



Ilustración 97 Mapa de rutas del Sistema Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/mapa.html>

V.1.3 Infraestructura

a) Carril de rebase en estaciones

El sistema Transmilenio incluyó carriles de rebase en las estaciones con lo que puede ofrecerse un servicio de mejor calidad, se pueden ofrecer servicios limitados y evitar el congestionamiento de autobuses aumentando la velocidad del sistema.



Ilustración 98 Carril de rebase en estaciones, Transmilenio

Fuente: <http://img514.imageshack.us>

El sistema Metrobús desafortunadamente no cuenta con carriles de rebase en el corredor de la Línea 1 por lo que no pueden ofrecerse servicios limitados ni evitar el congestionamiento de autobuses, por esto el sistema recibe una calificación de 0 de 4 puntos en este elemento.

Concepto	Puntos
Carriles de rebase exclusivos y delimitados físicamente	0




Ilustración 99 Sin carril de rebase en estación Línea 1, Metrobús

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

b) Minimización de emisiones de autobuses

Para obtener este dato se pidió información electrónica mediante el servicio INFOMEX a Metrobús del cual se obtuvo el siguiente documento Folio: 0317000040713 (Anexo 2)



METROBÚS
DIRECCIÓN DE COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN PÚBLICA
OFICINA DE INFORMACIÓN PÚBLICA

"2013; AÑO DE BELISARIO DOMÍNGUEZ"
México, DF, a 30 de octubre de 2013

Metrobús. Respuesta a solicitud de información pública. Folios 0317000040713

Descripción de la solicitud:

"QUE NIVEL DE EMISIONES TIENEN LOS AUTOBUSES EN CADA UNA DE LAS LINEAS DEL SISTEMA METROBÚS. QUE TIPO DE PAVIMENTO SE UTILIZO EN CADA UNA DE LAS LINEAS A QUE HORA SE PRESENTA LA HORA PICO EN CADA LINEA" (Cta).

Respuesta:


En atención a su solicitud de información pública y con fundamento en los artículos 6° y 8° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1, 2, 3, 4, 7, 9 fracciones I, III y VI; 11, 26, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 49, 51, 53, 54 y 58 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal; 46, 47, 48, 49 y 52 del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal; el número 8 fracción VII de los Lineamientos para la Gestión de solicitudes de Información Pública y de Datos personales a través del Sistema INFOMEX del Distrito Federal; la Subgerencia de Nuevas Tecnologías y Reducción de Emisiones de Metrobús le informa lo siguiente:

"¿Qué nivel de emisiones tienen los autobuses en cada una de las líneas del Sistema Metrobús?"

Todos los autobuses que operan en el Sistema Metrobús cuentan con certificación de bajas emisiones de acuerdo a la normativa EURO. En función del momento en el que se les incorporó al servicio se le buscado que siempre se incorpore la mejor tecnología disponible en el mercado, de esta forma la Sona total para cada línea se presenta en la siguiente tabla:

	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO SEEV
Línea 1	136	7	24	
Línea 2	24	61	15	
Línea 3			56	
Línea 4				54
Línea 5			24	

Como referencia a la emisión de compuestos contaminantes se presenta una gráfica comparativa de emisiones de la Certificación EURO para Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Material Particulado (PM₁₀).



Av. Cuauhtémoc 16, 5° Piso, Col. Doctores, CP 06720
Del. Cuauhtémoc, Tel: 5761 6859, 5761 6950, 5761 6954 y 5761 6870

MB
Metrobús
metrobús.df.gob.mx

Ilustración 100 Respuesta INFOMEX vía electrónica

Fuente: www.infomexdf.org.mx

Tabla 53 Tipo de emisión utilizado por los autobuses del Metrobús

	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO SE EV
Línea 1	136	7	24	
Línea 2	24	61	15	
Línea 3			56	
Línea 4				54
Línea 5			24	

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse que la Línea 1 utiliza autobuses Euro III en su mayoría por esta razón se evaluó con 1 punto de 3.

Concepto	Puntos
Euro IV o V o Euro III CNG o filtro de MP actualizado y verificado	1



Ilustración 101 Autobús Euro III Línea 1 Metrobús

Fuente: Elaboración propia

c) Estaciones que no se estorban con intersecciones

Las estaciones a lo largo del corredor de la Línea 1 del Metrobús se encuentran solo algunas alejadas de las intersecciones por este motivo se le califica con 1 puntos de 3.

Concepto	Puntos
35% de las estaciones troncales cumplen con el criterio anterior	1



Ilustración 102 Estación Villa Olímpica Línea 1 Metrobús, alejada de la intersección

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

d) Estaciones en el centro

El sistema Transmilenio localizo sus estaciones al centro de la calle sirviendo a ambas direcciones



Ilustración 103 Estación en el centro Transmilenio

Fuente: <http://upload.wikimedia.org>

Las estaciones a lo largo del Metrobús se localizan en el centro a excepción de algunas que son:

Insurgentes, Potrero, Euzkaro y Deportivo 18 de marzo que son un total de 4 estaciones de 46 estaciones que conforman el sistema por lo que:

$$46 \text{ estaciones} = 100\% \text{ y } (4 \text{ estaciones} * 100\%) / 46 = 8.7\%$$

$$100\% - 8.7\% = 91.3\%$$

Así que se le otorga al sistema una calificación de 2 puntos de 2 ya que el 91.3% de las estaciones se encuentran en el centro.

Concepto	Puntos
80% o más de las estaciones troncales tienen plataformas centrales que atienden en ambas direcciones.	2



Ilustración 104 Estación del metrobús Línea 1 al centro de la calle

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

e) Calidad del pavimento

Transmilenio utiliza concreto reforzado en los carriles del sistema como puede observarse en la siguiente imagen.



Ilustración 105 Calidad del pavimento Transmilenio

Fuente: <http://www.radiosantafe.com>

El sistema Metrobús en la Línea 1 utilizó concreto hidráulico para el carril confinado por lo que se le otorga una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Nuevo concreto reforzado en todo el corredor, diseñado para durar 15 años o más	2



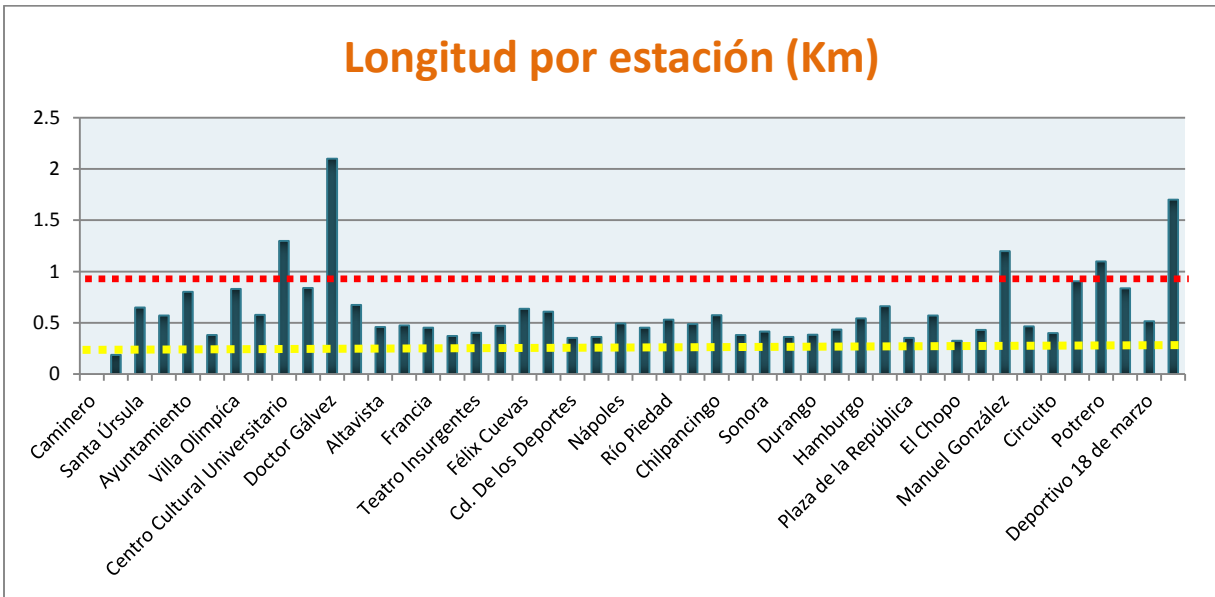
Ilustración 106 Calidad del pavimento Metrobús

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

V.1.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús

a) Distancia entre estaciones

Para poder obtener la información de este elemento se realizó un recorrido de terminal a terminal en el Corredor y se utilizó la aplicación para celular Oruxmaps la cual nos dio los datos de la distancia entre cada estación dando como resultado la siguiente gráfica.



Pueden observarse que algunas de las estaciones están separadas a más de 0.8 km (las que sobrepasan la línea roja) y algunas se encuentran a menos de 0.3 km (las que se encuentran por debajo de la línea amarilla) por lo que se calificó al sistema con 0 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Las estaciones están separadas entre 0.3 Km (0.2 millas) y 0.8 Km (0.5 millas)	0

b) Estaciones seguras y cómodas

Transmilenio ofrece un servicio de calidad al usuario mediante sus estaciones seguras y cómodas como puede verse en la siguiente imagen.



Ilustración 107 Estación segura y cómoda sistema Transmilenio

Fuente: <http://www.radiosantafe.com>

La Línea 1 del Metrobús está formado por estaciones seguras y cómodas para los usuarios aunque algunas estaciones son muy pequeñas, por esta razón se evalúa con 1 punto de 3, debido a que la terminal Caminero es muy pequeña y por este motivo en las mañanas el servicio para el corredor termina en la estación La Joya y a partir de las 10:00 am hasta el Caminero.

Concepto	Puntos
Algunas de las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	1



Ilustración 108 Estación segura y cómoda sistema Metrobús, Línea 1

Fuente: Elaboración propia

c) Número de puertas por autobús

Los autobuses del sistema Transmilenio tienen cuatro puertas para realizar el abordaje.



Ilustración 109 Autobús sistema Transmilenio

Fuente: <http://www.radiosantafe.com>

Metrobús, en su Línea 1 ofrece servicio de autobuses con 4 puertas para el ascenso y descenso de pasajeros por lo que se califica con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
100% de los autobuses tienen 3 o más puertas, o con dos puertas anchas	3



Ilustración 110 Número de puertas en el autobús en el sistema Metrobús, Línea 1

Fuente: <http://mortgagesinmexico.files.wordpress.com>

d) Bahías y paradas secundarias

Transmilenio cuenta con bahías y paradas secundarias en las estaciones.



Ilustración 111 Paradas secundarias, Transmilenio

Fuente: <http://www.bogota.gov.co/sites>

La Línea 1 del sistema Metrobús no cuenta con bahías ni paradas secundarias, por este motivo no recibe puntaje en esta sección.

Concepto	Puntos
Menos de dos paradas secundarias o bahías en las estaciones de mayor demanda	0



Ilustración 112 Línea 1 del Metrobús, estación sin paradas secundarias

Fuente: <https://maps.google.com.mx>

e) Puertas corredizas en las estaciones de BRT

Para ofrecer una mayor seguridad a los usuarios, el sistema Transmilenio implemento el uso de puertas corredizas en las estaciones.



Ilustración 113 Puerta corrediza en estación sistema Transmilenio

Fuente: <http://upload.wikimedia.org>

En las estaciones de la Línea 1 del Metrobús no existen puertas corredizas o alguna otra medida, por esto en este concepto no se le concede ningún punto al Corredor.

Concepto	Puntos
Cualquier otra opción	0



Ilustración 114 Metrobús no cuenta con puertas corredizas en las estaciones

Fuente: Elaboración propia

V.1.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero

a) Creación de marca

Transmilenio cuenta con una marca que distingue a los autobuses, estaciones y servicios a través de sus colores y logo.

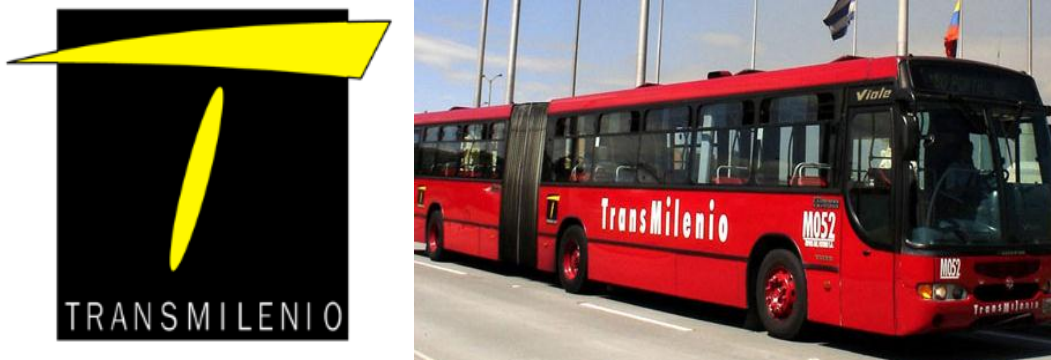


Ilustración 115 Marca del sistema Transmilenio

Fuente: <http://inflacion.com.co>

Metrobús cuenta con marca para las estaciones, autobuses y con logo para ser identificado fácilmente y dar seguridad al usuario, se evalúa esta concepto con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Todos los autobuses, rutas y estaciones en el corredor se identifican con una misma marca característica de todo el sistema BRT	3



Ilustración 116 Marca del sistema Metrobús

Fuente: <http://www.sibrtonline.org>

b) Información a pasajeros

Transmilenio ofrece información a los usuarios mediante mapas de la ruta y de toda la red entre otras.



Ilustración 117 Información de la ruta y servicios que se ofrecen en Transmilenio, Bogotá

Fuente: <http://1.bp.blogspot.com>

El sistema Metrobús cuenta con mapas de la ruta y del sistema a lo largo de la Línea 1, sin embargo la información que se ofrece al usuario solo es estática y no existe la información en tiempo real, por esto se le da 1 punto de dos.

Concepto	Puntos
Información moderada para pasajeros (estática o en tiempo real)	1



Ilustración 118 Mapa de ruta para informar a los pasajeros Línea 1, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

V.1.6 Integración y acceso

a) Acceso universal

Para ofrecer un servicio de calidad el sistema Transmilenio se preocupó por que las personas con capacidades diferentes pudieran tener un buen acceso al sistema.



Ilustración 119 Buen acceso a personas discapacitadas

Fuente: <http://cloudfront.rcnradio.ennovva.com>

Metrobús ofrece a lo largo de la Línea 1 un buen acceso para personas con capacidades diferentes, brindando servicio gratuito a estas personas, zona exclusiva para su ascenso y señalizaciones en Braille para las personas que lo requieren.

Por este motivo el sistema obtiene una calificación de 3 puntos de 3 en este rubro.

Concepto	Puntos
Accesibilidad total en todas las estaciones y vehículos	3



Ilustración 120 Medidas para dar un buen acceso a personas con discapacidades

Fuente: Elaboración propia

b) Integración con otros transportes públicos

La Línea 1 del Metrobús ofrece una integración con otros medios de transporte mediante su mapa informativo que lo relaciona con otras opciones como metro, corredor cero emisiones, etc. y mediante la tarjeta de pago que sirve en diferentes sistemas, sin embargo no existe una integración física de los diferentes modos de transporte es por eso que se califica con 2 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Integración de dos de las siguientes: diseño físico, pago de tarifas o sistemas de información	2

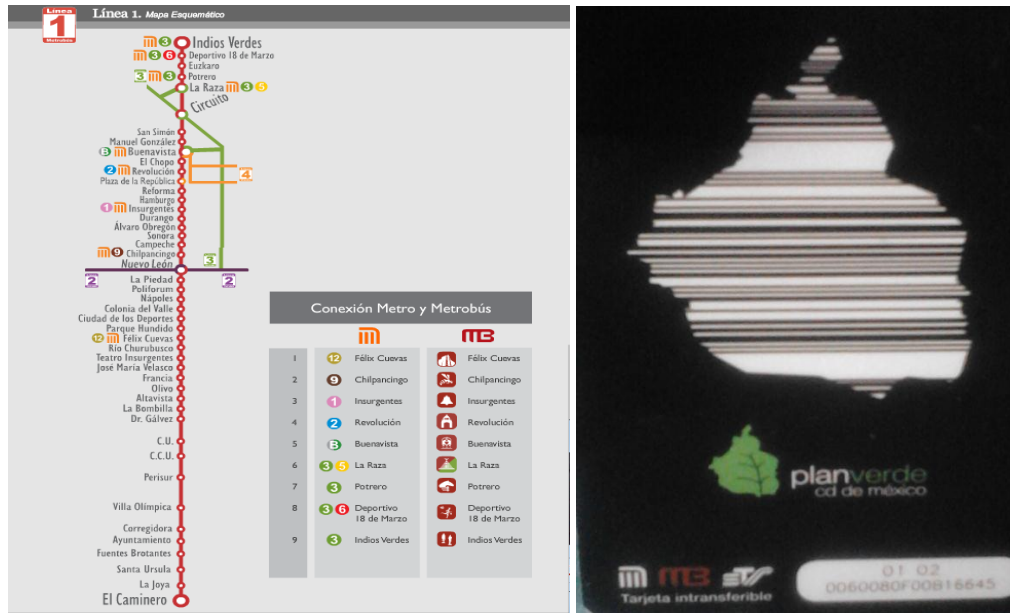


Ilustración 121 Integración de modos de transporte

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/>

c) Acceso peatonal

Transmilenio ofrece a los usuarios pasos peatonales seguros como puede observarse en la siguiente imagen.



Ilustración 122 Paso peatonal del Sistema Transmilenio

<http://www.transmilenio.gov.co>

La Línea 1 del metrobús cuenta con pasos peatonales seguros y con rampas para personas con capacidades diferentes, por lo que obtiene una calificación de 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Hay un acceso peatonal bueno y seguro en cada estación y en un área de 500 metros alrededor del corredor	3



Ilustración 123 Paso peatonal seguro en la Línea 1, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

d) Estacionamiento seguro para bicicletas

En la siguiente imagen podemos observar el estacionamiento para bicicletas que se ofrece dentro de los corredores del sistema Transmilenio.



Ilustración 124 Estacionamiento para bicicletas

Fuente: <http://www.transmilenio.gov.co>

Metrobús ofrece en su Línea 1 estacionamiento para bicicletas en sus terminales y con racks en otras estaciones por lo que obtiene una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Estacionamiento seguro para bicicletas por lo menos en las estaciones terminales y racks para bicicletas en otros lugares	2



Ilustración 125 Racks para bicicletas afuera de estación de la Línea 1 del Metrobús

Fuente: Elaboración propia

e) Carriles para bicicletas

Transmilenio empezó a implementar carriles exclusivos para bicicletas.



Ilustración 126 Carril exclusivo para bicicleta en el sistema Transmilenio

Fuente: <http://st.elespectador.co>

Metrobús no tiene infraestructura para las bicicletas es por esto que no obtiene puntaje en este elemento.

Concepto	Puntos
Sin infraestructura para bicicletas	0



Ilustración 127 No existe carril para bicicletas en la Línea 1 del Metrobús

Fuente: <https://maps.google.com.mx>

f) Integración con sistemas de préstamo de bicicletas

El sistema Metrobús ofrece en la Línea 1 servicio de bicicletas públicas (Ecobici) en las estaciones:

Chilpancingo, Campeche, Sonora, Álvaro Obregón, Durango, Insurgentes, Hamburgo y Reforma por lo que son 8 estaciones:

$$46 \text{ estaciones} = 100\% \text{ y } (8 \text{ estaciones} * 100\%) / 46 = 17.4\%$$

Ya que el sistema solo ofrece préstamo de bicicletas en 8 estaciones que representan un 17.4% no se le pueden otorgar puntos en este elemento.

Concepto	Puntos
Sistema de préstamo de bicicletas en menos del 50% de las estaciones troncales	0



Ilustración 128 Sistema Ecobici de préstamo de bicicletas.

Fuente: <https://maps.google.com.mx>

V.1.7 Deducciones

a) Velocidades comerciales

Para obtener la información de este rubro utilizamos la aplicación Oruxmaps donde se fue registrando nuestra velocidad al realizar el recorrido en hora pico de la mañana y de la tarde y con ayuda del programa Mapsources se pudo obtener una tabla con las velocidades entre cada estación y finalmente se sacó el promedio para averiguar cuál fue la velocidad a lo largo del corredor con ayuda del programa Excel, ya que se realizaron diferentes recorridos (uno por la mañana y uno por la tarde) existen cuatro calificaciones diferentes en esta sección, dos del recorrido realizado en la mañana (Indios Verdes-Caminero y Caminero-Indios verdes) y por la tarde otros dos (Indios Verdes-caminero y Caminero-Indios verdes).

- Hora pico en la mañana

Dirección Indios Verdes-Caminero



Ilustración 129 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Indios verdes a Manuel González

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 130 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Manuel González a Churubusco

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

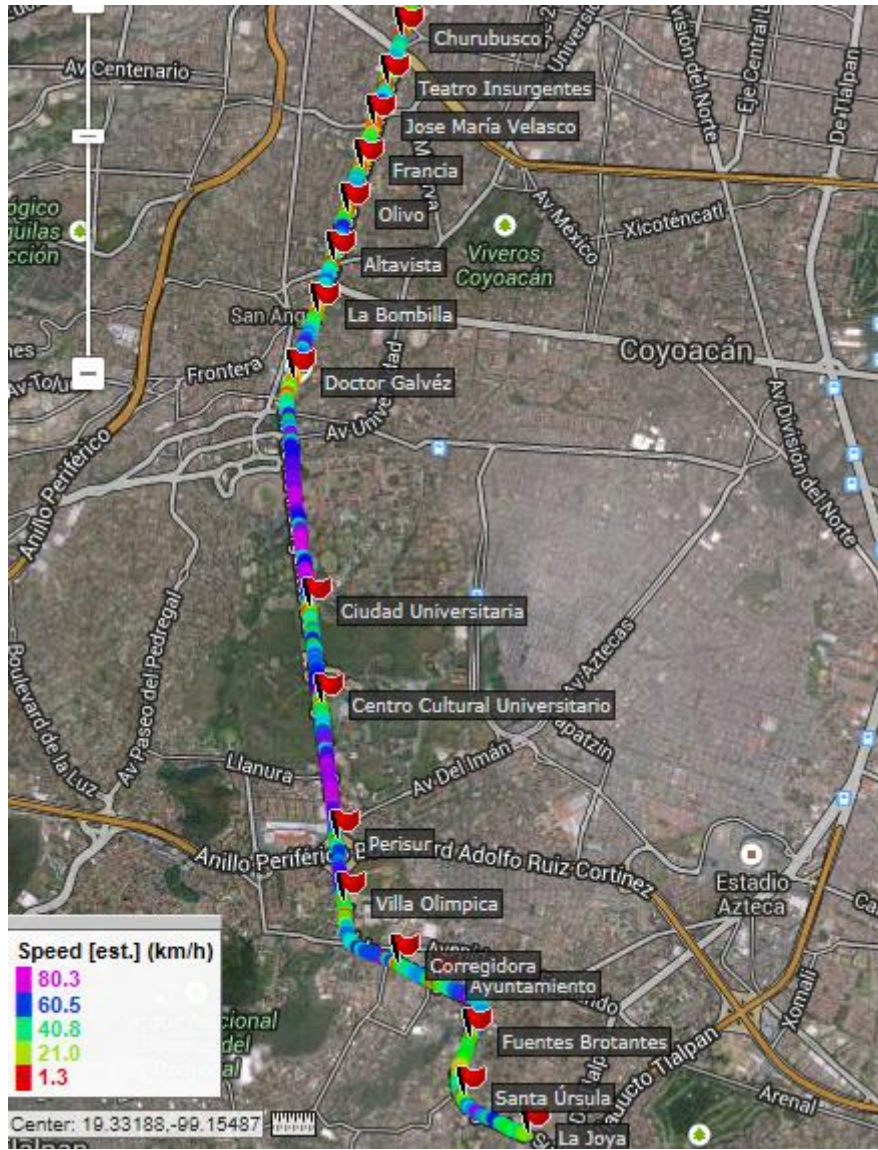


Ilustración 131 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Churubusco a la Joya

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	5.00 km/h
Velocidad Máxima	54.00 km/h
Velocidad Promedio	22.76 km/h

Ya que la velocidad promedio para esta dirección es de 22.76 km/h no se realiza ninguna deducción.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

Dirección Caminero- Indios Verdes



Ilustración 132 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Caminero a José María Velasco

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 133 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de José María Velasco a Buenavista

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 134 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Hamburgo a Indios Verdes

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	7.00 km/h
Velocidad Máxima	47.00 km/h
Velocidad Promedio	22.50 km/h

Ya que la velocidad en esta dirección es de 22.50 km/h no se realiza ninguna deducción al sistema.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

- Hora pico por la tarde

Dirección Indios Verdes-Caminero

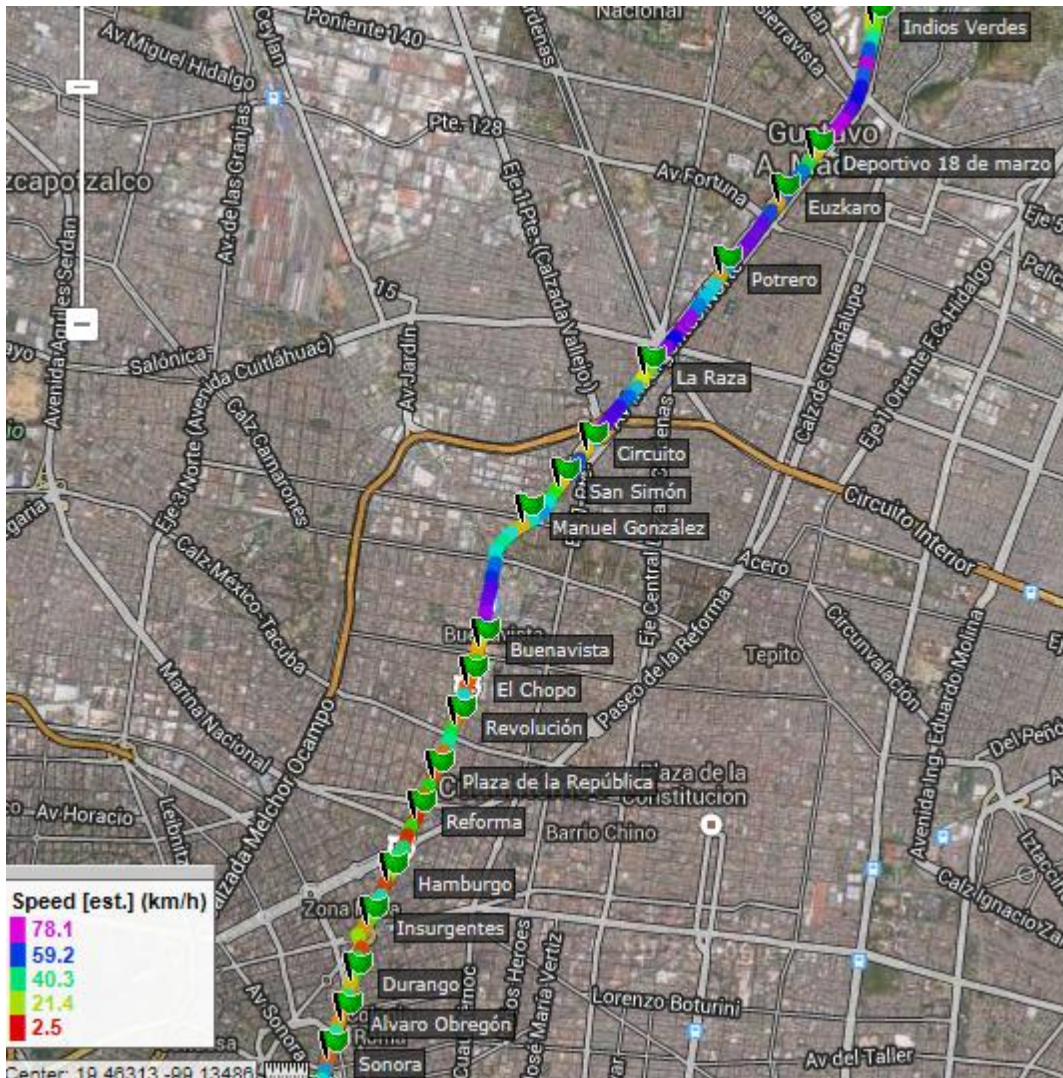


Ilustración 135 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Indios Verdes a Sonora

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

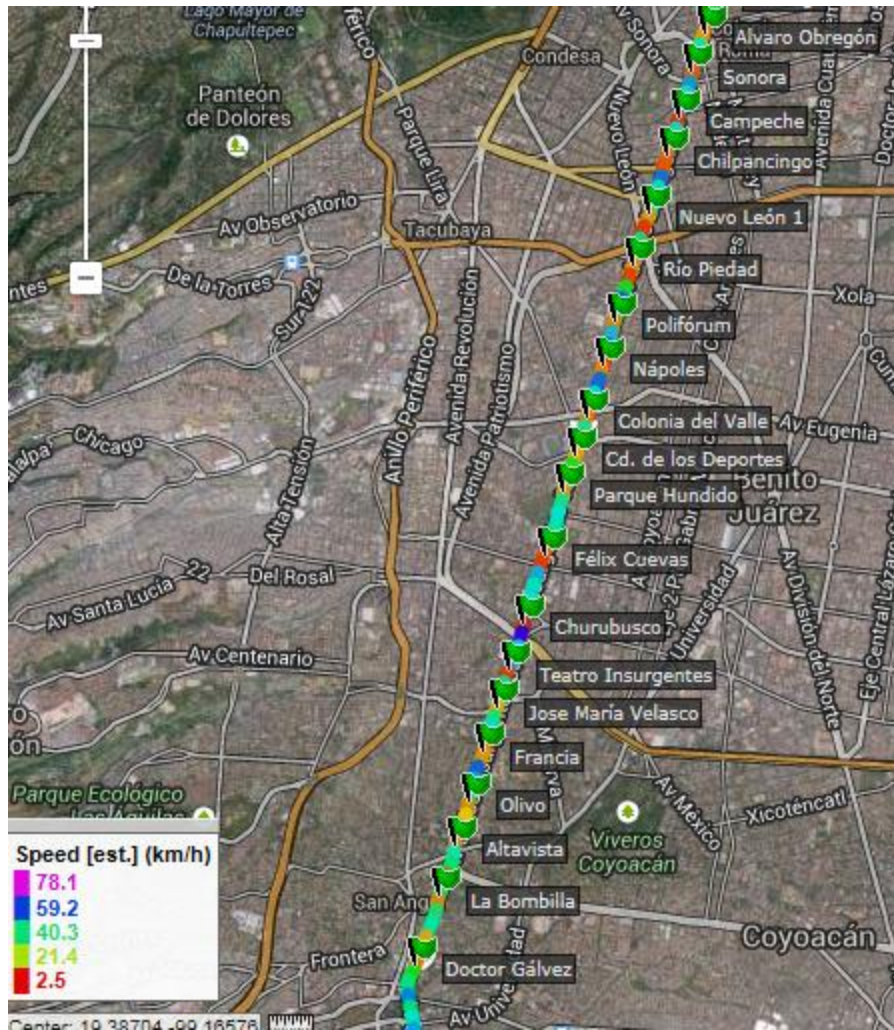


Ilustración 136 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Sonora a Doctor Gálvez

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

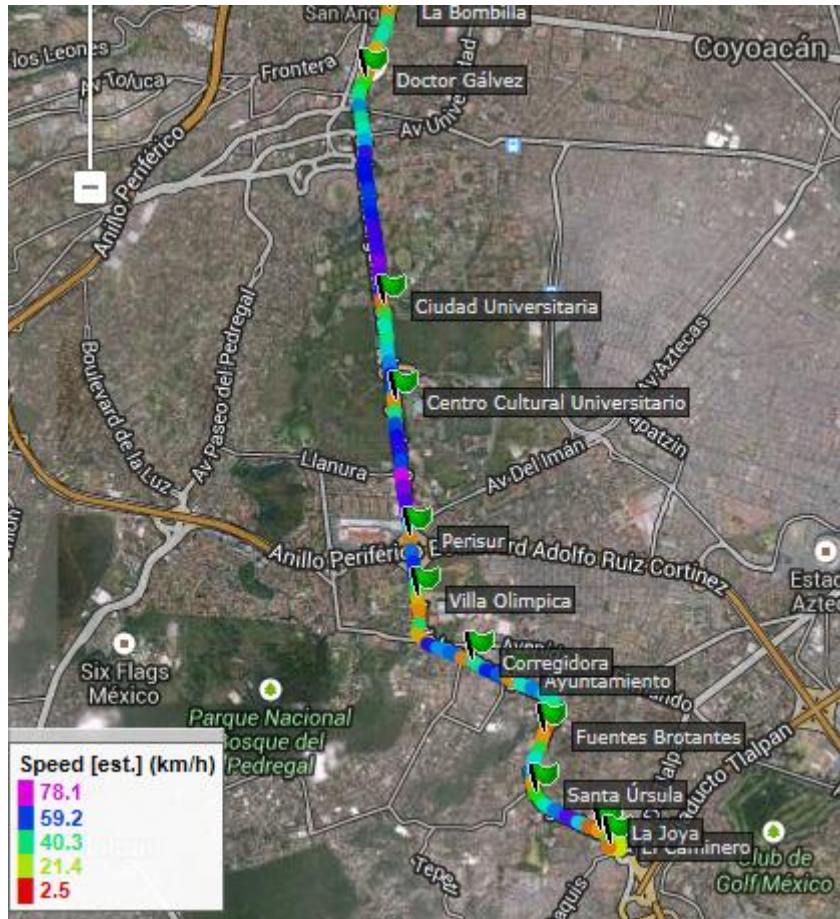


Ilustración 137 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Doctor Gálvez a Caminero

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	6.00 km/h
Velocidad Máxima	47.00 km/h
Velocidad Promedio	22.91 km/h

Ya que la velocidad en esta dirección es de 22.91 km/h no se realiza ninguna deducción.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

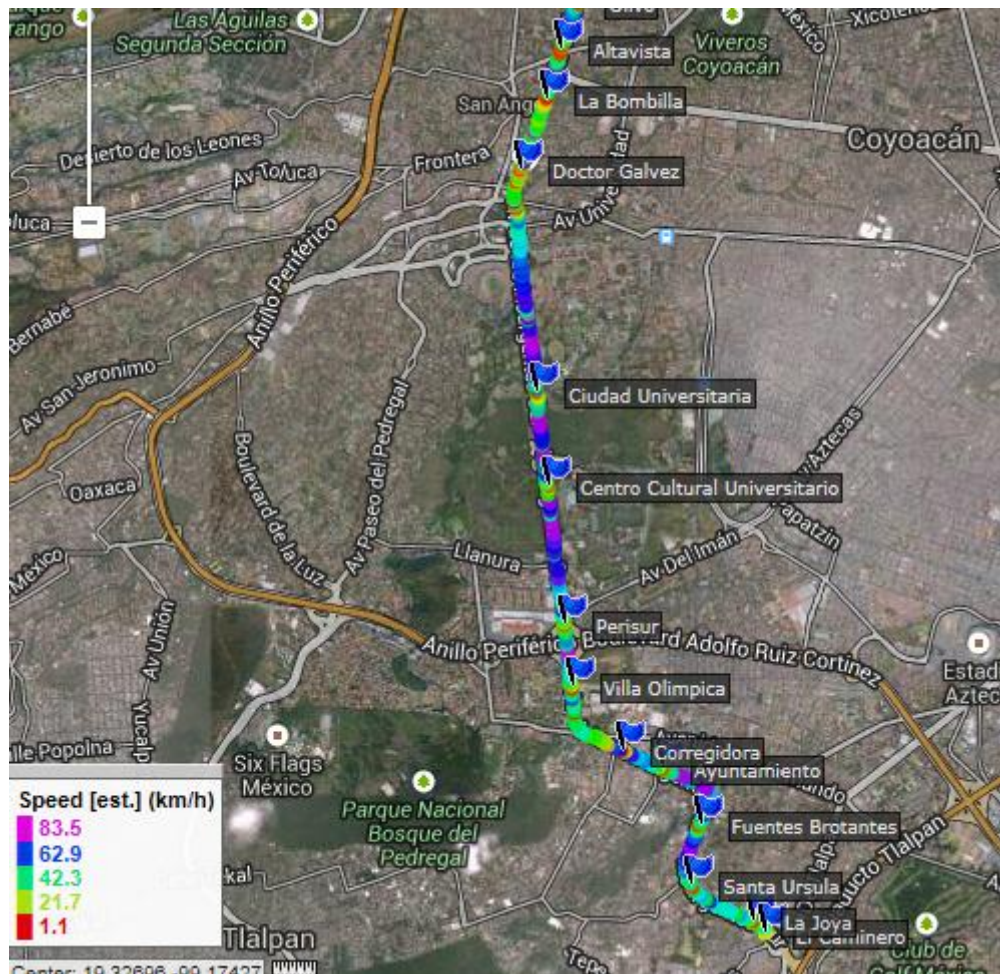


Ilustración 138 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Caminero a Altavista

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

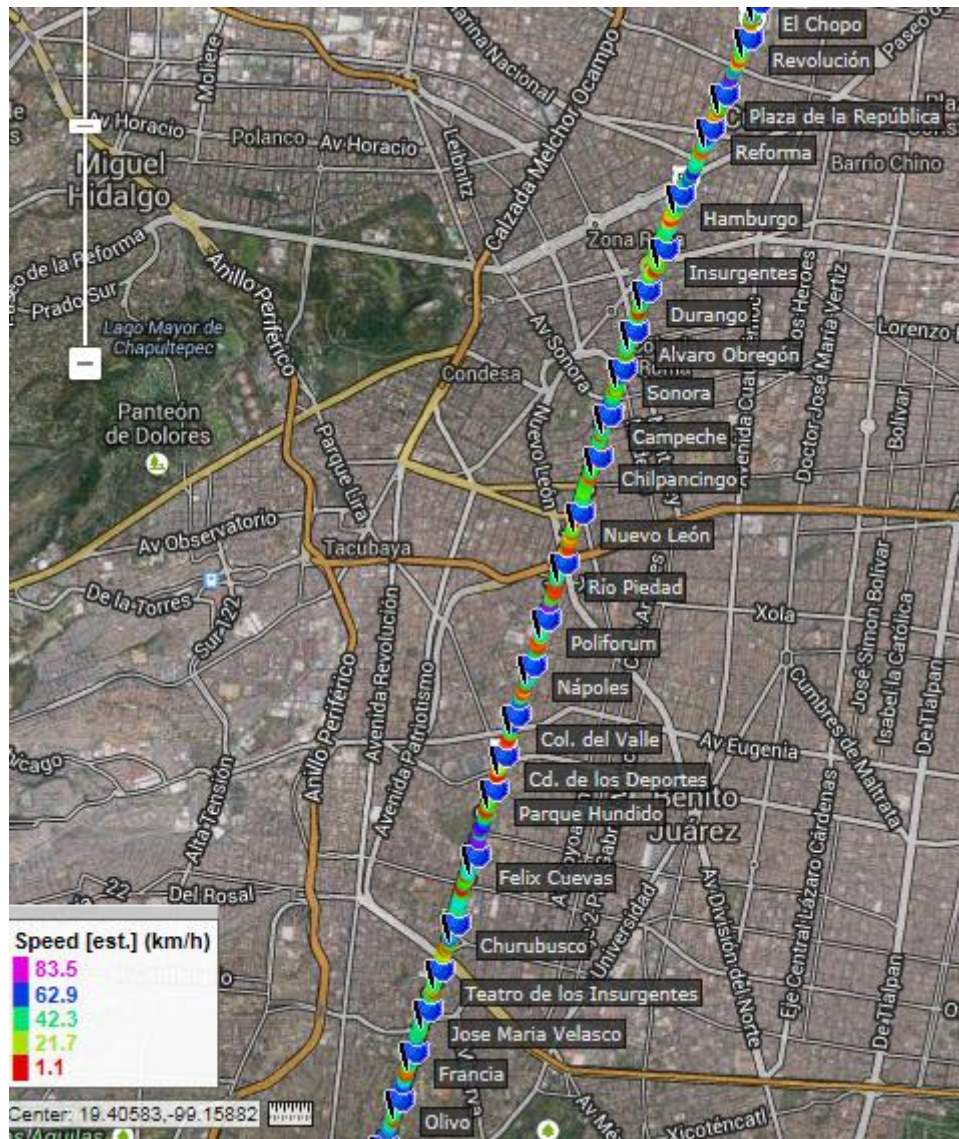


Ilustración 139 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Olivo a El Chopo

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 140 Velocidad de las estaciones de la Línea 1 de Reforma a Indios Verdes

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	5.00	km/h
Velocidad Máxima	54.00	km/h
Velocidad Promedio	22.76	km/h

Ya que la velocidad de la dirección es de 24.98 km/h no se realiza ninguna deducción.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

b) Mínimo de pasajeros pico por hora por dirección (pphpd) menor a 1,000

El corredor de la Línea 1 Transporta a más de 1,000 pasajeros pico por hora por dirección por lo que no se realizan deducciones en este elemento.

c) Falta de cumplimiento del derecho de vía

La Línea 1 presenta algunas faltas de cumplimiento ya que en un segmento entre la estación Ciudad Universitaria y la estación Doctor Gálvez los vehículos deben dar vuelta a la izquierda pero invaden el carril del Metrobús, con lo que el autobús debe salirse del carril confinado. Por este motivo se penaliza al corredor con una deducción de 1 punto.

Concepto	Puntos
Invasión ocasional del derecho de vía de BRT	-1



Ilustración 141 Falta de cumplimiento del derecho de vía

Fuente: Elaboración propia

d) Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma

La Línea 1 del Metrobús cuenta con marcas sobre el carril del metrobús que le ayuden al conductor a acoplarse de una manera adecuada a la plataforma de la estación, por este motivo no se realiza ninguna deducción.



Ilustración 142 Marca para asegurar el acoplamiento con la estación del autobús

Fuente: Elaboración propia

e) Sobrecupo

A continuación se muestran imágenes de cada hora pico, es decir de la mañana y de la tarde de ambas direcciones de la Línea 1 para evaluar este elemento

- Hora pico en la mañana

Dirección Indios Verdes-Caminero

Puede observarse en la imagen que existe un sobrecupo en la Línea 1 por lo que se deducen 3 puntos de la calificación.

Concepto	Puntos
La densidad de pasajeros en la carga máxima durante la hora pico en el autobús es de 5 m ² ; o en la estación es de 3 m ² . Si hay evidencia visible de que los pasajeros no pueden abordar los autobuses o entrar en las estaciones, entonces se hace una deducción automática	-3



Ilustración 143 Evidencia de que los pasajeros no pueden abordar

Fuente: Elaboración propia

Dirección Caminero- Indios Verdes

Como se muestra en la imagen existe evidencia de que el sistema tiene sobrecupo, por esto se le deducen 3 puntos a la calificación.

Concepto	Puntos
La densidad de pasajeros en la carga máxima durante la hora pico en el autobús es de 5 m ² ; o en la estación es de 3 m ² . Si hay evidencia visible de que los pasajeros no pueden abordar los autobuses o entrar en las estaciones, entonces se hace una deducción automática	-3



Ilustración 144 Existe evidencia visible que el sistema tiene sobrecupo

Fuente: Elaboración propia

- Hora pico en la tarde

Dirección Indios verdes- Caminero

En la siguiente imagen se muestra que no hay un sobrecupo en la Línea 1 por lo que no se realiza deducción al sistema.



Ilustración 145 Autobús Línea 1 en hora pico

Fuente: Elaboración propia

Dirección Caminero-Indios Verdes

A continuación se muestra una imagen en la que se puede ver que no existe sobrecupo, por lo que no se realiza deducción a la calificación total.



Ilustración 146 Evidencia visible de sobrecupo

Fuente: Elaboración propia

f) Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías

El sistema se encuentra en buen estado, tanto las estaciones como los autobuses, no se deduce ningún punto a la calificación



Ilustración 147 Estación de la Línea 1 con buen mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

V.1.8 Tarjeta de Puntuación

En la siguiente imagen puede observarse la tarjeta de puntuación de la Línea 1 del sistema Metrobús donde se muestran las puntuaciones que se asignaron a cada elemento del Estándar BRT 2013 como se describió anteriormente, al final de la tabla aparecen cuatro calificaciones diferentes para el corredor debido a que se realizaron cuatro recorridos diferentes para evaluar la Línea.

La diferencia entre las calificaciones depende de distintos elementos como la velocidad comercial, el sobrecupo y la cantidad de pasajeros ya que dependiendo la dirección y la hora pico estos factores varían.

Estandar BRT 2013 Tabla de Evaluación



Encuestador:	Isis Mayté Morales Vidal
Fecha:	12-ago-14
Ciudad, País:	Distrito Federal, México
Nombre del Corredor:	Línea 1 Caminero- Indios Verdes
Descripción del Corredor: (longitud, número de pasajeros, características, localización, etc.)	Demanda de usuarios 440 mil pax/día. Localización Avenida de los Insurgentes Longitud 30 km ambos sentidos

No.	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
I	Características básicas de BRT	33	29	
I.I	Alineación de carriles	7	4	Vías exclusivas divididas al centro de la calle
I.II	Carriles exclusivos y derecho de vía	7	7	Separación física en más del 90% del corredor
I.III	Pago de pasaje anterior al abordaje	7	7	Todas las estaciones cuentan con prepago
I.IV	Manejo de intersecciones	6	5	Existen algunas vueltas a la izquierda
I.V	Abordaje a nivel de plataforma	6	6	Las estaciones presentan abordaje a nivel de plataforma
II	Planeación del servicio	24	18	
II.I	Rutas múltiples	4	4	Rutas que operan sobre múltiples corredores
II.II	Frecuencia en horario pico	3	3	Frecuencia de 69 vehículos/hora
II.III	Frecuencia en horario no pico	2	2	Frecuencia de 49 vehículos/hora
II.IV	Servicios locales, directos y limitados	3	0	No hay servicio limitado o expres
II.V	Centro de control	3	1	Centro de control con solo algunos servicios
II.VI	Presencia en los 10 corredores principales	2	2	Avenida Insurgentes es uno de los principales ejes viales
II.VII	Horas de operación	2	2	Cuenta con servicio nocturno y de fin de semana
II.VIII	Perfil de demanda	3	3	Incluye segmento de mayor demanda
II.IX	Red de corredores múltiples	2	1	Parte de una red pequeña
III	Infraestructura	14	6	
III.I	Carril de rebase en estaciones	4	0	No existe carril de rebase
III.II	Minimización de emisiones de autobuses	3	1	Euro III y Euro IV
III.III	Estaciones que no se estorban con intersecciones	3	1	Estaciones que estorban en las intersecciones
III.IV	Estaciones en el centro	2	2	La mayoría de las estaciones tienen plataforma central
III.V	Calidad del pavimento	2	2	Utiliza nuevo concreto reforzado

No.	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
IV	Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	10	4	
IV.I	Distancia entre estaciones	2	0	Algunas estaciones están separadas más de 0.8 km
IV.II	Estaciones seguras y cómodas	3	1	Estaciones seguras y cómodas
IV.III	Número de puertas por autobús	3	3	Todos los autobuses tienen al menos tres puertas
IV.IV	Bahías y paradas secundarias	1	0	No hay bahías de acoplamiento
IV.V	Puertas corredizas en las estaciones de BRT	1	0	No hay puertas corredizas
V	Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero	5	4	
V.I	Creación de marca	3	3	Todo el sistema cuenta con marca
V.II	Información a pasajeros	2	1	Información estática
VI	Integración y acceso	14	10	
VI.I	Acceso Universal	3	3	Existe buen acceso en todas las estaciones
VI.II	Integración con otros transportes públicos	3	2	Integración del sistema de pago e información
VI.III	Acceso peatonal	3	3	Buen acceso peatonal en todas las estaciones
VI.IV	Estacionamiento seguro para bicicletas	2	2	Existen racks para bicicletas
VI.V	Carriles para bicicletas	2	0	No hay carril para bicicletas
VI.VI	Integración con sistemas de préstamo de bicicletas	1	0	No hay préstamo de bicicletas
TOTAL 100		100	71	
BRT Básico necesita 20		42	0	

	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
VII	Deducciones	-36		
VII.I	Velocidades comerciales	-10		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Caminero-Indios Verdes		0	Velocidad promedio de 22.50 km/h
	Dirección Indios Verdes-Caminero		0	Velocidad promedio de 22.76 km/h
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Caminero-Indios Verdes		0	Velocidad promedio de 24.98 km/h
	Dirección Indios Verdes-Caminero		0	Velocidad promedio de 22.91 km/h
VII.II	Pasajeros pico por hora por dirección (pphpd) menor a 1,000	-5		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Caminero-Indios Verdes		0	Mayor a 1,000 PPHPD
	Dirección Indios Verdes-Caminero		0	Mayor a 1,000 PPHPD
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Caminero-Indios Verdes		0	Mayor a 1,000 PPHPD
	Dirección Indios Verdes-Caminero		0	Mayor a 1,000 PPHPD
VII.III	No se respeta el derecho de vía	-5	-1	Invasión ocasional
VII.IV	Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma	-5	0	
VII.V	Sobrecupo	-3		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Caminero-Indios Verdes		-3	videncia visible de que no se puede abordar
	Dirección Indios Verdes-Caminero		-3	Evidencia visible de sobrecupo
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Caminero-Indios Verdes		0	No hay sobrecupo
	Dirección Indios Verdes-Caminero		0	No hay sobrecupo
VII.VI	Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías	-8	0	Instalaciones en buen estado

CALIFICACIÓN TOTAL			
			Hora pico en la mañana
	67		Dirección Caminero-Indios Verdes
	67		Dirección Indios Verdes-Caminero
			Hora pico en la tarde
	70		Dirección Caminero-Indios Verdes
	70		Dirección Indios Verdes-Caminero

Ilustración 148 Tarjeta de puntuación de la Línea 1 MB

Fuente: Elaboración propia

V.2 Línea 2 (Tacubaya-Tepalcates)

V.2.1 Características básicas de BRT

a) Alineación de carriles

La Línea 2 del Metrobús utiliza una alineación de dos carriles al centro de la calle con un carril para cada dirección por lo que obtiene una calificación de 4 puntos de 7 como puede observarse en la siguiente tabla e imagen.

Concepto	Puntos
Vías exclusivas divididas-una parada para cada sentido-que se encuentran alineadas al centro de la calle	4



Ilustración 149 Alineación de carriles en la Línea 2

Fuente: Elaboración propia

b) Carriles exclusivos y derecho de vía

La Línea 2 maneja carril confinado a lo largo del corredor, mediante delimitadores vehiculares y señalamiento sobre el carril del autobús por lo que se le da una calificación de 7 puntos de 7.

Concepto	Puntos
Carriles exclusivos que se respetan completamente o con una separación física de los carriles en más del 90% del total del corredor	7



Ilustración 150 Carril exclusivo sistema metrobús Línea 2

Fuente: Elaboración propia

c) Pago de pasaje anterior al abordaje

A lo largo del corredor 2 del sistema Metrobús existen sistemas de prepago con máquinas para recargar las tarjetas y torniquetes para verificar el pago de los usuarios, por lo que el sistema obtiene 7 puntos de 7.

Concepto	Puntos
100% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control anteriores a los autobuses	7



Ilustración 151 Máquina de recarga y torniquetes para asegurar prepago.

Fuente: Elaboración propia

d) Manejo de intersecciones

Sobre el corredor de la Línea 2 se prohíben en su mayoría las vueltas a la izquierda a través del carril del Metrobús para evitar retrasos como puede observarse en la imagen, así que se le da una calificación de 5 puntos de 6 ya que se permiten algunas vueltas.

Concepto	Puntos
La mayoría de las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas	5



Ilustración 152 Señalamiento que prohíbe la vuelta a través del carril del Metrobús

Fuente: Elaboración propia

e) Abordaje a nivel de plataforma

En las diferentes estaciones la Línea 2 del Metrobús ofrece abordaje a nivel de plataforma lo que permite reducir el tiempo de ascenso y descenso de los pasajeros por lo que el sistema tiene una calificación de 6 puntos de 6.

Concepto	Puntos
100% de los autobuses están nivelados con la plataforma; se implementan medidas para reducir el espacio entre la plataforma y el autobús	6



Ilustración 153 Abordaje a nivel de plataforma Metrobús

Fuente: Elaboración propia

V.2.2 Planeación del servicio

a) Rutas múltiples

Se agregó una ruta entre la Línea 1 y la Línea 2 del Metrobús con lo que se ahorró el transbordo de varios usuarios y a su vez se incrementó la demanda de los corredores por lo que obtiene una calificación de 4 puntos de 4.

Concepto	Puntos
En el corredor existen dos o más rutas que atienden por lo menos a dos estaciones	4


Tepalcates 		Col. del Valle (Línea 1) 
Primera salida: 5:14 hrs Última salida: 21:29 hrs	Lunes a viernes	Primera salida: 4:56 hrs Última salida: 22:53 hrs
Primera salida: 5:22 hrs Última salida: 21:00 hrs	Sábados	Primera salida: 5:19 hrs Última salida: 21:59 hrs
Primera salida: 6:00 hrs Última salida: 21:20 hrs	Domingos	Primera salida: 6:03 hrs Última salida: 22:19 hrs

Ilustración 154 Ruta múltiple entre la Línea 1 y 2 del sistema Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas.html#RL2>

b) Frecuencia en horario pico

Para obtener la información de este elemento igual que en la Línea 1 del Metrobús (Indios Verdes-Caminero) la información se obtuvo de un correo electrónico del sistema INFOMEX (Anexo 1) como se muestra a continuación.

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehiculos/hora	1 vehiculo cada	Vehiculos/hora	1 vehiculo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

Ilustración 155 Frecuencia en hora pico de la Línea 2, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la imagen, en el rectángulo rojo la frecuencia en hora pico de la Línea 2 es de 40 vehículos/hora, por lo que obtiene 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
100% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	3

c) Frecuencia en horario no pico

Del mismo correo electrónico obtenemos la información sobre la frecuencia en hora no pico.

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehiculos/hora	1 vehiculo cada	Vehiculos/hora	1 vehiculo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

Ilustración 156 Frecuencia en hora no pico de la Línea 2, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

La frecuencia en hora no pico es de 24 vehículos/hora con lo que la Línea 2 obtiene 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
100% de las rutas tienen cuando menos 4 autobuses por hora	2

d) Servicios locales, directos y limitados

No existen servicios limitados, directos o exprés en el Metrobús por lo que la Línea 2 no obtiene puntaje en este elemento.

Concepto	Puntos
Sin servicios limitados o directos	0

e) Centro de control

Se cuenta con un Centro de Control que solo cuenta con algunos servicios por lo que se otorga 1 punto de 3.

Concepto	Puntos
Centro de control con algunos servicios	1



Ilustración 157 Centro de control Metrobús

Fuente: <http://www.portalautomotriz.com>

f) Presencia en los 10 corredores principales

La Línea 2 del Metrobús se localiza sobre Eje 4 Sur, Prolongación Plutarco Elías Calles por lo que se encuentra en una de los principales corredores de la Ciudad, así que obtiene 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Está entre los 10 corredores de mayor demanda	2

g) Horas de operación

La Línea 2 ofrece servicios de operación nocturnos y de fin de semana así que obtiene 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Servicio nocturno y de fin de semana	2



Ilustración 158 Horario de operación de la Línea 2, Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas.html>

h) Perfil de demanda

La Línea 2 incluye los segmentos de mayor demanda por lo que obtiene 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
El corredor incluye el segmento de mayor demanda	3

i) Red de corredores múltiples

El sistema Metrobús cuenta con una red de 5 corredores como puede verse en la siguiente imagen por lo que se le da una calificación de 1 punto de 2, ya que es una red muy pequeña.

Concepto	Puntos
Parte de, pero sin conexión a, una red BRT existente o planeada	1



Ilustración 159 Mapa de rutas del Sistema Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/mapa.html>

V.2.3 Infraestructura

a) Carril de rebase en estaciones

La Línea 2 del Metrobús no cuenta con carril de rebase por lo que no pueden ofrecerse servicios limitados o exprés ni evitar el congestionamiento, el corredor obtiene una calificación de 0 puntos de 4.

Concepto	Puntos
Carriles de rebase exclusivos y delimitados físicamente	0



Ilustración 160 Sin carril de rebase en estación Línea 2, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

b) Minimización de emisiones de autobuses

Este dato se obtuvo mediante correo electrónico del sistema INFOMEX (Anexo 2), al igual que para la Línea 1 del cual se obtuvo la siguiente información.

Tabla 53 Tipo de emisión utilizado por los autobuses del Metrobús

	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO SE EV
Línea 1	136	7	24	
Línea 2	24	61	15	
Línea 3			56	
Línea 4				54
Línea 5			24	

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la mayoría de los autobuses que operan en la Línea 2 tienen tecnología Euro IV por lo que se le asigna una puntuación de 2 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Euro IV o V con filtros de MP o EE.UU.2007	2



Ilustración 161 Autobús Euro IV Línea 2, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

c) Estaciones que no se estorban con intersecciones

Las estaciones en la Línea 2 se localizan algunas alejadas de las intersecciones y otras se encuentran juntas por eso obtiene 1 punto de 3.

Concepto	Puntos
35% de las estaciones troncales cumplen con el criterio anterior	1



Ilustración 162 Estación Leyes de Reforma, Línea 2

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

d) Estaciones en el centro

Las estaciones a lo largo del Metrobús Línea 2, se localizan en el centro a excepción de algunas que son:

Antonio Maceo, Del Moral, canal de San Juan, Nicolás Bravo, general Antonio de León, Río Frío y Parque Lira que son un total de 7 estaciones de 34 estaciones que conforman el sistema por lo que:

$$34 \text{ estaciones} = 100\% \text{ y } (7 \text{ estaciones} * 100\%) / 34 = 20\%$$

$$100\% - 20\% = 80\%$$

Así que se le otorga al sistema una calificación de 2 puntos de 2 ya que el 80% de las estaciones se encuentran en el centro.

Concepto	Puntos



Ilustración 163 Estación del metrobús Línea 2 al centro de la calle

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

e) Calidad del pavimento

Para el carril de la Línea 2 se utilizó concreto reforzado por lo que obtiene una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Nuevo concreto reforzado en todo el corredor, diseñado para durar 15 años o más	2



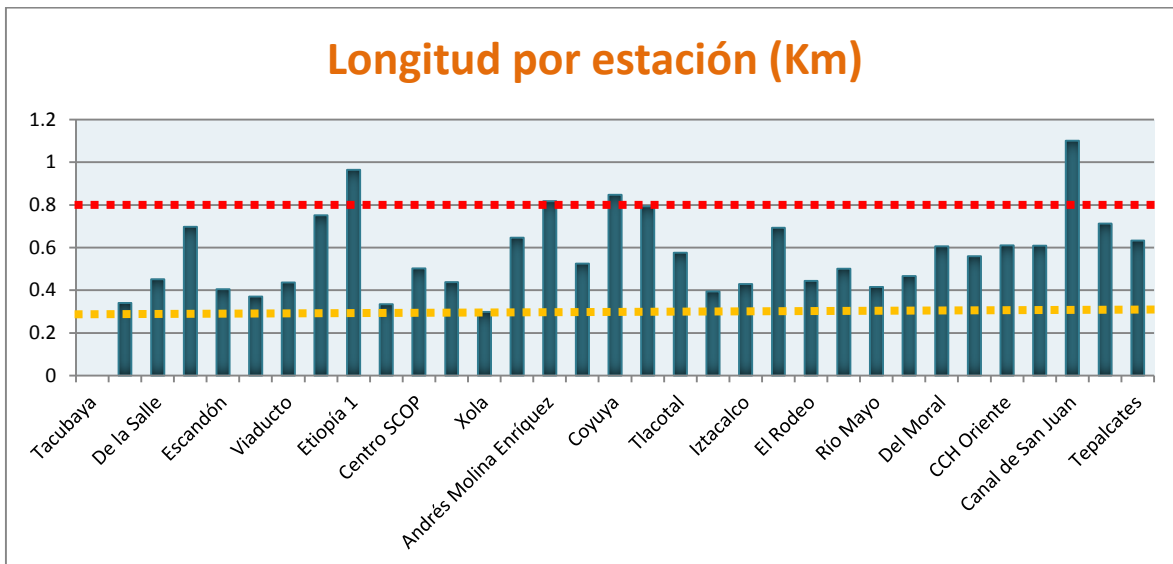
Ilustración 164 Calidad del pavimento Metrobús, Línea 2

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

V.2.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús

a) Distancia entre estaciones

Para poder obtener la información de este elemento se realizó un recorrido de terminal a terminal en el Corredor y se utilizó la aplicación para celular Oruxmaps la cual nos dio los datos de la distancia entre cada estación dando como resultado la siguiente gráfica:



Se puede distinguir que existen estaciones que están separadas a más de 0.8 km (sobrepasan la línea roja) y algunas están separadas a menos de 0.3 km (por debajo de la línea amarilla), por este motivo se asigna una calificación de 0 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Las estaciones están separadas entre 0.3 Km (0.2 millas) y 0.8 Km (0.5 millas)	0

b) Estaciones seguras y cómodas

Las estaciones de la Línea 2 del Metrobús son cómodas, seguras y protegen a los usuarios del clima, por lo que se evalúa al sistema con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Todas las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	3



Ilustración 165 Estación segura y cómoda, Línea 2

Fuente: Elaboración propia

c) Número de puertas por autobús

La Línea 2 ofrece servicio de autobuses con 4 puertas para agilizar el ascenso y descenso de los usuarios, por esto tiene una calificación de 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
100% de los autobuses tienen 3 o más puertas, o con dos puertas anchas	3



Ilustración 166 Número de puertas en el autobús en el sistema Metrobús, Línea 2

Fuente: Elaboración propia

d) Bahías y paradas secundarias

El sistema Metrobús no cuenta con bahías o paradas secundarias a lo largo de la Línea 2 del sistema, así que no recibe puntaje en este elemento.

Concepto	Puntos
<35% de los autobuses tienen 3 o más puertas, o con dos puertas anchas	0



Ilustración 167 Línea 2 del Metrobús, estación sin paradas secundarias

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>

e) Puertas corredizas en las estaciones de BRT

Las estaciones que forman parte de la Línea 2 del sistema Metrobús no cuentan con puertas corredizas o alguna otra medida, por lo que tiene 0 puntos de 1.

Concepto	Puntos
Cualquier otra opción	0



Ilustración 168 Metrobús no cuenta con puertas corredizas en las estaciones

Fuente: Elaboración propia

V.2.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero

a) Creación de marca

El sistema Metrobús cuenta con marca propia que identifica las estaciones y los autobuses mediante un logo y color en los autobuses, por lo que recibe una calificación de 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Todos los autobuses, rutas y estaciones en el corredor se identifican con una misma marca característica de todo el sistema BRT	3



Ilustración 169 Marca del sistema Metrobús

Fuente: <http://www.transparencia.df.gob.mx>

b) Información a pasajeros

La Línea 2 cuenta con mapas de rutas y del sistema en sus estaciones, no cuenta con información en tiempo real pero ya que proporciona información estática al pasajero se le otorga una calificación de 1 punto de 2.

Concepto	Puntos
Información moderada para pasajeros (estática o en tiempo real)	1



Ilustración 170 Mapa de ruta para informar a los pasajeros Línea 2, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

V.2.6 Integración y acceso

a) Acceso universal

El corredor de la Línea 2 ofrece un acceso universal a lo largo de su ruta, con un acceso apropiado para personas con capacidades diferentes, ofreciendo servicio gratuito a estas personas, un área exclusiva para su abordaje y señalizaciones para personas que lo requieren. Por este motivo la Línea dos recibe 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Accesibilidad total en todas las estaciones y vehículos	3



Ilustración 171 Medidas para dar un buen acceso a personas con discapacidades

Fuente: Elaboración propia

b) Integración con otros transportes públicos

Para el caso de la Línea 2 el sistema ofrece integración con otros medios de transporte mediante la forma de pago y mapas informativos, por esta razón obtiene 2 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Integración de dos de las siguientes: diseño físico, pago de tarifas o sistemas de información	2

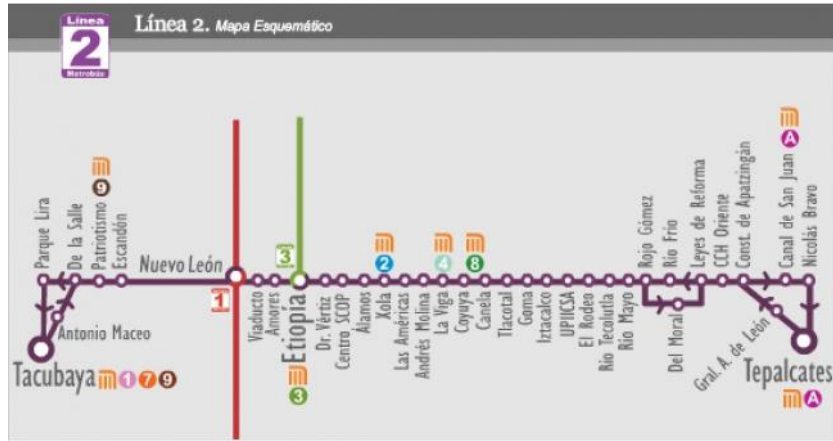


Ilustración 172 Integración de modos de transporte

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/>

c) Acceso peatonal

La Línea 2 a lo largo de su recorrido presenta pasos peatonales seguros, con rampas para personas que lo necesiten y semáforo peatonal por lo que se otorgan 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Hay un acceso peatonal bueno y seguro en cada estación y en un área de 500 metros alrededor del corredor	3



Ilustración 173 Acceso peatonal Línea 2, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

d) Estacionamiento seguro para bicicletas

El sistema Metrobús en su Línea 2 presenta racks para bicicletas a lo largo de su recorrido, así que obtiene una calificación de 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Estacionamiento seguro para bicicletas por lo menos en las estaciones terminales y racks para bicicletas en otros lugares	2



Ilustración 174 Racks para bicicletas, Línea 2

Fuente: Elaboración propia

e) Carriles para bicicletas

Metrobús a través de su Línea 2 no presenta infraestructura para bicicletas, no se otorgan puntos en este elemento.

Concepto	Puntos
Sin infraestructura para bicicletas	0

f) Integración con sistemas de préstamo de bicicletas

La Línea 2 de Metrobús ofrece servicio de bicicletas públicas (Ecobici) solamente en la estación Nuevo León por lo que no cumple con el criterio de prestar el servicio en al menos el 50% de las estaciones así que no se le pueden otorgar puntos.

Concepto	Puntos
Sistema de préstamo de bicicletas en menos del 50% de las estaciones troncales	0



Ilustración 175 Préstamo de bicicletas (Ecobici)

Fuente: <https://maps.google.com.mx>

V.2.7 Deducciones

a) Velocidades comerciales

Se utilizó la aplicación Oruxmaps para poder obtener la información para evaluar este elemento, por medio de esta aplicación se fueron registrando los datos de las distancias y velocidades mientras se realizaba el recorrido en las horas picos, posteriormente se utilizó el programa Mapsources para obtener una tabla con los datos de las velocidades y distancias por estación y finalmente con ayuda del programa Excel se realizaron tablas y gráficas para cada uno de los recorridos, por lo que existen 4 calificaciones diferentes para este elemento.

- Hora pico en la mañana

Dirección Tepalcates-Tacubaya



Ilustración 176 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Tepalcates a El Rodeo

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

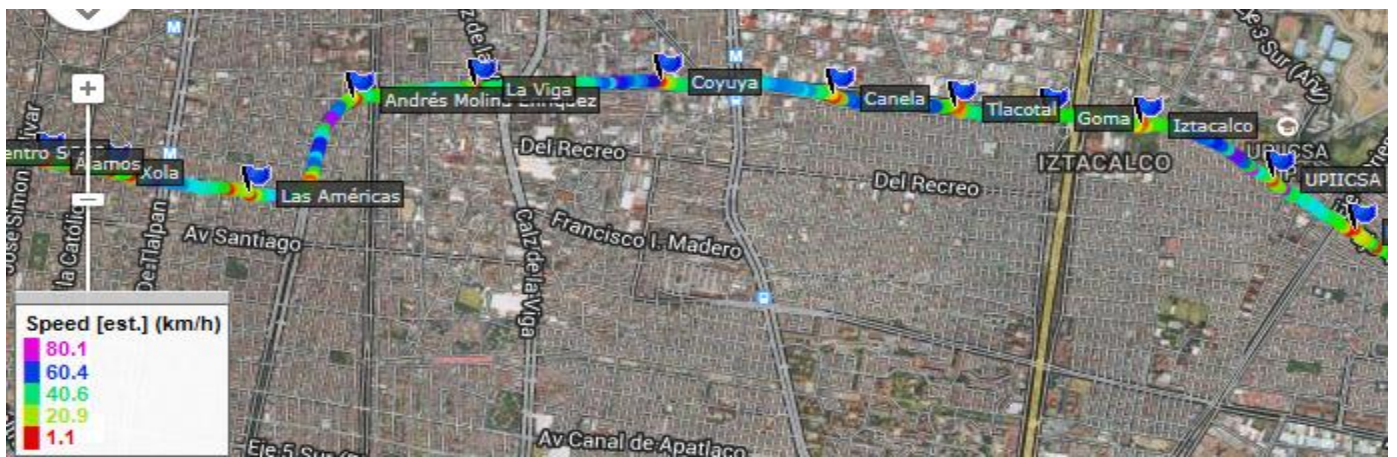


Ilustración 177 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de UPICSA a Álamos

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

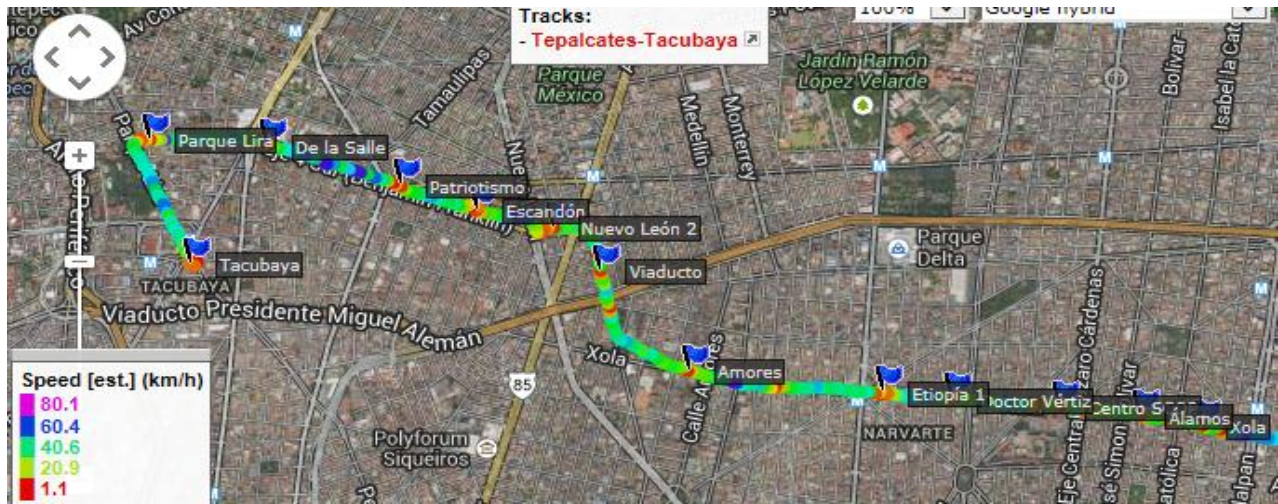


Ilustración 178 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Álamos a Tacubaya

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	9.00 km/h
Velocidad Máxima	42.00 km/h
Velocidad Promedio	19.34 km/h

La velocidad promedio para esta dirección es de 19.34 km/h, por este motivo se hace una deducción de -3 puntos.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima está entre 16 y 19 kph	-3

Dirección Tacubaya-Tepalcates

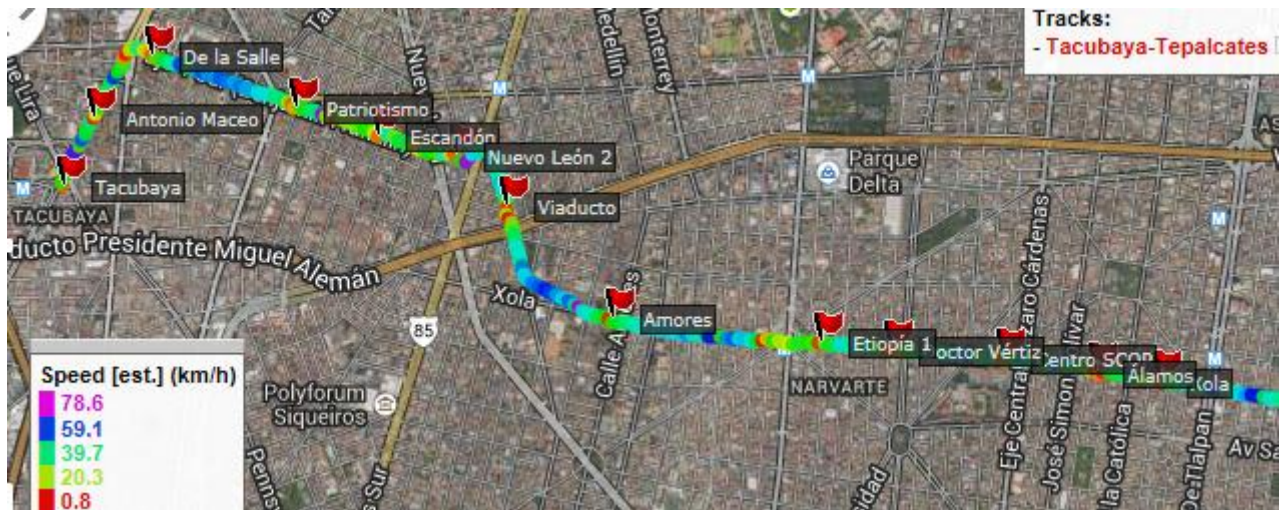


Ilustración 179 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Tacubaya a Xola

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 180 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Xola a UPIICSA

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 181 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de UPIICSA a Tepalcates

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	11.00	km/h
Velocidad Máxima	38.00	km/h
Velocidad Promedio	22.67	km/h

Ya que la velocidad promedio en esta dirección es de 22.67 km/h no se realiza ninguna deducción.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

- Hora pico en la tarde

Dirección Tepalcates-Tacubaya

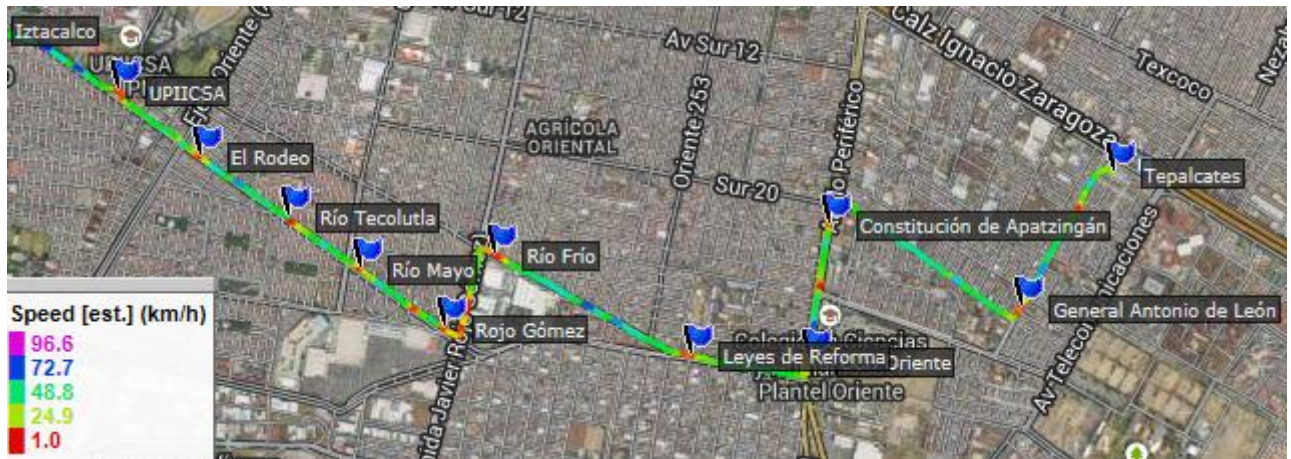


Ilustración 182 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Tepalcates a UPIICSA

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 183 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de UPIICSA a Xola

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

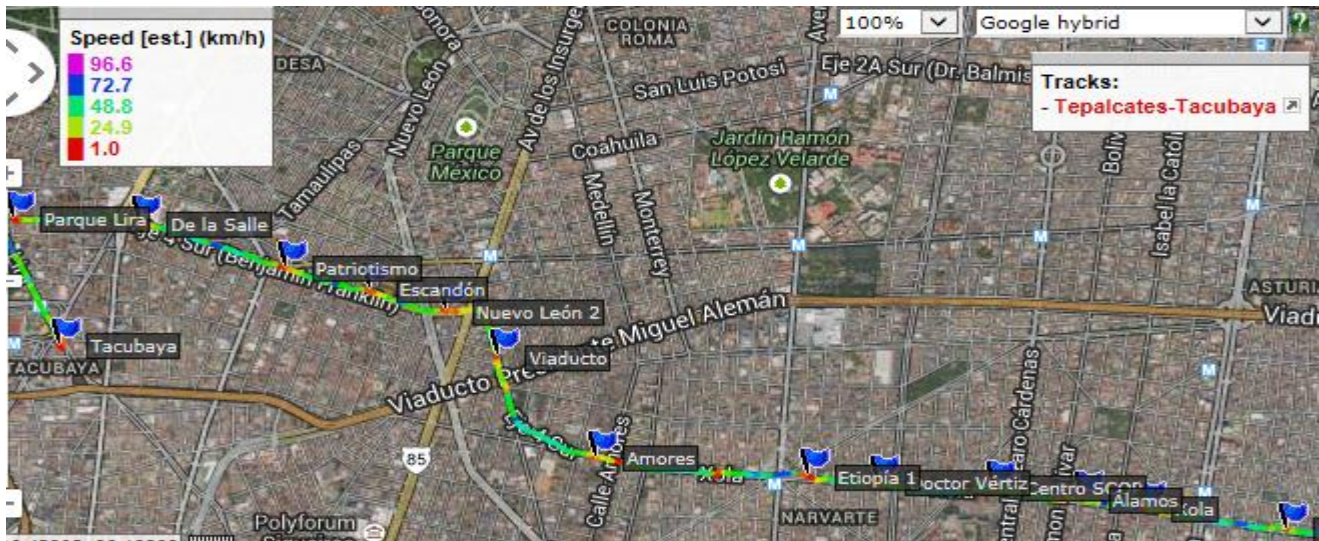


Ilustración 184 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Xola a Tacubaya

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	8.00	km/h
Velocidad Máxima	42.00	km/h
Velocidad Promedio	21.22	km/h

Puede observarse que la velocidad promedio para esta dirección es de 21.22 km/h así que no se realiza ninguna deducción.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

Dirección Tacubaya-Tepalcates

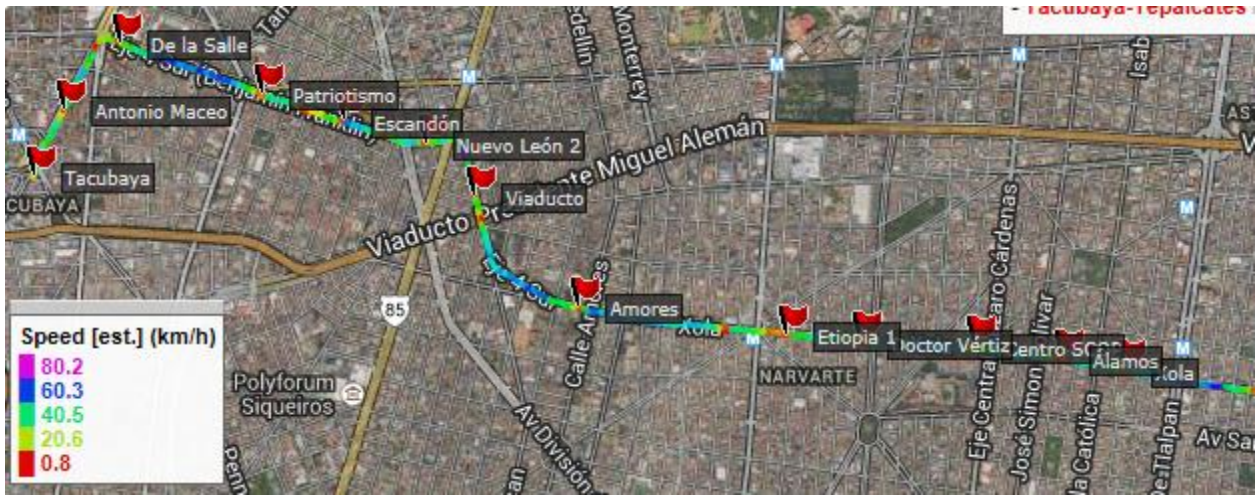


Ilustración 185 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Tacubaya a Xola

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

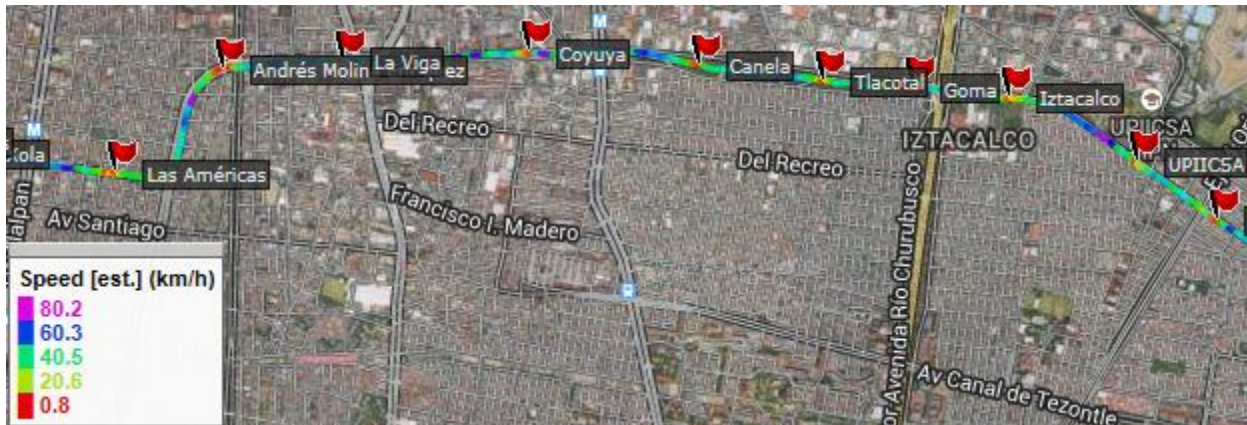


Ilustración 186 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Tacubaya a Xola

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 187 Velocidad de las estaciones de la Línea 2 de Tacubaya a Xola

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

La velocidad promedio para esta dirección es de 22.09 km/h como se aprecia en la siguiente tabla por este motivo no se realiza ninguna deducción a la calificación.

Velocidad Mínima	8.00	km/h
Velocidad Máxima	51.00	km/h
Velocidad Promedio	22.09	km/h

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

b) Mínimo de pasajeros pico por hora por dirección (pphpd) menor a 1,000

La Línea 2 transporta más de 1,000 pasajeros pico por hora por dirección

c) Falta de cumplimiento del derecho de vía

El derecho de vía se respeta a lo largo de todo el corredor, no se realiza ninguna deducción

d) Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma

La Línea 2 cuenta con marcas en el carril del Metrobús que ayudan al conductor a acoplarse adecuadamente a la plataforma de la estación.



Ilustración 188 Marca para asegurar acoplamiento entre el autobús y la estación

Fuente. Elaboración propia

e) Sobrecupo

A continuación se muestran imágenes de cada dirección en las horas pico es decir, de la mañana y de la tarde para poder realizar la evaluación.

- Hora pico en la mañana

Dirección Tepalcates- Tacubaya



Ilustración 189 Interior de autobús de la Línea 2

Fuente: Elaboración propia

En la imagen anterior se puede apreciar que no existe un sobrecupo en esta dirección, por tanto no se realizan deducciones.

Dirección Tacubaya- Tepalcates



Ilustración 190 Autobús de la Línea 2 en hora pico

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la imagen anterior no existe un sobrecupo en el autobús de la Línea por lo que no se deduce ningún punto de la calificación.

- Hora pico en la tarde

Dirección Tepalcates- Tacubaya



Ilustración 191 Interior de autobús Línea 2 en hora pico

Fuente: Elaboración propia

En la imagen anterior se puede apreciar que no existe sobrecupo en esta dirección de la Línea 2 así que no se realiza ninguna deducción.

Dirección Tacubaya- Tepalcates



Ilustración 192 Autobús de la Línea 2 en hora pico

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse en la imagen que no existe sobrecupo en la dirección Tacubaya- tepalcates de la Línea 2 del metrobús por lo que no se aplica ninguna deducción.

f) Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías

Las estaciones y autobuses se encuentran en buen estado, no se realiza ninguna deducción al sistema.



Ilustración 193 Estación de la Línea 2 con buen mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

V.2.8 Tarjeta de puntuación

A continuación se muestra una imagen de la tarjeta de puntuación de la línea 2 del sistema Metrobús en la que se pueden observar todas las calificaciones y algunas observaciones de los elementos del Estándar BRT 2013 que se describieron anteriormente.

Puede observarse que en la sección de deducciones existen 4 puntuaciones diferentes para los conceptos de velocidades comerciales, pasajeros pico por hora por dirección y para sobrecupo; estas calificaciones corresponden a los diferentes recorridos que se realizaron para la Línea 2.

Estandar BRT 2013 Tabla de Evaluación	
Encuestador:	Isis mayté Morales Vidal
Fecha:	12-ago-14
Ciudad, País:	Distrito Federal, México
Nombre del Corredor:	Línea 2 Tepalcates-Tacubaya
Descripción del Corredor: (longitud, número de pasajeros, características, localización, etc.)	Demanda de usuarios 170 mil pax/día Localización Eje 4 Sur-Prolongación Plutarco Elías Calles Longitud 20 km en ambas direcciones



No.	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
I	Características básicas de BRT	33	29	
I.I	Alineación de carriles	7	4	Vías exclusivas divididas al centro de la calle
I.II	Carriles exclusivos y derecho de vía	7	7	Separación física en más del 90% del corredor
I.III	Pago de pasaje anterior al abordaje	7	7	Todas las estaciones cuentan con prepago
I.IV	Manejo de intersecciones	6	5	Existen algunas vueltas a la izquierda
I.V	Abordaje a nivel de plataforma	6	6	Las estaciones presentan abordaje a nivel de plataforma
II	Planeación del servicio	24	18	
II.I	Rutas múltiples	4	4	Rutas que operan sobre múltiples corredores
II.II	Frecuencia en horario pico	3	3	Frecuencia de 40 vehículos/hora
II.III	Frecuencia en horario no pico	2	2	Frecuencia de 24 vehículos/hora
II.IV	Servicios locales, directos y limitados	3	0	No existen servicios limitados o expres
II.V	Centro de control	3	1	Centro de control con solo algunos servicios
II.VI	Presencia en los 10 corredores principales	2	2	Ubicado en los principales corredores
II.VII	Horas de operación	2	2	Cuenta con servicio nocturno y de fin de semana
II.VIII	Perfil de demanda	3	3	Incluye segmento de mayor demanda
II.IX	Red de corredores múltiples	2	1	Parte de una red pequeña
III	Infraestructura	14	7	
III.I	Carril de rebase en estaciones	4	0	No existe carril de rebase
III.II	Minimización de emisiones de autobuses	3	2	Euro IV
III.III	Estaciones que no se estorban con intersecciones	3	1	Estaciones que estorban en las intersecciones
III.IV	Estaciones en el centro	2	2	La mayoría de las estaciones tienen plataforma central
III.V	Calidad del pavimento	2	2	Utiliza nuevo concreto reforzado

No.	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
IV	Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	10	6	
IV.I	Distancia entre estaciones	2	0	Algunas estaciones están separadas más de 0.8 km
IV.II	Estaciones seguras y cómodas	3	3	Estaciones seguras y cómodas
IV.III	Número de puertas por autobús	3	3	Todos los autobuses tienen al menos tres puertas
IV.IV	Bahías y paradas secundarias	1	0	No hay bahías de acoplamiento
IV.V	Puertas corredizas en las estaciones de BRT	1	0	No hay puertas corredizas
V	Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero	5	4	
V.I	Creación de marca	3	3	Todo el sistema cuenta con marca
V.II	Información a pasajeros	2	1	Información estática
VI	Integración y acceso	14	9	
VI.I	Acceso Universal	3	3	Existe buen acceso en todas las estaciones
VI.II	Integración con otros transportes públicos	3	2	Integración del sistema de pago e información
VI.III	Acceso peatonal	3	3	Buen acceso peatonal en todas las estaciones
VI.IV	Estacionamiento seguro para bicicletas	2	1	Existen racks para bicicletas
VI.V	Carriles para bicicletas	2	0	No hay carril para bicicletas
VI.VI	Integración con sistemas de préstamo de bicicletas	1	0	No hay préstamo de bicicletas
TOTAL 100		100	73	
BRT Básico necesita 20		42	0	

	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
VII	Deducciones	-36		
VII.I	Velocidades comerciales	-10		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Tepalcates-Tacubaya		-3	Velocidad promedio de 19.34 km/h
	Dirección Tacubaya-Tepalcates		0	Velocidad promedio de 22.67 km/h
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Tepalcates-Tacubaya		0	Velocidad promedio de 21.22 km/h
	Dirección Tacubaya-Tepalcates		0	Velocidad promedio de 22.09 km/h
VII.II	Pasajeros pico por hora por dirección (pphd) menor a 1,000	-5		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Tepalcates-Tacubaya		0	Mayor a 1,000 PPHPD
	Dirección Tacubaya-Tepalcates		0	Mayor a 1,000 PPHPD
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Tepalcates-Tacubaya		0	Mayor a 1,000 PPHPD
	Dirección Tacubaya-Tepalcates		0	Mayor a 1,000 PPHPD
VII.III	No se respeta el derecho de vía	-5	0	Se respeta el derecho de vía
VII.IV	Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma	-5		No existe espacio entre la plataforma y el autobus
VII.V	Sobrecupo	-3		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Tepalcates-Tacubaya		0	No hay sobrecupo
	Dirección Tacubaya-Tepalcates		0	No hay sobrecupo
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Tepalcates-Tacubaya		0	No hay sobrecupo
	Dirección Tacubaya-Tepalcates		0	No hay sobrecupo
VII.VI	Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías	-8	0	Instalaciones en buen estado

CALIFICACIÓN TOTAL		
		Hora pico en la mañana
70	Dirección Tepalcates-Tacubaya	
73	Dirección Tacubaya-Tepalcates	
		Hora pico en la tarde
73	Dirección Tepalcates-Tacubaya	
73	Dirección Tacubaya-Tepalcates	

Ilustración 194 Tarjeta de puntuación Línea 2 MB

Fuente: Elaboración propia

V.3 Línea 3 (Etiopia-Tenayuca)

V.3.1 Características básicas de BRT

a) Alineación de carriles

La línea 3 del sistema Metrobús utiliza una alineación de dos carriles localizados al centro de la calle divididos en un carril por dirección, así que se evalúa a este elemento con 4 puntos de 7.

Concepto	Puntos
Vías exclusivas divididas-una parada para cada sentido-que se encuentran alineadas al centro de la calle	4



Ilustración 195 Alineación de carriles Línea 3, Metrobús

Fuente: Elaboración propia

b) Carriles exclusivos y derecho de vía

Se utiliza un carril exclusivo para los autobuses del Metrobús en la Línea 3 por medio de delimitadores vehiculares a lo largo de todo el corredor, por esta razón se otorgan 7 puntos de 7 de calificación.

Concepto	Puntos
Carriles exclusivos que se respetan completamente o con una separación física de los carriles en más del 90% del total del corredor	7



Ilustración 196 Carril exclusivo Línea 3

Fuente: Elaboración propia

c) Pago de pasaje anterior al abordaje

La Línea 3 del Metrobús permite reducir el tiempo de abordaje a los autobuses mediante el prepago en todas las estaciones del corredor obteniendo una calificación de 7 puntos de 7.

Concepto	Puntos
100% de las estaciones troncales tienen sistemas de barrera de control anteriores a los autobuses	7



Ilustración 197 Máquinas para recargar tarjeta del metrobús y torniquetes

Fuente: Elaboración propia

d) Manejo de intersecciones

A través del corredor de la Línea 3 no se permite realizar vueltas a la izquierda por medio del carril del Metrobús, aunque si existen algunas vueltas a la izquierda así que el sistema obtiene una puntuación de 5 puntos de 6.

Concepto	Puntos
La mayoría de las vueltas a través de los carriles del autobús están prohibidas	5



Ilustración 198 Señalamiento que prohíbe vuelta a la izquierda a través del carril del Metrobús

Fuente: <http://www.jornada.unam.mx>

e) Abordaje a nivel de plataforma

Como se puede apreciar en la siguiente imagen los autobuses de la Línea 3 del Metrobús ofrecen un abordaje a nivel de plataforma con lo que obtiene 6 puntos de 6.

Concepto	Puntos
100% de los autobuses están nivelados con la plataforma; se implementan medidas para reducir el espacio entre la plataforma y el autobús	6



Ilustración 199 Abordaje a nivel de plataforma

Fuente: Elaboración propia

V.3.2 Planeación del servicio

a) Rutas múltiples

La Línea 3 del sistema Metrobús agregó una ruta entre la línea 1 y la 3 ahorrando el transbordo a los usuarios con lo que obtiene 4 puntos de 4.

Tenayuca 		 Buenavista III
Primera salida: 5:00 hrs Última salida: 23:34 hrs	Lunes a viernes	Primera salida: 5:10 hrs Última salida: 00:11 hrs
Primera salida 5:58 hrs Últimas salida 23:41 hrs	Sábados	Primer salida: 5:58 hrs Última salida: 00:19 hrs
Primera salida: 6:00 hrs Última salida: 23:37 hrs	Domingos	Primera salida: 6:18 hrs Última salida: 00:16 hrs

Ilustración 200 Ruta múltiple de la Línea 3

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas.html#RL3>

b) Frecuencia en horario pico

Para obtener la frecuencia de los autobuses de la Línea 3 del sistema metrobús se utilizó el mismo documento de las otras dos líneas, la respuesta del sistema INFOMEX folio número 0317000034412 (Anexo 1), como puede apreciarse en la siguiente imagen dentro del rectángulo rojo la frecuencia de la Línea 3 en hora pico es de 36 vehículos/hora por lo que se califica con 3 puntos de 3 a este elemento.

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehículos/hora	1 vehículo cada	Vehículos/hora	1 vehículo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

Ilustración 201 Frecuencia en hora pico de la Línea 3 del Metrobús

Fuente: Elaboración propia

Concepto	Puntos
100% tienen cuando menos 8 autobuses por hora	3

c) Frecuencia en horario no pico

Del mismo documento del sistema INFOMEX se obtuvo la información de la frecuencia en hora no pico de la Línea 3, en la imagen se observa dentro del rectángulo rojo la frecuencia de autobuses para esta Línea con lo que se califica con 2 puntos de 2.

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehículos/hora	1 vehículo cada	Vehículos/hora	1 vehículo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

Ilustración 202 Frecuencia en hora no pico de la Línea 3

Fuente: Elaboración propia

Concepto	Puntos
100% de las rutas tienen cuando menos 4 autobuses por hora	2

d) Servicios locales, directos y limitados

No existen servicios limitados o exprés en la Línea 3 por lo que no se otorgan puntos en este elemento.

Concepto	Puntos
Sin servicios limitados o directos	0

e) Centro de control

El sistema Metrobús cuenta con centro de control pero solo ofrece algunos servicios por lo que solo se otorga 1 punto de 3.

Concepto	Puntos
Centro de control con algunos servicios	1



Ilustración 203 Centro de control Metrobús

Fuente: <http://www.portalautomotriz.com>

f) Presencia en los 10 corredores principales

La Línea 3 del Metrobús se localiza en Eje 1 Poniente uno de los principales corredores de la Ciudad de México, por lo que el corredor obtiene 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Está entre los 10 corredores de mayor demanda	2

g) Horas de operación

El sistema Metrobús ofrece servicio nocturno y de fin de semana a lo largo de su Línea 3 con lo que se califica con 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Servicio nocturno y de fin de semana	2



Ilustración 204 Horario de operación de la Línea 3

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/rutas>

h) Perfil de demanda

La Línea 3 del Metrobús incluye los segmentos de mayor demanda así que se califica con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
El corredor incluye el segmento de mayor demanda	3

i) Red de corredores múltiples

El corredor 3 del sistema metrobús es parte de una red de corredores sin embargo, es una red muy pequeña por lo que se da 1 punto de 2.

Concepto	Puntos
Parte de, pero sin conexión a, una red BRT existente o planeada	1



Ilustración 205 Mapa de rutas del sistema Metrobús

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/mapa.html>

V.3.3 Infraestructura

a) Carril de rebase en estaciones

No existe carril de rebase en la Línea 3 del Metrobús por lo tanto no pueden ofrecerse servicios limitados o exprés, no se otorgan puntos en este elemento al corredor.

Concepto	Puntos
Sin carriles de rebase	0



Ilustración 206 Sin carril de rebase en las estaciones de la Línea 3

Fuente: Elaboración propia

b) Minimización de emisiones de autobuses

Para saber el número de emisiones de la Línea 3 del metrobús se utilizó la información del sistema INFOMEX que se usó en la evaluación de la Línea 1 y 2 (Anexo 2), como se muestra en las siguientes imágenes el Corredor 3 utiliza Euro V con lo que obtiene 2 puntos de 3.

Tabla 53 Tipo de emisión utilizado por los autobuses del Metrobús

	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO SE EV
Línea 1	136	7	24	
Línea 2	24	61	15	
Línea 3			56	
Línea 4				54
Línea 5			24	

Fuente: Elaboración propia

Concepto	Puntos
Euro IV o V con filtros de MP o EE.UU.2007	2



Ilustración 207 Autobús Euro V, Línea 3

Fuente: Elaboración propia

c) Estaciones que no se estorban con intersecciones

Solo algunas de las estaciones de la Línea 3 se encuentran alejadas de las intersecciones por esto se califica al corredor con 1 punto de 3.

Concepto	Puntos
35% de las estaciones troncales cumplen con el criterio anterior	1



Ilustración 208 Estación cerca de una intersección

Fuente: <http://www.eluniversaldf.mx/fotos>

d) Estaciones en el centro

Todas las estaciones de la Línea 3 cuentan con plataforma central por lo que obtiene 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
80% o más de las estaciones troncales tienen plataformas centrales que atienden en ambas direcciones.	2



Ilustración 209 Estaciones en el centro, Línea 3

Fuente: <http://www.autobusesmercedesbenz.com.mx>

e) Calidad del pavimento

La Línea 3 del Metrobús utiliza concreto reforzado a lo largo del corredor, se le otorgan 2 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Nuevo concreto reforzado en todo el corredor, diseñado para durar 15 años o más	2



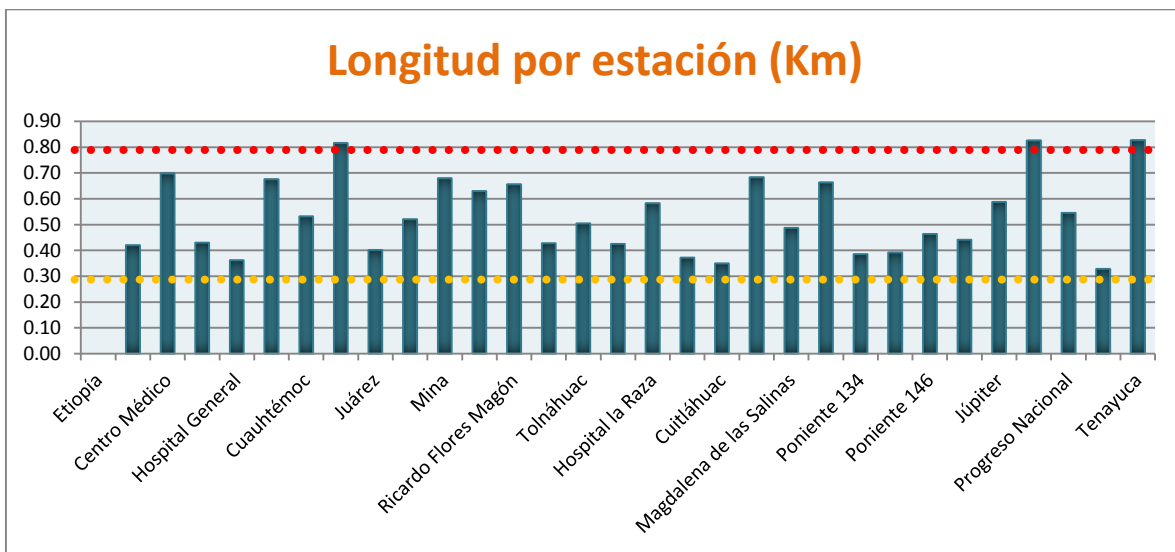
Ilustración 210 Calidad de pavimento Línea 3

Fuente: Elaboración propia

V.3.4 Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús

a) Distancia entre estaciones

Para poder evaluar este elemento se utilizó la aplicación Oruxmaps con la cual se obtuvieron los datos de las distancias entre estaciones dando como resultado la siguiente gráfica.



Se observa en la gráfica que algunas de las estaciones están separadas a más de 0.8 km (las que sobrepasan la línea roja) por lo que se calificó al sistema con 0 puntos de 2.

Concepto	Puntos
Las estaciones están separadas entre 0.3 Km (0.2 millas) y 0.8 Km (0.5 millas)	0

b) Estaciones seguras y cómodas

Como se muestra en la imagen la Línea 3 del metrobús cuenta con estaciones seguras y cómodas para los usuarios por este motivo se le califica con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Todas las estaciones del corredor troncal son amplias, atractivas y protegen del clima	3



Ilustración 211 Estación segura y cómoda Línea 3

Fuente: Elaboración propia

c) Número de puertas por autobús

Línea 3 ofrece servicio de autobuses con 4 puertas para el ascenso y descenso de los usuarios así que se califica al corredor con 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
100% de los autobuses tienen 3 o más puertas, o con dos puertas anchas	3



Ilustración 212 Número de puertas en el autobús

Fuente: <http://photos-e.ak.fbcdn.net>

d) Bahías y paradas secundarias

El sistema metrobús no cuenta con paradas secundarias o bahías a lo largo del corredor 3 por lo que no se otorgan puntos en este elemento.

Concepto	Puntos
Menos de dos paradas secundarias o bahías en las estaciones de mayor demanda	0



Ilustración 213 Estación línea 3 sin parada secundaria

Fuente: Elaboración propia

e) Puertas corredizas en las estaciones de BRT

En la siguiente imagen se muestra que no existen puertas corredizas en las estaciones de la Línea 3 de Metrobús por lo que se dan 0 puntos de 1.

Concepto	Puntos
Cualquier otra opción	0



Ilustración 214 Línea 3 del Metrobús sin puertas corredizas

Fuente: Elaboración propia

V.3.5 Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero

a) Creación de marca

El sistema Metrobús en su Línea 3 cuenta con marca propia que identifica las estaciones y los autobuses mediante un logo y color en los autobuses, por lo que recibe una calificación de 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Todos los autobuses, rutas y estaciones en el corredor se identifican con una misma marca característica de todo el sistema BRT	3



Ilustración 215 Marca del sistema Metrobús

Fuente: <http://www.transparencia.df.gob.mx>

b) Información a pasajeros

Dentro de las estaciones del 3 corredor del metrobús se cuenta con mapas de las rutas y del sistema, aunque solo se ofrece información estática y no en tiempo real por lo que se califica con 1 punto de 2.

Concepto	Puntos
Información moderada para pasajeros (estática o en tiempo real)	1



Ilustración 216 Mapa de ruta para informar a los usuarios

Fuente: Elaboración propia

V.3.6 Integración y acceso

a) Acceso universal

A lo largo del Corredor 3 del sistema Metrobús se ofrece un buen acceso a personas con capacidades diferentes, se les ofrece servicio gratuito, zona exclusiva para su abordaje, y señalamientos en Braille para las personas que lo requieren.

Concepto	Puntos
Accesibilidad total en todas las estaciones y vehículos	3



Ilustración 217 Medidas para asegurar un buen acceso a personas con discapacidades

Fuente: Elaboración propia

b) Integración con otros transportes públicos

El sistema Metrobús integra su 3 corredor mediante mapas de información dónde se presentan otras opciones de transporte como metro, corredor cero emisiones, ecobici, tren suburbano por esto se califica con 2 puntos de 3.



Ilustración 218 Integración de modos de transporte

Fuente: <http://www.metrobus.df.gob.mx/>

c) Acceso peatonal

Existen pasos peatonales seguros y con rampas para personas con capacidades diferentes a lo largo de la Línea 3 con lo cual obtiene 3 puntos de 3.

Concepto	Puntos
Hay un acceso peatonal bueno y seguro en cada estación y en un área de 500 metros alrededor del corredor	3



Ilustración 219 Paso peatonal seguro Línea 3

Fuente: Elaboración propia

d) Estacionamiento seguro para bicicletas

Se cuenta con racks para estacionar bicicletas a lo largo de la Línea 3 del sistema Metrobús por lo que obtiene 1 punto de 2.

Concepto	Puntos
Racks para bicicletas en la mayoría de las estaciones	1



Ilustración 220 Rack para bicicletas Línea 3

Fuente: Elaboración propia

e) Carriles para bicicletas

No existe infraestructura para bicicletas en la Línea 3 por lo que no se le otorga ningún punto.

Concepto	Puntos
Sin infraestructura para bicicletas	0

f) Integración con sistemas de préstamo de bicicletas

El sistema Metrobús en su Línea 3 solo ofrece préstamo de bicicletas en cuatro de sus estaciones que son: Hidalgo, Juárez, Balderas y Cuauhtémoc, por lo que no cumple con el criterio de ofrecer el servicio en al menos 50% de las estaciones por lo que recibe 0 puntos de 1 en este elemento.

Concepto	Puntos
Sistema de préstamo de bicicletas en menos del 50% de las estaciones troncales	0



Ilustración 221 Préstamo de bicicletas Ecobici

Fuente: <https://maps.google.com.mx>

V.3.7 Deducciones

a) Velocidades comerciales

Para evaluar este elemento se utilizó la aplicación Oruxmaps donde se registró la velocidad al realizar el recorrido en las horas picos (mañana y tarde), y con ayuda del programa Mapsources se pudo obtener una tabla con las velocidades de todo el recorrido entre cada estación, finalmente con el programa Excel se obtuvo el promedio de la velocidad a lo largo del corredor; como se realizaron cuatro recorridos para esta Línea dos para la mañana (Etiopía-Tenayuca y Tenayuca-Etiopía) y dos por la tarde (Etiopía-Tenayuca y Tenayuca-Etiopía) se tiene cuatro calificaciones diferentes.

- Hora pico en la mañana

Dirección Etiopía-Tenayuca



Ilustración 222 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Etiopía a Mina

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 223 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Mina a Magdalena de las Salinas

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 224 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Mina a Magdalena de las Salinas

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	9.00 km/h
Velocidad Máxima	46.00 km/h
Velocidad Promedio	21.23 km/h

Ya que la velocidad es de 21.23 km/h no se realizan deducciones.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

Dirección Tenayuca-Etiopía

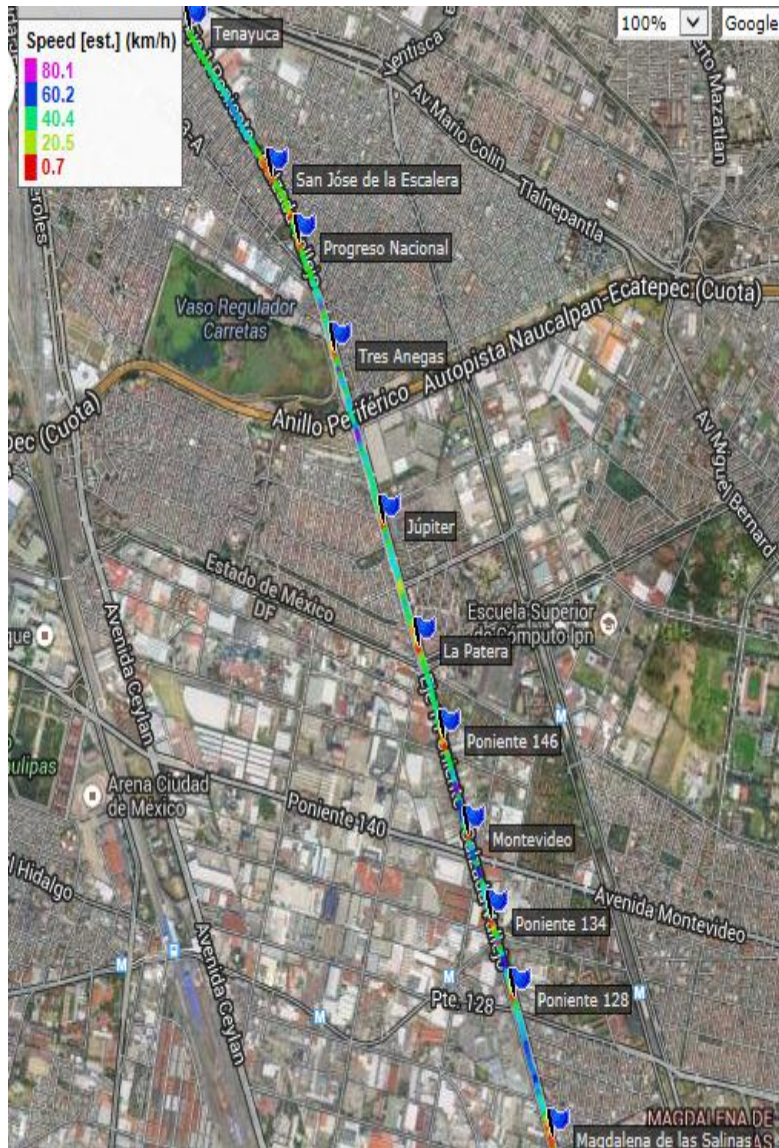


Ilustración 225 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Tepalcates a Magdalena de las Salinas

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

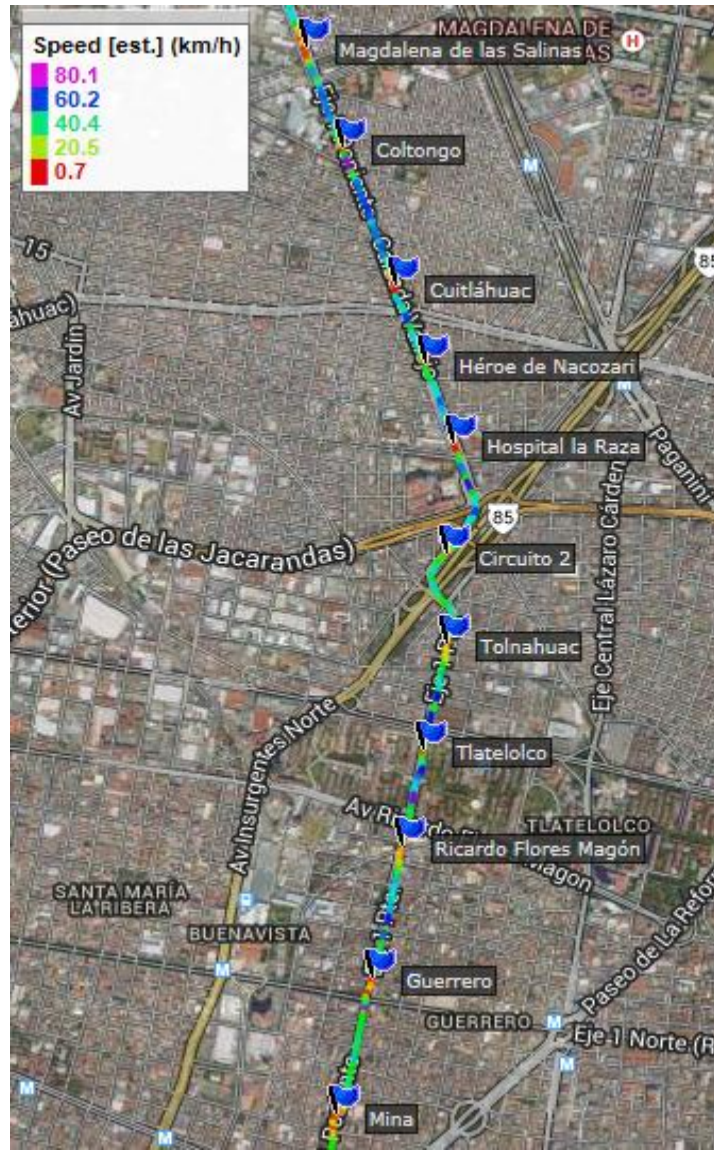


Ilustración 226 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Magdalena de las Salinas a Mina

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

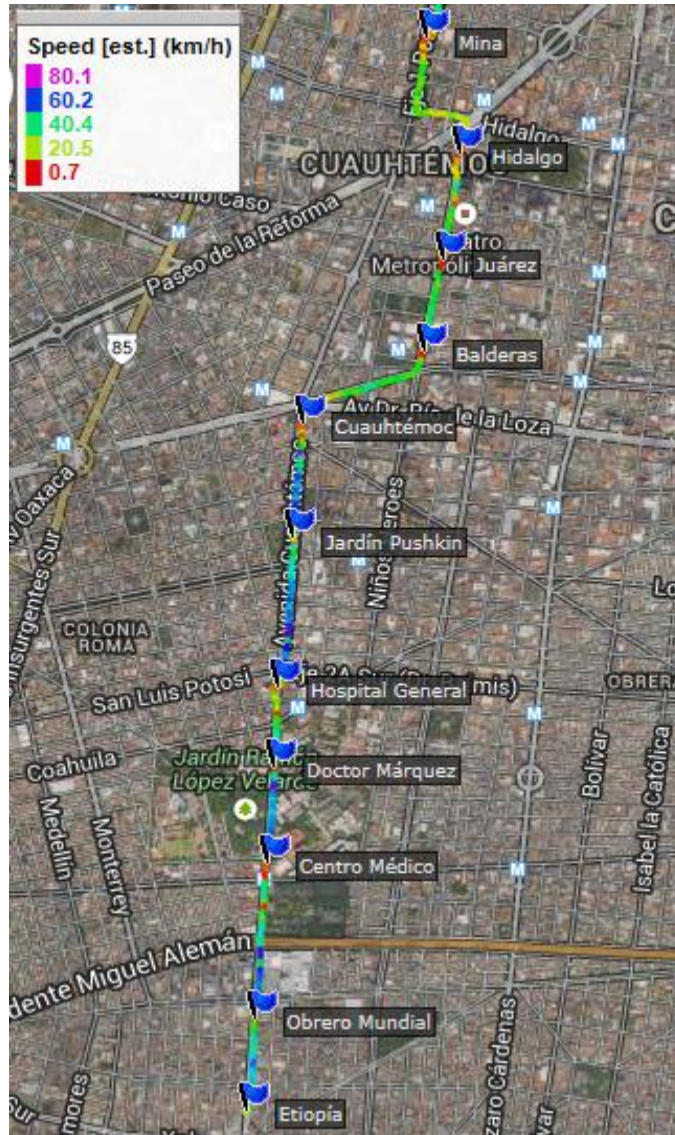


Ilustración 227 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Mina a Etiópia

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	8.00	km/h
Velocidad Máxima	40.00	km/h
Velocidad Promedio	20.06	km/h

La velocidad para esta dirección es de 20.06 km/h por lo que tampoco se realiza alguna deducción.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

- Hora pico en la tarde

Dirección Etiopía-Tenayuca

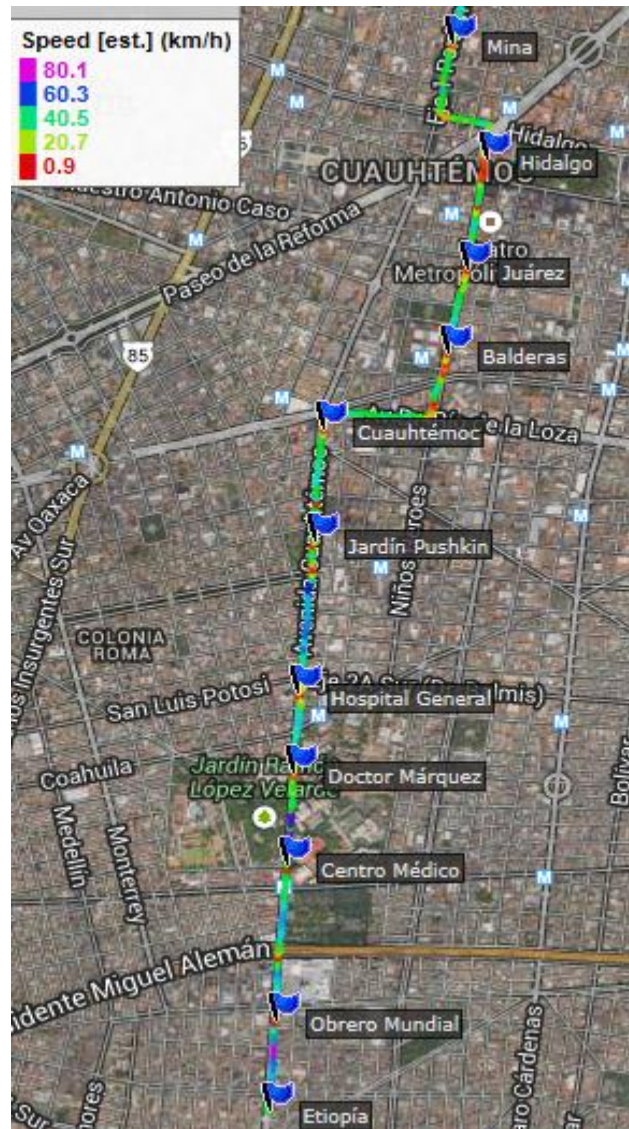


Ilustración 228 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Etiopía a Mina

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

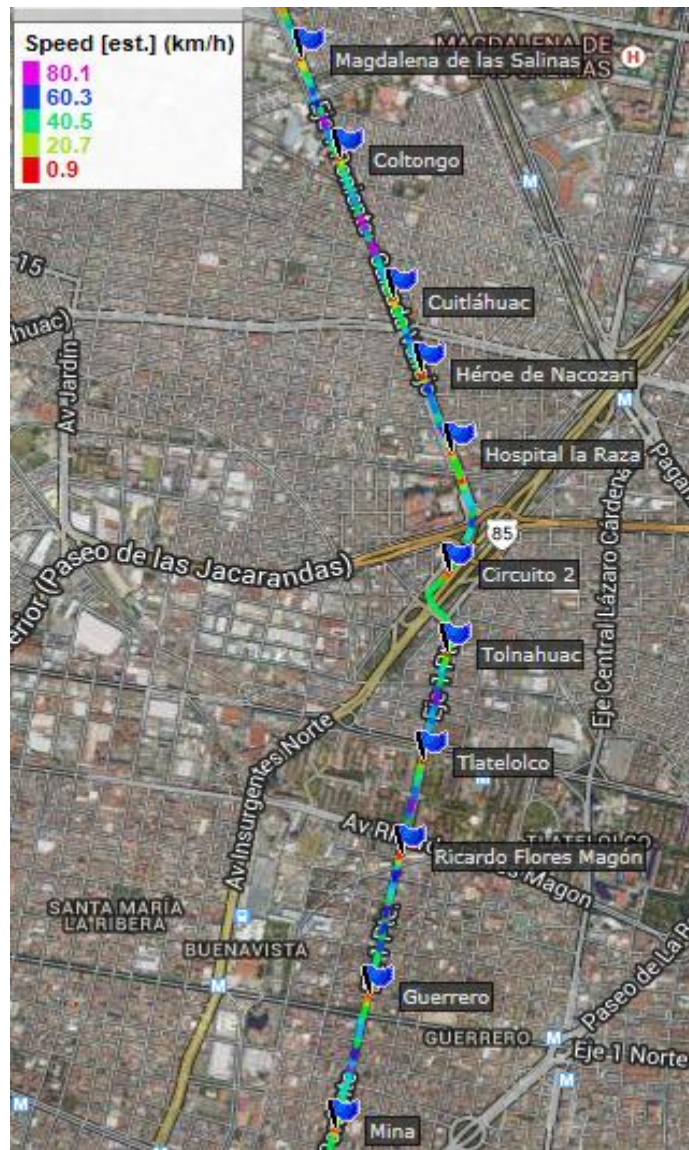


Ilustración 229 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Mina a Magdalena de las Salinas

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 230 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Magdalena de las Salinas a Tenayuca

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	8.00 km/h
Velocidad Máxima	49.00 km/h
Velocidad Promedio	20.45 km/h

En esta dirección la Línea 3 presenta una velocidad promedio de 20.45 así que no se realizan deducciones.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

Dirección Tenayuca-Etiopía

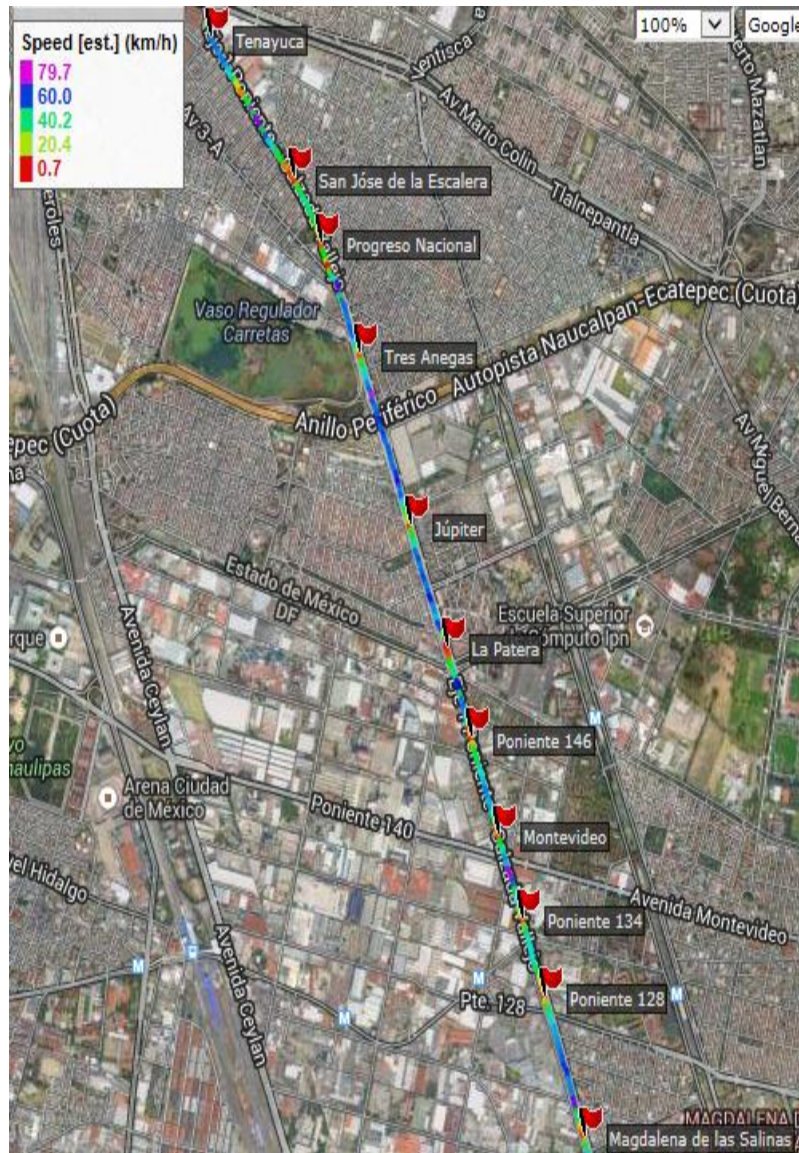


Ilustración 231 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Tenayuca a Magdalena de las Salinas

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 232 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Magdalena de las Salinas a Mina

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer



Ilustración 233 Velocidad de las estaciones de la Línea 3 de Mina a Etiópia

Fuente: Elaboración propia, basada en Programa GPS Visualizer

Velocidad Mínima	8.00	km/h
Velocidad Máxima	44.00	km/h
Velocidad Promedio	21.52	km/h

La velocidad para esta dirección es de 21.52 por lo cual no se realizan deducciones.

Concepto	Puntos
El promedio de velocidad comercial mínima es de 20 kph o superior	0

b) Mínimo de pasajeros pico por hora por dirección (pphpd) menor a 1,000

La Línea 3 del sistema Metrobús transporta a más de 1, 000 pasajeros pico por hora por dirección, por este motivo no se deduce ningún punto.

c) Falta de cumplimiento del derecho de vía

A lo largo del recorrido de la Línea 3 se cumple con el derecho de vía del sistema, no se realiza ninguna deducción.

d) Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma

La Línea 3 del Metrobús cuenta con marcas para ayudar al conductor a acoplarse adecuadamente a la plataforma de la estación, por lo que no existe un espacio entre la plataforma y el autobús y no se realiza ninguna deducción.



Ilustración 234 Marca para asegurar el acoplamiento del autobús y la plataforma

Fuente: <http://grupoindi.com/wp-content/uploads/2013/09/Metrobus-017.jpg>

e) Sobrecupo

Ahora se presentarán imágenes de cada hora pico y de cada dirección es decir, dos imágenes de la mañana y dos de la tarde para poder evaluar este elemento.

- Hora pico en la mañana

Dirección Etiopía-Tenayuca

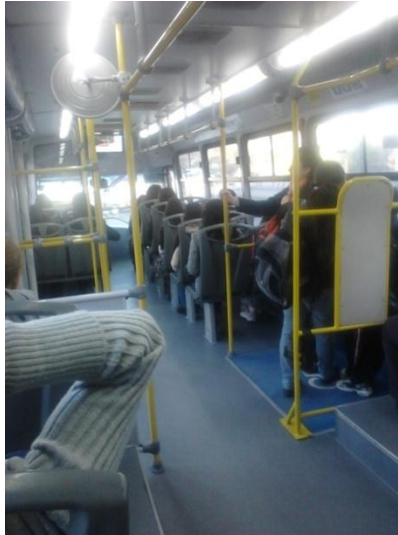


Ilustración 235 Autobús de la línea 3 sin sobrecupo

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la imagen no existe sobrecupo a lo largo del corredor en la hora pico de la mañana por lo que no se aplica ninguna deducción.

Dirección Tenayuca-Etiopía



Ilustración 236 Evidencia de que no existe sobrecupo en la Línea 3

Fuente: Elaboración propia

No existe sobrecupo en la Línea 3 así que no se deduce ningún punto al corredor.

- Hora pico en la tarde

Dirección Etiopía-Tenayuca



Ilustración 237 Evidencia de que autobús de la Línea 3 no sufre sobrecupo

Fuente: Elaboración propia

En la imagen anterior puede apreciarse que no existe un sobrecupo en el autobús por lo que no se realizan deducciones a la calificación.

Dirección Tenayuca-Etiopía



Ilustración 238 Autobús de la Línea 3 sin sobrecupo

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la Línea 3 no presenta sobrecupo en el autobús así que no se deduce ningún punto al corredor.

f) Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías



Ilustración 239 Estación de la Línea 3 con buen mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones de la Línea 3 del sistema Metrobús se encuentran en buen estado y con buen mantenimiento al igual que los autobuses por este motivo no se realizan deducciones.

V.3.8 Tarjeta de puntuación Línea 3

A continuación se muestra una imagen de la tarjeta de puntuación de la Línea 3 del sistema Metrobús donde puede apreciarse un resumen de las calificaciones que se detallaron anteriormente, puede observarse que en la sección de deducciones se asignan cuatro calificaciones diferentes para algunos elementos ya que dependen de la dirección del recorrido que se realizó y de la hora pico ya sea en la mañana o en la tarde, igualmente al final de la tabla se da la calificación total del estándar aplicando las deducciones correspondientes para cada dirección y cada hora pico.

Estandar BRT 2013 Tabla de Evaluación



Encuestador:	Isis Mayté Morales Vidal
Fecha:	12-ago-14
Ciudad, País:	Distrito Federal, México
Nombre del Corredor:	Línea 3 Etiopía-Tenayuca
Descripción del Corredor: (longitud, número de pasajeros, características, localización, etc.)	Demanda de usuarios 140 mil pax/día Localización Eje 1 Poniente, Clz. Vallejo Longitud 17 km ambos sentidos

No.	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
I	Características básicas de BRT	33	29	
I.I	Alineación de carriles	7	4	Vías exclusivas divididas al centro de la calle
I.II	Carriles exclusivos y derecho de vía	7	7	Separación física en más del 90% del corredor
I.III	Pago de pasaje anterior al abordaje	7	7	Todas las estaciones tienen prepago
I.IV	Manejo de intersecciones	6	5	Existen algunas vueltas izquierdas
I.V	Abordaje a nivel de plataforma	6	6	Todas presentan abordaje a nivel de plataforma
II	Planeación del servicio	24	18	
II.I	Rutas múltiples	4	4	Rutas que operan sobre múltiples corredores
II.II	Frecuencia en horario pico	3	3	Frecuencia de 36 vehículos/hora
II.III	Frecuencia en horario no pico	2	2	Frecuencia de 26 vehículos/hora
II.IV	Servicios locales, directos y limitados	3	0	No hay servicio limitado o exprés
II.V	Centro de control	3	1	Centro de control con solo algunos servicios
II.VI	Presencia en los 10 corredores principales	2	2	Eje 1 Poniente es uno de los principales ejes viales
II.VII	Horas de operación	2	2	Cuenta con servicio nocturno y de fin de semana
II.VIII	Perfil de demanda	3	3	Incluye segmento de mayor demanda
II.IX	Red de corredores múltiples	2	1	Parte de una red pequeña
III	Infraestructura	14	7	
III.I	Carril de rebase en estaciones	4	0	No existe carril de rebase
III.II	Minimización de emisiones de autobuses	3	2	Euro V
III.III	Estaciones que no se estorban con intersecciones	3	1	Estaciones que estorban en las intersecciones
III.IV	Estaciones en el centro	2	2	La mayoría de las estaciones tienen plataforma central
III.V	Calidad del pavimento	2	2	Utiliza nuevo concreto reforzado

No.	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
IV	Diseño de la estación e interfaz de la Estación-Autobús	10	6	
IV.I	Distancia entre estaciones	2	0	Algunas estaciones están separadas más de 0.8 km
IV.II	Estaciones seguras y cómodas	3	3	Estaciones seguras y cómodas
IV.III	Número de puertas por autobús	3	3	Todos los autobuses tienen al menos tres puertas
IV.IV	Bahías y paradas secundarias	1	0	No hay bahías de acoplamiento
IV.V	Puertas corredizas en las estaciones de BRT	1	0	No hay puertas corredizas
V	Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero	5	4	
V.I	Creación de marca	3	3	Todo el sistema cuenta con marca
V.II	Información a pasajeros	2	1	Información estática
VI	Integración y acceso	14	9	
VI.I	Acceso Universal	3	3	Existe buen acceso en todas las estaciones
VI.II	Integración con otros transportes públicos	3	2	Integración del sistema de pago e información
VI.III	Acceso peatonal	3	3	Buen acceso peatonal en todas las estaciones
VI.IV	Estacionamiento seguro para bicicletas	2	1	Existen racks para bicicletas
VI.V	Carriles para bicicletas	2	0	No hay carril para bicicletas
VI.VI	Integración con sistemas de préstamo de bicicletas	1	0	No hay préstamo de bicicletas
TOTAL 100		100	73	
Mínima necesaria 18				

	CATEGORÍA	MÁXIMO PUNTAJE	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES: ¿Por qué esta calificación, existe algún problema?
VII	Deducciones	-36		
VII.I	Velocidades comerciales	-10		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Etiopía-Tenayuca		0	Velocidad promedio de 21.23 km/h
	Dirección Tenayuca-Etiopía		0	Velocidad promedio de 20.06 km/h
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Etiopía-Tenayuca		0	Velocidad promedio de 20.45 km/h
	Dirección Tenayuca-Etiopía		0	Velocidad promedio de 21.52 km/h
VII.II	Pasajeros pico por hora por dirección (pphp) menor a 1,000	-5		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Etiopía-Tenayuca		0	Más de 1,000 PPHPD
	Dirección Tenayuca-Etiopía		0	Más de 1,000 PPHPD
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Etiopía-Tenayuca		0	Más de 1,000 PPHPD
	Dirección Tenayuca-Etiopía		0	Más de 1,000 PPHPD
VII.III	No se respeta el derecho de vía	-5	0	Se respeta el derecho de vía
VII.IV	Espacio considerable entre el piso del autobús y la plataforma	-5		No hay espacio entre el piso y la plataforma
VII.V	Sobrecupo	-3		
	Hora pico en la mañana			
	Dirección Etiopía-Tenayuca		0	No hay sobrecupo
	Dirección Tenayuca-Etiopía		0	No hay sobrecupo
	Hora pico en la tarde			
	Dirección Etiopía-Tenayuca		0	No hay sobrecupo
	Dirección Tenayuca-Etiopía		0	No hay sobrecupo
VII.VI	Poco mantenimiento en autobuses, estaciones, sistemas tecnológicos y vías	-8		Si hay mantenimiento

CALIFICACIÓN TOTAL			
			Hora pico en la mañana
	73	Dirección Etiopía-Tenayuca	
	73	Dirección Tenayuca-Etiopía	
			Hora pico en la tarde
	73	Dirección Etiopía-Tenayuca	
	73	Dirección Tenayuca-Etiopía	

Ilustración 240 Tarjeta de puntuación Línea 3 MB

Fuente: Elaboración propia

VI. Análisis de resultados



VI Análisis de resultados

A lo largo de este trabajo se presentaron las evaluaciones de las Líneas 1, 2 y 3 del sistema Metrobús, se realizó la evaluación únicamente en esos corredores debido a que la Línea 4 (Buenavista-San Lázaro-Aeropuerto) presenta otras condiciones para su operación, es decir los autobuses son diferentes a las otras líneas, la tarifa cambia al igual que la forma de pago; se detalló cada elemento del estándar BRT 2013 y justificación de las puntuaciones asignadas por medio de fotografías y en algunos casos con ayuda de diferentes programas de computación.

A continuación se hará un pequeño análisis de la tarjeta de puntuación de cada Línea para detallar el porqué de la calificación y las deducciones aplicadas así como el certificado que obtienen con esa puntuación en una tabla resumen de la evaluación de las tres líneas.

a) Línea 1 Caminero- Indios Verdes

Como se analizó en el capítulo anterior en la tarjeta de puntuación de la Línea 1 puede observarse que la Línea uno obtiene 29 puntos para la sección de Características básicas de 33 puntos máximos para esta sección, debido a que en el elemento de alineación de carriles obtuvo solo 4 puntos ya que el corredor solo cuenta con un carril por sentido y 5 puntos en manejo de intersecciones ya que existen vueltas a la izquierda sobre el corredor. El corredor obtiene una calificación mayor a 20 puntos por lo que se considera sistema BRT y puede seguirse su evaluación.

En la categoría de Planeación del servicio la línea obtuvo 18 puntos de 24 debido a que la Línea no cuenta con servicio exprés y a que el centro de control solo presenta algunos servicios, y la red de corredores es muy pequeña. En la sección de Infraestructura se obtuvieron 6 puntos de 14 por la falta de carril de rebase, algunas estaciones se encuentran ubicadas cerca de las intersecciones y algunos autobuses utilizan Euro III.

En cuanto a Diseño de la estación e interfaz de la estación-autobús la Línea 1 solo consiguió 4 puntos de 10 ya que algunas estaciones están más alejadas de 0.8 km, no todas las estaciones son amplias y cómodas y no existen paradas secundarias ni puertas corredizas.

Para la sección de Calidad de servicio y sistemas de información al pasajero el corredor tiene 4 puntos de 5 ya que solo perdió un punto al solo presentar información estática a los usuarios. En la categoría de Integración y acceso se calificó con 10 puntos de 14 debido a que solo se cuenta con integración con otros medios de transporte en forma de pago e información, no existen carriles para bicicletas y solo se realiza préstamo de bicicletas en algunas estaciones.

Estas puntuaciones nos dan una calificación de 71 puntos para el corredor, sin embargo deben de implementarse las deducciones correspondientes.

Dentro de la sección de deducciones se otorgan cuatro diferentes puntajes para los conceptos de velocidades comerciales, pasajeros pico por hora y sobrecupo, en cuanto al elemento de velocidades comerciales no se realizó ninguna deducción debido a que a lo largo de los 4 recorridos la velocidad fue mayor a 20 km/h. La cantidad de pasajeros pico por hora es mayor a los 1,000 usuarios por lo que no se recibe ninguna deducción, en cuanto al elemento No se respeta el derecho de vía como pudo observarse en el capítulo VI en la evaluación de la Línea 1 existen algunos tramos donde se permite la vuelta izquierda a lo largo del corredor lo que genera que en algunas secciones se invada ocasionalmente el carril exclusivo, por lo que se deduce 1 punto de la calificación total y como esto sucede a lo largo del horario de operación se deduce en las cuatro calificaciones correspondientes a este corredor.

Y en el elemento sobrecupo se realiza una deducción de 3 puntos para los dos recorridos de la hora pico de la mañana debido a que existe evidencia visible de que no se puede acceder al autobús, en el caso de la dirección Indios Verdes-Caminero en el horario matutino no se realiza el recorrido completo, es decir, que el recorrido termina una estación antes en La Joya debido a que existe tanta gente en la estación el Caminero que sería imposible bajar en ella.

Teniendo en cuenta que la calificación fue de 71 puntos y aplicando las deducciones aclaradas anteriormente la Línea obtiene una puntuación de:

Hora Pico en la mañana	
Dirección	Calificación
<i>Indios verdes-Caminero</i>	67 puntos
<i>Caminero-Indios Verdes</i>	67 puntos

Hora Pico en la tarde	
Dirección	Calificación
<i>Indios verdes-Caminero</i>	70 puntos
<i>Caminero-Indios Verdes</i>	70 puntos

Como puede observarse La Línea 1 Caminero- Indios Verdes del Sistema Metrobús obtiene certificado bronce para la hora pico de la mañana en las dos direcciones y certificado plata para la hora pico de la tarde en ambas direcciones.

b) Línea 2 Tepalcates- Tacubaya

La Línea 2 Tepalcates- Tacubaya obtuvo una calificación de 29 puntos de 33 debido a que el sistema solo cuenta con un carril por dirección lo que le proporciona 4 puntos de 7, y 5 puntos de 6 en manejo de intersecciones porque existen algunas vueltas a la izquierda a lo largo del corredor. El corredor de la Línea 2 del sistema Metrobús obtiene una calificación mayor a 20 puntos en la sección de Características básicas así que se considera como un sistema BRT y se sigue con su evaluación.

En la categoría de planeación del servicio la Línea 2 consiguió 18 puntos de 24 porque no existen servicios exprés, el centro de control solo presenta algunos servicios y la red de corredores es muy pequeña; en la categoría de Infraestructura el corredor obtuvo 7 puntos de 14 debido a que no existe carril de rebase, los autobuses utilizan tecnología Euro IV y las estaciones se localizan cerca de las intersecciones.

En cuanto a Diseño de la estación e interfaz estación- autobús se calificó con 6 puntos de 10 ya que no existen puertas corredizas en las estaciones ni bahías y paradas secundarias, además algunas estaciones están separadas más de 0.8 km.

En Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero se calificó a la Línea 2 con 4 puntos de 5 solo perdió un punto en el elemento de información a pasajeros ya que no cuenta con información en tiempo real, para la sección de Integración y acceso se calificó con 9 puntos de 14 ya que el corredor no cuenta con carril exclusivo para bicicletas, estacionamiento seguro para bicicletas ni préstamo de bicicletas en las estaciones, además la Línea 2 solo se integra con otros medios de transporte en información al pasajero y forma de pago.

Lo que da una calificación de 73 puntos para la Línea 2, pero deben realizar algunas deducciones a la calificación del corredor.

En cuanto a la sección de deducciones existen cuatro calificaciones diferentes una por cada hora pico y por cada dirección para los elementos de velocidades comerciales, pasajeros pico por hora y sobrecupo en el elemento de velocidad comercial tres de los cuatro recorridos presentaron una velocidad mayor a 20 km/h mientras que el cuarto recorrido presentó una velocidad de 19.34 km/h ameritando una deducción de 3 puntos en el recorrido de la hora pico de la mañana dirección Tepalcates- Tacubaya. En cuanto a la cantidad de pasajeros pico por hora no se realiza ninguna deducción porque el sistema transporta más de 1,000 pasajeros, y en el elemento de sobrecupo no se realiza tampoco ninguna deducción ya que como se mostro en el capítulo VI en las fotografías no existe evidencia de sobrecupo en la estación, los usuarios pueden abordar el autobús sin ningún problema.

Como se analizó anteriormente la calificación para la Línea 2 fue de 73 puntos y aplicando la deducción correspondiente la calificación total de corredor es:

Hora Pico en la mañana	
Dirección	Calificación
<i>Tepalcates-Tacubaya</i>	70 puntos
<i>Tacubaya-Tepalcates</i>	73 puntos

Hora Pico en la tarde	
Dirección	Calificación
<i>Tepalcates-Tacubaya</i>	73 puntos
<i>Tacubaya-Tepalcates</i>	73 puntos

Ya que la calificación en los cuatro recorridos es de 70 y 73 puntos la Línea 2 tepalcates- Tacubaya por lo que recibe certificado BRT plata en las dos horas picos y dos direcciones.

c) Línea 3 Etiopía- Tenayuca

La Línea 3 consiguió 29 puntos de 33 en la categoría de características básicas como se mostró en la tarjeta de puntuación en el capítulo anterior, en el elemento de alineación de carriles ya que solo existe un carril por dirección obtiene 4 de los 7 puntos y en manejo de intersecciones se le da 5 puntos de 6 debido a que a lo largo del corredor existen vueltas a la izquierda ya que la Línea 3 consiguió una calificación mayor a 20 puntos en esta sección se le considera sistema BRT y se prosigue con su evaluación.

Para la categoría de Planeación del servicio obtuvo 18 puntos de 24 porque no existen servicios exprés, el centro de control solo cuenta con algunos servicios y la red de corredores es muy pequeña. En los elementos relacionados con Infraestructura se calificó a la Línea 3 con 7 de 14 puntos ya que no existe carril de rebase en las estaciones esto le hace perder 4 puntos, los autobuses utilizan Euro IV y algunas estaciones se localizan cerca de las intersecciones.

Los elementos relacionados al Diseño de la estación e interfaz de la estación- autobús se calificó con 6 puntos de 6 debido a que algunas estaciones están separadas más de 0.8 km, no existen bahías de acoplamiento, paradas secundarias ni puertas corredizas en las estaciones.

En la sección Calidad del servicio y de los sistemas de información al pasajero obtuvo 4 puntos de 5 ya que la información a los pasajeros es solo estática es decir no se cuenta con información en tiempo real, actualmente se cuenta con algunas

pantallas al interior de los autobuses en la Línea 3 aunque solo en fase de prueba para implementar el servicio Citi que permitirá ofrecer información en tiempo real a los usuarios y que planea instalarse a la Línea 1 y 2 del sistema Metrobús.

Integración y acceso, para esta categoría la Línea 3 obtiene una calificación de 9 puntos de 14 porque el corredor solo se integra con otros modos de transporte en información y forma de pago, no existe un carril exclusivo para bicicletas ni préstamo de bicicletas.

Puede observarse que la calificación para la Línea 3 Etiopía- Tenayuca es de 73 puntos sin embargo hace falta analizar las deducciones correspondientes.

Para la sección de deducciones existen diferentes calificaciones para algunos elementos como velocidad comercial, pasajeros pico por hora y sobrecupo porque varían dependiendo de la hora pico y la dirección del recorrido, en cuanto al elemento de velocidad comercial no se realiza ninguna deducción en los cuatro recorridos ya que estos presentan una velocidad mayor a 20 km/h, en pasajeros pico por hora tampoco se realizan deducciones ya que el corredor transporta más de 1,000 pasajeros en cada dirección y en cada hora pico, y en sobrecupo tampoco se deduce nada a la calificación del corredor ya que como pudo observarse en las imágenes del capítulo VI para esta Línea del Metrobús no existe evidencia de un sobrecupo en la estación para poder abordar ni adentro del autobús.

Por lo que no se realiza ninguna deducción al corredor así que la calificación total para la Línea 3 Etiopía- Tenayuca es de:













Hora Pico en la mañana	
Dirección	Calificación
<i>Etiopía-Tenayuca</i>	73 puntos
<i>Tenayuca-Etiopía</i>	73 puntos

Hora Pico en la tarde	
Dirección	Calificación
<i>Etiopía-Tenayuca</i>	73 puntos
<i>Tenayuca-Etiopía</i>	73 puntos

Como se muestra la calificación para los cuatro recorridos de esta Línea es de 73 para cada uno ellos y ya que es mayor a 70 puntos se otorga certificado BRT plata.

A continuación se muestra una tabla resumen con las calificaciones para cada línea en cada dirección y hora pico, además se puede observar en ella que certificado obtuvo cada una.

Tabla 54 Resumen calificaciones Estándar BRT 2013

Resumen calificaciones Estándar BRT 2013 del Metrobús				
Línea	Hora Pico	Dirección	Calificación	Certificado
1	Mañana	<i>Caminero-Indios Verdes</i>	67	
		<i>Indios Verdes-Caminero</i>	67	
	Tarde	<i>Caminero-Indios Verdes</i>	70	
		<i>Indios Verdes-Caminero</i>	70	
2	Mañana	<i>Tepalcates-Tacubaya</i>	70	
		<i>Tacubaya-Tepalcates</i>	73	
	Tarde	<i>Tepalcates-Tacubaya</i>	73	
		<i>Tacubaya-Tepalcates</i>	73	
3	Mañana	<i>Etiopía-Tenayuca</i>	73	
		<i>Tenayuca-Etiopía</i>	73	
	Tarde	<i>Etiopía-Tenayuca</i>	73	
		<i>Tenayuca-Etiopía</i>	73	

Fuente: Elaboración propia

Puede observarse que la Línea 2 (Tepalcates-Tacubaya) y la Línea 3 (Etiopía-Tenayuca) obtuvieron certificado Plata en las dos horas picos en ambas direcciones mientras que la Línea 1 (Caminero-Indios verdes) en su hora pico de la mañana obtuvo certificado Bronce debido a las deducciones que sufrió el corredor por el elemento de Sobrecupo y la falta de cumplimiento de vía como se describió anteriormente.

VII. Conclusión



El problema de tránsito generado por el crecimiento demográfico ha provocado un aumento en la demanda de transporte público que tiene un servicio ineficiente ya que es inseguro y los tiempos de viaje son mayores a lo que deberían ser, esto genera la preferencia por el uso de automóvil particular que a su vez genera mayores congestionamientos y un tiempo mayor para poder moverse de un lugar a otro.

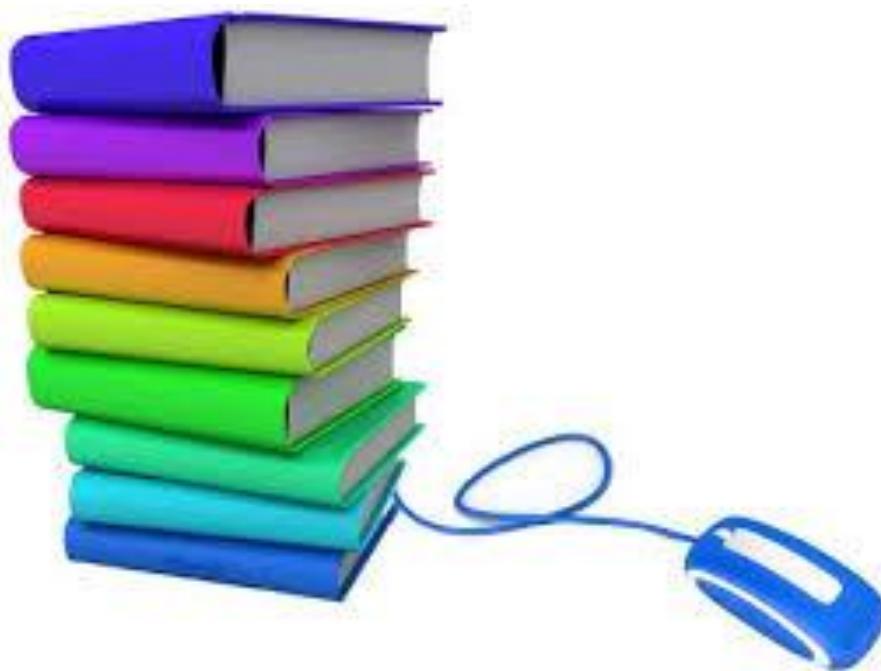
Debe de planearse una red de transporte que sea eficiente para los usuarios y que les permita tener una mejor movilidad tomando en cuenta las vialidades con mayor problema de tránsito y solucionando su recorrido con alternativas que realmente solucionen su situación actual.

Al realizarse la evaluación del Sistema Metrobús mediante el Estándar BRT puede concluirse que los sistemas BTR hoy en día son una solución factible para el problema de tránsito existente en la Ciudad ya que proporciona una mejor movilidad a los usuarios con su carril confinado y con la calidad de sus estaciones les proporciona una mejor seguridad y confort además de ser una solución a bajo costo comparado con otros sistemas de transporte. Si bien es cierto como pudo observarse en las tarjetas de puntuación de la evaluación de cada Línea del Sistema Metrobús existen elementos con los que no cuenta el servicio y que son indispensables para garantizar una mejoría en el servicio tal como:

- ❖ Incluir sistemas de información en tiempo real, este tipo de servicio permite al usuario saber en qué momento aparecerá su autobús, esto permitirá controlar el espacio entre autobuses, así como monitorear cada unidad y su desempeño. Actualmente se planea la instalación de cámaras en el interior de los autobuses del metrobús para poder ofrecer este servicio. Esto a su vez permitirá que el Centro de Control del Sistema pueda ofrecer todos los servicios.
- ❖ Uno de los servicios que el sistema debería ofrecer es Servicios directos o exprés la ventaja de este servicio permitiría a los usuarios realizar su recorrido en un tiempo menor al que ya se ofrece mediante el transporte Metrobús para realizar esto el sistema debe contar con carril de rebase en estaciones y paradas secundarias, sin embargo mientras el uso del automóvil particular se considere como la principal alternativa de transporte urbano no podrá implementarse este servicio ya que disminuir un carril más a la vialidad podría ocasionar serios problemas de tránsito.
- ❖ Crear una verdadera red con múltiples corredores permitirá a los usuarios tener una movilidad mayor y poder llegar a cualquier lugar mediante el uso del transporte público, existe en la actualidad una red de 5 corredores en el sistema Metrobús, es necesario incrementar la red para que los usuarios puedan acceder a una mayor cantidad de puntos en la Ciudad por este medio de transporte ya que si el usuario debe utilizar el Metrobús y algún otro servicio de transporte tal como microbús o camión para llegar a su destino preferirá no utilizar el Metrobús ya que no le representa una solución a su traslado.
- ❖ Integrar el sistema con otros medios de transporte tal como Metro o sistemas de préstamo de bicicletas permitirá al usuario tener mayor alternativas para realizar sus viajes debe de realizarse una conexión física con otros medios de transporte para que el usuario no tenga que salir de un sistema para entrar a otro aunque existe la facilidad de transbordo entre las Líneas del sistema también debería de promoverse el transbordo con el Sistema Metro para generar una conexión mayor con otros sistemas, al igual que asegurar el préstamo de bicicletas y carriles exclusivos para ella permitiría esta actuar como una ruta alimentadora del sistema y mejoraría la seguridad vial.
- ❖ Se debe atender el problema de sobrecupo en los autobuses ya que como pudo analizarse fue uno de los factores que afectó la calificación del sistema al implicar una deducción de 3 puntos sobre todo en la Línea 1 Caminero-Indios Verdes así como atender el cumplimiento del derecho de vía que si bien se cumple casi en su totalidad existen algunos tramos donde presenta un problema serio la invasión del carril exclusivo del Metrobús.

Puede concluirse que la implementación de Sistemas BRT en la Ciudad de México representa una solución más que factible para el problema de tránsito debido a sus numerosos beneficios no solo físicos si no de imagen urbana, movilidad e impacto ambiental, en el caso específico de las Línea 1,2 y 3 que fueron evaluadas puede observarse que las calificaciones para la infraestructura y planeación del servicio cumplen con las características básicas de un sistema BRT y se encuentran dentro de la escala de Certificado BRT plata, sin embargo aun hay algunos elementos que deben implementarse y mejorarse que ya se mencionaron antes para mejorar la calidad del servicio. Deben de atenderse de manera inmediata los elementos en cuanto a velocidad comercial y sobrecupo que afectaron a los corredores aplicando deducciones ya que esto nos permitirá tener un servicio con certificado BRT plata en todas las Líneas y en ambas horas pico del sistema.

Referencias



Libros

- 1.- CAL Y MAYOR, R. ; CÁRDENAS J. 1995. Ingeniería de Tránsito; Fundamentos y aplicaciones. 7 ed. Colombia, Alfaomega.
- 2.- VUCHIC V.R. 1981. Urban public transportation; Systems and Technology. University of Pennsylvania. Prentice-Hall.
- 3.- ALCEDA A. 1997. La operación de los transportes. México, Corporación Mexicana de Impresiones, S.A. de C.V.
- 4.- WUITE P.1995. Public transport; Its Planning, management and operation. 3 ed. University of Westminster, UCL Press.

Tesis

- 1.- LEO Vargas, Alejandro José, ADAME Martínez, Salvador, JIMÉNEZ Jiménez, José de Jesús. Comparación de los sistemas de transporte rápido de autobús articulado en México. Universidad Autónoma del Estado de México, 2012.
- 2.- CALDERÓN Arzate, Lina Patricia. Análisis Cualitativo del Sistema de Transporte Metrobús Insurgentes en su primer etapa, Tesis para obtener el Título de Urbanista. México, D.F. Ciudad Universitaria, 2008. 107 h.
- 3.- HERNÁNDEZ Martínez, Clara Luz. Estudio comparado del desempeño del Transporte Público metrobús y Transmilenio, durante la globalización en el periodo 2004-2006, Tesis para obtener el título de Licenciado en Comercio Internacional. México D.F. Escuela Superior de Comercio y Administración Unidad Santo Tomás IPN, 2008, 187 h.

Artículos

- 1.- Urban Mobility: Advancing towards integrated collective Transport Systems.
- 2.- Movilidad Urbana Sostenible: Un reto energético y ambiental.
- 3.- Programa Integral de Vialidad y Transporte 2007- 2012, Gaceta Oficial del Distrito Federal.
- 4.- TCRP – Report 118: Bus Rapid Transit Practitioner’s Guide.
- 5.- TCRP – Report 90: Bus Rapid Transit, Volume 1: Case studies in Bus Rapid Transit.
- 6.- TCRP – Report 90: Bus Rapid Transit, Volume 2: Implementation Guidelines.
- 7.- Recapturing Global Leadership in Bus Rapid Transit, A Survey of Select U.S. Cities. ITDP
- 8.- Guía de Planificación de Sistemas BRT, Autobuses de Tránsito Rápido. ITDP

Páginas WEB

1. <http://mexico.itdp.org/documentos/>
2. <http://www.metrobus.df.gob.mx/>
3. <http://www.transmilenio.gov.co/>
4. <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/home.action>

Anexos



A continuación se presentan los documentos que ayudaron en la realización del trabajo anterior.

El Anexo 1 está formado por el documento enviado como respuesta Folio 0317000034412 del sistema INFOMEX donde se aclara la frecuencia del servicio del Sistema Metrobús de cada línea.

En el Anexo 2 se encuentra el documento de la respuesta Folio 0317000040713 del sistema INFOMEX donde se responde que nivel de emisiones presenta cada Línea del Sistema Metrobús y que calidad de pavimento se encuentra en cada corredor.

ANEXO 1

RESPUESTA DEL SISTEMA INFOMEX

FOLIO 0317000034412

(Frecuencia de servicio del Sistema Metrobús)

“2012 Año por la Cultura de la Legalidad”

Metrobús. Respuesta a solicitud de información pública. Folio 0317000034412

Descripción de la solicitud:

“Frecuencia de servicio del Sistema Metrobus (en c/u de las 4 líneas) en Horas Pico y en Horas Valle, es decir, veh/hr” (Cita)

Respuesta:

En atención a su solicitud de información pública y con fundamento en los artículos 6° y 16 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, a los artículos 45, 47, 51 y 58 fracción VII de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal, artículo 42 fracción I del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal; el numeral 8 fracción VII de los Lineamientos para la Gestión de solicitudes de Información Pública y de Datos personales a través del Sistema INFOMEX del Distrito Federal, se le informa la frecuencia de servicio por línea.

Frecuencia de servicio del Sistema Metrobús

Línea	Horas pico		Horas valle	
	Vehículos/hora	1 vehículo cada	Vehículos/hora	1 vehículo cada
1	69	52 segundos	49	63 segundos
2	40	1 minuto 30 segundos	24	2 minutos 30 segundos
3	36	1 minuto 40 segundos	26	2 minutos 18 segundos
4	17.41	3 minutos 27 segundos	9	6 minutos 40 segundos

En espera de haber atendido satisfactoriamente su solicitud, Metrobús le reitera su total disposición para atender cualquier duda o solicitud de información adicional.

Por último, hago de su conocimiento que en el caso de que la respuesta a su solicitud no sea satisfactoria, puede interponer en un término de 15 días hábiles Recurso de Revisión de manera directa o por medios electrónicos ante el Instituto de Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales del Distrito Federal, no se omite señalar que lo podrá hacer por escrito libre o a través de los formatos que proporciona el INFODF o bien por medios electrónicos de conformidad con los artículos 76, 77 y 78 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales del Distrito Federal.

Atentamente

Lic. Juan Manuel Gómez Rodríguez
Responsable de la Oficina de Información Pública de Metrobús

ANEXO 2

RESPUESTA DEL SISTEMA INFOMEX

FOLIO 0317000040713

(Nivel de emisiones y calidad del pavimento)



"2013; AÑO DE BELISARIO DOMÍNGUEZ"

México, DF; a 30 de octubre de 2013

Metrobús. Respuesta a solicitud de información pública. Folios 0317000040713

Descripción de la solicitud:

"QUE NIVEL DE EMISIONES TIENEN LOS AUTOBUSES EN CADA UNA DE LAS LINEAS DEL SISTEMA METROBUS QUE TIPO DE PAVIMENTO SE UTILIZO EN CADA UNA DE LAS LINEAS A QUE HORA SE PRESENTA LA HORA PICO EN CADA LINEA" (Cita).

Respuesta:

En atención a su solicitud de información pública y con fundamento en los artículos 6° y 8° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 1, 2, 3, 4, 7, 9 fracciones I, III y VI, 11, 26, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 51, 53, 54 y 58 de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal; 46, 47, 48, 49 y 52 del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Distrito Federal; el numeral 8 fracción VII de los Lineamientos para la Gestión de solicitudes de Información Pública y de Datos personales a través del Sistema INFOMEX del Distrito Federal, la Subgerencia de Nuevas Tecnologías y Reducción de Emisiones de Metrobús le informa lo siguiente:

"¿Qué nivel de emisiones tienen los autobuses en cada una de las líneas del Sistema Metrobús?"

Todos los autobuses que operan en el Sistema Metrobús cuentan con certificación de bajas emisiones de acuerdo a la normativa EURO. En función del momento en el que se han incorporado al servicio se ha buscado que siempre se incorpore la mejor tecnología disponible en el mercado, de esta forma la flota total para cada Línea se presenta en la siguiente tabla.

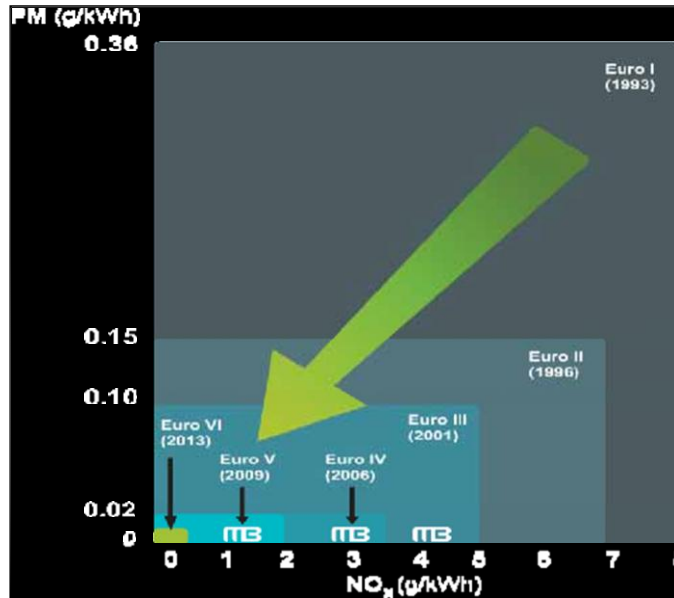
	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO SEEV
Línea 1	136	7	24	
Línea 2	24	61	15	
Línea 3			56	
Línea 4				54
Línea 5			24	

Como referencia a la emisión de compuestos contaminantes se presenta una gráfica comparativa de emisiones de la Certificación EURO para Óxidos de Nitrógeno (NOx) y Material Particulado (PM).





"2013; AÑO DE BELISARIO DOMÍNGUEZ"



¿Qué tipo de pavimento se utilizó en cada una de las líneas?

Para la infraestructura de las Líneas 1, 2 y 3 de Metrobús se utilizó concreto hidráulico para la construcción del carril confinado. Por las características de la Línea 4, en el Centro Histórico de la Ciudad, y considerando que algunas de las vialidades por las que circula (República de el Salvador y Belisario Domínguez, entre otras) se habían intervenido recientemente, se aprovechó el carril que se acababa de instalar y para los tramos no intervenido previamente se utilizó concreto hidráulico, a excepción del ramal que atiende las Terminales 1 y 2 en las que se circula por asfalto. Para la Línea 5 de Metrobús se instaló una solución nueva que consiste en capas de diferentes materiales, como se muestra en la siguiente imagen. Para mayor detalle respecto a la construcción y materiales utilizados, se recomienda hacer la consulta a la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) ya que es la dependencia responsable de la infraestructura.

