



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE
INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y
ADMINISTRATIVAS**

PROPUESTA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE CALIDAD PARA EL CORREDOR TEXCOCO- LA PAZ

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN TRANSPORTE**

**P R E S E N T A N
APODACA FRAGOSO RICARDO ERNESTO
DÍAZ ZAMORA VICTOR FERNANDO
FUENTES AGUILLON MARIO
GONZÁLES MEDINA HIRAM ISRAEL
PERALES NAVA BRÁULIO**

Agradecimientos:

Ricardo Ernesto Apodaca Fragoso

Agradezco a mis padres que me han dado su apoyo no solo en la tesis y en la carrera si no en toda la vida ya que gracias a sus enseñanzas e llegado a ser la persona que soy, de igual forma a toda mi familia por su apoyo, en especial a mis hermanos.

Con aprecio también agradezco a mis maestros, que tuvieron la paciencia y dedicación para brindarnos conocimiento, algunos mejor que otros pero todos nos enseñaron algo.

A todos mis amigos y personas que estimo ya que también me han apoyado.

A todos gracias por apoyarme y estar conmigo.

Agradecimientos:

Víctor Fernando Díaz Zamora

"Papa

Mi profesor de toda la vida.

Mama

Gracias por tu apoyo incondicional.

Juan Manuel

Mi gran soporte en las decisiones difíciles."

Agradecimientos:

Quiero expresar mi agradecimiento

Primero más que a nada a dios por permitirme haber llegado a este momento.

A Mario y María de Jesús mis padres por que sin escatimar esfuerzo alguno sacrificaron gran parte de su vida para educarme. Gracias a su apoyo, cariño y consejos, he llegado a realizar una de mis grandes metas lo que constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir, no me resta más que decirles muchas gracias.

A mis hermanos Jeronimo y Alfredo por su cariño y comprensión

A la Familia Fuentes por su apoyo y comprensión.

A la Familia Aguillon por su apoyo y comprensión

A mis profesores por haberme compartido su sabiduría y experiencia.

Mario Fuentes Aguillon

Agradecimientos:

Hiram Israel González Medina

La carrera de Ing. en Transporte en si es un reto que requiere de disciplina, organización, empeño, constancia y perseverancia.

Para lo cual me estuvieron apoyando diferentes personas, situaciones y experiencias de la vida; y es este espacio donde les quiero agradecer a todos ellos.

Quiero agradecer a mis padres, que me apoyaran desde el inicio con consejos, tiempo, experiencias, economía y que siempre estuvieran a mi lado; sin importar que no estábamos juntos, siempre tuvimos tiempo para todo.

También agradezco a mis tíos, tías, y abuela, que siempre me estuvieron hechando porras para terminar la carrera, y me apoyaron como a un hijo sin ser su responsabilidad.

No quiero dejar pasar al amor de mi vida Luzy, me brindo mucho apoyo moral y ético, fue un ejemplo a seguir en mi vida y siempre estuvo a mi lado.

Agradezco a los profesores que nos empujaron a sacar lo mejor de nosotros, y nos enseñaron a mejorar cada día, a no darnos por vencido.

Otras personas que apoyaron ese logro fueron mis compañeros, con los cuales pasamos grandes momentos en esta casa del conocimiento, estudiamos juntos, reíamos juntos, nos divertíamos juntos y sufríamos juntos (en los exámenes), pero nunca nos copiamos. Si no fuera por algunas personas que le flojearon más que otros, yo no me hubiera visto en la responsabilidad de estudiar mas y entregarme mas a la escuela, lo cual me ayudo mucho en el ámbito personal y laboral.

Hablando de lo laboral, agradezco a la empresa en la que laboro las facilidades que nos brindaron para darnos tiempo de realizar tramites y visitas a las escuela.

A todos ustedes, Gracias.

Este logro es para todos nosotros...

Agradecimientos:

Braulio Perales Nava

A mi Familia, por que creyeron en mi y por que me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, por que en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzadas mis metas, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos mas difíciles de mi vida, y por que el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final. Esto es por ustedes, por lo que valen, por que admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mi.

Gracias por haber fomentado en mi el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

Mil palabras no bastarían para agradecerles todo el apoyo y comprensión en los momentos buenos y malos que hemos pasado.

A mis amigos y compañeros de escuela.

A mis profesores.

A todos ustedes espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso, sincero e incondicional apoyo.

Gracias Totales!!!!!!

Índice

RESUMEN:	VI
INTRODUCCIÓN:	II
CAPITULO 1 DESCRIPCIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE INFLUENCIA	I
1.1 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE TEXCOCO.....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE CHICOLOAPAN	5
1.3 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE CHIMALHUACAN	7
1.4 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE LA PAZ.....	10
1.5 GENERALIDADES	12
CAPITULO 2 SISTEMA DE TRANSPORTE CONFINADO DE AUTOBUSES ARTICULADOS (BRT)	13
2.1 SISTEMAS BRT	13
2.1.1 ¿QUE ES UN BRT?.....	13
2.1.2 LOS 6 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL BRT	14
2.1.3 ELEMENTOS DEL BRT Y DESARROLLO DEL SISTEMA.....	41
2.1.4 BENEFICIOS DEL SISTEMA BRT.....	47
2.2 COSTOS	49
2.3 CALIDAD AMBIENTAL.....	51
CAPITULO 3 CONDICIONES ACTUALES DE LA ZONA DE ESTUDIO	53
3.1 CONDICIONES ACTUALES DEL TRANSPORTE EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	53
3.1.1 Organización.....	53
3.1.2 Derroteros.....	57
3.1.3 Unidades.....	59
3.2 CONDICIONES ACTUALES DEL CORREDOR.....	60
Físicas.....	61
CAPITULO 4. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	66
4.1 DIAGNOSTICO	66
4.2 PLANEACIÓN DEL ESTUDIO.....	68
4.2.1 Costos del estudio.....	78
4.3 ANÁLISIS	80
CAPITULO 5 PROPUESTAS PARA EL CORREDOR TEXCOCO- LA PAZ	104
CONCLUSIONES	123
BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXOS	126

Resumen:

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar una propuesta de transporte público de calidad para la movilización de personas en el corredor TEXCOCO - LA PAZ con el objetivo de mejorar la situación actual y anticipar problemas futuros de tránsito.

Esta propuesta está integrada por cinco capítulos comprendidos de la siguiente manera:

El primero trata, la descripción de los municipios de influencia del sistema.

En el segundo se trata el Sistema BRT, su concepto, los elementos que lo integran, el desarrollo del mismo, y los beneficios que aportaría el sistema a los usuarios en caso de implementarse.

En el tercer capítulo se habla de las condiciones actuales de la zona de estudio, como son: las condiciones actuales del transporte en esa zona y las condiciones actuales de corredor.

El capítulo cuarto, corresponde al planteamiento del estudio, el cual consta de un análisis diagnóstico, la planeación del estudio y el análisis de resultados.

En el capítulo cinco se presenta la propuesta para el corredor Texcoco- La Paz.

Finalmente se presentan las conclusiones.

Introducción:

El corredor Texcoco- La Paz es una arteria que ha servido de enlace desde tiempos ancestrales entre Texcoco y la Ciudad de México tomando una mayor importancia debido al aumento de flujos por esta vía en los últimos tiempos.

Dentro de nuestro proyecto buscamos una alternativa de solución a la problemática de transporte específicamente de pasajeros para esta vialidad, ya que en la actualidad se presentan problemas tales como: desorden vial (paradas no establecidas, escasa señalización, exceso de velocidad), inseguridad (asaltos abordo y en los lugares de espera, conductores sin capacitación, vialidades en malas condiciones, vehículos sin programas de mantenimiento). Todos estos factores mencionados han sido y siguen siendo causantes de accidentes de tránsito (se registran aproximadamente 5 al día) lo que fomenta un desinterés de las personas por el uso de transporte público.

Viendo el constante crecimiento de la mancha urbana del 1.5%¹ el factor tiempo será importante para esta vialidad, por lo que se propone la creación de un sistema BRT (Bus Rapid Transit) a lo largo de ésta, para que las personas que ocupen este modo de transporte puedan contar con las bondades del mismo, que serían: en la seguridad, disminuir un 90% los asaltos y robos, paradas establecidas, unidades nuevas, más amplias y seguras, límites de velocidad establecidos y un carril confinado exclusivo para transitar, aunado a esto la disminución de tiempo de traslado que en la actualidad es de 1 hr. Aproximadamente; mejoras en el medio ambiente y en la prestación del servicio al no tener que interactuar directamente con los conductores de las unidades.

1

CAPITULO 1 DESCRIPCIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE INFLUENCIA

En este capítulo detallaremos las características de los 4 municipios de influencia directa del corredor aunque solo 3 de estos tiene jurisdicción en éste que son: Texcoco con 10 km., Chicoloapan con 6km., y La paz con 4 km²., se incluye Chimalhuacán por su cercanía ya que parte de sus límites territoriales se encuentran a no más de 200m del corredor (carretera).



Ilustración 1 MAPA DE UBICACIÓN GEOGRAFICA NACIONAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

Para ubicarnos en el espacio estos municipios se encuentran en la zona Oriente del Estado de México, perteneciendo al Valle de México y a la zona conurbana de la Ciudad de México, por lo que se encuentran inmersos en la dinámica de crecimiento del valle de México, además de ser en su mayor parte zonas habitacional y no contar con mucha industria, son ciudades que su principal ocupación son los servicios por lo que se generan una gran cantidad de viajes hacia los principales centros urbanos de la zona o hacia la Ciudad de México.

² Datos obtenidos mediante mediciones en campo

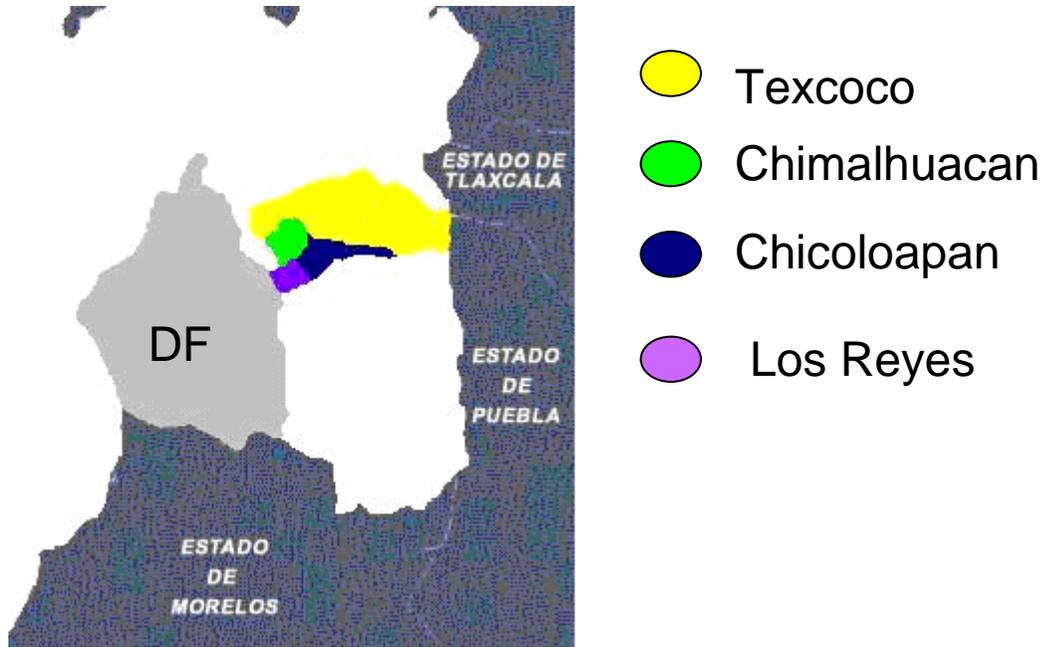


Ilustración 2 Mapa de municipios de influencia del corredor

1.1 DESCRIPCION DEL MUNICIPIO DE TEXCOCO.

Localización.

El municipio de Texcoco se encuentra situado geográficamente en la parte Este del Estado de México y colinda al Norte con los municipios de Tepetlaoxtoc, Papalotla, Chiautla y Chiconcuac; al Sur con los municipios de Chimalhuacán, Chicoloapan e Ixtapaluca; al Oeste con el municipio de Atenco; y al Este con los Estados de Tlaxcala y Puebla, y cuenta con una extensión territorial de 418.694 km² del cual solo se encuentra poblado alrededor del 15%³.

³ Dato proporcionados por el gobierno municipal



Ilustración 3 MAPA DE UBICACIÓN DE TEXCOCO

Población

De acuerdo con los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005⁴, el municipio cuenta con un total de **209,308** habitantes con una densidad poblacional de **499.92 hab/km²**.

En el municipio encontramos que la población está concentrada en pocas zonas y no en toda su extensión territorial, ya que cuenta con zonas de reserva federal y no es posible desarrollar complejos habitacionales en ellas; es por esa razón que Texcoco tiene una densidad poblacional menor en comparación a las de los demás municipios con los que colinda, pero si comparamos la concentración de población en las zonas habitadas, la densidad poblacional de Texcoco es igual o mayor a la de algunos municipios colindantes ya que sería de alrededor de **3400 hab/km²**

Actividad Económica.

En este municipio la actividad económica se refleja en siete sectores que son:

1. Agricultura (Destinan 18,934 hectáreas a la agricultura y 18,494 hectáreas a cultivos cíclicos).
2. Ganadería (La mayoría son ranchos productores de leche, avícolas)

⁴ Realizado por el INEGI

3. Turismo (Destacando la ex-hacienda Molino de Flores y los baños de Nezahualcoyotl)

4. Comercio (Entre las que destacan plazas comerciales, mueblerías, zapaterías, restaurantes, bares, discotecas, ferreterías, papelerías y tiendas de autoservicio)

5. Servicios (Cuenta con 4 hoteles de 2 y 4 estrellas, Agencias de Viajes y automóviles, gasolineras).

6. Educación (Existe gran variedad de centros educativos básicos (jardín de niños, primarias y secundarias); así como varias preparatorias y alrededor de 6 Universidades públicas y privadas)

Vías de Comunicación

El municipio tiene 56 comunidades con servicios de autobuses de pasajeros. El 80% de las calles están pavimentadas, lo demás es terracería; y cuenta con dos centrales camioneras. También cuenta con carreteras que conectan al Distrito Federal y Tlaxcala, así como una autopista que conecta al Aeropuerto de la Ciudad de México y la autopista México – Querétaro y próximamente a la autopista México - Puebla por la creación del Circuito Exterior Mexiquense.

1.2 DESCRIPCION DEL MUNICIPIO DE CHICOLOAPAN

Localización

El municipio de Chicoloapan se encuentra situado en la parte Oriente del Estado de México, región central del país el único municipio que lo separa de la ciudad de México, es el de Los Reyes La Paz. Colinda al Norte con el municipio de Texcoco y Chimalhuacán, al Sur con los municipios de Ixtapaluca y La Paz. Cuenta con una extensión territorial de 60.89 km².⁵



Ilustración 4 MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHICOLOAPAN

Población.

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005, el municipio cuenta con un total de 80,506 habitantes con una densidad poblacional de 1,322.15 hab/km².⁶

En el municipio de Chicoloapan, la población se encuentra concentrada en el centro del municipio, pero la mancha urbana se ha dispersado por todo el territorio en particular a los costados de la carretera México- Texcoco por lo que su densidad poblacional es elevada.

El uso de suelo en este municipio es casi en su totalidad urbano e industrial y gran parte de este cuenta con todos los servicios (agua potable, drenaje y luz eléctrica) pero estos son insuficientes para la población, también cuenta con la mayoría de los caminos pavimentados.

⁵ Datos del INEGI

⁶ Datos del INEGI

De igual forma hay que considerar que en el último quinquenio se han autorizado la construcción de aproximadamente 60,000 viviendas de interés social lo cual implicaría un crecimiento demográfico de gran impacto, de alrededor de 240, 000 habitantes mas, considerando en promedio 4 habitantes por casa lo cual implicaría que la población llegaría a los 320, 000 habitantes, una vez que todas estas viviendas se encuentren pobladas.

Actividad Económica.

En este municipio la actividad económica se refleja en 7 sectores que son:

1. Agricultura (se manifiesta en algunas zonas del municipio aunque cada vez es menor esta actividad).
2. Ganadería (Cuentan con ranchos productores de carne, leche, huevo, queso y crema).
3. Industria (La más importante es la industria de la transformación, le sigue la del tabique y por último, una variedad de talleres de todo tipo).
4. Minería (Existen cinco minas de arena, además de una mina de grava y una de tepetate).
5. Turismo (Cuenta con varios centros recreativos con albercas)
6. Comercio (Existen un total de 1,600 pequeños comercios, en su mayoría para bienes de consumo básico y todos los días hay tianguis en todo el territorio del municipio).

7. Servicios (Cuenta con gasolineras, fondas, loncherías, bares, restaurantes familiares, centros nocturnos, hotel, motel, asistencia profesional, vulcanizadoras, entre otros).

8. Educación (Existen gran número de escuelas básicas; así como 2 preparatorias y 1 Universidad).

Vías de Comunicación

Las vías de comunicación para este municipio son cada vez más numerosas y amplias. La carretera más importante es la que comunica con la Ciudad de México a través de la carretera México-Texcoco-Veracruz, vía los Reyes la Paz, carretera pavimentada con dos carriles útiles para cada sentido. Además, de ser la carretera a Texcoco; se comunica con el municipio de Ixtapaluca con la carretera pavimentada vía Coatepec y el mismo camino conduce a las minas de explotación, Chalco y otros municipios aledaños. Muchos caminos de terracería transitables que se dirigen a sus colonias y al municipio de Chimalhuacán.

Existe el servicio de tres líneas de autobuses; México-Chimalhuacán, México-Texcoco, transporte suburbano y transporte colectivo. Atraviesa una vía de ferrocarril, México-Puebla y cuenta con servicio de bici taxis, en algunas de sus colonias.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE CHIMALHUACÁN

El municipio de Chimalhuacán se encuentra situado geográficamente al Oriente del Estado de México y colinda al norte con el municipio de Texcoco, al sur con los municipios de La Paz y Nezahualcóyotl; al oriente con los municipios de Chicoloapan e Ixtapaluca y al poniente con el de Nezahualcóyotl. Chimalhuacán cuenta con una extensión territorial de **56.41 Km²** ⁷

⁷ Datos del INEGI



Ilustración 5 MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHIMALHUACAN

Población

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005⁸, el municipio cuenta con un total de **525,389 habitantes** teniendo una densidad poblacional de **9218 hab/km²**.

Este municipio es uno de los más grandes en densidad poblacional del Estado, cuenta con todos los servicios (agua potable, drenaje y electricidad entre otros) pero estos son insuficientes para satisfacer las necesidades de la población, a demás de que cuenta con casi todos sus caminos pavimentados

ACTIVIDAD ECONÓMICA

Las principales actividades económicas que se desarrollan en el municipio conforme a los distintos sectores productivos son:

1. Agricultura. (Destinan el 27% de la superficie a esta actividad).
2. Ganadería (Cuentan una granja avícola de importancia y establos lecheros).

⁸ Realizado por el INEGI

3. Minería (Existen varias minas de tepetate y tezontle).

4. Industria (Se registra escasa actividad industrial contándose con pequeñas empresas, como fábricas que producen tabicón y tubos de concreto, láminas de cartón, estopa, hilados, fibras y tejido en general).

5. Comercio (Cuenta con 47 mercados públicos y 5,104 pequeños comercios establecidos, en su mayoría son tiendas de abarrotes, verdulerías, tortillerías y expendios de pan).

6. Servicios (Ni la capacidad, ni variedad de éstos servicios son suficientes para atender a la demanda por esto buscan satisfacer sus necesidades en los municipios colindantes).

7. Educación (Actualmente la población puede acceder a la educación desde el nivel preescolar hasta el medio superior o en su defecto hasta el profesional técnico ya que carecen de universidades).

Vías de Comunicación

En cuanto a las Vías de Comunicación en el municipio tenemos que se encuentra comunicado con el Distrito Federal y municipios aledaños por diferentes vías. Una, que partiendo de la cabecera entronca por la Avenida Nezahualcóyotl con la carretera México-Texcoco y llega a su vez a las avenidas Zaragoza y Ermita Iztapalapa del Distrito Federal. Otra que atraviesa por el Norte al municipio de Nezahualcóyotl y que es la Avenida Xochiaca.

Al interior del territorio se encuentran dos circuitos: uno antiguo que corre entorno al cerro del Chimalhuachi y otros dos, de reciente creación, que son la Avenida del Peñón y la Avenida del Obrero.

El transporte público está atendido por 24 rutas conformadas por colectivos y autobuses concesionados. Cuentan además con un aeródromo que tiene 900 m de longitud de pista.

1.4 DESCRIPCIÓN DEL MUNICIPIO DE LA PAZ.

Localización

El municipio de La Paz se localiza en la parte Oriente del Estado de México, colinda al norte con los municipios de Chicoloapan y Chimalhuacán, al Sur, con los municipios de Ixtapaluca, Chalco y el Distrito Federal; al Este, con el de Chicoloapan e Ixtapaluca; y al Oeste con el Distrito Federal, con la delegación Iztapalapa y Nezahualcóyotl. El municipio cuenta con una extensión territorial de **26.71 km²**.⁹



Ilustración 6 MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE LA PAZ

⁹ Datos INEGI

Población.

De acuerdo a los resultados que presento el II Censo de Población y Vivienda en el 2005¹⁰, el municipio cuenta con un total de **232,546 habitantes** y una densidad poblacional de **8612.82 habitantes** por kilómetro cuadrado.

En este municipio se concentra una gran cantidad de población debido a su cercanía con el Distrito Federal, La Calzada Ignacio Zaragoza y las zonas agrícolas e industriales de Chalco e Ixtapaluca, junto a esto, cuenta con la estación Terminal del Sistema Colectivo Metro de la línea B Estación La Paz.

El uso de suelo es totalmente urbano e industrial y cuenta con todos los servicios (agua, drenaje, electricidad, etc.) así como la gran parte de sus caminos pavimentados.

ACTIVIDAD ECONÓMICA.

En este municipio la actividad económica se refleja en 5 sectores que son:

1. Ganadería (La actividad ganadera se redujo hasta casi desaparecer).
2. Industria (La zona industrial ocupa un 12.37% de la superficie del territorio municipal).
3. Turismo (Este sector no es muy explotado a pesar de que hay una zona arqueológica)
4. Comercio (El municipio cuenta con centros comerciales, ferreterías, casas de materiales de construcción y eléctricas, papelerías, mercerías, carnicerías, recauderías, estéticas, salones de belleza, etc.)
5. Educación (El municipio cuenta con 130 escuelas desde niveles básicos hasta universidades).

¹⁰ Realizado por el INEGI

Vías de Comunicación

En cuanto a las Vías de Comunicación este municipio, por ser un Municipio urbano, casi el total de calles están pavimentadas, sólo una mínima parte carece de pavimento; las vías que comunican con el Distrito Federal son la Av. Texcoco, Pantitlán, Chimalhuacán y Nezahualcoyotl. Además, se cuenta con una estación y una Terminal del sistema colectivo metro.

1.5 GENERALIDADES

Para darse una idea de lo que sucede en estos municipios se tiene que la población total es de 1,047,749¹¹ habitantes sin considerar la expansión de vivienda social que se esta generando en la zona, con lo cual llegaría alrededor de 1,287,749 habitantes, para el 2010 cuando sean habitadas todas las viviendas, esto solo de los municipios directamente afectados, pero si le sumamos los municipios con influencia en el corredor que son Tepetlaxtuc, Chiconcuac, Chiautla, y Papalotla tendríamos una población de 1,111,441¹² y podría llegar a **1,351,441** habitantes para el 2010 como se menciona anteriormente. Siendo aproximadamente el 5% de la población del Valle de México.

Teniendo como actividades económicas: Servicios, Industria, Agricultura, Ganadería, Minería, Educación y Turismo, además de ser una zona dormitorio de la ciudad de México donde mucha de la población trabaja o realiza parte de sus actividades cotidianas.

¹¹ Dato del INEGI al sumar datos de cada municipio

¹² Datos del segundo conteo de población y vivienda 2005

Capitulo 2 Sistema de Transporte Confinado de Autobuses

Articulados (BRT)

2.1 SISTEMAS BRT

2.1.1 ¿QUE ES UN BRT?

Los sistemas BRT (Por sus siglas en inglés Bus Rapid Transit) son sistemas de transporte de pasajeros, los cuales se caracterizan por el uso de vialidades ya existentes en su mayoría, en las cuales cuentan con carriles preferenciales para su operación ya sea en toda la ruta o en parte de esta. Esto permite tener un gran control de la operación de la ruta y por tanto ofrece un servicio de mejor calidad y puntualidad a los usuarios.

Este tipo de sistemas ofrecen grandes bondades, son muy flexibles en comparación con sistemas como tren urbano, tren ligero o el metro, ya que utilizan vehículos de mediana capacidad y esto permite que sean muy adaptables a las vialidades existentes sin recurrir a grandes costos de construcción y un periodo largo de construcción.

Alrededor del mundo se han implementado en ciudades con conflictos viales y han sido un gran soporte para el mejoramiento vial. Se han implementado en Europa, Asia, Norte América, Centro y Sudamérica, los ejemplos más representativos para nuestro caso debido a las similitudes geográficas y culturales son: Curitiba Brasil, Bogota, Colombia y por supuesto el Metrobus de la Ciudad de México.

Además de las ventajas mencionadas anteriormente, estos sistemas se han caracterizado por aportar una mejoría al medio ambiente, utilizando vehículos con bajas emisiones de contaminantes y retirando vehículos obsoletos.

2.1.2 LOS 6 ELEMENTOS PRINCIPALES DEL BRT

La mayoría de los elementos que componen al BRT han sido ya utilizados anteriormente para el mejoramiento de sistemas de transporte, sin embargo para estudiarlo se pueden agrupar en 6 elementos: vía, estaciones, vehículos, sistema de cobro, sistemas inteligentes de transporte y planeación de la operación, los cuales se analizarán a continuación.

VÍA.

Así como un tren necesita de vías para su desplazamiento, el BRT necesita de vialidades para transitar, de hecho la incorporación de las vialidades al sistema BRT es el principal factor para definir un sistema BRT. La vialidad es el elemento más determinante en cuanto a velocidad y confiabilidad en sistema BRT, por ello se deben considerar los siguientes elementos en su evaluación.

Características de la vialidad.

Existen tres principales características

a) Grado de confinamiento:

El nivel de separación del sistema BRT con el flujo vehicular existente en las vialidades. Los sistemas BRT pueden operar en su totalidad en carriles confinados para su uso o compartir vialidad en parte de la ruta o en su totalidad.

b) Señalización en la vialidad.

Para diferenciar la ruta de un sistema BRT existen varias técnicas como son:

Marcas en el pavimento, vialetas, pavimento de color y textura diferente, vía separada.

c) Guías laterales.

Este tipo de guías ayudan al conductor a controlar el movimiento lateral del vehículo, son de gran ayuda para utilización de carriles mas estrechos, posicionamiento en estaciones.

a) Grado de confinamiento

- Sin confinamiento en toda la ruta.

Es el sistema mas básico de BRT el cual es todo su recorrido comparte la vialidad con los demás vehículos. Este es el más vulnerable de los BRT ya que puede tener demoras y por lo tanto no es muy confiable.



Ilustración 7 BRT (LOS ANGELES METRO RAPID) SIN CONFINAMIENTO

- Sin confinamiento con preferencia en los cruces.

Este tipo considera carriles de preferencia al aproximarse hacia algún cruce conflictivo, este sistema se complementa comúnmente con cambios de semáforo con preferencia de cruce para los autobuses.

El costo utilizando las vialidades existentes con modificaciones indispensables es realmente mínimo.

- Con carril confinado sobre la misma vialidad.

Se asignan carriles exclusivos para la circulación de los vehículos del BRT, se hacen identificar mediante el uso de señalización en la vialidad misma, boyas, vialetas además de una inspección muy cercana de los agentes de tránsito.



Ilustración 8 BRT VALIDAD (METROBUS CIUDAD DE MÉXICO) CONFINADO SOBRE LA MISMA VIALIDAD

- Vialidades creadas para el uso exclusivo del BRT

Son vialidades que se encuentran totalmente separadas de las vialidades existentes, se utilizan única y exclusivamente para el funcionamiento del BRT, este sistema es el que implica el costo más alto entre los BRT debido a los costos de construcción que implica.



Ilustración 9 BRT, VALIDAD PARA USO EXCLUSIVO

b) Señalización en la vialidad

Las tres técnicas más comunes son las siguientes:

- a) Señalamientos verticales, en los cuales se muestran esquemas de utilización, horarios de operación, cambios de sentido, vueltas, etc.

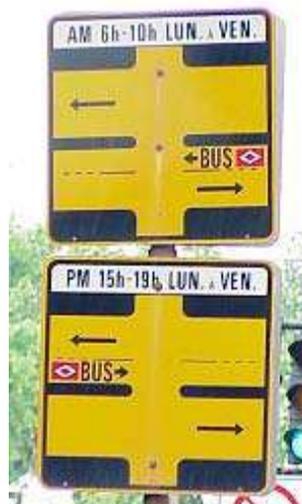


Ilustración 10 SEÑALIZACION, HORARIOS DE OPERACIÓN

- b) Elementos delimitadores: Para este tipo de señalización se pueden utilizar: boyas, vialetas o elementos físicos colocados sobre el pavimento los cuales delimitan la vialidad asignada al BRT.

c) Pavimento con color y/o textura diferente: La alternativa de utilizar pavimento de diferente color o concreto sirve en gran medida para reforzar la noción de que esa vía esta reservada para un uso en particular.



Ilustración 11 BRT TEXTURA Y COLOR DE PAVIMENTO

c) Guías laterales

Existen principalmente tres tipos de guías laterales, cada una requiere de una inversión, en vehículos y vialidades. Los sistemas de guía lateral sirven tanto para guiar a los vehículos a lo largo del recorrido como en puntos específicos como pueden ser secciones estrechas del recorrido curvas al acercarse o retirarse de una estación o andén.

d) Guías ópticas. Este sistema requiere de sensores ópticos colocados en el vehículo los cuales leen marcas pintadas en el pavimento, en la vialidad el único requerimiento es tener una doble línea punteada en cada carril.

e) Guía electromagnética. A través de marcas eléctricas o magnéticas en el pavimento se puede interactuar con un lector situado en el vehículo. El sensor en el vehículo guía a este durante el recorrido. Este tipo de guía requiere de una plantación detallada a fin de colocar las marcas debajo del pavimento.

f) Guía mecánica. La guía mecánica requiere de la inversión más alta en la vialidad sin embargo para el vehículo se requiere solamente de ruedas que se adaptan a un riel.

ESTACIONES.

DESCRIPCIÓN

Las estaciones forman el enlace entre el sistema BRT, los usuarios, y otros servicios de transporte público ofrecidos sobre la misma vía.

Debido a que los sistemas BRT son utilizados en corredores de alta demanda y estos tienen un número limitado de paradas, el número de usuarios que utilizan las estaciones es significativamente mayor que una ruta de autobuses común.

Características de las estaciones.

Tipo de estación.

Existen varios tipos de estaciones para los sistemas BRT que varían de tamaño y complejidad: Parada simple, parada adicionada con elementos para el usuario (parabus), estación adecuada al vehículo, centro de transferencia intermodal.

Altura del andén o rampa de acceso al vehículo.

Comúnmente los pasajeros abordan subiendo las escaleras del vehículo. Uno de los objetivos es hacer el ascenso y descenso más rápido así que se trata de que el nivel de la estación sea el mismo que el del autobús, de igual forma es de gran utilidad para los pasajeros discapacitados para quienes en algunos casos era simplemente imposible abordar los autobuses convencionales.

Distribución de la estación.

Se refiere a la longitud y extensión de la estación. Dependiendo de las necesidades puede albergar a uno o varios autobuses al mismo tiempo y también en una sola estación se pueden asignar posiciones por rutas.

Capacidad de rebase.

En una vía muy densa y en la cual circulan varias rutas es de gran utilidad la posibilidad de que los autobuses puedan rebasar

Acceso.

El acceso a la estación describe como el BRT esta en contacto con los usuarios, debe estar enfocado a la comodidad de los usuarios, es necesario considerar la ruta de llegada para ofrecer las comodidades adecuadas también es muy importante considerar los estacionamientos públicos cercanos para considerarlos como generadores de viajes y también la creación de nuevos estacionamientos cercanos a las estaciones.

VEHÍCULOS

Los vehículos tienen un impacto directo en la velocidad, capacidad, impacto ambiental y confort. Los vehículos de un sistema BRT son también el elemento del sistema el cual los usuarios y no usuarios asocian con la identidad del sistema. Como es el elemento en el que los usuarios pasan más tiempo gran parte de la impresión de los usuarios deriva de la experiencia con los vehículos. Para los no usuarios, los vehículos son el elemento más visible del sistema.

Características de los vehículos

Configuración del vehículo.

Apariencia estética.

Circulación de los pasajeros.

Sistema de propulsión

CONFIGURACION DEL VEHÍCULO.

La configuración del vehículo consiste en la interacción de la longitud del mismo, la capacidad, el tipo de carrocería y la altura del piso. Es un parámetro muy importante que se debe considerar para la planeación y el diseño de un sistema BRT. En la actualidad existen una gran variedad de configuraciones, las cuales buscan adaptarse a un perfil específico de usuarios.

Tipos de configuraciones:

- a) Convencional o estándar.

Este vehículo mide entre los 12 y 14 metros de longitud y posee una carrocería convencional de al menos 2 puertas, en algunos casos tienen el piso mas debajo de los normal para su fácil acceso desde la acera.

La capacidad de un vehículo de 12 metros es de alrededor de 32 y 41 pasajeros sentados más aproximadamente 20 pasajeros parados.



Ilustración 12 BRT VEHICULO ESTÁNDAR, (LOS ANGELES METRO RAPID)

b) Estándar Estilizado

En cuanto a dimensiones y capacidades es prácticamente igual al anterior, solo que este vehículo adiciona elementos como piso bajo en todo el vehiculo, carrocerías modernas que hacen que luzca moderno y atractivo a los usuarios



Ilustración 13 BRT VEHICULO ESTÁNDAR ESTILIZADO

c) Convencional articulado

Los articulados miden entre 18 y 21 metros el piso normal de estos vehículos es bajo parcialmente y cuenta con escalones.

La capacidad depende directamente del número y las posiciones de las puertas, para un vehículo de cuatro puertas se tienen una capacidad aproximada de 30 usuarios sentados, en cambio para uno de 2 puertas hay aproximadamente 65 lugares. La capacidad total es de aproximadamente 90 y 100 pasajeros.



Ilustración 14 BRT VEHICULO ARTICULADO (TRANSMILENIO , BOGOTA, COLOMBIA)

d) Estilizado articulado.

En cuanto en dimensiones y capacidades posee casi las mismas que el convencional, en este caso agrega componentes como piso bajo en todo el vehículo, despliegue de rampas para discapacitados, sistemas de suspensión para el fácil abordaje.



Ilustración 15 BRT ESTILIZADO ARTICULADO

e) Vehículos especializados para BRT

Este tipo de vehículos están dotados de una aerodinámica y moderna carrocería que se asemeja a los vagones de un tren, para su operación cuentan con sistemas avanzados de propulsión, sistemas inteligentes de transporte, sistemas de guía en el camino.



Ilustración 16 BRT VEHICULO ESPECIALIZADO ESTILIZADO ARTICULADO (CIVIS LAS VEGAS)

APARIENCIA ESTETICA

La apariencia estética es un factor importante para un BRT ya que es un factor importante que llama la atención del usuario por lo que es importante considerar los siguientes elementos

Logos y rotulación.

Es muy común utilizar ciertos logos y rótulos específicos para crear una identidad específica propia estableciendo una marca y un tema que se asocie automáticamente con los atributos del sistema

Ventanas largas e iluminación interior.

La incorporación de ventanas grandes (especialmente en los vehículos con el piso bajo) así como la iluminación interior brinda al usuario una sensación de amplitud y libertad, además de la seguridad que estos implementos implican.

Espacios interiores

La distribución de los espacios interiores comprende, la ubicación de los asientos, ubicación de las puertas de acceso, pasillos, control de clima, materiales interiores.

Si se hace de una manera adecuada puede influir en la percepción de limpieza, seguridad y calidad en la construcción del vehículo.

Áreas de circulación de pasajeros dentro del vehículo

La distribución correcta de estas áreas incide en los tiempos en estación y paradas para las operaciones de abordaje y salida, capacidad, confort y aceptación del pasajero.



Ilustración 17 BRT VEHICULO ESPACIOS INTERIORES

Mientras más puertas posea el vehículo podrá tener mejores tiempos de ascenso y descenso.



Ilustración 18 BRT VEHICULO EQUIPADO CON TRES PUERTAS

Aditamentos para albergar pasajeros con silla de ruedas



Ilustración 19 BRT INTERIORES DEL VEHICULO

Sistemas de propulsión.

Debido a la constante actualización en cuanto a las normas de protección al ambiente y calidad del aire el número de alternativas de sistemas de propulsión se ha incrementado. La tendencia está dirigida a sistemas de propulsión más limpios, combustibles alternos, más control en las emisiones; todo esto orientado a reducir la contaminación y el ruido. Por lo que a continuación se detallan los sistemas más comunes de propulsión

a) Motores de combustión interna

Es el sistema de propulsión más común actualmente, este tipo de motores utiliza principalmente como combustibles, el diesel y el gas natural



Ilustración 20 BRT INTERIORES DEL VEHICULO

b) Vehículos eléctricos.

Estos vehículos obtienen la energía eléctrica mediante troles acopladas a líneas eléctricas a lo largo de la ruta. Actualmente este tipo de propulsión es utilizada en la Ciudad de México para el sistema de transporte colectivo conocido como “trolebús”

Estos vehículos tienen un costo alto y además es muy costosa la implementación de la línea alimentadora a lo largo de la ruta.



Ilustración 21 VEHICULO ELECTRICO

c) Vehículos híbridos

Incorporan motores de combustión interna para generar energía eléctrica mientras que utilizan un motor eléctrico para la propulsión. Estos sistemas ofrecen grandes ventajas frente a los sistemas convencionales como son: menor ruido, mejor aceleración, reducciones en el consumo de combustible y en las emisiones contaminantes.



Ilustración 22 VEHICULO HIBRIDO

d) Celdas de combustible.

Mediante el hidrogeno estos vehículos obtienen la energía para su propulsión actualmente se encuentran en etapa experimental, una vez desarrollados serán muy requeridos por su realmente baja emisión de contaminantes.



Ilustración 23 Vehículo equipado con celdas de combustible para su propulsión

SISTEMA DE COBRO

Los sistemas BRT pueden utilizar sistemas de cobro; electrónicos, mecánicos o manuales, pero la clave para que contribuya a la eficiencia del sistema es que soporte a una gran cantidad de usuarios. Es necesario establecer políticas de cobro (por ejemplo tarifa única por zona o distancia).

Características del sistema de cobro.

Los 3 principales atributos para el diseño de sistemas de cobro de un sistema BRT son; proceso de cobro, medios de pago-cobro-validación y transacción, estructuras.

Proceso de cobro.

Este se refiere a cómo es cobrada físicamente la tarifa, procesada y verificada.

Diferentes opciones en el proceso de cobro.

1. Cobro a bordo

a) Por el conductor

Directamente el conductor hace el cobro y entrega al pasajero un boleto, es un sistema muy poco utilizado en un BRT ya que implica un tiempo en estación bastante grande además de que es un elemento distractor para el conductor y puede provocar algún accidente, la única ventaja es que no es necesaria un dispositivo de cobro tanto abordo como fuera del vehículo.



Ilustración 24 SISTEMAS DE COBRO POR EL CONDUCTOR

b) Por maquina coleccionadora

Los más comunes cuentan con un sistema de cobro abordo, se componen de una máquina coleccionadora de monedas o billetes, la cual emite boletos a los usuarios cada vez que realizan un pago, la ventaja de estos sistemas es que no requieren de una infraestructura de cobro fuera del vehículo. Las desventajas se deben a que los pasajeros solo pueden abordar por la puerta delantera ya que en ese lugar se ubica la máquina coleccionadora para que el conductor tenga control del pago, el pago lo realiza cada pasajero una vez que suben, esto trae como consecuencia un gran tiempo en estaciones, aún más en las rutas de mucha rotación de pasajeros.



Ilustración 25 SISTEMAS DE COBRO CON ALCANICAS

2. Cobro en estación

Se realiza mediante expendedores de boletos o tarjetas ya sea manuales o automáticos, estos sistemas disminuyen en gran medida los tiempos en estación ya que al abordar solamente es necesario entrar al vehículo y se pueden utilizar mas de una puerta de acceso.

Para estos sistemas son necesarias instalaciones más grandes y adecuadas para albergar las taquillas o máquinas de cobro.

Para el control del acceso se puede hacer mediante el uso de torniquetes en los cuales se deposita el boleto o se lee la tarjeta según sea el caso.



Ilustración 26 SISTEMAS DE COBRO EN ESTACION

La otra forma es mediante métodos basados en la confianza, en los cuales se compra un boleto o tarjeta ya sea por cierto periodo o por viaje, el control de esta modalidad se complementa mediante inspectores que realizan revisiones aleatorias y en caso de detectar algún pasajero sin pago los hacen acreedores a una sanción.



Ilustración 27

SISTEMAS DE COBRO POR PREPAGO

Medios de pago-cobro –validación.

Las políticas de cobro y el proceso influyen en la selección de método de pago, equipo y tecnología a utilizar.

Efectivo (monedas y billetes)- Medio impreso (boletos, transferencias, pases)

Una vez que ya se ha adquirido el medio impreso se procede a presentarlo en un medio validador, como pueden ser los torniquetes o sistemas de confianza (antes mencionados) según sea el caso.

Este es el método mas simple pero también el mas tardado ya que requiere de cambio, en particular cuando se requiere hacer un pago exacto.

Tarjeta con banda magnética

Estas tarjetas están hechas de papel (cartón) o plástico y tienen impresa una banda magnética la cual guarda la información acerca de la validez de la misma. Este medio requiere lectores electrónicos, los cuales determinan la validez y autorizan el acceso.

Implican cierto tiempo dependiendo del proceso de cobro y la tecnología utilizada en los lectores.



Ilustración 28 SISTEMAS DE COBRO, TARJETA CON BANDA MAGNETICA

Tarjetas inteligentes.

Estas tarjetas cuentan con un chip el cual al pasarlo cerca de un lector (sin tocarlo) validan el acceso.

Para la recarga de crédito en las tarjetas se habilitan máquinas en las estaciones y cada vez que se hace uso de la misma se descuenta el monto del viaje del crédito disponible.

Estas tarjetas generalmente soportan sistemas más rápidos y flexibles.



Ilustración 29 SISTEMAS DE COBRO, TARJETA INTELIGENTE

SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

Descripción

Se trata de un conjunto de tecnologías avanzadas que sirven para recabar, procesar y distribuir en tiempo real datos desde los vehículos y sensores en el la vialidad. La información es enviada a través de una red de datos dedicada hacia computadoras, las cuales la transforman en información para el sistema de control, los conductores y los usuarios.

Características:

Prioridad a vehículos

Asistencia al conductor

Sistemas de cobro electrónicos

Administración de la operación

Información al pasajero

Seguridad y confort

Prioridad a vehículos.

El asignar prioridad a vehículos en sistema BRT brinda un gran soporte en la confiabilidad ya que contribuye a que los tiempos de recorrido se mantengan en rangos constantes.

Estos son algunos métodos para asignar prioridad:

Programación de semáforos:

A través de modelos considerando el flujo de vehículos y flujo de personas se puede programar los intervalos de cambios.

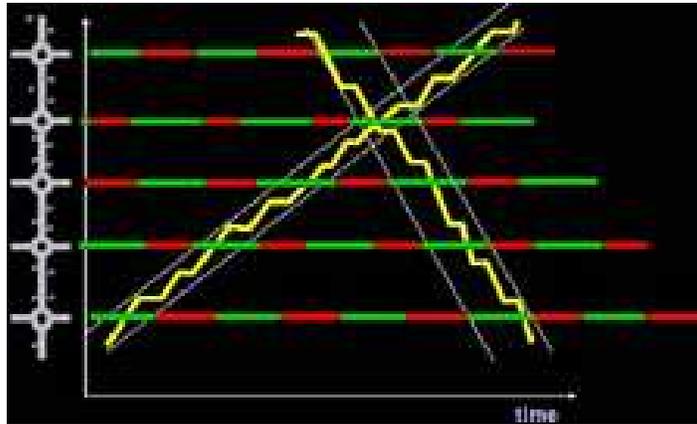


Ilustración 30 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, SINCORNIZACION DE SEMAFOROS CON LA TRAYECTORIA DEL BRT

Control del acceso a carriles confinados.

Se controla mediante barreras de ingreso las cuales reciben la información de algún dispositivo del autobús y permiten el acceso.



Ilustración 31 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, ACCESOS A CARRILES

Información Vehículo-intersección

Este sistema pone en coordinación a los semáforos ubicados en intersecciones con los vehículos en ruta, en caso de que algún autobús este demorado en su itinerario, el sistema puede prolongar la luz verde o asignar vueltas continuas con el objetivo de que el autobús recupere el tiempo de demora.

Asistencia al conductor.

Son implementos al vehículo que le proporcionan ayuda al conductor en cuanto a la conducción y la prevención de accidentes.

Sensores anti choque.

Son aditamentos colocados en puntos clave del vehículo los cuales emiten una alarma al tener un objeto cercano, también se acompañan con cámaras de video y pantallas para referencia del conductor.

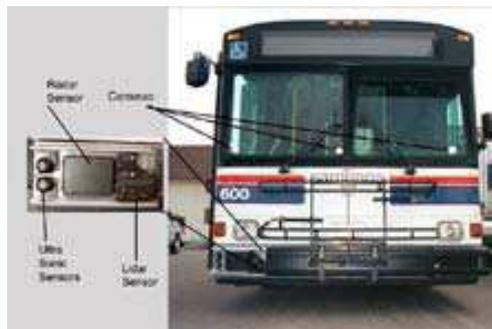


Ilustración 32 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, SENSORES Y CAMARAS

Sistema de asistencia para el posicionamiento en estación.

A través de dispositivos colocados en estación (referencias magnéticas o pintura) los lectores o sensores abordo, dan la posición exacta para ubicarse en estación.



Ilustración 33 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, UBICACIÓN EN ESTACIONES

Sistemas de guías

Permiten operar de manera segura el vehículo a altas velocidades



Ilustración 34 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE SISTEMAS GUIAS

Programación de la operación.

La tecnología que se aplica en este caso se trata de herramientas de software y hardware que interactúan entre vehículo y centro de operaciones colaborando en la programación diaria de la operación,

Sistema automatizado de despacho de vehículos.

Mediante el uso de la información enviada en tiempo real desde los vehículos hasta el centro de control un software puede programar las salidas y asignar cambios en los itinerarios.



Ilustración 35 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, CONTROL DE LA OPERACIÓN

Mantenimiento de vehículos.

Hoy en día los vehículos están dotados con unidades procesadoras de información a bordo, mediante el uso de scanner se pueden realizar evaluaciones muy precisas para realizar un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo.



Ilustración 36 SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, MANTENIMIENTO

2.1.3 ELEMENTOS DEL BRT Y DESARROLLO DEL SISTEMA.

Podemos considerar que existen 5 atributos clave para el desempeño del sistema BRT los cuales son: Tiempo de tránsito, confiabilidad, identidad e imagen, diseño contextual, y capacidad

Tiempo de transito.

El tiempo de tránsito simplemente es el atributo por el cual un usuario puede decidir o no viajar en una opción o en otra. Una buena velocidad promedio y un tiempo corto de espera en estación hacen al BRT más atractivo para los usuarios especialmente para los que cuentan con varias opciones para trasladarse, La espera en estación y los tiempos de transferencia tienen un efecto muy particular y en la planeación de un BRT siempre se consideran estos puntos.

Consideramos los siguientes 4 componentes del tiempo de tránsito:

Tiempo de traslado.

Es el elemento del tiempo de tránsito que representa el tiempo que toma el vehículo para ir de una estación a otra.

En la mayoría de los casos la velocidad máxima del vehículo por si sola no es un factor determinante para el tiempo de traslado ya que en un BRT es muy difícil que alcance la velocidad máxima por la cercanía de las estaciones.

Tiempo en estación.

El tiempo en estación es el tiempo en que un autobús se detiene en una estación para realizar el ascenso y descenso de los pasajeros, el tiempo en estación depende de lo siguiente.

El número de personas que abordan por puerta.

El Sistema de cobro (si es abordo)

La ocupación del vehículo.

Tiempo de espera.

Es la cantidad de tiempo que el pasajero espera antes de abordar un vehículo, debido a que la percepción de los pasajeros es que es mayor el tiempo de espera que el tiempo cuando está en movimiento (aproximadamente se percibe como tres veces mayor), por tal motivo la reducción del tiempo de espera es un aspecto muy importante para el diseño de un BRT.

Tiempo de transferencia.

El tiempo de transferencia es el tiempo que los pasajeros toman para transbordar de un sistema de transporte a otro por ejemplo, de un BRT a otro BRT, de un BRT a un tren, metro, autobús convencional, etc.

SUSTENTABILIDAD.

Los pasajeros son atraídos a realizar sus viajes en tiempos cortos de tránsito, pero se sienten mas atraídos si el sistema les brinda la confiabilidad de realizar sus recorrido en tiempos que sean aceptables y que les brinden tiempos de recorrido seguros es decir que ellos puedan hacer su itinerario considerando horarios fijos o casi fijos.

La confiabilidad del tiempo de recorrido se ve afectada por una serie de factores impredecibles que a continuación se denotan: condiciones de transito, vehículos descompuestos por fallas mecánicas o por otras circunstancias, abordaje de sillas de ruedas (por medio de rampas o elevadores), accidentes, manifestaciones.

Algunos de los factores anteriores no se encuentran dentro del control directo del operador del sistema de transporte, a pesar de esto, los sistemas BRT incrementan la confiabilidad del sistema de transporte.

Trataremos de centralizarnos en tres aspectos principales de la confiabilidad del BRT: confiabilidad del tiempo de tránsito, confiabilidad del tiempo de espera y confiabilidad en el servicio, los primeros 2 aspectos se asocian a la viabilidad de que un sistema permita planear itinerarios a los usuarios y establecer un horario específico de viaje, mientras que la confiabilidad en el servicio agrupa las características del sistema que contribuyen a que los pasajeros perciban un buen servicio y confíen en este.

Confiabilidad del tiempo de traslado.

La confiabilidad del tiempo de traslado relaciona la capacidad de un sistema BRT de mantener una velocidad aceptable constante con el objetivo de proporcionar a los usuarios tiempos de traslado consistentes. La importancia de este punto se debe a la necesidad de reforzar la idea de que los usuarios dependan de este sistema en sus recorridos diarios.

Confiabilidad en el tiempo de espera.

Se refiere a la capacidad del sistema BRT para que los vehículos lleguen a las estaciones a realizar las maniobras de ascenso y descenso de pasajeros dentro de cierto tiempo tratando de minimizar el tiempo de espera en estación. Una variable muy importante en este caso es el tiempo de ascenso y descenso de pasajeros, esta variable puede variar significativamente durante el día de acuerdo a las horas de máxima demanda así como también por los días de la semana, periodos vacacionales etc.

Los sistemas BRT son utilizados en corredores de alta demanda de viajes y por lo tanto están demasiado saturadas de vehículos, un tiempo de espera lento afecta la percepción de los pasajeros de todo el sistema quienes consideran un sistema lento en este caso.

IDENTIDAD E IMAGEN.

Un objetivo importante para el BRT es establecer una imagen e identidad diferentes al sistema de transporte convencional para de esta forma poder maximizar el potencial de atracción de los usuarios que no están muy interesados en el sistema o que usan el sistema convencional y que tienen cierta resistencia al cambio. Aquí la identidad se refiere a la "marca" y la imagen se asocia al diseño, el estilo, la estética y la compatibilidad del BRT con sus elementos físicos.

Los tres elementos más visibles en este sentido son: los vehículos, las estaciones, y las vialidades. Un logo, un color distintivo, vehículos modernos son puntos clave para que se identifique un sistema BRT. Algunos sistemas tienen estaciones muy visibles, carriles confinados plenamente identificados y elementos muy característicos de cada BRT los cuales van haciendo que se perciba un BRT como un sistema de transporte en conjunto y no sólo como autobuses nuevos.

SEGURIDAD Y COMFORT

El confort es la libertad que siente el usuario al ir a bordo de un vehículo o al estar dentro de una estación, es decir al estar en contacto con un sistema BRT el usuario, se siente seguro de estar en las instalaciones libre de experimentar algún accidente. La seguridad se refiere a la sensación de los usuarios y empleados de sentirse protegidos y libres de algún acto criminal, asalto, acto vandálico o terrorista dentro del sistema. Un sistema BRT debidamente planeado, implementado y operado puede:

- a) Reducir la cifra de accidentes.

- b) Mejorar la percepción de los usuarios en cuanto a la seguridad y el confort, atrayendo de esta forma a más usuarios.

- c) Reducir los costos de mantenimiento asociados a los daños intencionales y al vandalismo.

CAPACIDAD

Capacidad es el número máximo de personas que pueden ser transportados por el BRT. Cuando la demanda de los pasajeros empieza a incrementarse y exceder la capacidad del sistema esto empieza a tornarse un punto crítico ya se impacta directamente la calidad del servicio, es decir los tiempos de

transito son mayores y los usuarios empiezan a incomodarse y pueden tratar de buscar nuevas rutas o medios de transporte.

En este sentido toma una gran importancia una adecuada planeación del sistema y contemplar la situación a futuro y posibles adaptaciones durante la operación

Este punto se puede dividir en tres temas claves para su estudio:

a) La capacidad del sistema esta limitada a la capacidad de los elementos que interactúan en el sistema.

1. Capacidad del vehículo,
2. Capacidad de las estaciones (vehículos y personas)
3. Capacidad de la vialidad (Numero de Vehículos)

b) Existe una diferencia entre la capacidad del sistema y la demanda real después del BRT.

La capacidad es la medida del número máximo estimado de pasajeros que puede ofrecer un corredor BRT en particular. La demanda es el número real de pasajeros que utilizan el sistema BRT

c) La capacidad es función del nivel de servicio deseado de un BRT y viceversa.

Los parámetros del nivel de servicio son:

1. Disponibilidad
2. Nivel de comfort.
3. Tiempo de tránsito.
4. Confiabilidad.

2.1.4 BENEFICIOS DEL SISTEMA BRT.

INCREMENTO DE USUARIOS

Una de las grandes cualidades de los sistemas tipo BRT, es la transferencia de usuarios de otros sistemas a este, debido a las grandes cualidades y ventajas que ofrece.

Beneficio de usuario.

Uno de los objetivos primordiales desde el punto de vista de inversión para los sistemas de transporte es atraer más usuarios. La capacidad de atraer un mayor número de usuarios además quiere decir que el sistema es tan confiable que estimula a usuarios de otro tipo de transporte a utilizar éste, y esto se transforma en beneficios para la región, ya que implica la reducción de congestionamientos, menos emisiones contaminantes y mayor uso de transporte masivo de pasajeros.

Cuando hablamos de los impactos en el usuario es importante resaltar que los sistemas BRT atraen tres tipos de viajes:

1. Viajes existentes que son atraídos a nuevo sistema BRT de otros sistemas de transporte.
2. Viajes nuevos o inducidos que no se realizaban antes por ningún otro sistema de transporte.
3. Viajes que se realizaban por cualquier otro modo de transporte (auto particular, caminando, en bicicleta, etc.).

Efectos de los elementos del BRT en el usuario.

La capacidad de un sistema BRT de atraer un mayor número de usuarios depende de que tantas ventajas puede ofrecer un sistema BRT respecto a otras alternativas de transporte

- d) Ahorro en el tiempo de transito. Una mejora en el tiempo de tránsito es el factor mas importante para atraer usuarios. Debido a que un BRT reduce el tiempo de transito a través de una vialidad, esto es resultado de los siguientes tres factores:

- Un tiempo de transito del vehículo mejorado atraerá usuarios que optaban por utilizar otros modos de transporte (auto particular, bicicleta, a pie)

- Usuarios de otros sistemas de transporte pueden ser atraídos por el sistema BRT.

- El tiempo de transito mejorado también puede inducir a nuevos pasajeros a usar el servicio.

- e) Sustentabilidad. La sustentabilidad del servicio impacta al incurrir en tiempos de espera anticipados y demoras en el tiempo de transito. Las experiencias de los BRT's muestran que las mejoras al sistema BRT impactan mas las percepción de los usuarios que si se considera únicamente el tiempo de transito.

- f) Identidad e imagen. Además de diferenciar el BRT de otros servicios de transporte es importante tomar en cuenta aspectos como información de rutas accesos salidas, etc., tanto dentro como fuera de las estaciones.

- g) Seguridad y confort. Hay grupos potenciales específicos de usuarios para los cuales es mas importante y toman más en cuenta la seguridad y confort que el tiempo de tránsito al momento de tomar una decisión respecto a que opción de transporte utilizar.

2.2 COSTOS

Los costos de un sistema BRT se pueden dividir en dos: costos de inversión y costos de operación. Los costos de inversión es decir la infraestructura varía entre 1 millón y 10 millones de dólares por kilómetro. Los costos de operación dependen forzosamente de las condiciones y situaciones de cada ciudad en donde opera un BRT.

Los costos de inversión incluyen, la infraestructura, la construcción de estaciones, confinamiento de carriles, modificaciones a las vialidades, instalación y modificación de señales de tránsito, programas de cultura vial, sistema de cobro y vehículos.

Costos de infraestructura

El costo más significativo asociado con la implantación de un sistema BRT es el costo de la nueva infraestructura, esta incluye: estaciones, terminales, reforestación, alumbrado público, señalización, etc.

Comparativo de costos en diferentes modos de transporte.

Para este comparativo consideramos cuatro diferentes modos de transporte, tren ligero, metro, autobús convencional, y BRT.

El tren ligero se compone de tranvías o trenes con motor eléctrico que operan con segregación longitudinal, este tipo de sistemas mejora la calidad del transporte y del medio ambiente urbano, pero ofrece baja confiabilidad por interferencia con el tránsito, ocupan la vialidad existente y, en general operan en forma aislada al transporte tradicional.

El sistema de transporte tipo metro son trenes eléctricos que operan en vías completamente segregadas elevadas o subterráneas. Implican bajo impacto urbano pues no usan la vialidad existente; cuentan con altos niveles de servicio, confiabilidad y seguridad. En general se reducen las emisiones de contaminantes atmosféricos. No obstante tienen bajos niveles de flexibilidad y su integración con el resto del transporte de la ciudad es difícil.

En este sistema también cabe mencionar que genera altos costos de construcción, operación y mantenimiento.

Sistema convencional de autobuses. Se utilizan vehículos automotores que operan en las mismas vialidades que los demás automovilistas, no es necesaria adecuación alguna a las vialidades existentes, simplemente en algunos casos se adecuan paradas o solamente señalamientos en los lugares necesarios.

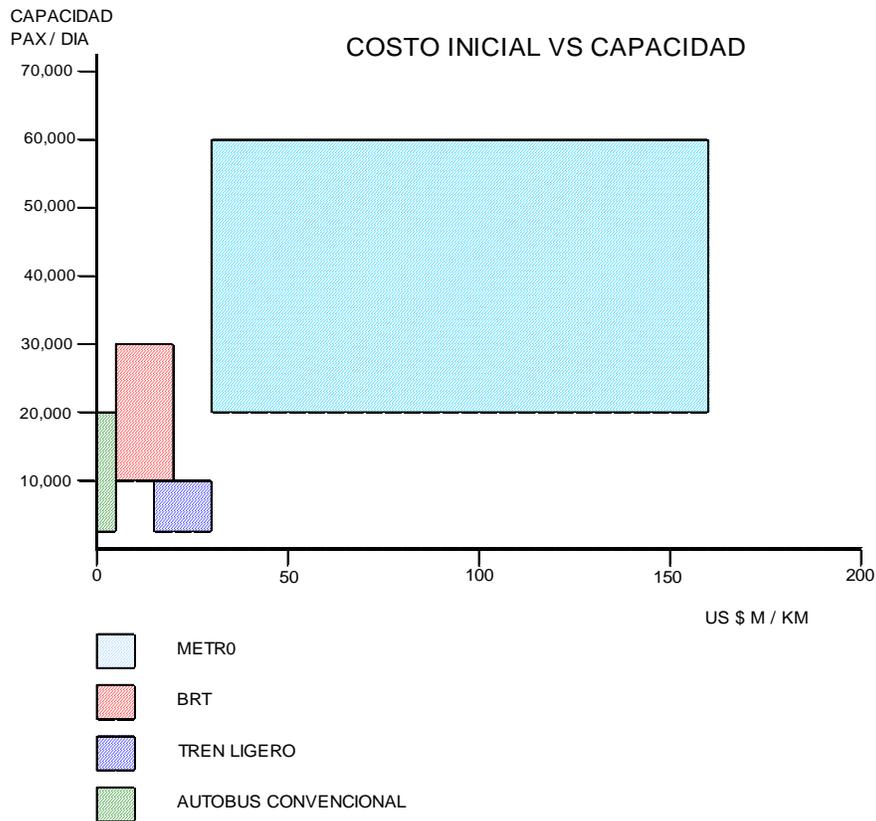


Grafico 1 COMPARATIVO COSTOS-MODOS DE TRANSPORTE

2.3 CALIDAD AMBIENTAL

Cuando hablamos de calidad ambiental dentro de un sistema BRT nos referimos al impacto que puede tener la implantación del mismo. En una ciudad como la nuestra que presenta problemas graves de contaminación, es requisito indispensable considerar el factor ambiental para cualquier proyecto de este tipo.

Afortunadamente en los sistemas BRT siempre se han considerado este tipo de factores y se ha resuelto de la mejor manera.

Los factores que se consideran más importantes en cuanto a calidad ambiental, son: los sistemas de propulsión de los vehículos y la calidad de los combustibles.

El control en cuanto a la emisión de contaminantes esta concentrada principalmente en la emisión de Partículas Totales (PM), Oxidos de Azufre (SOx) y Oxidos de Nitrogeno (NOx), para esto las EPA ha emitido regulaciones que forzan a la industria automotriz a la reducción de un 80-90 % en emisiones contaminantes.

En cuanto a los motores, por ejemplo, los que son de Diesel han sido suministrados con combustible bajo en Sulfuro y de esta forma han logrado estar dentro de los estándares requeridos por la norma. Por otro lado los motores híbridos diesel-eléctricos han sido una opción más la cual además ofrece reducciones considerables en cuanto al ruido

En nuestro caso también es importante resaltar que al implementar un sistema BRT se retira el transporte público que circulaba el cual se compone por vehículos automotores de baja capacidad los cuales en su mayoría son de modelos muy atrasados y no han recibido un programa de mantenimiento adecuado por lo que si consideramos la emisión de contaminantes por pasajero existirá una gran mejora al adecuar un sistema de este tipo.

Capítulo 3 Condiciones Actuales de la Zona de Estudio

3.1 Condiciones Actuales del Transporte en la Zona de Estudio.

3.1.1 Organización.

En lo que respecta a la organización del transporte público, tenemos 9 empresas que trabajan en esta zona de las cuales 5 pertenecen a la región de Texcoco y el resto a la región de Nezahuacoyotl, todas estas conformadas bajo el régimen mercantil de Sociedades Anónimas, ya que anteriormente un gran porcentaje de estas funcionaban como Asociaciones Civiles.

Las que se encontraban registradas bajo el régimen mercantil de Asociaciones Civiles, tuvieron que transformarse en Sociedades Anónimas, debido a que el Reglamento de Transporte Público y Servicios Conexos del Estado de México determinó que todas las Asociaciones Civiles tendrían que modificar su Régimen a Sociedades Anónimas, mediante:

El Capítulo II “Del Régimen General de Concesiones” sección Primera de las concesiones

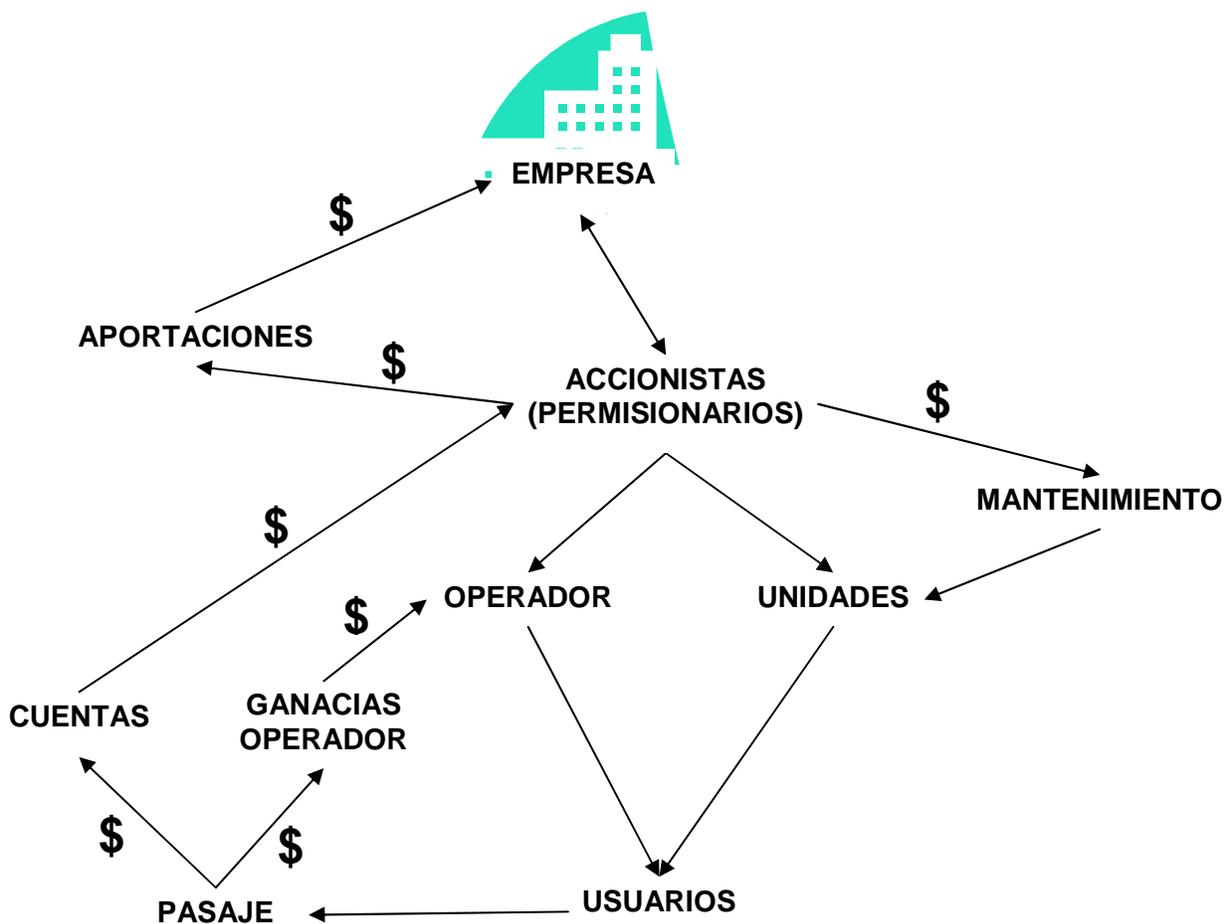
“**ARTICULO 16.-** Las concesiones para la prestación del servicio público de transporte se regirán por lo siguiente:

- I. Para servicio regular de pasaje en sus modalidades de colectivo y mixto sólo se podrán otorgar a personas morales mexicanas constituidas en forma de sociedad mercantil que reúnan los requisitos que establece el Código y este Reglamento”

Esto con el fin de tener un mayor control sobre las concesiones, pero en la realidad lo que ocurrió fue que sólo cambiaron el régimen, no la organización, que hubiera sido lo ideal para poder desarrollarse en el régimen de Sociedades Anónimas.

Eso quiere decir que en lugar de que la empresa maneje el total de unidades de una forma unitaria y con ganancias equitativas para los socios, operadores y trabajadores; siguen operando con el régimen conocido como hombre camión siendo cada propietario el responsable de la operación, administración y mantenimiento de sus unidades.

Por lo que la organización queda de la siguiente forma:



Esquema 1 ACTUAL DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE
Fuente: entrevistas con las empresas

Como se puede apreciar en el esquema anterior, la organización esta llena de vicios que generan grandes problemas, como el clásico pleito por el usuario, mejor conocido como “perrear el pasaje” entre los operadores, así sean de la misma empresa, ya que de esto depende el ingreso económico del operador, disminuyendo el nivel de servicio y aumentando el riesgo de viajar en transporte publico.

Al concesionario o accionista lo que le interesa es que se le entregue la cuenta diaria para de esta forma poder, pagar su cooperación (aportaciones) hacía la empresa, por lo que en vez de que la empresa sea la que arriesga el capital, en este caso el que lo arriesga “todo” es el accionista.

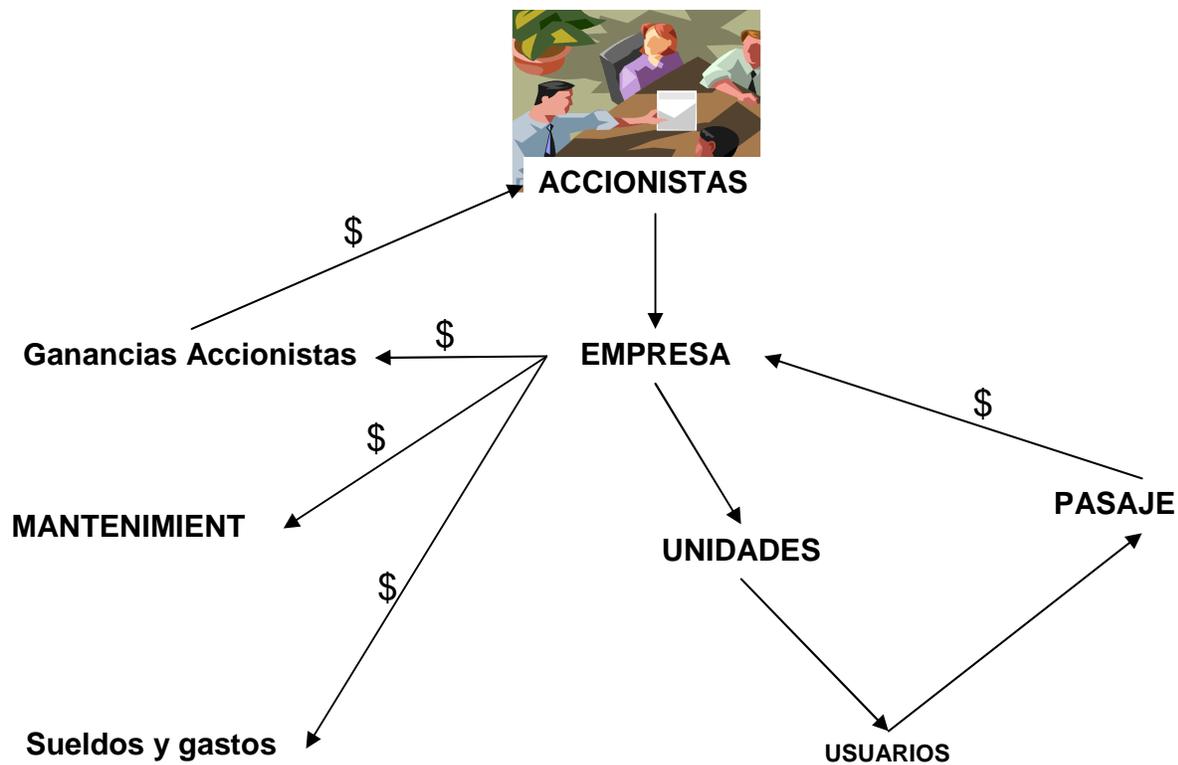
Así mismo con este sistema administrativo no se generan economías de escala, el sistema de mantenimiento en gran medida es correctivo, el operador en general no cuenta con capacitación alguna, ni con muchos de los beneficios de ley.

Otro de los vicios que se genera es que el accionista gana mas según el número de unidades que tenga, no si gana mas la empresa, por lo que se aumenta el número de unidades sin considerar que esto empeora la situación del operador, ya que no se rigen por el aumenta la demanda solo incrementan el parque vehicular y estas son las unidades que se les llama toleradas, es decir no están autorizadas

Aparte de estas situaciones y muchas más que podríamos mencionar pero a ciencia cierta no es el tema que nos interesa tocar a fondo, tenemos otros problemas como lo es la organización operativa. La cual depende del tipo de ruta que sea y en este caso varía más en cada una de las organizaciones por lo que trataremos de ejemplificarla lo mejor posible.

En algunos casos se manejan intervalos fijos durante todo el día, para cada uno de sus destinos, pero no tienen un tamaño de unidad determinado para la demanda del derrotero, es decir en el caso de los vehículos tipo Van pueden enviar una unidad con capacidad para 13 ó 17 pasajeros, considerando los vehículos como iguales siendo que esto afecta el servicio, y los ingresos, esto en el caso de las Van, pero lo mismo sucede con los Microbuses o autobuses, que según su configuración y tipo varía su capacidad y esto no es tomado en cuenta.

Pero en otros casos, los intervalos son controlados en la salida en Terminal pero como son rutas tipo cordón, no se controla el intervalo en el sentido inverso, es por esto que el usuario no tiene noción del tiempo del intervalo de las unidades, en otros casos las salidas son tan cercanas que se genera competencia entre la misma empresa, y en otros no existen intervalos, las unidades salen cuando ya estén llenas o casi llenas sin dejar espacio para los usuarios que esperan abordar las unidades a lo largo de la ruta, es importante mencionar que esto sucede en los derroteros que salen en ramales del corredor principal. Y en el caso de los que viajan por todo el corredor la situación no varía mucho a excepción de que si tienen base (terminal) en los dos puntos pero la coordinación de los intervalos varía según el despachador (checador), y en ocasiones el intervalo se separa mucho o se acerca ya que los operadores realizan “bases” en lugares que no lo son por lo que el recorrido se puede alargar o acortar según sea el “capricho” del operador.



Esquema 2 ORGANIZACIÓN IDEAL DE EMPRESA DE TRANSPORTE

El esquema anterior nos presenta de una manera simplificada el funcionamiento de una empresa de transporte en la cual los accionistas, conforman la empresa y está controla el total de las unidades, dejando a un lado el esquema “hombre camión”.

Por otro lado, esto permite que de cierta forma el operador reciba un sueldo fijo y prestaciones de ley, lo que incentiva un mejor desarrollo de sus actividades laborales, debido a que no tiene la necesidad de estar “perreando” el pasaje de tal forma que de esto dependa su ingreso.

De forma similar el mantenimiento depende totalmente de la empresa, eliminando el esquema “hombre-camión”, lo que permite generar economías de escala, y también permite homogenizar el mantenimiento de todas las unidades.

Y por último las unidades las controla la empresa y el gobierno, y como la forma de obtener ingresos, es por medio de las ganancias de la empresa y no por el número de unidades, se buscará y es casi seguro que se eficientará el número de unidades, permitiendo de esta forma que la oferta se ajuste de mejor manera a la demanda.

3.1.2 Derroteros.

En lo que respecta a los derroteros, se presentaran algunos de los mas importantes de las dos regiones geográficas en las que se encuentra dividido el estado de México en el sector transporte, en las cuales se encuentra el corredor que estamos estudiando, los datos mas relevantes que nos proporcionó la autoridad competente en este aspecto pero cabe mencionar que esos derroteros no están actualizados y existe grandes variaciones, ya que algunos ya no existen y otros se han creado sin ninguna autorización, por lo que tener datos precisos del numero de derroteros existentes es muy complicado.

A continuación se muestra una tabla en la cual se puede observar el número de derroteros de cada una de las regiones geográficas que integran el corredor.

Zona III/ Regiones	1604
Chalco	235
Ecatepec	675
Nezahualcoyotl	452
Texcoco	242

Tabla 1 NUMERO DE DERROTOS, FUENTE: GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO SECRETARIA DE TRANSPORTE

Fuente: gobierno del Estado de México, secretaria de transporte
<http://www.edomexico.gob.mx/portalgem/transporte/HTML/Estadistica.html#Derroteros>

Como se observa en la tabla anterior se aprecia que la zona de Texcoco y Nezahualcoyotl son la tercera y segunda en orden del mayor al menor pero hay que considerar que en las regiones de Ecatepec y Nezahualcoyotl, se encuentran dos de los municipios más poblados del país, por lo que Texcoco al contar con una población casi una cuarta parte menor que la de estos municipios tiene un número considerable de derroteros y sumando las dos regiones en las que se encuentra el corredor de estudio, podemos percatarnos de que tenemos un total de 694 derroteros en total sin que esto implique que todos pasan por el corredor pero si cierto número de estos.

Dentro de los derroteros se tiene que los principales corren de Texcoco a La Paz y a Av. Zaragoza siendo en éste, los destino Cárcel de Mujeres, Santa Martha, metro Zaragoza y boulevard Aeropuerto. Con los mismos destinos tenemos las unidades que salen de Chimalhuacan, y Chicoloapan cuando menos en 3 puntos de incorporación al corredor principal, por cada uno de los municipios mencionados.

En lo que respecta al segmento del corredor perteneciente a Texcoco se tienen las siguientes desviaciones pudiendo salir del corredor principal uno o más derroteros, dentro de estas desviaciones o ramales se tienen los siguientes; en Chapingo, (kilómetro 19), San Bernardino (kilómetro 17.5), Lomas de Cristo y Colegio de Posgraduados (kilómetro 16), Cuatlinchan y Montecillos (kilómetro 15.3), Tejocote (centro universitario Texcoco UAEM, kilómetro 13) y por último Cuautlalpan (kilómetro 12) es este caso son unidades que van de Texcoco y se dirigen a comunidades a lo largo de la carretera.

Y en lo que corresponde a Chicoloapan y a Chimalhuacan tienen los siguientes ramales; Aurrera (acceso a desarrollos habitacionales, kilómetro 10.8), San Vicente (Soriana kilómetro 9.9), y San José (kilómetro 9.2) aunque en menor medida. En lo que respecta a Chimalhuacan están Piedras negras como la principal (kilómetro 8.6), el 27 o Sinai (kilómetro 6.9). Santa Martha y La loma

Pero además de se tiene que en muchos puntos cuentan con servicios que permiten llegar de la carretera (corredor) a las comunidades, por medio de taxis colectivos los cuales hacen base a la orilla de la carretera, para llevar al usuario al interior de las comunidades en un servicio colectivo. En otros casos se tiene el servicio de bici taxis, los cuales brindan el mismo servicio pero de manera individual. Y por último en otro punto muy específico el cual es Piedras Negras existe la base de combis tanto para ingresar a Chimalhuacan como para dirigirse a Texcoco.

Por lo que es importante marcar, que ya se tienen delimitados de forma natural los puntos de transferencia. Y las desviaciones a los ramales que en este caso son en total 11 desviaciones y sería el número aproximado de centros de transferencia que en la actualidad se tienen, pero estos no están diseñados como tales estos se encuentran improvisados sobre las calles.

Empreza	Texcoco	Chapingo	Montesillos	Tejocote	San vicente	Piedras Negras	Magdalena	La paz
Mexico Texcoco	x	x	x	x	x	x	x	x
Moctezuma	x	x	x	x	x			
Valle	x	x	x	x	x	x	x	x
Ruta 91	x	x	x	x	x	x		
Ruta 83		x	x	x	x	x	x	x
Ruta 98		x	x	x	x	x	x	x
Ruta 104		x	x	x	x	x	x	x
Ruta 1					x	x	x	x
Ruta 62						x	x	x
La loba						x	x	x
Chimalhuacan						x	x	x

Tabla 2 EMPRESAS VS RECORRIDO

3.1.3 Unidades.

En lo que respecta a las unidades solo se pudo conseguir datos muy generales en cuanto al número de unidades de esta zona pero, por lo que se visualiza en campo es más relevante que los datos oficiales, ya que en el caso de los autobuses en su gran mayoría son concesiones Federales; con un número aproximado de 100 unidades, los microbuses en un buen número son concesionados y regulares y por último las Van que son las mas irregulares y riesgosas

Región	Autobus	Microbus	Van	Taxis
Nezahualcoyotl	1256	1682	6250	12000
Texcoco	103	336	927	1317
Total	1359	2018	7177	13317

Tabla 3 VEHICULOS QUE CIRCULAN POR LA ZONA DE ESTUDIO

Fuente: <http://www.edomexico.gob.mx/portalgem/transporte/>

Cabe mencionar que en la región de Texcoco un número considerable de estas unidades viajan hacia el corredor de estudio a pesar de que la región está comprendida por 6 municipios, lo que no pasa en el caso de Nezahualcoyotl ya que en este se incorporan un gran número de Van y algunos autobuses de una sola línea, pero es la minoría, en este caso se reparte todas las unidades que se muestran en la tabla entre 5 municipios sin que muchas de estas circulan por el corredor.

De igual forma, es importante señalar que estos son datos oficiales pero aquí nos determina de manera importante que un número relevante de unidades circulan y prestan el servicio de manera irregular,

3.2 Condiciones Actuales del Corredor.

El Corredor de estudio, sobre la carretera México- Texcoco, en el tramo La Paz Texcoco, es de competencia federal, en casi todo su trayecto a excepción de un cuerpo que va de Chapingo a Texcoco el cual es de competencia estatal. El corredor tiene un longitud de aproximadamente 20.5 Km.

Físicas.

Este tiene características muy especiales que no se han visto en un sistema BRT, ya que no es



totalmente urbano, mas bien es suburbano en una parte, y en otra es urbano, pero corre por lo que era una carretera, y ahora se ha ido transformando en una carretera urbana en casi todo su trayecto.

Esto se puede observar en la foto satelital la parte del trayecto que se realiza de Texcoco a Chicoloapan es zona Suburbano.

Ilustración 37 IMAGEN SATELITAL, ZONA DE ESTUDIO

El segmento del Km. 10.8 de Aurrera al kilómetro 20.5 en Texcoco en el cual podemos encontrar comunidades a lo largo de esta carretera

pero sin que colinden con ella por lo que no es un tramo urbano ya que la distancia entre intersecciones es bastante larga para lo habitual en zonas urbanas por lo que la velocidad de recorrido es alta, comparado con una zona completamente urbana.

En lo que respecta al tramo de la Paz (metro la Paz), a Aurrera (limites de Texcoco con Chicoloapan) del kilómetro 0 al 10.8, se encuentra una zona completamente urbanizada, tanto en el costado del corredor como hacia el interior de los municipios que lo rodean, uno de estos los tiene su principal entrada por esta carretera.

Todo esto es importante ya que en esta vialidad tenemos pocos cruces a nivel y casi nulos a desnivel, pero esto nos ayuda a generar un sistema de transporte alternativo, ya que en general los cruces a nivel son un problema por la interacción entre el transporte público y el transporte privado.

Otra de las características de este corredor es que mezcla todo tipo de vehículos, desde automóviles, transporte público y transporte de carga (llegando a circular incluso tractocamiones de doble semiremolque), lo que no se considera una mezcla muy buena para la seguridad de todos los que transitan esta carretera.

Es una carretera de pavimento asfáltico debido a las condiciones del suelo lacustre del Valle de México y principalmente en esta zona que era rivera del Lago de Texcoco, encontramos algunas ondulaciones de la carretera, pero no de gran severidad como en otras zonas del Valle de México.

En cuanto a las dimensiones de la carretera tenemos que en el tramo de La Paz a San Bernardino (del kilómetro 0 al 17.5) encontramos que la carretera es de 6 carriles, 3 por cada cuerpo de la carretera, cuneta con un camellón de entre 4 y 6 metros, además de que en algunos tramos cuenta con un acotamiento de 1 a 3 metros por lado. Pero es importante destacar que de estos tres carriles con los que cuenta la vialidad sólo se ocupan para la circulación por lo general 2, ya que el de extrema derecha, es utilizado por el transporte público o como estacionamiento de los locales, vulcanizadoras, talleres y demás establecimientos que se encuentran a lo largo de la carretera.

En el tramo comprendido entre San Bernardino y Chapingo (del kilómetro 17.5 al 19) podemos encontrar que, la carretera se reduce a 2 carriles, sin camellón, y con un acotamiento de 6 a 8 metros según la zona, de igual forma que en el tramo anterior la carretera es de pavimento asfáltico, pero en esta no encontramos ondulaciones.

En lo que respecta al tramo final, del corredor que va de Chapingo a Texcoco (del kilómetro 19 al 20.5) la carretera es de 4 carriles 2 por cuerpo, cuenta con camellón central de aproximadamente 4 metros y con acotamiento en un cuerpo de aproximadamente 1 a 2 metros pero a desnivel y en el otro cuerpo es de aproximadamente 6 metros y colinda con derecho de vía ferroviario.

Otro de los puntos importantes a mencionar, para la implementación de un sistema de transporte tipo BRT, son los pasos a nivel o cruces que tiene la vialidad en la que se pretende implementar un sistema de esta índole.



Ilustración 38 IMAGEN SATELITAL, ZONA DE ESTUDIO

En este cabe mencionar, los mas relevante. En primer lugar tenemos el acceso al paradero del metro La Paz el cual es un paso a desnivel, que tiene la capacidad de radio de giro para una unidad articulada al igual que al interior de este paradero existe la capacidad para una estación terminal de este tipo de sistemas, como se aparecía en la foto, satelital. Pero a unos mil metros del paradero nos encontramos con un cruce de vías de ferrocarril a nivel el cual se tendría que librar por medio de un paso vehicular a desnivel.

Otro de los cruceros más relevantes es el de Piedras Negras ya que es uno de los accesos al municipio de Chimalhuacan y en el cual hayamos un gran número de conflictos ya que este crucero se encuentra saturado.

El crucero que le sigue y es de igual forma de gran importancia es el de San Bernardino, ya que en este punto convergen la carretera hacia Texcoco y la de Lechería, en la actualidad uno de los cuerpos cuenta con paso a desnivel pero el otro esta semaforizado debido a la salida de la comunidad de San Bernardino.

Y el último es el de Chapingo, el cual permite el acceso a esta universidad y de igual forma es el entronque con la carretera a varias comunidades, esta es una Glorieta semaforizada, la cual se encuentra rebasada en su capacidad, y ya es un punto de conflicto en el recorrido de este corredor.

Tabla de Cruces y Retornos

Numero	Kilómetro	Nombre	Tipo de cruce
1	0.5	Acceso al paradero	A desnivel
2	1.0	Vías	Ferroviario
3	1.8	Tecamachalco	Retorno semaforizado
4	2.9	La magdalena	Cruce semaforizado
5	4.2	Sin nombre	Retorno semaforizado
6	5.2	CONALEP	Cruce semaforizado
7	6.9	El 27	Cruce semaforizado
8	8.1	Piedras Negras	Cruce semaforizado
9	9	Las fuentes	Cruce semaforizado
10	9.3	San Vicente (Soriana)	Cruce semaforizado
11	9.8	Apasco	Retorno
12	10.2	Aurrera	Cruce semaforizado
13	10.5	Sin nombre	Retorno
14	11.4	Cuautlalpan	Cruce semaforizado
15	11.9	Tejocote	Cruce semaforizado
16	13.9	Cuatlinchan	Cruce semaforizado
17	14.9		Retorno
18	15.4	Lomas	Cruce semaforizado
19	15.9	La castilla	Retorno
20	16.5	San Bernandino	Cruce a desnivel y semaforizado
21	16.8		Retorno
22	18.5	Chapingo	Glorieta semaforizada
23	19	Ursulo galban	Cruce semaforizado
24	20.1	EPT	Cruce semaforizado

Tabla 4 CRUCES Y RETORNOS

Con los datos de la tabla nos podemos percatar de que existen un total de 24 cruces, de los cuales 23 son a nivel, y de estos 17 son semaforizados, 5 no son semaforizados y 1 es un cruce ferroviario.

Esto es importante por que según el número de cruces que tenga el BRT afecta su operación, en este caso tenemos que el promedio entre cada uno de los cruceiros es de 0.9 Km. y el máximo es de 2 km. Pero también cabe destacar que algunos de estos cruceiros se pueden eliminar y otros modificar.

Una de las características más importantes, son las pendientes ya que esto influye mucho en el tipo de unidades, así como en el recorrido. En lo que respecta a este corredor no se tienen pendientes de más de 1 ó 2 grados y son muy cortas por lo que todo el recorrido se puede considerar como recto. Lo que es una gran ventaja, para el establecimiento de sistemas de transporte masivo, ya que no se tienen que hacer modificaciones a la vialidad.

Capitulo 4. Planteamiento del estudio

4.1 Diagnostico

Para poder analizar el comportamiento de la demanda de transporte en el corredor, la cual nos permitirá determinar si el sistema propuesto y que se ha detallado anteriormente es el apropiado para este corredor o si es necesaria la implementación de un sistema de mayor o de menor capacidad. Que sea la mejor opción para poder mejorar el transporte, que sea benéfico para toda la población, para los concesionarios y para el gobierno.

Considerando la información sobre la zona, los recorridos previos que se realizaron, se tomo la decisión de realizar un estudio de acenso descenso para poder determinar cuales eran las paradas más recurridas en el trayecto y el número de pasajeros en el recorrido que utilizan este servicio. De igual forma se realizara un estudio de frecuencia de paso y carga, en los puntos donde se encuentra el mayor flujo de transporte publico que circula por la zona, para poder determinar el numero de unidades que circulan por el corredor que se esta estudiando, aunque no cumplen con el recorrido completo y determinar el número total de pasajeros que utilizan la carretera México Texcoco en el tramo La Paz Texcoco.

Considerando lo anterior se iniciaron a la tarea de realizar recorridos y analizar en cada uno de los puntos mas propensos para realizar el estudio de frecuencia de paso y carga, para poder tener una idea de las ventajas y desventajas de cada uno de los puntos de aforo que se pensaba tendrían los mejores resultados. En este, se consideraron en cuenta los derroteros, el tipo de punto (si tiene parada, seguridad, alumbrado, etc.).

Con base a los derroteros que existen en el corredor, se puede determinar tres segmentos de importancia, el primero es el que se dirige al metro La Paz, el segundo es el que se dirige a la Calzada Ignacio Zaragoza (en general al metro aeropuerto), y el tercero el que se dirige a otros destinos como los son las comunidades que se encuentran a un costado de este corredor en general pertenecientes al

municipio de Texcoco y que no van mas allá de la entrada a San Vicente Chicholoapan, todo esto en el sentido Texcoco- La paz.

Y en el sentido La paz -Texcoco, se tienen considerados los siguientes segmentos como los más importantes el primero es el que tiene como destino Texcoco, el segundo es el que tiene como destino Chapingo y el tercero pero que puede que supere y por mucho la demanda del segundo esto en base a las observaciones en campo y que esperamos que el estudio lo corrobore es el que tiene como destino Chimalhuacan y Chicholoapan, esto ya que son municipios que cuentan con una gran población y en especial el segundo ya que su principal acceso esta en este corredor, sin en cambio el primero tiene accesos por el lado del bordo Xochiaca y por la calzada Ignacio Zaragoza.

De igual forma en lo que respecta a el estudio de Ascenso Descenso, el diagnostico se realizo en base a recorrido a bordo de unidades, y nos pudimos percatar de un sin numero de cuestiones que afectan el servicio, de las cuales solo mencionaremos algunas de las mas relevantes; el servicio no es de calidad, las unidades están en malas condiciones, existe la sensación de inseguridad en algunas paradas, el ascenso y descenso de pasaje se hace en doble fila o no en la orilla de la carretera lo que genera riesgo para el usuario.

Se detectaron las paradas mas importantes que son 24 en total, se observo que el recorrido se realiza en aproximadamente 45 min. Y por ultimo se vieron cuales son los puntos de mayor conflicto en todo el trayecto.

En torno a estos recorridos y con forme a las paradas anteriores se muestra la siguiente tabla de paradas y distancias:

	PARADA	Metros	Distancia/Parada
1	La Paz	0	0
2	Vías	1000	1000
3	Coca	2500	1500
4	Magdalena	3500	1000
5	Arcos	4200	700
6	Terminos	4700	500
7	Pte. Festival	5300	600
8	Conalep	5800	500
9	Sem Rodeo	6800	1000
10	Km 26	7400	600
11	La Cruz	8100	700
12	Chimalhuacan	8600	500
13	San José	9200	600
14	San Vicente	9900	700
15	Aurrera	10800	900
16	Cuautlalpan	12000	1200
17	Tejocote 2	13000	1000
18	Tejocote 1	14300	1300
19	Coatlinchan	15300	1000
20	Lomas	16000	700
21	San Berna	17500	1500
22	Cooperativo	18500	1000
23	Chapingo	19000	500
24	EPT	20500	1500
	Total	20500	
	Promedio	854.17	

Tabla 5 PARADAS ASCENSO Y DESCENSOS
Fuente: elaboración propia

En la tabla se pueden observar las 24 paradas, y la distancia entre cada una de ellas, cabe mencionar que estas no son las paradas definitivas si no son las que nos arrojan un diagnóstico, no el estudio, de igual forma se aprecia que el recorrido total es de 20.5 km. y el promedio entre paradas es de 854 metros, haciendo mención que la distancia más grande entre paradas es de 1.5 Km. y la más corta es de 500 m. Esto debido a que es un tramo suburbano

4.2 Planeación del Estudio

Por lo que para el estudio de ascenso descenso, se decidió que con base a que el tiempo de recorrido varía de 35 min. a una hora, según el horario que fuera, se tomó la decisión que se relazarían aproximadamente dos estudios por hora, en cada sentido, esto debido a que es una representación que

nos sirve para estimar el número de pasajeros promedios, para poder determinar el tipo de sistema de transporte necesario, y observar las paradas más determinantes en el recorrido pero no para diseñar el sistema en forma.

Una vez tomada esta decisión se procedió a realizar los formatos del estudio en base, a los datos que requeríamos y a las observaciones hechas en los recorridos previos. Los formatos con los que se realizaron los estudios son los que se muestran a continuación, los cuales se diseñaron para que el llenado fuera de la manera mas ágil posible. Ya que en el formato del estudio de ascenso descenso, no es tan fácil ubicar las paradas, por que estas son denominadas comúnmente por algún suceso o simplemente por algo que existió o existe en este punto. En los formatos de frecuencias de paso y carga de igual forma se les dio el formato que consideramos mas ágil en su llenado, en especial que nos diera más exactitud en las rutas que tienen el recorrido completo en el segmento de estudio, y en que se pudieran capturar todas las unidades que pasan por la zona, debido a que en ciertos momentos pueden pasar bastantes unidades de transporte público.

Siendo estos los formatos con los que se realizó el estudio:

ESTUDIO DE DESCENSO Y ASCENSO, TIEMPOS DE RECORRIDO

0

1 Nombre del observador: _____ 2 _____ 3 _____ 4 Sentido: _____ 5 _____
 Ruta a recorrer: _____
 Placas/# económico: _____ 6 _____ 7 Clima: _____ 8 Tipo de unidad: _____
 Hora de abordaje: _____

PARADA	10		12 PASAJEROS			OBSERVACIONES
	9 LLEGADA	11 SALIDA	ABORDAN	BAJAN	QUEDAN	
EPT						
CHAPINGO						
COPE						
SAN BERNA						
LOMAS						
COATLINCHAN						
TEJOCOTE						
CUAUTLALPAN						
AURRERA						
APASCO						
SAN VICENTE						
SAN JOSE						
PIEDRAS NEGRAS						
PUENTE LA CRUZ						
KM 27						
KM 26						
CONALEP						
PUENTE CONALEP						
ARCO						
LA MAGDALENA						
LA ESTRELLA						
PAZ						

observaciones: 14 _____

ILUSTRACION 46, TABLA, FORMATO DE ESTUDIO

ESTUDIO DE DESCENSO Y ASCENSO, TIEMPOS DE RECORRIDO

1 Nombre del observador: _____
 Ruta a recorrer: _____ 2 _____
 Placas/# económico: _____ 3 _____
 Hora de abordaje: _____ 6 _____ 7 Clima: _____
 4 Sentido: _____
 Plazas(asientos): _____ 5 _____
 8 Tipo de unidad: _____

9	10	11	12 PASAJOS			13
PARADA	LLEGADA	SALIDA	ABORDAN	BAJAN	QUEDAN	OBSERVACIONES
PAZ						
LA ESTRELLA						
LA MAGDALENA						
ARCO						
PUENTE CONALEP						
CONALEP						
KM 26						
KM 27						
PUENTE LA CRUZ						
PIEDRAS NEGRAS						
SAN JOSE						
SAN VICENTE						
APASCO						
AURRERA						
CUAUTLALPAN						
TEJOCOTE						
COATLINCHAN						
LOMAS						
SAN BERNA						
COPE						
CHAPINGO						
EPT						

observaciones:

14

Estos dos formatos, son del estudio de ascenso descenso en los cuales se aprecian los siguientes aspectos de interés:

1.- Nombre del observador: esto con el fin de conocer quien fue el aforador que realizó el estudio, por cualquier detalle que se presente en el análisis.

2.- Ruta o recorrido: esto es por que podían abordar las unidades con destino a La paz, aeropuerto en este sentido y en el otro a Texcoco o a Chiconcuac.

3.- Placas/ # económico: para conocer la unidad en la que se viajó.

4.- Sentido.- es el sentido en el que se realiza el estudio ya sea Texcoco- La Paz o La Paz Texcoco.

5.- Plazas (asientos): es el número de asientos que tiene la unidad que se abordo ya que en muchas ocasiones aunque sea el mismo tipo de unidad el número de asientos cambia.

6.- Hora de abordaje.- la hora en que el aforador aborda la unidad y esto es para conocer el tiempo en base o la hora de salida de unidad según el caso.

7.- Clima: el clima que prevalece en el corredor, esto por que según el clima afecta la demanda.

8.- Tipo de unidad.- conocer que tipo de unidad se abordo, por que no tiene la misma capacidad un microbús, que un autobús.

9.- Parada: es el nombre de la parada que se apreciaron eran las más importantes esto con el fin de que el aforador no perdiera tiempo escribiendo el nombre, y por si existía movimiento de pasaje entre las paradas de estudio, se dejó un espacio en blanco entre cada parada.

10.- Hora de llegada: es la hora de llegada a cada parada.

11.- Hora de salida: es la hora de salida de cada parada.

12.- Pasajeros: estos se dividen en ascensos que son los pasajeros que abordan la unidad; descensos que son los pasajeros que descienden de la unidad; quedan que son los pasajeros que permanecen en la unidad.

13.- Observaciones: son las observaciones que realiza el aforador en cada parada.

14.- Observaciones: son las observaciones generales del recorrido.

Estos dos formatos fueron lo que se utilizaron para el estudio de frecuencia de paso y carga, cada uno en un sentido respectivamente, el primero en el sentido La Paz y el segundo en el sentido Texcoco, los datos que este estudio contiene son los siguientes:

1.- Nombre del observador: es para conocer quien fue el observador que tomó los datos en ese formato, por si existe alguna duda o situación que se tenga que consultar con él.

2.- Fecha: es la fecha en la que se realizó el estudio.

3.- Punto de observación: es el punto de estudio en el que se tomaron estos datos, ya que como se mencionó anteriormente existen varios puntos de observación por sentido.

4.- Clima: es el tipo de clima que perduró en el llenado del formato y de esta forma se conoce el clima del día y si este influyó en la demanda, ya que no es el mismo comportamiento en un día soleado que en un día lluvioso.

5.-Número de formato: es el número de formato que se llenó, para tener en orden consecutivo los formatos de un punto.

6.- Número (#): es el número de observación realizada, en el transcurso del día.

7.- Línea o empresa: es la ruta o empresa a la que pertenece la unidad.

8.- Hora (Hr.): es la hora en la que se tomó la observación.

9.- Destino: es el destino que tiene la unidad, el cual puede ser; en el sentido La Paz: La Paz, Zaragoza, Otros. Y en el sentido Texcoco; Texcoco, Chapingo y otros.

10.- Tipo de unidad: el tipo de unidad a la que se le está realizando la observación, ya sea una Van, un Microbús o un Autobús.

11.-Pasajeros (Pax): es el número de pasajeros estimados que están a bordo de la unidad.

12.- Observaciones: es la observación que el aforador considere pertinente por cada unidad.

13.- Observaciones generales: son las observaciones generales que se pudieran realizar durante el llenado del formato.

Nota: en el caso de este formato no se menciona el apartado de sentido ya que este se conoce fácilmente con los destinos y el mismo encabezado del formato

Para el estudio de frecuencia de paso y carga se optó en un principio por realizarlo en 4 puntos, dentro del corredor, el primero se ubicaba cerca de la entrada al paradero La Paz, en el punto conocido como las vías, ya que en este se podía observar los vehículos que se dirigen al metro La paz o a Zaragoza (Aeropuerto). El segundo punto se consideró en Piedras Negras que es la entrada al municipio de Chimalhuacan por el lado oriente, ya que es uno de los puntos donde existe el mayor problema y un gran número de unidades del servicio de público se dirigen a esta zona. Pero a pesar de estar contemplado y de su importancia no se realizó el estudio en este sitio debido a que era muy riesgoso tener a personal o a nosotros mismo en este lugar todo el día, ya a que es una zona con un alto nivel de inseguridad y en espacial para personas foráneas a está.

El siguiente punto es en San Vicente o también conocido como el Soriana (ya que en últimas fechas se instaló una tienda de esta empresa), en el cual se encuentra la principal entrada al municipio de San Vicente Chicoloapan. Debido a que en éste municipio se han construido una gran cantidad de viviendas y como se aprecia en el primer capitulo, su población pasara de cerca de 70,000 habitantes a más de 150, 000 ya que se espera que cuando el total de la viviendas de interés social estén terminadas estas albergaran a cerca de 240 000 personas lo cual implica, un gran impacto tanto demográfico como para las vialidades de la zona.

El último punto de estudio programado fue en Lomas de Cristo (este en el municipio de Texcoco). El cual en un principio se debatía en dos posible puntos de estudio los cuales eran: González (km) o en la entrada de Lomas de Cristo (km) en este punto se optó por la entrada a Lomas de Cristo debido a que: tiene paradas que son más seguras para el personal, y se podía observar al mismo número de unidades que circulan por González que por este punto ya que no hay ningún ramal que se desvíe en el trayecto entre estos dos puntos.

Una vez determinados los puntos del estudio, nos dimos a la tarea de determinar el horario de aplicación del estudio el cual por razones de seguridad se decidió realizarlo en cada uno en diferentes horas, esto por el riesgo de estar parado en un punto en especial en la zona de Los Reyes y San Vicente.

Por lo que el horario quedó en el estudio de acenso descenso y tiempos de recorrido, de las 7 a las 18:30 horas, ya que este se podría realizar a bordo de las unidades sin tanto riesgo a excepción de algún asalto a la unidad, pero este riesgo no varió mucho según la hora del estudio asignada. El estudio

de frecuencia de paso y carga se realizó de 8:30 a 5:30, esto debido a que por ser una fecha muy cercana al invierno amanece mas tarde y oscurece más temprano por lo que no consideramos prudente arriesgar a personas que nos apoyaron a realizar el estudio a un asalto o algo más.

Ya teniendo perfectamente determinado el horario podríamos determinar las necesidades de personal, ya que se puede ver que con un turno en cada estudio es suficiente. Por lo que se consideró, se requeriría de 4 personas para realizar el estudio de Acenso Descenso, y 6 personas para el de frecuencia de paso y carga. Para lo cual se busco tanto personal de la zona como alumnos de los primeros semestres de la carrera de Ingeniería en Transporte.

De igual forma se consideró un apoyo económico de 200 pesos a las personas que nos apoyaron en el estudio de frecuencia de paso y carga y 250 pesos a las de acenso descenso. Esto debido a la diferencia de horas. De igual forma se les proporcionará una comida por la duración de la jornada.

Mientras que los integrantes de esta tesis, estarán en cada punto terminal que son el metro La Paz y Texcoco (EPT), despachando a los aforadores que estaban realizando el estudio de acenso descenso y en este caso el que se ubicó en la EPT (Texcoco) realizó al mismo tiempo el estudio de frecuencia de paso y carga, mientras los otros integrantes del equipo supervisaban los diferentes puntos de estudio.

4.2.1 Costos del estudio

Como ya se mencionó para la realización del estudio, de campo se contrató a estudiantes de la carrera de Ingeniería en Transporte y a personas que habitan en la zona de estudio, por lo que, en el caso del estudio de ascenso descenso, fueron 4 mujeres las que participaron dos estudiantes de la escuela y 2 habitantes de la zona, además de un coordinados en el metro La PAZ, y para el estudio de frecuencia de paso y carga fueron 6 hombres y un coordinados en la EPT (Texcoco), además se gastos de gasolina para los coordinadores del estudio ascenso descenso, comida para todos los participantes en los estudios y pasajes en el estudio de ascenso descenso, por lo que los gastos quedan de la siguiente forma.

Concepto	Costo unidad	Unidades	Total
Sueldo Ascenso descenso	250	4	1000
Coordinador	350	1	350
Sueldo frecuencia de paso y carga	200	5	1000
Comida	32.15	14	450
Psajes	7	35	245
Gasolina	350		350
Papelria	100		100
	Total		3395

Tabla 6COSTOS DEL ESTUDIO

Fuente: elaboración propia

Procederemos justificar los gastos según los datos que se presentaron anteriormente, en el caso del estudio ascenso-descenso fueron 4 aforadores como lo releja en la tabla y un coordinador en el metro La Paz son sueldo que se ve reflejado en la tabla 6.

En el estudio de ascenso descenso se maneja 6 aforadores pero en la tabla solo están marcado 5 esto es debido a que uno de los integrantes de esta tesis participó como aforador y el no recibió sueldo, además de que el coordinador de la EPT también fue un integrante de esta tesis; la comida fue para todo el personal que participo; los pasajes, fueron del estudio Ascenso Descenso y en este caso se pagaron 35 viajes el resto fue una ayuda que nos brindó la empresa México Texcoco que tiene dicho derrotero, la papelería son todos las copias y formatos que se utilizaron para realizar el estudio y en el caso de la gasolina fue utilizada en dos vehículos en los que se traslado al personal, se realizaba la supervisión y se les proporcionó sus alimentos.

4.3 Análisis

Para poder ejemplificar de mejor manera los resultados obtenidos se muestran una serie de gráficos, en los cuales se ilustran los datos obtenidos en el estudio de campo para poder determinar de esta forma, cuales son las características de demanda y oferta en el corredor y de acuerdo a los datos arrojados primordialmente por el estudio de Frecuencia de paso y carga, apoyado por el estudio de Ascenso Descenso. Ya que conjuntando estos dos estudios nos permiten observar de mejor manera las dos variables, que son la demanda y la oferta de transporte en este corredor.

Pero antes de poder realizar los gráficos mencionados nos dimos a la tarea de capturar toda la información obtenida, simplificarla y analizarla, esto mediante la creación de tablas más simples, en especial en el estudio de frecuencia de paso y carga en el cual cada uno de los destinos y unidades se les asignó un número, por ejemplo en el sentido La Paz Texcoco: los destinos se numeraron de esta forma Texcoco es el 1 Chapingo el 2 y otros 3 y las unidades quedaron con los siguientes Van 4 Microbús 5 y autobús con 6, pero en el estudio de ascenso descenso los formatos no se pudieron simplificar.

Ya que se capturó toda la información obtenida en campo, para realizar el análisis estadístico del estudio de frecuencia de paso y carga de una manera simple, se realizó el cálculo a través del programa SAS, el cual nos proporcionó los datos configurados de tal manera, que nos permitiera observar estadísticas por tipo de unidad, destino y pasajeros, al igual que la combinación de todas estas variables para así poder realizar un análisis más detallado del comportamiento de la demanda y de la oferta de transporte, ya que este estudio tiene la virtud de permitirnos observar los dos fenómenos de manera simultánea .

Para lo cual se realizaron matrices de destino-tipo de unidad, para determinar el número de unidades por tipo que se dirigen a cada uno de los puntos de destino que se consideraron, por lo que se creó una matriz de este tipo por cada uno de los puntos de estudio y sentido, de igual manera se obtuvo el número de pasajeros promedio por tipo de unidad y destino, para de esta forma determinar el número de pasajeros por punto de estudio, destino y tipo de unidad como se muestra a continuación.

D \ U	Van(4)	Microbús(5)	Autobús(6)	Total
La Paz (1)	23 2.4 16.55 5.17	95 9.93 68.35 25.54	21 2.19 15.11 15	139 14.52
Zaragoza (2)	1 .1 1.41 .22	17 1.78 23.94 4.57	53 5.54 74.65 37.86	71 7.42
Otros (3)	421 43.99 56.36 94.61	260 27.17 34.81 69.89	66 6.91 8.84 47.14	747 78.06
Total	445 46.5	372 38.87	140 14.63	957 100

Tabla 7 RESULTADOS ESTUDIO FRECUENCIA DE PASO Y CARGA

Fuente: elaboración propia con los resultados del estudio

Y el número de pasajeros se observaba de la siguiente forma:

----- D=1 U=4 -----

Análisis de la variable: PAX

N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
23	9.0434783	6.1235630	0	18.00

----- D=1 U=5 -----

Análisis de la variable: PAX

N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
95	14.4315789	6.3020642	3.00	30.00

----- D=1 U=6 -----

Análisis de la variable : PAX

N	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
21	16.9523810	10.1117565	3.00	32.00

De esta forma se obtuvieron los datos que se presentan en los gráficos: cabe mencionar que los datos que se presentan en estas ya están extrapolados para determinar los pasajeros del corredor por día, y no sólo por el intervalo de estudio, esto se hizo al multiplicar los resultados obtenidos por un factor de 2.5 ya que la duración del estudio fue de 8 horas y el promedio de duración del transporte público es de 18 horas que es 2.25 veces más que el tiempo del estudio y el otro .25 es el aumento en la ocupación en las horas “pico” que son de 7 a 9 hrs. y de 18 a 20 hrs.

Para la realización los gráficos ya mencionados se tomó en cuenta la distancia entre los puntos de estudios, por lo que se puede decir que la distancia entre los puntos está representada a escala, de igual manera que los pasajeros están representados a escala pero mucho menor debido a las dimensiones de la demanda.

En cada uno de los gráficos encontraremos tres segmentos, cada uno representado por un color diferente, que representan un destino diferente, de los múltiples destinos que existen en el corredor, pero lo segmentamos en los dos más importantes y los demás que son los ramales o posibles alimentadores, los convertimos en un segmento, esto se explicará con más detalles en cada uno de los gráficos.

Gráfica de pasajeros en el sentido Metro la Paz -Texcoco

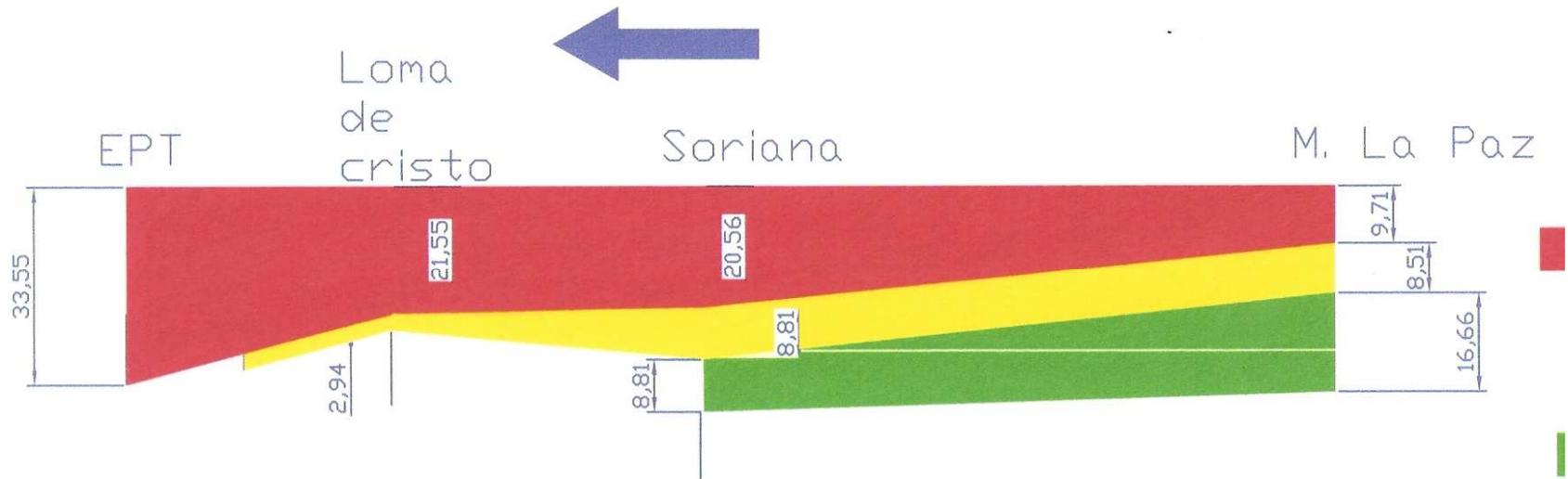


Grafico 2 GRAFICA, PAX, LA PAZ TEXCOCO

Nota: los datos de pasajeros son en miles.
Fuente: elaboración propia según datos del estudio

En el gráfico anterior se puede observar el comportamiento de la demanda en la dirección Metro La Paz- Texcoco. Siendo el segmento en rojo los pasajeros que se dirigen a Texcoco, y como se puede apreciar, esta va creciendo según como se va acercando a Texcoco que es el destino, debido a dos factores: las personas que abordan el transporte, y a la incorporación al corredor de ramales que se dirigen de las comunidades a Texcoco, siendo estas las posibles rutas alimentadoras del corredor y generadoras de rotación de pasajeros una vez instalado otro sistema.

El segmentó en amarillo es el que indica los pasajeros que abordan unidades con destino a Chapingo, las cuales provienen casi en su totalidad del Metro Aeropuerto, pero como se observa el mayor porcentaje de pasajero desciende antes de llegar a Lomas de Cristo, sin que estas unidades tengan una gran rotación de pasajeros. Por lo que a su destino llegan casi vacías o algunas no llegan ya que cambian el pasaje de Unidad siendo esto una molestia para el usuario. La mínima rotación que existe en estas unidades, se debe a que las estas salen de metro Aeropuerto directas, esto quiere decir, que sólo bajan pasajeros, ya no suben pasajeros para de esta manera realizar el recorrido a una mayor velocidad, aunque eso implica un mayor costo para el usuario.

Y el segmentó en verde son las unidades que se desvían en el trayecto a los ramales, los cuales provienen del Metro La Paz, de Zaragoza y otros orígenes, pero no llegan mas allá del Soriana (San Vicente), ya que en este punto es la entrada para las nuevas construcciones habitacionales de alto impacto, de la zona. Y entre estos ramales tenemos dos que son los primordiales, la entrada a Chimalhuacan en Piedras Negras en el Km. 8.6 del corredor y la entrada en el Soriana (San Vicente) en el Km. 9.9 del corredor, y por lo que se observa que de los 16,660 viajes que se realizan en este sentido hacia otros destinos se dividen primordialmente entre estos dos destinos específicos.

Una vez definido cada uno de los segmentos de pasajeros en los que se dividió el estudio en este sentido, podemos hablar que los pasajeros (la demanda) que existe en este sentido del corredor es: de 34,880 pasajeros por día en el punto de estudio nombrado Metro la Paz, de 38,810 en el punto de estudio denominado Soriana, de 24,490 en el punto Lomas de Cristo, de 33,550 pasajeros en el punto conocido como la EPT.

Tomando en cuenta los datos mencionados se puede observar que el punto con mayor demanda es el de Soriana, con 38, 810 pasajeros por día lo que implica que si esta consideración 17 horas de servicio, se tendría un promedio de 2, 282 pasajeros por hora (este como dato estadístico faltando determinar la hora de máxima demanda y el numero de pasajeros que esta manejaría).

Pero también es muy importante mencionar que como se aprecia en el gráfico, a pesar de que en el punto de máxima demanda nos da un total de 38, 810 pasajeros, los pasajeros del corredor en este sentido son de aproximadamente 59,020 pasajeros, esto debido a la rotación, y a los ramales que se incorporan a este corredor. Por lo que el número de usuarios se incrementa de forma considerable lo que genera un mayor sustento para un proyecto tipo BRT.

El dato de 59, 200 pasajeros se obtuvo sumando 16,600 pasajeros del segmento en verde (otro) 8,810 del segmento en amarillo (Chapingo) y 33, 550 pasajeros del segmento en rojo (Texcoco).

Grafica de pasajeros en el sentido Texcoco - Metro la Paz



Grafico 3 PAX, EN EL SENTIDO TEXCOCO LA PAZ

Nota: los datos de pasajeros son en miles.

Fuente: elaboración propia con datos del estudio

En el sentido Texcoco- Metro La Paz, se tiene la siguiente segmentación de usuarios, la cual se visualiza de esta manera: en color rojo, los usuarios que abordan las unidades que van de Texcoco al metro La Paz, en éste no encontramos gran variación en el nivel de usuarios, esto debido a que; en primer lugar no existen derroteros que se vayan incorporando al corredor que se dirijan a este destino, y la poca variación que se presenta es la rotación de pasajeros de estas unidades.

En color amarillo los usuarios que tienen como destino la Calzada Ignacio Zaragoza, en general su destino final es Metro Aeropuerto. En la gráfica se puede apreciar un incremento de más de un 500% del punto de estudio EPT al punto de estudio de M. La Paz, esto atribuible a que en el primer punto sólo se consideran las Unidades que salen de Texcoco con este destino, pero como avanza el recorrido tenemos la incorporación de derroteros que provienen del mismo corredor como lo es por ejemplo Chapingo, o que se incorporan de ramales como Lomas de Cristo, San Vicente, y Chimulhuacán

Y por último en color verde el segmento, que se dirige de la cabecera municipal de Texcoco, a las diferentes comunidades que se encuentran a lo largo de este corredor, es por esto que al llegar al punto de estudio de Soriana este destino que se considera, tiende casi a eliminarse.

De igual forma es importante mencionar la poca rotación de pasajeros que existe en el segmento amarillo (destino Zaragoza) y en el segmento en verde (otros destinos) esto debido a que casi todos los pasajeros que se dirigen a Zaragoza en especial cuando se trata de Unidades tipo Van, casi no tienen rotación de pasajeros debido a que las unidades son directas a su destino (lo cual quiere decir que ya no aborda mucho pasaje). En el caso del segmento verde, la rotación de pasajeros es de igual manera muy baja, ya que las personas que van a estos destinos abordan generalmente en Texcoco, y llegan hasta el destino final de cada uno de estos ramales.

En esta gráfica como se manejó en el anterior, se describe la demanda en el sentido Texcoco Metro La Paz. Se puede observar que la demanda puntual, del estudio fue la siguiente: en el punto de estudio denominado como la EPT (Texcoco) la demanda fue de 30,000 pasajeros/día, en el siguiente punto que es el denominado Lomas de Cristo la demanda fue de 22,560 pasajeros/día. En el punto

intermedio que es el de Soriana (San Vicente) la demanda es de 25,990 pasajeros/día, y en el último punto de estudio en metro La Paz fue de 28,260 pasajeros/día.

Analizando de la misma manera que en la gráfica anterior, se toman en cuenta diferentes datos para obtener que la demanda total en este sentido sea de 50,350 pasajeros, por lo que si tomamos en cuenta la demanda de ambos sentidos se puede decir que la demanda del corredor es de **109,370** en su totalidad.

Una vez que hemos determinado la demanda completa del corredor, procederemos a determinar la oferta, por medio de la información que se obtuvo en el estudio frecuencia de paso y carga, esto de una forma más simple, ya que en este caso solo necesitamos el número y el tipo de Unidades que pasan por cada punto, para de esta forma; multiplicarla por el promedio de asientos que cada Unidad ofrece.

Con esto se estimará si la oferta es menor o mayor que la demanda, aunque cabe mencionar que en estos casos la oferta siempre tiende a ser mayor que la demanda, por las condiciones de irregularidad con la que opera el transporte público en el corredor.

Para poder ejemplificar mejor el comportamiento de la oferta, se realizaron dos diferentes gráficas por sentido, en la primera se presenta la información de la oferta por destino en cada uno de los puntos de estudio. Y en la segunda se presenta por tipo de Unidad, permitiendo de esta manera observar mucho mejor el comportamiento de la oferta, con base al destino y al tipo de unidad. Lo cual nos sirve para analizar dos factores; como lo son el destino, y las Unidades lo que nos deja conocer la saturación del corredor, ya que no es lo mismo trasladar 50 personas en un autobús que trasladar esas mismas 50 personas en 6 Van ya que de esta forma se genera una mayor saturación vehicular del corredor y por consecuencia mayor cantidad de contaminación.

Gráfica sentido La Paz Texcoco

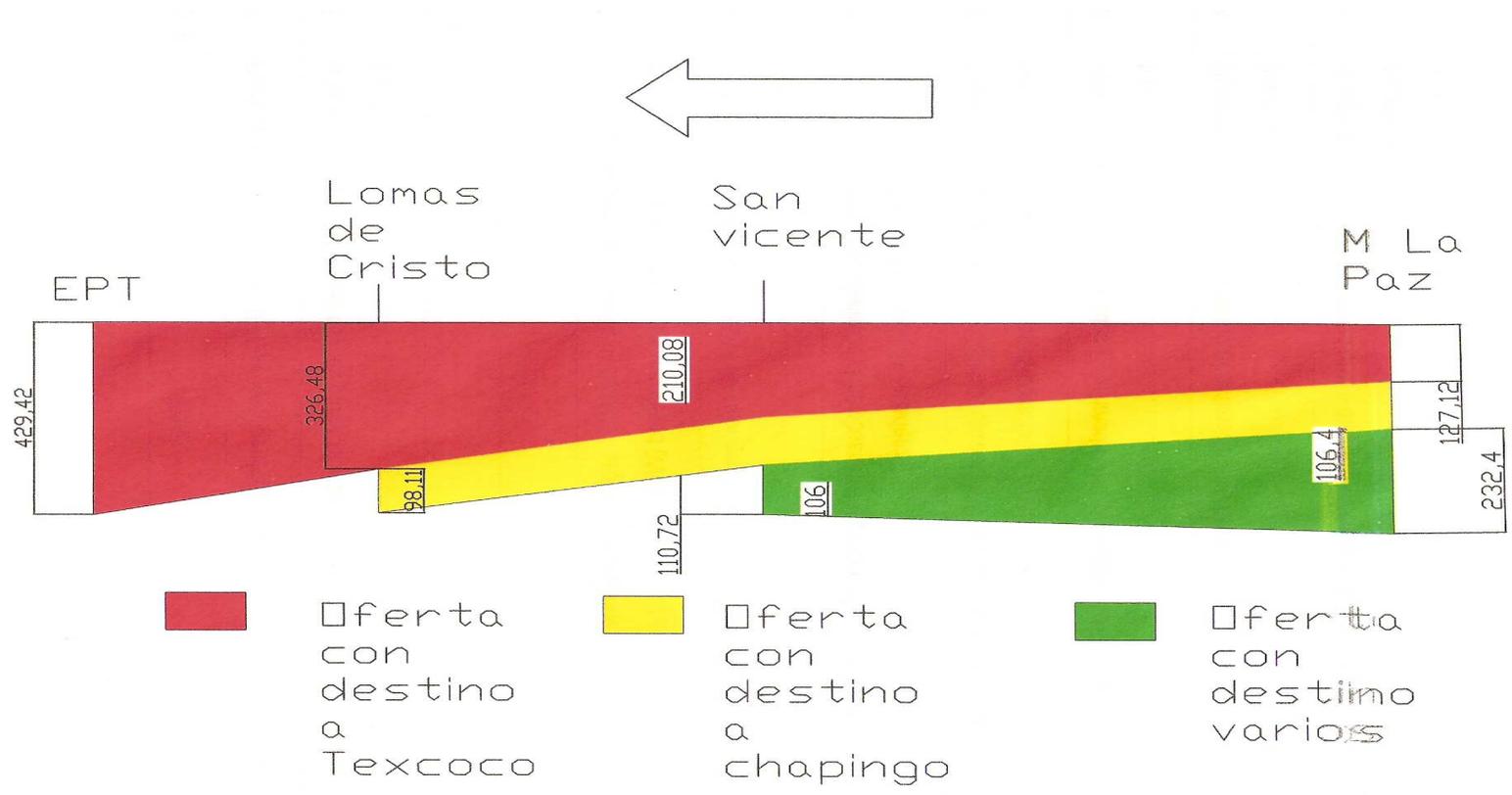


Gráfico 4 OFERTA DE TRANSPORTE POR DESTINO DE LA PAZ A TEXCOCO

Fuente: elaboración propia con datos del estudio

En la gráfica anterior se puede observar el comportamiento de la oferta en el corredor, en el sentido La Paz Texcoco, y como se mencionó anteriormente la oferta es mayor a la demanda que se visualizan en las gráficas que representan ésta, aunque el comportamiento es muy similar al de la demanda, ya que la oferta representada en color rojo es la que tiene como destino Texcoco, siendo esta la razón por la que se va presentado el incremento conforme avanza el recorrido en dirección a Texcoco, el segmento de oferta representado en amarillo es el que tiene como destino Chapingo, es por lo que este tiende a desaparecer antes de Texcoco y en este caso a diferencia de la demanda se mantiene mucho más estable durante el recorrido. En lo que respecta al segmento en verde el comportamiento es el mismo que en la demanda ya que este recorrido llega hasta san Vicente y se reparte entre Chimalhuacan y Chicoloapan

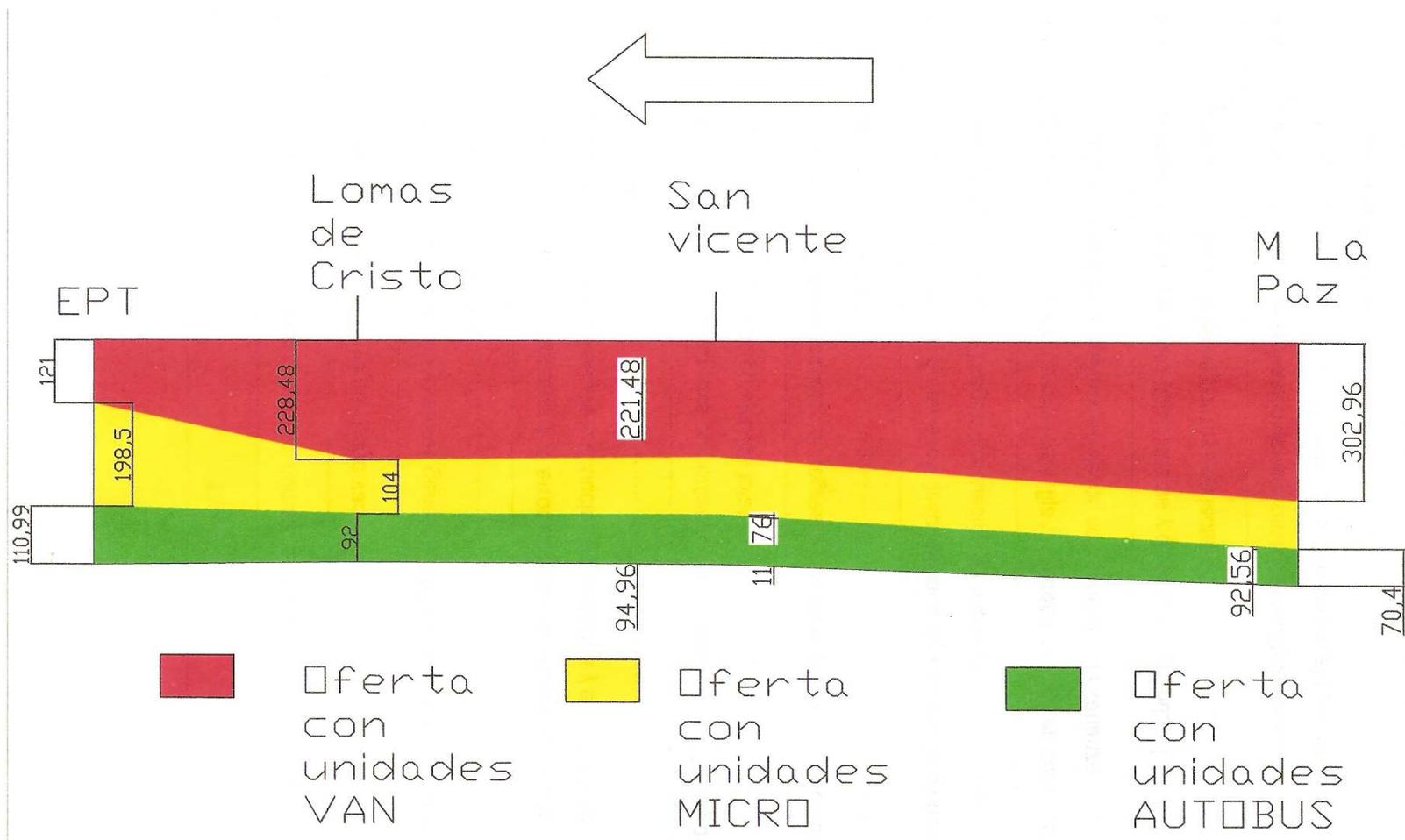


Grafico 5 DE TRANSPORTE POR TIPO DE UNIDAD DE TEXCOCO A LA PAZ

Fuente: elaboración propia con datos del estudio

En la grafica anterior se muestra la oferta del corredor pero clasificada por tipo de unidad, por lo que se puede como al irnos aproximando al paradero del metro La Paz aumenta la circulación de la unidades tipo Van, lo que sucede en sentido inverso cuando nos aproximamos a Texoco ya que el numeor de unidades crece a favor de los Microbuses, lo que nos demuestra como las rutas alimentadoras afectan en gran medida al corredor y en especial por el tipo de unidades que prevalecen en ciertos segmentos del corredor

Graficas sentido Texcoco-La Paz

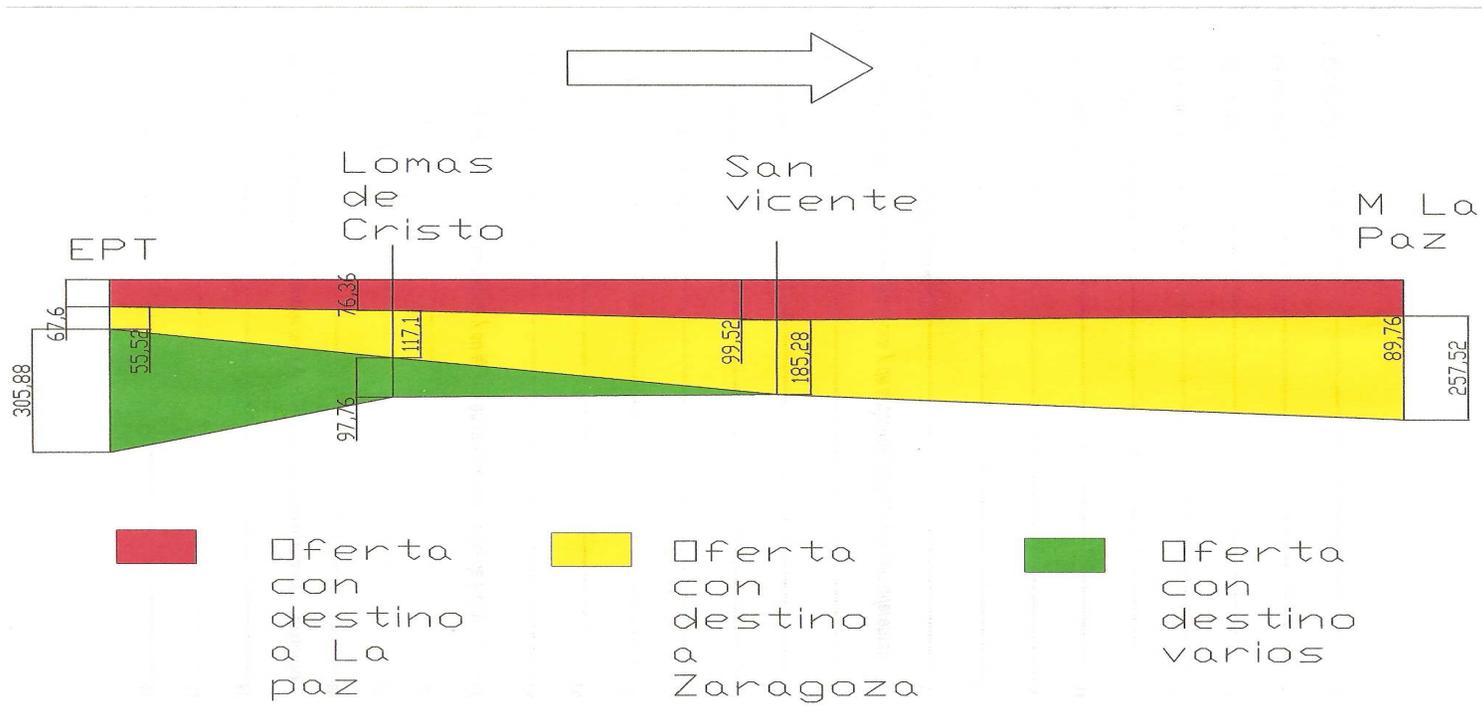


Grafico 6 DE TRANSPORTE SEGÚN DESTINO DE TEXCOCO A LA PAZ

Fuente: elaboración propia con datos del estudio

En esta gráfica se puede observar la oferta en el sentido Texcoco – La Paz y como se observa el comportamiento, es muy similar al de la demanda. Solo que en este caso la oferta es mayor en la parte de Texcoco lo que nos indica que en este punto las unidades tienen un menor índice de ocupación, atribuible a diversos factores que no nos toca tratar a fondo por lo que no profundizaremos más. Y dejaremos que la gráfica nos guíe

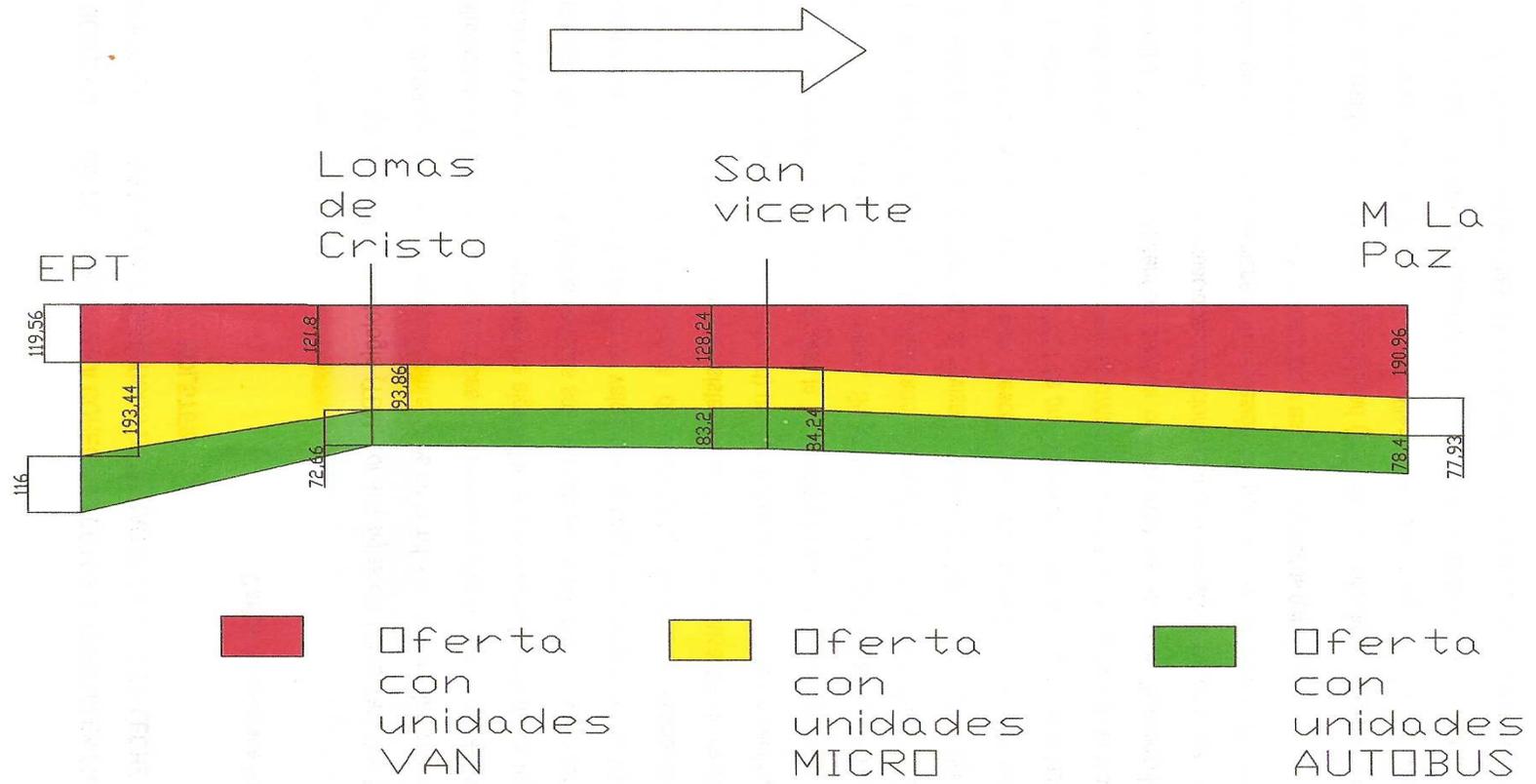


Grafico 7 DE TRANSPORTE SEGÚN TIPO DE UNIDAD DE TEXCOCO A LA PAZ

Fuente: elaboración propia con datos del estudio

En esta gráfico se puede apreciar al igual que en el anterior y de la misma manera que en el sentido opuesto es la misma oferta pero representada por tipo de unidad llegando a la misma conclusión que en el sentido contrario sólo que en esta no se aprecia tanto la disminución de las Van pero es de considerarse que es muy similar y que la forma de la grafica disimula mas esta variación.

Ascenso Descenso

En el estudio de Ascenso Descenso, como ya se mencionó anteriormente, se llevaron a cabo dos estudios por hora, este con una mayor duración que el de Frecuencia de paso y carga, debido al menor riesgo como ya se había mencionado.

Este estudio se realizó desde las 7 a las 18 hrs. y se presenta la gráfica que nos marca la hora de máxima demanda en los dos sentidos. En el primero que es en el Texcoco La Paz, la hora con mayor ocupación fue a las 9 hrs. con una ocupación promedio de 24.56 pasajeros por lo que la consideraremos de 25, siendo que la capacidad de un Microbús, que es en general la unidad que se utiliza en este recorrido, viaja a su capacidad óptima (asientos) en todo el recorrido.

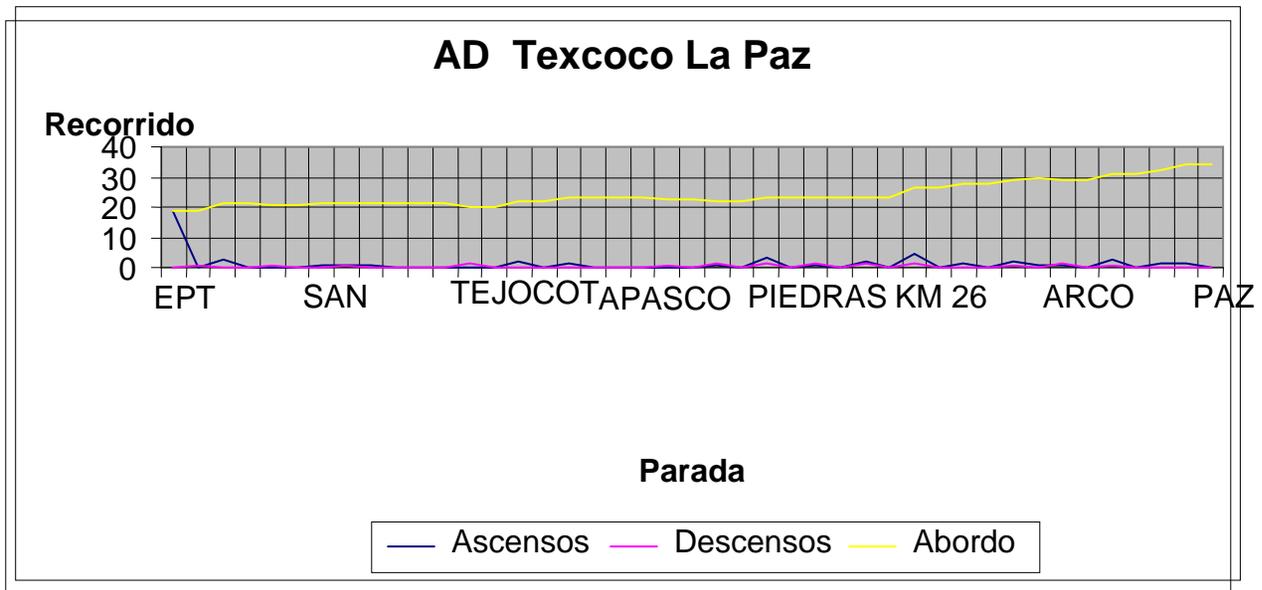


Grafico 8ASC-DESC DE TEXCOCO A LA PAZ

Fuente: elaboración propia con datos del estudio

Pero también podemos observar la ocupación máxima, que alcanza al llegar a La Paz con aproximadamente 35 Pasajeros, lo cual implica que arribo al destino con una muy buena ocupación. Cabe mencionar que la mayoría de las paradas que se consideraron en un principio, permanecen debido a que si son utilizadas, pero habrá que agregar algunas intermedias que se aprecia son de importancia.

De igual forma cabe mencionar que el promedio de recorrido es de 38 min. y el máximo fue de 55 min. lo cual nos refiere que la velocidad de operación en este sentido es de 31 Km./hora lo que es bastante buena para un sistema como el que actualmente esta funcionando, pero en este caso, es importante recalcar que es un sistema que viaja por una carretera urbano en su mayor parte y esta velocidad para estas condiciones es baja, ya que no se transita por una zona urbana en su totalidad

A continuación se muestra la gráfica de máxima demanda en el sentido opuesto, que en este resultado ser a las 4 pm. pero es posible que ésta sea un poco mayor a las 7 pm pero sin muchas variaciones esto debido a que es el horario de salidas de muchos trabajadores, por los datos obtenidos la variación no debe de ser de mas de un 5 a un 8%.

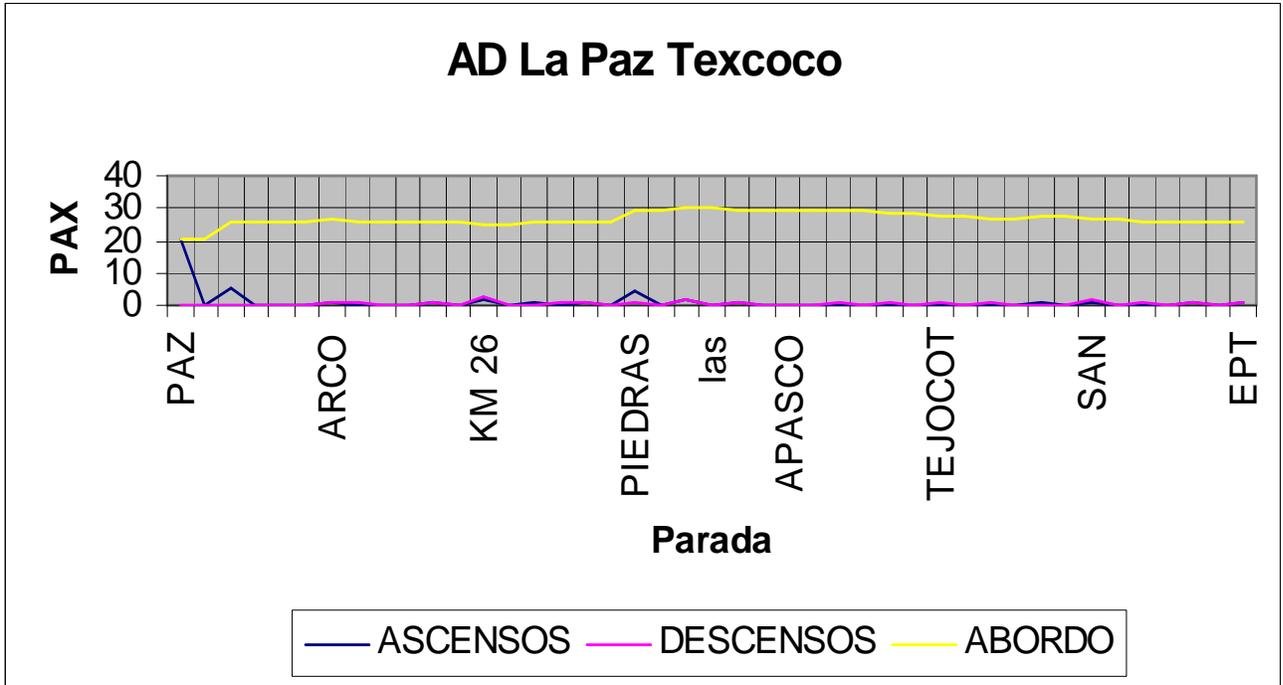


Grafico 9 ASC-DESC DE LA PAZ A TEXCOCO

En esta gráfica se puede observar como el tramo con mayor ocupación es el de Soriana (San Vicente) con una ocupación aproximada de 30 pasajeros pero todo el trayecto se realiza con una ocupación superior a los 20 pasajeros lo que es bastante buena.

Cabe mencionar que la duración promedio del viaje fue de 46 min. y el tiempo máximo de recorrido de 60 min. Por lo que igual que en el anterior obtenemos que la velocidad de operación en este sentido es de 26 km/h.

Una vez teniendo todos estos datos y tomando en cuenta una estimación de tiempo en terminal de 30 min. por las dos terminales seria de 60 min. Mas los dos tiempos en recorrido 38 y 45 min. en cada sentido, de esta forma al sumar los datos de tiempo se obtiene que el tiempo total es de recorrido es de 143 min. en 41 km. en total

$$V_o = 41 \text{ km.} / 2.38 \text{ hrs.}$$

Por lo que la velocidad de operación seria de: 17.22 km hora.

PARADA	7 a 8		8 a 9		9 a 10		10 a 11		11 a 12		12 a 13		13 a 14		14 a 15		15 a 16		16 a 17		17 a 18		18 a 19		Total		Promedio	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D
EPT	19	0	38	0	43	0	17	0	17	0	21	0	51	0	32	0	35	0	39	0	32	0	13	0	365	0	30.42	0.00
CHAPINGO	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0.08	0.33
COPE	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	2	1	0	1	2	0	0	0	0	5	6	0.42	0.50
SAN BERNA	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0	11	1	0.92	0.08
LOMAS	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	4	1	0	0	9	3	0.75	0.25	
COATLINCHAN	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	5	11	0.42	0.92
TEJOCOTE	0	2	0	3	0	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	0	0	2	5	1	1	0	15	18	1.25	1.50
CUAULALPAN	1	2	4	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	2	0	3	0	1	0	1	0	0	0	16	5	1.33	0.42
AURRERA	1	1	2	0	0	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	10	12	0.83	1.00	
APASCO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0.08	0.08
SAN VICENTE	0	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	5	7	0.42	0.58
SAN JOSE	0	0	1	2	0	0	1	3	1	3	2	0	0	1	0	5	0	0	1	1	1	2	0	0	7	17	0.58	1.42
Móvil	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0.00	0.25
PIEDRAS NEGRAS	4	3	6	3	0	11	0	3	0	3	1	2	1	13	1	0	0	1	0	5	0	13	1	0	16	59	1.33	4.92
PUENTE LA CRUZ	0	2	1	2	0	0	4	0	4	0	0	2	0	3	0	1	0	0	1	0	1	0	2	9	16	0.75	1.33	
KM 27	0	0	4	3	0	4	4	0	4	0	2	1	1	3	0	0	1	0	2	3	0	1	0	0	18	15	1.50	1.25
KM 26	2	1	9	3	0	0	3	0	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	20	8	1.67	0.67
CONALEP	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.17	0.17
PUENTE CONALEP	1	0	4	1	0	0	0	1	0	1	0	0	6	2	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	12	9	1.00	0.75
ARCO	0	0	1	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	8	0.08	0.67
LA MAGDALENA	0	3	5	1	1	1	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	1	0	0	7	23	0.58	1.92	
Tecamachalco	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	1	8	0.08	0.67	
LA ESTRELLA	0	0	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5	2	0	8	0	0	0	1	0	2	0	0	8	15	0.67	1.25
PAZ	0	1	3	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	4	7	0.33	0.58	
	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7	0	2	0	20	0	0	0	0	10	0	11	0	0	0	57	0	0.00	4.75

Tabla 8 ASCESNSO DESCENSO DE TEXCOCO A LA PAZ

PARADA	7 a 8		8 a 9		9 a 10		10 a 11		11 a 12		12 a 13		13 a 14		14 a 15		15 a 16		16 a 17		17 a 18		18 a 19		Total		Promedio			
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D		
PAZ	14	0	15	0	28	0	26	0	16	0	13	0	23	0	22	0	26	0	41	0	43	0	54	0	321	0	26.75	0.00		
LA ESRRELLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	23	3	1.92	0.25
LA MAGDALENA	1	2	3	0	0	0	3	0	0	0	3	1	3	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	2	17	5	1.42	0.42		
ARCO	0	0	3	1	0	1	0	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1	2	1	1	1	1	10	9	0.83	0.75		
PUENTE CONALEP	0	0	1	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	0.58	0.33		
CONALEP	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	3	0.08	0.25		
KM 26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0.00	0.33		
KM 27	2	1	4	2	0	3	0	0	4	0	0	0	1	1	0	1	0	2	3	5	2	2	0	7	16	24	1.33	2.00		
PUENTE LA CRUZ	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0.17	0.17		
PIEDRAS NEGRAS	0	0	1	0	3	2	1	0	1	1	5	1	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4	1	3	4	11	18	1.17	1.00	
Móvil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	1	1	0	1	3	4	4	1	0.33	0.08		
SAN JOSE	0	0	0	1	3	1	0	3	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	11	18	0.92	1.50	
las fuentes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.00	0.50		
SAN VICENTE	5	0	4	0	15	0	6	0	7	0	21	0	3	0	11	0	5	0	9	1	1	3	3	4	90	12	7.50	1.00		
APASCO	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	1	0	0	5	7	0.42	0.58		
AURRERA	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	5	7	10	0.58	0.83		
CUAULALPAN	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0.17	0.42		
TEJOCOTE	4	0	2	0	3	3	11	0	3	1	7	2	0	0	0	0	1	0	1	2	7	2	8	2	47	12	3.92	1.00		
COATLINCHAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00		
LOMAS	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.00	0.25	
SAN BERNA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.08	0.08		
COPE	1	1	0	2	0	1	0	1	2	0	2	2	0	0	0	2	0	2	0	1	0	0	1	0	6	12	0.50	1.00		
CHAPINGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.00	0.50		
EPT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.00	0.25		
	0	4	0	10	0	1	0	24	0	1	0	15	1	4	0	22	0	1	2	2	0	4	0	16	3	104	0.25	8.67		

Tabla 9 ASCESNSO DESCENSO DE LA PAZ A TEXCOCO

Para la selección de las paradas se considero: primero que el número promedio ya sea de ascensos o descensos fuera mayor de 0.75 y segundo que fuera un punto de alimentación así las comunidades, lo cual incrementaría, considerablemente el uso de las paradas ya que estos serian puntos de transferencia hacia las rutas alimentadoras dejando libre el corredor para el BRT.

Sentido PAZ- TEX		Sentido TEX- PAZ
PAZ	Aceptada	PAZ
LA ESRTRELLA	Aceptada	LA ESTRELLA tecamachalco
LA MAGDALENA	Aceptada	LA MAGDALENA
ARCO	Aceptada	ARCO
PUENTE CONALEP	Aceptada	PUENTE CONALEP
CONALEP		CONALEP
KM 26	Aceptada	KM 26
KM 27	Aceptada	KM 27
PUENTE LA CRUZ	Aceptada	PUENTE LA CRUZ
PIEDRAS NEGRAS	Aceptada	PIEDRAS NEGRAS
móvil		móvil
SAN JOSE	Aceptada	SAN JOSE
las fuentes		
SAN VICENTE	Aceptada	SAN VICENTE
APASCO		APASCO
AURRERA	Aceptada	AURRERA
Puerta Texcoco	Aceptada	
CUAUTLALPAN	Aceptada	CUAUTLALPAN
TEJOCOTE	Aceptada	TEJOCOTE

COATLINCHAN	Aceptada	COATLINCHAN
LOMAS	Aceptada	LOMAS
SAN BERNA	Aceptada	SAN BERNA
COPE	Aceptada	COPE
CHAPINGO	Aceptada	CHAPINGO
EPT	Aceptada	EPT

Tabla 10 PARADAS PORPUESTAS Y ACEPTADAS

La tabla anterior muestra el listado de paradas definitivas en base a los resultados de los estudios, quedando en total 21 paradas con una separación promedio de 970 metros, cabe mencionar que se agregó la parada depuesta Texcoco, debido a que se abrió un centro comercial después de la realización del estudio, por lo que se considero necesario la colocación de una parada en este punto ya que se convierte en un centro a tractor de viajes importante

Capitulo 5 PROPUESTAS PARA EL CORREDOR TEXCOCO- LA PAZ

Una vez teniendo los datos recopilados tanto teóricos como prácticos, y analizando todos estos con base a experiencias y conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniera en Transporte presentamos esta propuesta, para dar solución a un problema que si bien parece no ser muy grave comparado con otras zonas del área metropolitana, es necesario considerar todos los factores que influyen en la misma y hacer una propuesta integral que incluso considere fenómenos que se presentarán a futuro.

Al ser el área de estudio una zona suburbana podría considerarse el problema de menor magnitud que en una urbana, pero esto es un factor a favor, ya que es mucho más fácil implementar un sistema completamente nuevo aprovechando los espacios con los que se cuenta. En cuanto a los actuales prestadores del servicio solamente se cuenta con dos empresas que operan en todo el corredor y los ramales.

La propuesta que tenemos, es simple en su origen, pero complicada en cierta medida en su implementación. La cual consiste en la creación de un sistema BRT suburbano a lo largo de todo el corredor y con posibilidades de expandirse a la Calzada Ignacio Zaragoza como enlace con otros posibles sistemas.

El BRT correría por el carril de extrema izquierda en todo el recorrido, es decir, sería un sistema de andenes centrales que servirían para ambos sentidos, reduciendo de esta manera los costos. Siendo además de andenes elevados de un metro de altura, ya que los autobuses no serán de piso bajo, haciendo de esta manera que el ascenso sea a nivel y permita mayor agilidad en las maniobras de ascenso descenso.

Para el ingreso en algunas estaciones se utilizarán pasos peatonales a desnivel (puentes), y en otras pasos a nivel y añadiendo en estos un sistema de semáforos que permitan el paso seguro de los usuarios del sistema de transporte

El sistema contará con un total de 2 estaciones terminales, una en interior del paradero del metro La Paz y el otro en la Ciudad de Texcoco, y además de 20 a lo largo del recorrido como se enlistan a continuación, quedando en promedio a 950 m de distancia entre cada una,

1	PAZ
2	LA ESTRELLA
3	LA MAGDALENA
4	ARCO
5	CONALEP
6	KM 26
7	KM 27
8	PUENTE LA CRUZ
9	PIEDRAS NEGRAS
10	SAN JOSE
11	LAS FUENTES
12	SAN VICENTE
13	AURRERA
14	PUERTA TEXCOCO
15	CUAUTLALPAN
16	TEJOCOTE
17	COATLINCHAN
18	LOMAS
19	SAN BERNA
20	COPE
21	CHAPINGO
22	EPT

Tabla 11 PARADAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA

Fuente: elaboración Propia

Este sistema va a ser parcialmente confinado, contara con un carril exclusivo en el tramo que va del metro La Paz a San Bernardino, el cual es el más conflictivo de todo el corredor. De San Bernardino hasta la entrada a la Ciudad de Texcoco sería sin confinamiento, ya que el nivel de tránsito disminuye considerablemente por la desviación de la carretera hacia Lechería.

Para la creación del carril confinado se tomará parte del carril de extrema izquierda y un porcentaje mínimo del camellón, por lo que éste quedará libre para generar adecuaciones a la zona como son ciclistas, áreas peatonales y espacios recreativos.

Además de la utilización de espacios en el camellón se ocupará el derecho de vía restante que va de 4 a 6 metros, en algunos tramos para poder de esta manera generar un ancho de vía suficiente para almacenar el carril confinado más 3 carriles de circulación por cuerpo de la vialidad (por sentido) en casi todo el trayecto. Por lo que al generar esta ampliación será necesaria la creación de banquetas a todo lo largo del corredor en ambos sentido, para remplazar las pocas que actualmente existen.

El inconveniente de este punto es, que se tendrá que eliminar estacionamiento de algunas tiendas que se encuentran a lo largo de la carretera y que usan el derecho de vía con este fin. Además de que se tendrán que prohibir las talacheras a lo largo de la carretera ya que son una de las principales causas de congestionamientos viales y accidentes.

El último factor que se tendrá que generar a lo largo del corredor es la creación de un drenaje pluvial a lo largo del corredor ya que al ser éste en sus orígenes una carretera, el agua de lluvia se canalizará a los campos por medio de desnivel pero con la creación de infraestructura urbana, el agua pluvial no tiene salida por lo que se generan grandes encharcamientos, por consiguiente en deterioro más acelerado de la superficie de rodamiento,

Considerando esta serie de cambios en la imagen urbana u suburbana de la carretera se genera un polo de desarrollo para promover una mejor calidad de vida de todos los habitantes de la zona de influencia de esta carretera.

Otro punto muy importante a tratar en la propuesta son los cruces a nivel, y la situación que se presentará con algunos de ellos, en la solución a la vuelta izquierda que es la que se ve afectada con este tipo de sistemas por lo cual se tendrá que adaptar todas estas de una manera especial ya que no existen calles laterales para generar este tipo de movimientos direccionales. Por lo que se tendrían que tomar en consideración el flujo de la intersección, el espacio que se tenga en cada una de estas y las características geométricas, por lo que hablaremos de las más importantes, y de la eliminación de algunos retornos que actualmente existen con muy poca utilidad.

Para empezar se tiene que generar un paso a desnivel en el acceso y salida al metro La Paz el cual puede ser utilizado de manera simultánea para librar el cruce de las vías del ferrocarril como se muestra en la imagen.



Ilustración 39 IMAGEN SATELITAL, METRO LA PAX PROPUESTA ACCESO AL PARADERO , FUENTE GOOGLE MAPS

En la imagen podemos apreciar como el paso a desnivel comienza antes del cruce de ferrocarril (línea punteada) para posteriormente girar hacia el sur librando de esta manera la vialidad, principal, y llegando a un derecho de vía (una calle) que se encuentra actualmente en terracería (línea cortada) y es un acceso auxiliar al paradero. De esta manera se elimina el cruce del ferrocarril y el acceso al paradero queda resuelto de forma simultánea

Los siguientes cruces se enlistan y se propone una breve solución de algunos y otros se detalla a continuación

Número	Nombre	Tipo de cruce	
1	Acceso al paradero	A desnivel	Paso a desnivel conjunto
2	Vías	Ferroviario	
3	Tecamachalco	Retorno semaforizado	Solución geométrica
4	La Magdalena	Cruce semaforizado	Paso a desnivel
5	Sin nombre (hotel)	Retorno semaforizado	Solución geométrica
6	CONALEP	Cruce semaforizado	Solución geométrica
7	El 27	Cruce semaforizado	Paso a desnivel
8	Piedras Negras	Cruce semaforizado	Se está construyendo paso a desnivel
9	Las Fuentes	Cruce semaforizado	Paso a desnivel
10	San Vicente (Soriana)	Cruce semaforizado	Solución geométrica
11	Apasco	Retorno	Eliminación
12	Aurrera	Cruce semaforizado	Paso a desnivel
13	Puerta Tezcoco	Retorno	Eliminar
14	Cuautlalpan	Cruce semaforizado	Solución geométrica
15	Tejocote	Cruce semaforizado	Solución geométrica
16	Cuatlinchan	Cruce semaforizado	Solución geométrica
17	González	Retorno	Eliminar
18	Lomas	Cruce semaforizado	Solución geométrica
19	La Castilla	Retorno	Eliminar
20	San Bernardino	Cruce a desnivel y semaforizado	Cruzar por terrenos del centro SCT
21		Retorno	Eliminar
22	Chapingo	Glorieta semaforizada	Paso a desnivel
23	Ursulo Galban	Cruce semaforizado	Paso a desnivel
24	EPT	Cruce semaforizado	

Tabla 12 CUCEROS U SOLUCION PROPUESTA PARA CADA UNO DE ELLOS

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar de los 24 cruces que se tienen, se eliminan 5, 2 se conjuntan para convertirse en uno solo a desnivel, 8 cruces a desnivel de los cuales uno se está construyendo, y 9 soluciones geométricas. Y a continuación se detallan algunas de estas.



Ilustración 40 IMAGEN SATELITAL CUCERO CONALEP PRPUESTA DE SOLUCION VUELTA IZQUIERDA FUENTE DE IMAGEN GOOGLE EARTH

En la imagen que se muestra en el cruce del CONALEP, la solución de la vuelta izquierda es mediante la creación de dos orejas una en cada sentido, para que de esta forma la vuelta izquierda se incorpora la avenida perpendicular a la carretera y de esta manera hagan el cruce sin ninguna interferencia al sistema propuesto. Siendo esta una solución de bajo costo y eficiente para liberar el conflicto de la vuelta izquierda.

Otro de los cruces de mayor relevancia es el de Piedras Negras, que es una de las principales entradas a Chimalhuacán, en la cual se está construyendo un paso a desnivel sobre la carretera México-Texcoco, para que el flujo vehicular principal tenga que pasar sin ningún problema, como se muestra en la imagen



Ilustración 41 IMAGEN SATELITAL SOLUCION VUELTA IZQUIERDA EN PIEDRAS NEGRAS

En la imagen se muestra lo que será el paso a desnivel (recuadro), por lo que los vehículos que giran hacia la izquierda podrán realizarlo por medio de las laterales, por lo que el sistema tendrá dos opciones para la parada en este punto una es realizarlo antes del paso a desnivel o en el paso a desnivel, y el sistema usará esta paso para continuar su recorrido por lo que se tendrá que eliminar el camellón y hacer el movimiento para que los dos carriles queden al centro del puente.

Otro cruce con el que detallaremos una de las propuestas para poder eliminar el problema de la vuelta izquierda es el de Lomas de Cristo o Colegio de Post, en este caso se plantea la desviación hacia la derecha por una lateral, para posteriormente dar vuelta a la izquierda, mediante semáforos para evitar conflictos y aglomeraciones.



Ilustración 42 IMAGEN SATELITAL POPUSTA DE SOLUCION VUELTA IZQUIERDA EN LOMAS DE CRISTO

El transporte que actualmente circula en este corredor y se dirige a las comunidades aledañas a éste, sería transformado en rutas alimentadoras que no entrarían en el corredor, por lo que se tendrían que crear centros de transferencia, en algunas de las paradas. Y en algunas sería muy factible crear estacionamiento para bicicletas debido a que es un transporte común en esta zona en especial para viajes cortos.

El último cruce que detallaremos será el de San Bernardino esto debido a sus características especiales que tiene además de que ya cuenta con un paso a desnivel que conecta la carretera México- Texcoco con la Texcoco- Lechería, como se muestra en la imagen



Ilustración 43, IMAGEN SATELITAL PROPUESTA DE SOLUCION EN EL CRUCERO DE SAN BERNARDINO

En esta imagen todavía no está construido el puente que cruza la carretera México- Texcoco para dirigirse a la Texcoco-Lechería, por lo que el sistema propuesto tendrá que cruzar los terrenos de la residencia SCT Texcoco, podrá de esta manera continuar hacia Texcoco pasando por debajo del puente sin ningún problema

Con esto damos las 4 propuestas relevantes para aplicar en los diferentes cruces que tiene el corredor y que se podrían extender en los diferentes cruces ajustándose a las características y necesidades de cada uno.

Como se mencionó anteriormente el corredor cuenta en la actualidad con una serie de ramales, que son los que llegan de forma directa a las comunidades, pero también en algunos puntos tenemos el servicio de taxis colectivos, bici taxis, para llevar al usuario de la carretera a

las comunidades. Por lo que estos ramales en lugar de desviarlos por otras rutas, lo cual sería mover el problema de un punto a otro se propone la creación de centros de transferencia a lo largo del corredor generando rutas alimentadoras de bajo costo.

Estas estaciones de transferencia, serán de acuerdo al punto y al flujo de usuarios, y podrá contar para dar el servicio alimentador, desde unidades tipo Van hasta autobuses según el punto, además de que en algunas estaciones, se propone usar el modelo que utilizaron un Bogotá e instalar estacionamientos para bicis, de esta manera el usuario tendrá opciones para llegar al sistema central.

Las estaciones de transferencia que se proponen estarían ubicadas en las siguientes paradas:

1	PAZ	Estación Terminal con centros de transferencia
2	LA ESRTRELLA	Sin centro de transferencia
3	LA MAGDALENA	Con centro de transferencia
4	ARCO	Con centro de transferencia
5	CONALEP	Sin centro de transferencia
6	KM 26	Sin centro de transferencia
7	KM 27	Con centro de transferencia
8	PUENTE LA CRUZ	Sin centro de transferencia
9	PIEDRAS NEGRAS	Con centro de transferencia
10	SAN JOSE	Sin centro de transferencia
11	LAS FUENTES	Con centro de transferencia
12	SAN VICENTE	Sin centro de transferencia
13	AURRERA	Con centro de transferencia
14	PUERTA TEXCOCO	Sin centro de transferencia
15	CUAUTLALPAN	Sin centro de transferencias
16	TEJOCOTE	Con centro de transferencia
17	COATLINCHAN	Con centro de transferencia
18	LOMAS	Con centro de transferencia
19	SAN BERNARDINO	Con centro de transferencia
20	COPE	Sin centro de transferencias
21	CHAPINGO	Con centro de transferencia
22	EPT	Sin centro de transferencias

Tabla 13 CENTROS DE TRANSFERENCIA PROPUESTOS

Como se aprecia en la tabla anterior 12 de las 22 estaciones contarán con centros de transferencia, estas instalaciones en algunos casos podrán utilizar espacios libres que generarán las obras viales para las vueltas izquierdas como lo son en la parte inferior de los pasos a desnivel o en el centro de las obras de vuelta para de esta manera economizar el costos de los terrenos. En algunos otros casos donde no sea posible, se tendrá que adquirir predios para la construcción de esta infraestructura, que permitirá al usuario hacer el transbordo de manera segura y cómoda.

El servicio alimentador, como ya se mencionó estaría compuesto según sea el caso, por: Vans (pero no como las que actualmente prestan el servicio de transporte publico, si no equipadas para dar un servicio de calidad), en otros casos será por medio de Microbús o Minibús, muchos de los cuales actualmente están prestando el servicio y se encuentran en óptimas condiciones. Aunque se le tendrían que hacer modificaciones mínimas para eficientar su servicio.

En cuánto al sistema de pago como ya se sabe el sistema BRT implica, el pago anticipado de la tarifa, el cual normalmente se realiza por medio de tarjeta de no contacto con la cual se pueda interactuar entre diferentes sistemas, lo que normalmente se realiza por medio de una tarifa plana en cada uno de los sistemas. En este caso lo evitaríamos mediante la instalación de un sistema de tarifa no plano es decir que si uno viaja 5 km paga ese kilometraje viajado y no lo de un kilometraje mayor que el que se recorre, y que de esta manera sea factible poder pagar una tarifa correspondiente en el servicio de alimentación. Para lo cual el usuario tendría que pasar la tarjeta al inicio del viaje, descontándose la tarifa mas elevada y al momento de salir tendría que volverla a pasar para que se le abonara la tarifa que no utilizó.

Para el sistema alimentador se propone, utilizar el mismo sistema de prepago para de esta manera homologar la forma de cobro, en este caso según la ruta alimentadora la tarifa puede ser plana o no plana ya que las dimensiones de las rutas alimentadoras varia considerablemente

Uno de los puntos importantes en la propuesta es el tipo de unidades, las cuales se consideran que sean unidades articuladas con una capacidad de 175 pasajeros aproximadamente, las cuales tendrán que ser de piso elevado para cumplir con los requerimientos de las paradas.

Con estas consideraciones y con otras que se han mencionado a lo largo de este trabajo como lo son el número de pasajero, el kilometraje y los tiempos de recorrido, procederemos a la determinación de las características operativas

Con una ocupación promedio de 0.85, un tiempo de recorrido de 28 min. por sentido, y un tiempo en terminal de 10 min. todo esto en hora de máxima demanda.

De igual forma se determinó que en la hora de máxima demanda se trasladan aproximadamente 5000 pasajeros/hora.

Por lo que se detalla a continuación los cálculos para determinar las características operativas.

Tiempos del trayecto T_i

$$T_i = \frac{L_i}{V_m} = \frac{\text{Longitud del trayecto}}{\text{Velocidad de Marcha}} = \frac{21 \text{ km}}{45 \text{ km/hr}} = 0.46 \text{ hr}$$

$$0.46 \text{ hr} \times 60 \text{ min/hr} = 28 \text{ min}$$

Frecuencia de Operación F_o

$$F_o = \frac{VP \text{ (HMD)}}{CU \times \alpha} = \frac{\text{Volumen de Pax en Hr de Max Demanda}}{\text{Capacidad Unitaria de vehiculo X Factor de ocupación}} = \frac{5000 \text{ Pax}}{175 \text{ Pax} \times 0.85} = 30$$

Intervalo i

$$i = \frac{60}{F_o} = \frac{60}{30} = 2$$

Número de Vuelta por Unidad N_v

$$N_v = \frac{A_s}{T_v} = \frac{\text{Amplitud de Servicio (jornada)}}{\text{Tiempo por vuelta}} = \frac{16\text{hr}}{1.267\text{ hr}} = 14.2 \text{ vuelta}$$

Tiempo por vuelta T_v

$$T_v = 2(\text{Tiempo de trayecto}) + 2(\text{Tiempo en Terminal}) = 2(28) + 2(10) = 76 \text{ min} = 1.267 \text{ hr}$$

Número de Vehículos N_v

$$N_v = T_v \times F_o = \text{Tiempo por Vuelta} \times \text{Frecuencia de Operación} = 1.267 \times 30 = 38.01 = 38$$

Número Total de Vehículos N_t

$$N_t = N_v \times (1.15) = 38 \times 1.15 = 43.7 = 44$$

Por lo cual determinamos que se requieren 44 vehículos con capacidad de 175 pasajeros en un nivel de ocupación del 85% para nuestro trayecto en un intervalo de 2 min. entre unidades.

El último punto es la forma en la que se tendría que organizar administrativamente el sistema, considerando a las empresas existentes para inmiscuir las en la nueva forma de trabajar para que este sistema funcione de manera correcta.

Creando un nuevo sistema que sea incluyente con los concesionarios actuales para de esta forma dar oportunidad a estos de continuar con su actividad, pero llevada a cabo de otra forma

Por lo que se plantea generar una empresa paraestatal, que podría llegar a tener un porcentaje de inversión privada y sería la administradora de todo el sistema, es decir controlaría las

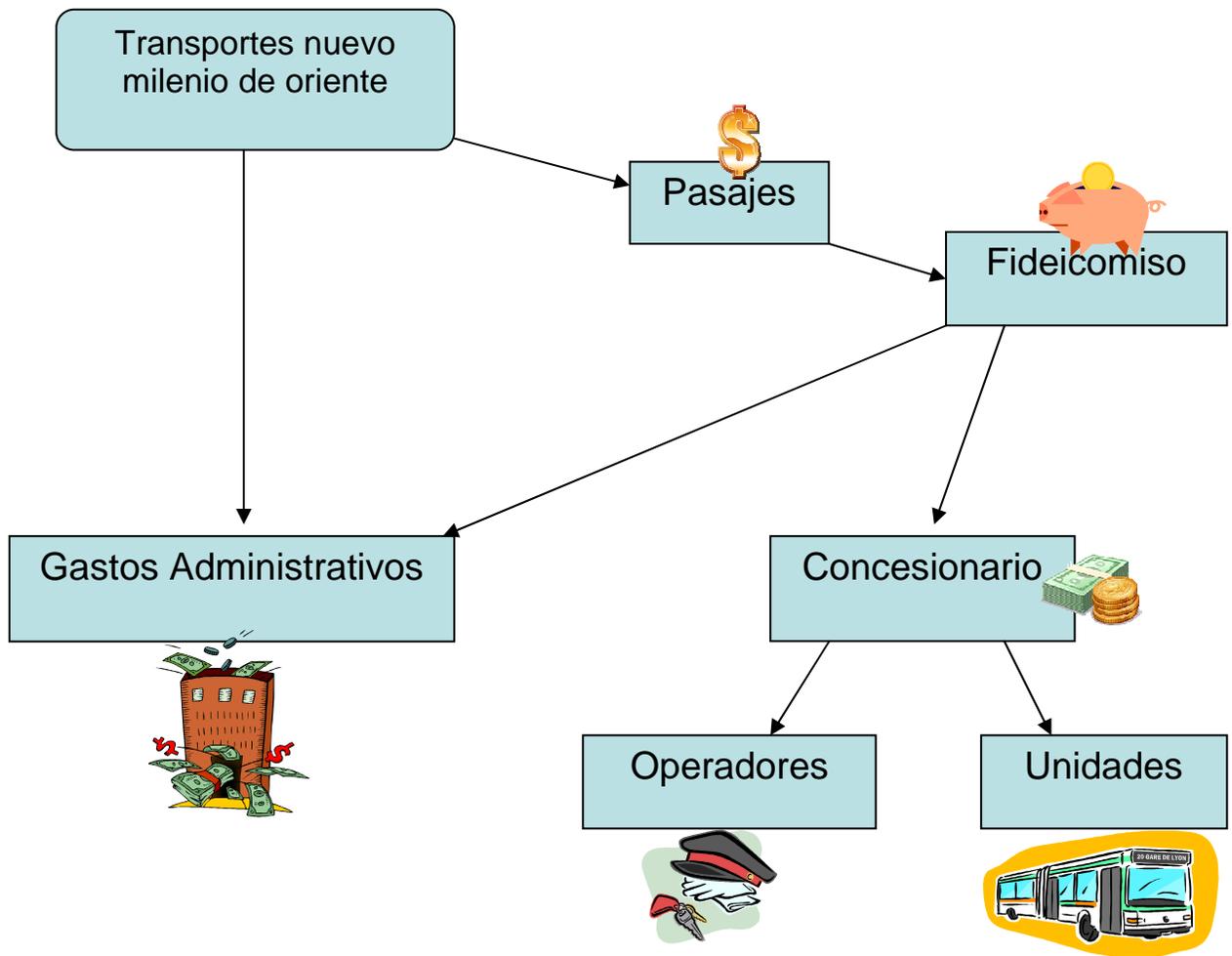
estaciones, la operación del servicio, y daría mantenimiento al sistema, pero el transporte sería concesionado a terceros que pondrían ser las actuales empresas prestadoras del servicio. Las cuales tendrían que ajustar sus unidades y su servicio a los requerimientos del nuevo sistema, ya que se plantearían dos opciones: que las empresas que actualmente prestan el servicio se conjunten y formen una sola, o que se concesionen por número de unidades según el porcentaje de servicio que cada una tenga en la actualidad en el corredor.

Para de esta forma se les asigne un pago por kilómetro recorrido según sea el caso de la ruta troncal o ramal, el pago variará por kilómetro, generado de esta forma que los concesionarios sean responsables de prestar el servicio según las delimitaciones de la empresa paraestatal y el que incumpla con la prestación o con la calidad del servicio será sancionado e incluso se le podría retirar la concesión.

Además se contará con una financiera (fideicomiso), que será la encargada de la colecta de los ingresos, los cuales serán utilizados para el pago de las concesionarias y para el pago de la operación del sistema, además de que el resto de los recursos será utilizado para el mantenimiento del corredor

Con esta nueva estructura que se plantea se eliminan los vicios que se han generado, con la actual estructura del transporte público de pasajeros, el “perreo del pasaje” el aumento indiscriminado de unidades, los ingresos del operador no dependen del número de pasajeros que transporte su unidad, el concesionario recibe sus ganancias por acción y no por unidad como actualmente sucede, se generan costos a escala reduciendo el costo del transporte y aumenta su nivel de servicio; el usuario tiene mayor garantías del servicio además de que en ciertos tramos se reducirá los costos y tiempos de recorrido; se generará una mejor opción para que muchos usuarios abandonen el uso del vehículo particular y utilicen el transporte público.

Quedando la organización de la empresa de la siguiente forma:



Esquema 3 ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

Quedando de esta forma la empresa paraestatal Transporte Nuevo Milenio de Oriente concesionaria el servicio en diferentes unidades según sea el caso de corredor principal o de rutas alimentadoras, siendo estas las que se encargarían de proporcionar las unidades en buenas condiciones, su mantenimiento, la contratación de los operadores. La financiera es la que se encargará de recolectar el pasaje, y dar reporte de esto a TNMO para que éste realice el pago a las concesionarias según el kilometraje que recorrieron. De igual forma haría el costeo de los gastos administrativos del sistema como lo son sueldos, alumbrado, seguridad, limpieza, etc. Quedando recurso para futuras inversiones, o ampliaciones del sistema.

Estado de Resultados.

De acuerdo a los datos proporcionados anteriormente en este trabajo, procederemos a realizar el Estado de Resultados para determinar la factibilidad financiera para la implementación de este proyecto.

El total del parque vehicular será de 44 unidades, de las cuales 38 estarán en operación, 4 en mantenimiento y 2 de guardia.

Lo que nos arrojaría un recorrido de 6, 048km al día, 181, 440km mensual y 2, 177,280km al año.

Ingresos.

Según los estudios este sistema de transporte brindara servicio alrededor de 110,000 personas al día, con un costo promedio del pasaje de \$7.00 por lo q el ingreso diario estimado sería de \$476,000; así con un ingreso mensual y anual de \$14, 280,000 y \$171, 360,000 respectivamente con un factor de utilización del 85%.

Costo de Operación.

Tomando como base datos del Sistema de Transporte Colectivo Metrobús; destina al Costo de Operación \$13.8¹³ por kilómetro recorrido, por lo cual nos arroja un estimado de \$30, 046,464 anual ya que este sistema recorrerá 2, 177,280km anuales

Inversión.

¹³ Estrategias para transformar sociedades civiles en mercantiles en el transporte publico colectivo concesionado

La inversión inicial para las 44 unidades es de \$110, 000,000 con un precio de \$2, 500,000 c/u.

La inversión para el acondicionamiento, equipamiento e infraestructura del corredor, considerando un costo estimado de \$3, 000,000 USD por kilómetro y dado que el corredor tiene 21km de distancia, nos arroja \$63,000,000 USD.

Lo que nos da un total de \$819, 000,000 de pesos; tomando en cuenta la variación del dólar en los últimos meses tenemos una tasa de cambio de \$13.00 pesos en promedio

Inversión Privada.

De acuerdo a las anteriores cifras el Plazo de Recuperación de la Inversión (PRI) sería en 40 años, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 2.8% lo que nos genera un Valor Presente Neto (VPN) de - **\$326, 346,000** pesos a una Tasa de descuento del 18%.

Inversión Pública y Privada.

Si tomamos en cuenta que este Sistema de Transporte contara con inversión Publica y Privada deberá de reducir el costo de Inversión a un 50% en ambos casos; teniendo para esto un costo de \$409, 500,000 pesos para cada uno.

Lo que nos arroja las siguientes cifras:

El Plazo de Recuperación de la Inversión (PRI) sería en 8 años, con una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 24.5% lo que nos genera un Valor Presente Neto (VPN) de **\$83, 154,000** pesos a una Tasa de descuento del 18%.

ANEXO

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO Y FLUJO DE EFECTIVO CON INVERSION PRIVADA

Nombre del proyecto de inversión: **Sistema BRT**

Cifras en miles de pesos

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO	Año 0	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		TOTAL	
		\$	% s/ing										
Ingresos netos		171,360		171,360		171,360		171,360		171,360		856,800	
+ Otros ingresos		-		-		-		-		-		-	
Ingresos totales	-	171,360	100.0	856,800	100.0								
Var Ingreso vs Año anterior %					0%		0%		0%		0%		
<u>Costos Directos:</u>													
Operación		30,046	17.5	33,051	19.3	36,356	21.2	39,992	23.3	43,991	25.7	183,437	21.4
Mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Total costos directos	-	30,046	17.5	33,051	19.3	36,356	21.2	39,992	23.3	43,991	25.7	183,437	21.4
<u>Costos Indirectos:</u>													
Operación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Total costos indirectos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Margen bruto	-	141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6
<u>Gastos de Operación:</u>													
Ventas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Total gastos operación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Margen operación	-	141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6
+ Otros ingresos y gastos neto		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Margen antes de impuestos	-	141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6
- Impuestos		39,568	23.1	38,726	22.6	37,801	22.1	36,783	21.5	35,663	20.8	188,542	22.0
MARGEN NETO	-	101,746	59.4	99,582	58.1	97,203	56.7	94,585	55.2	91,706	53.5	484,822	56.6
EBITDA		141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6

FLUJO DE EFECTIVO	Año 0	20010	20011	20012	20013	20014	20015
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Margen Neto		101,746	99,582	97,203	94,585	91,706	91,706
+ Depreciación		-	-	-	-	-	6,667
+ Otras partidas virtuales (Gasto "C")							
+ Valor de rescate o perpetuidad						440,031	
- Otras partidas							
- Inversión requerida	- 819,000		0	0	0	-12,500	-
FLUJO DE EFECTIVO NETO	- 819,000	101,746	99,582	97,203	94,585	519,237	98,372

TASA DE DESCUENTO (Tema: 18% anual)

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

PLAZO RECUP. DE LA INVERSIÓN (PRI)

ANEXO

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO Y FLUJO DE EFECTIVO CON INVERSION PUBLICA Y PROVADA

Nombre del proyecto de inversión: **Sistema BRT**

Cifras en miles de pesos

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO	Año 0	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		TOTAL	
		\$	% s/ing										
Ingresos netos		171,360		171,360		171,360		171,360		171,360		856,800	
+ Otros ingresos		-		-		-		-		-		-	
Ingresos totales	-	171,360	100.0	856,800	100.0								
Var Ingreso vs Año anterior %					0%		0%		0%		0%		
<u>Costos Directos:</u>													
Operación		30,046	17.5	33,051	19.3	36,356	21.2	39,992	23.3	43,991	25.7	183,437	21.4
Mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Depreciación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Total costos directos	-	30,046	17.5	33,051	19.3	36,356	21.2	39,992	23.3	43,991	25.7	183,437	21.4
<u>Costos Indirectos:</u>													
Operación		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Total costos indirectos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Margen bruto	-	141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6
<u>Gastos de Operación:</u>													
Ventas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Administración		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Total gastos operación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Margen operación	-	141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6
+ Otros ingresos y gastos neto		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Margen antes de impuestos	-	141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6
- Impuestos		39,568	23.1	38,726	22.6	37,801	22.1	36,783	21.5	35,663	20.8	188,542	22.0
MARGEN NETO	-	101,746	59.4	99,582	58.1	97,203	56.7	94,585	55.2	91,706	53.5	484,822	56.6
EBITDA		141,314	82.5	138,309	80.7	135,004	78.8	131,368	76.7	127,369	74.3	673,363	78.6

FLUJO DE EFECTIVO	Año 0	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Margen Neto		101,746	99,582	97,203	94,585	91,706	91,706
+ Depreciación		-	-	-	-	-	6,667
+ Otras partidas virtuales (Gasto "C")							
+ Valor de rescate o perpetuidad						440,031	
- Otras partidas							
- Inversión requerida	- 409,500		0	0	0	-12,500	-
FLUJO DE EFECTIVO NETO	- 409,500	101,746	99,582	97,203	94,585	519,237	98,372

TASA DE DESCUENTO (Trema: 18% anual)

VALOR PRESENTE NETO (VPN)

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

PLAZO RECUP. DE LA INVERSIÓN (PRI)

Conclusiones

Una vez analizada toda la información obtenida, tanto teórica como de campo, se puede determinar el por qué de la propuesta que se presentó anteriormente. Se afirma que el mejor sistema de transporte para esta zona es el BRT, contemplando todo su sistema de alimentación, el cual como ya se mencionó estaría compuesto por las rutas que en este momento son los ramales del corredor.

Algunos dirían que con la velocidad de operación que se tiene actualmente, es buena o excelente comparada con otras o con la gran mayoría de los derroteros de las zonas urbanas. Pero esto es una limitante, para poder mejorar un transporte riesgoso y que en un mediano plazo se vuelva un problema muy difícil de controlar, siendo que en la actualidad es un problema todavía controlable.

Con respecto al mejor tipo de transporte para este corredor se optó por el BRT, ya que la demanda es suficiente para generar un sistema de estas características alrededor de 109,000 pax/día, considerando que toda la demanda de los ramales se traslade por medio del sistema BRT y se generen las rutas alimentadoras, lo que no sería eficiente en un sistema de tren suburbano y sería demasiado costoso en un sistema tipo metro.

De igual forma al implementar el sistema **Transportes Nuevo Milenio de Oriente TMO** eliminaríamos casi en su totalidad los vicios que generan el actual sistema de organización que tiene el transporte, creando un sistema administrativo que sea justo tanto para el operador, para el accionista y que mejore el servicio para el usuario.

Un punto muy importante es la disminución, significativa de parque vehicular en la zona, ya que en la actualidad circulan por el corredor alrededor de 120 autobuses y microbuses que son los que cubren todo el corredor, y 300 microbuses y 600 van que dan el servicio a los ramales, los cuales serían reemplazados por 45 unidades articuladas en el corredor y las necesarias en los

ramales, lo que implicaría una reducción de alrededor del 60% del parque vehicular debido a la optimización de éste.

Considerando los cambios que se tienen que hacer, tanto administrativos, de cultura, se podría considerar como un punto de partida para el cambio en la forma de administrar y dar el servicio de transporte público, ya que como se menciona en repetidas ocasiones, el actual servicio de transporte público, inhibe el uso de este e incentiva el del automóvil. Lo cual no es sustentable para cualquier economía y gobierno.

Cabe mencionar que con la metodología que se desarrolló para obtener los datos de demanda del corredor de una manera simple y poco costosa debido a las limitantes económicas que se tenían, este estudio de demanda se tendría que complementar con un estudio más a fondo sobre la demanda en cada una de las rutas alimentadoras, estudios de ingeniería de tránsito en cada una de las intersecciones debido a que en este trabajo solo se presentan algunas propuestas de solución, y la ampliación de la propuesta administrativa ya que aquí solo se sientan las bases, de ésta.

Bibliografía

- Movilidad Amable, numero 04, Septiembre 2007, Centro de Transporte Sustentable México
- Characteristics of Bus Rapid Transit for decision-making, Federal transit administration, U.S. department of transportation Washington D.C. August, 2004
- Gobierno del Estado de México, secretaria de transporte <http://www.edomexico.gob.mx/portalgem/transporte/HTML/Estadistica.html#Derroteros>
- Tesis: Estrategias para transformar sociedades civiles en sociedades mercantiles en el transporte publico colectivo concesionado, Universidad Autonomía de México, Javier Hernández Hernández, 2007
- www.inegi.gob.mx
- www.googleearth.com
- <http://www.publictransit.us/ptlibrary/specialreports/sr1.curitibaBRT.pdf>

Anexos

Tasa Interna de Retorno (TIR):

- Herramienta para la toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión.
- Es la tasa de interés por la cual se recupera la inversión.
- Es la tasa de interés máxima que se puede endeudar para no perder.

Plazo de Recuperación de la Inversión:

- Determinación del tiempo necesario para que los flujos de caja netos positivos sean iguales al capital invertido. Este método permite al inversionista comparar los proyectos en base al tiempo de recuperación, tomando en cuenta que siempre le dará mayor preferencia a las de menor tiempo de recuperación.
- Tiempo en el que recuperamos la inversión inicial a través de flujos de efectivo obtenidos en el proyecto.

Valor Presente Neto (VPN):

- Procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.
- Procedimiento que permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: MAXIMIZAR la inversión. El Valor Presente Neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de las PyMES. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Tasa de Descuento (Trema):

- Método financiero que se aplica para determinar el valor actual de un pago futuro. Así, si **A** es el valor nominal esperado de una obligación con vencimiento de un lapso de tiempo específico y la tasa de descuento es **d** y su valor actual que puede ser reconocido por una persona o entidad tomadora es **B**:

$$B = \frac{A}{1 + d}$$

La tasa de descuento diferencia de la tasa de interés, en que esta se aplica a una cantidad original para obtener el incremento que sumado a ella da la cantidad final, mientras que el descuento se resta de una cantidad esperada para obtener una cantidad en el presente. En el tipo de descuento el divisor en la fórmula del tipo de interés es la inversión original.

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1</i> MAPA DE UBICACIÓN GEOGRAFICA NACIONAL DE LA ZONA DE ESTUDIO	i
<i>Ilustración 2</i> Mapa de municipios de influencia del corredor	2
<i>Ilustración 3</i> MAPA DE UBICACIÓN DE TEXCOCO	3
<i>Ilustración 4</i> MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHICOLOAPAN	5
<i>Ilustración 5</i> MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE CHIMALHUACAN	8
<i>Ilustración 6</i> MAPA DE UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE LA PAZ	10
<i>Ilustración 7</i> BRT (LOS ANGELES METRO RAPID) SIN CONFINAMIENTO	15
<i>Ilustración 8</i> BRT VALIDAD (BOSTON SILVERLINE PHASE1) CONFINADO SOBRE LA MISMA VIALIDAD	16
<i>Ilustración 9</i> BRT, VALIDAD PARA USO EXCLUSIVO	17
<i>Ilustración 10</i> SEÑALIZACION, HORARIOS DE OPERACIÓN	17
<i>Ilustración 11</i> BRT TEXTURA Y COLOR DE PAVIMENTO	18
<i>Ilustración 12</i> BRT VEHICULO ESTÁNDAR, (LOS ANGELES METRO RAPID)	22
<i>Ilustración 13</i> BRT VEHICULO ESTÁNDAR ESTILIZADO	22
<i>Ilustración 14</i> BRT VEHICULO ARTICULADO	23
<i>Ilustración 15</i> BRT ESTILIZADO ARTICULADO	24
<i>Ilustración 16</i> BRT VEHICULO ESPECIALIZADO ESTILIZADO ARTICULADO (CIVIS LAS VEGAS)	24
<i>Ilustración 17</i> BRT VEHICULO ESPACIOS INTERIORES	26
<i>Ilustración 18</i> BRT VEHICULO EQUIPADO CON TRES PUERTAS	26
<i>Ilustración 19</i> BRT INTERIORES DEL VEHICULO	27
<i>Ilustración 20</i> BRT INTERIORES DEL VEHICULO	28
<i>Ilustración 21</i> VEHICULO ELECTRICO	28
<i>Ilustración 22</i> VEHICULO HIBRIDO	29
<i>Ilustración 23</i> Vehiculo equipado con celdas de combustible para su propulsión	30
<i>Ilustración 24</i> SISTEMAS DE COBRO POR EL CONDUCTOR	31
<i>Ilustración 25</i> SISTEMAS DE COBRO CON ALCANICAS	32
<i>Ilustración 26</i> SISTEMAS DE COBRO EN ESTACION	32
<i>Ilustración 27</i>	33
<i>Ilustración 28</i> SISTEMAS DE COBRO, TERJETA CON BANDA MAGNETICA	34
<i>Ilustración 29</i> SISTEMAS DE COBRO, TARJETA INTELIGENTE	35
<i>Ilustración 30</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, SINCORNIZACION DE SEMAFOROS CON LA TRAYECTORIA DEL BRT	36
<i>Ilustración 31</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, ACCESOS A CARRILES	37
<i>Ilustración 32</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, SENSORES Y CAMARAS	38
<i>Ilustración 33</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, UBICACIÓN EN ESTACIONES	39
<i>Ilustración 34</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE SISTEMAS GUIAS	39
<i>Ilustración 35</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, CONTROL DE LA OPERACIÓN	40
<i>Ilustración 36</i> SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE, MANTENIMIENTO	41
<i>Ilustración 39</i> IMAGEN SATELITAL, METRO LA PAX PROPUESTA ACCESO AL PARADERO , FUENTE GOOGLE MAPS	107
<i>Ilustración 40</i> IMAGEN SATELITAL CUCERO CONALEP PRPUESTA DE SOLUCION VUELTA IZQUIERDA FUENTE DE IMAGEN GOOGLE EARTH	109
<i>Ilustración 41</i> IMAGEN SATELITAL SOLUCION VUELTA IZQUIERDA EN PIEDRAS NEGRAS	110
<i>Ilustración 42</i> IMAGEN SATELITAL POPUSTA DE SOLUCION VUELTA IZQUIERDA EN LOMAS DE CRISTO	111
<i>Ilustración 43</i> , IMAGEN SATELITAL PROPUESTA DE SOLUCION EN EL CRUCERO DE SAN BERNARDINO	112

Índice de Esquemas

<i>Esquema 1</i> ACTUAL DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE	54
<i>Esquema 2</i> ORGANIZACIÓN IDEAL DE EMPRESA DE TRANSPORTE	56
<i>Esquema 3</i> ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	118

Índice de Gráficos

<i>Grafico 2</i> GRAFICA, PAX, LA PAZ TEXCOCO	83
<i>Grafico 3</i> PAX, EN EL SENTIDO TEXCOCO LA PAZ	86
<i>Grafico 4</i> OFERTA DE TRANSPORTE POR DESTINO DE LA PAZ A TEXCOCO	89
<i>Grafico 5</i> DE TRANSPORTE POR TIPO DE UNIDAD DE TEXCOCO A LA PAZ	91
<i>Grafico 6</i> DE TRANSPORTE SEGÚN DESTINO DE TEXCOCO A LA PAZ	93
<i>Grafico 7</i> DE TRANSPORTE SEGÚN TIPO DE UNIDAD DE TEXCOCO A LA PAZ	95
<i>Grafico 8</i> ASC-DESC DE TEXCOCO A LA PAZ	97
<i>Grafico 9</i> ASC-DESC DE LA PAZ A TEXCOCO	99

Índice de Tablas

<i>Tabla 1</i> NUMERO DE DERROTEROS, FUENTE: GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO SECRETARIA DE TRANSPORTE	58
<i>Tabla 2</i> EMPRESAS VS RECORRIDO	59
<i>Tabla 3</i> VEHICULOS QUE CIRCULAN POR LA ZONA DE ESTUDIO	60
<i>Tabla 4</i> CRUCES Y RETORNOS	64
<i>Tabla 5</i> PARADAS ASCENSO Y DESCENSOS	68
<i>Tabla 6</i> COSTOS DEL ESTUDIO	79
<i>Tabla 7</i> RESULTADOS ESTUDIO FRECUENCIA DE PASO Y CARGA	81
<i>Tabla 8</i> ASCENSO DESCENSO DE TEXCOCO A LA PAZ	100
<i>Tabla 9</i> ASCENSO DESCENSO DE LA PAZ A TEXCOCO	101
<i>Tabla 10</i> PARADAS PROPUESTAS Y ACEPTADAS	103
<i>Tabla 11</i> PARADAS PROPUESTAS PARA EL SISTEMA	105
<i>Tabla 12</i> CUCEROS U SOLUCION PROPUESTA PARA CADA UNO DE ELLOS	108
<i>Tabla 13</i> CENTROS DE TRANSFERENCIA PROPUESTOS	113

Índice de Formatos

<i>Formato 1</i> DE ESTUDIO ASCENSO DESCENSO DIRRECCION TEXCOCO LA PAZ Y LA PAZ TEXCOCO	71
<i>Formato 2</i> FORMATO DE ESTUDIO, FRECUENCIA DE PASO Y CARGA SENTIDO TEXCOCO LA PAZ Y LA PAZ TEXCOCO	75