



Contrato No. . 32304005-004-09
T-CA-EDO-2009-024



Proyecto de modernización del sistema municipal
de transporte troncal **LINEA EXPRESS- 1** de la ciudad
de Mexicali, B.C. con un sistema de autobuses
rápidos troncales **BRT**

COSTO-BENEFICIO

INTRODUCCIÓN.....	4
1. RESUMEN EJECUTIVO	7
a. Visión global del proyecto	7
b. Problemática a resolver	7
c. Principales características del proyecto	9
d. Monto de inversión (Principales componentes)	11
e.1. Etapa de ejecución	11
e.2. Etapa de operación	12
e. Indicadores de rentabilidad	13
f. Riesgos asociados a la ejecución del proyecto	13
2. SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO Y POSIBLES SOLUCIONES	15
a. Diagnostico de la situación actual	15
b. Descripción de la situación actual optimizada	20
c. Análisis de la oferta y la demanda	23
c.1. Análisis de los estudios existentes en la materia.....	24
c.2. Selección del área de estudio	26
c.3. Estudios para corroborar oferta - demanda	28
c.4. Metodología utilizada (Modelo de simulación)	29
c.5. Modelo propuesto	33
c.6. Selección del corredor.....	37
c.7. Diagnostico específico (Oferta - Demanda)	40
c.8. Pronóstico.....	48
d. Alternativas de solución	50
Ventajas:	53
Desventajas:	53
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	56
a. Objetivo	56
b. Propósito	57
c. Componentes	57
c.1. Corredor Segregado de Transporte Público Colectivo:	57
c.2. Estaciones o Paraderos.	63
c.3. Terminal de alimentación:	66
c.4. Talleres y Encierro.....	69
c.5. Equipo rodante.	71

c.6.	Sistema de prepago	74
c.7.	Organización Institucional	75
c.8.	Centro de Control Operacional - CCO	77
c.9.	Modelo de participación de los concesionarios	78
c.10.	Esquema tarifario	79
d.	Calendario de actividades	80
e.	Tipo de proyecto o programa.....	81
f.	Localización geográfica.....	82
g.	Vida útil del proyecto y su horizonte de evaluación.....	82
h.	Capacidad instalada.....	82
i.	Metas anuales	84
j.	Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación.....	86
k.	Aspectos relevantes	86
l.	Avances en la integración del expediente técnico	89
m.	Costo total del proyecto	90
m.1.	Etapa de ejecución	91
m.2.	Etapa de operación	98
n.	Fuentes de recursos	100
o.	Supuestos técnicos y socio-económicos.....	102
p.	Infraestructura y proyectos afectados	103
4.	SITUACIÓN CON PROYECTO.....	104
5.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	115
a)	Método de análisis.....	115
b)	Evaluación Económica	115
b.1)	Identificación, cuantificación y valoración de beneficios.	115
b.2)	Ahorro en tiempo de viaje	116
b.3)	Ahorro en costos de operación vehicular	120
c)	Resultados del Análisis Costo y Beneficio	123
6.-	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS	127
7.-	CONCLUSIONES	129

INTRODUCCIÓN

Para presentar los resultados finales del análisis costo beneficio, se tomaron en cuenta los elementos normativos implícitos en los documentos de referencia que deben acompañar a la solicitud al Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), para el programa de apoyo federal al transporte urbano masivo siempre tratando de adaptar o adecuar los requerimientos a un ámbito urbano y a las características propias de los sistemas de transporte colectivo urbano; en este sentido el documento central se estructura de acuerdo a las siguientes vertientes:

- a) Una en función de los requerimientos vertidos en “Los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”¹
- b) Otra que retoma algunos de los elementos implícitos en la “Guía para la presentación y evaluación de proyectos de transporte urbano masivo”²,
- c) La principal que integra el “Expediente Técnico” derivado de la actualización de los recientes estudios en la materia, Diagnostico del problema; Propuesta integral de movilidad; proyecto propuesto y proyecto ejecutivo ya concluido.

El expediente técnico conforma todos los elementos que incluyen las reglas de operación donde se inserta el análisis costo beneficio del corredor: **Ruta Express 01 López Mateos–Gustavo Vildósola (Palaco)**.

El documento se describe partiendo de la descripción actual de los principales modos de transporte masivo urbano determinando la problemática de su oferta y demanda, situación sin y con proyecto, elementos que enmarca la diferencia de las opciones evaluadas en el análisis costo beneficio; en un segundo apartado se realiza la evaluación socioeconómica, identificando, cuantificando y valorando los costos y los beneficios del proyecto por medio de indicadores de rentabilidad, por último se hacen las conclusiones y recomendaciones del estudio.

El documento solo ilustra lo necesario para cumplir con los requerimientos para el análisis costo – beneficio, las especificidades que comprueban muchos de los elementos requeridos, están contenidas de forma detallada en “El Expediente Técnico” en forma de anexos, mismos que conforma la parte eminentemente técnica del proyecto en su conjunto.

El corredor constituyen parte del sistema integral de transporte urbano de la ciudad, determinado con un concepto tronco – alimentador compuesto por tres corredores distribuidos en el área urbana, digamos que el sistema inicial, conforma una parcialidad que tiene el propósito de crear un micro sistema que comparte la demanda en un eje central con el resto del sistema ordinario, mientras tanto creando otras opciones de traslado para los usuarios del mismo sistema.

¹ “Los lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”, Poder Ejecutivo, Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Diario Oficial, martes 18 de marzo de 2008

² GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE TRANSPORTE MASIVO URBANO; D.R.© Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C, CEPEP - *Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyecto*; México, diciembre 2009; Documento elaborado por: MDI. Javier Meixueiro Garmendia, Lic. Marco Antonio Pérez Cruz y Dra. Anne Laure Mascle Allemand

Figura 1: Guía para la presentación y evaluación de proyectos de transporte urbano masivo “Expediente Técnico”

- DOCUMENTO A: Diagnostico del problema
DOCUMENTO B: Estudio integral o similar
DOCUMENTO C: Proyecto propuesto de transporte urbano
- C1. Descripción del proyecto (Análisis de factibilidad)
 - C2. Análisis Costo Beneficio
 - C3. Análisis de esquema financiero con apoyo federal
 - C4. Esquema jurídico
 - C5. Organización institucional del proyecto

El documento central del *Análisis Costo Beneficio* está estructurado conforme lo dicta la “**Guía para la presentación y evaluación de proyectos de transporte urbano masivo**”, tratando de respetar el contenido y su secuencia, con una estructuración lógica que conduce la consulta del documento:

Figura 2: Estructura de la “Guía para la presentación y evaluación de proyectos de transporte urbano masivo”



El documento *Costo Beneficio*, es parte integral del conjunto de requerimientos que conforman el contenido del proyecto, cada apartado aborda temáticas acordes a la secuencia metodológica según la guía para la presentación y evaluación de proyectos, misma que a lo largo del documento se cita con referencias a pie de página, como anexos según se requieran (para el caso de ampliar la información, por si existieran dudas), además en cada apartado se anexa una presentación resumida para su rápida comprensión.

Tabla 1: Grado de avance del “expediente técnico”

Código	Requisitos Expediente técnico	%
DOCUMENTO A	Diagnostico del problema	100%
DOCUMENTO B	Plan Integral de movilidad o similar	100%
DOCUMENTO C	Proyecto propuesto	100%
C1	Descripción del proyecto (factibilidad)	100%
C2	Análisis Costo Beneficio	100%
C3	Análisis de esquema financiero	100%

C4	Esquema jurídico	100%
C5	Esquema institucional	100%

El avance del “expediente técnico” se encuentra concluido, solo faltan revisiones del esquema jurídico e institucional, debido a dos elementos:³ a detalles de conciliación con las autoridades (Cabildo) acerca de los cambios y modificaciones de los ordenamientos locales que regirán las etapas de ejecución y operación del proyecto. Cabe aclarar que no tan solo el ABC del “expediente técnico” está terminado sino además el proyecto ejecutivo de la infraestructura ha sido concluido, por lo que los costos de inversión son con base en la cartera de conceptos de costos derivados de los resultados estimados en dicho proyecto ejecutivo.

³ Ver Anexo “Índice general del estudio”, Contenido de acuerdo a los requisitos del expediente técnico.

1. RESUMEN EJECUTIVO

a. Visión global del proyecto

El Ayuntamiento de Mexicali ha definido un sistema integrado de corredores de transporte, con base en los cuales se identifican y jerarquizan las inversiones, con objeto de priorizar la construcción o modernización de aquellos que demuestren tener suficiente rentabilidad económica y financiera, para usuarios y concesionarios que reciben y prestan respectivamente el servicio de transporte.

En este contexto, la visión global del proyecto contempla abatir las deficiencias actuales de la ciudad en materia de transporte público, en un área específica, con un proyecto integral implantado por etapas, la visión actual de la ciudad y visión global del proyecto se puede traducir de la forma siguiente:

Tabla 1.1: Visión actual de la ciudad y visión global del proyecto⁴

<i>La visión actual de la ciudad</i>	<i>La visión global del proyecto</i>
Incremento de las tasas de motorización en los últimos años debido a la liberación paulatina de aranceles que permiten el libre tránsito de vehículos provenientes de EEUU, lo que provoca congestionamientos y contaminación	Inducir a políticas de restricción del uso de vehículos privados amortiguando el incremento de las tasas de motorización privilegiando el uso del transporte colectivo.
Disminución considerable de la velocidad de operación, debido a un inadecuado trazo geométrico, malas condiciones de la carpeta asfáltica y sinuosidad en el trazo de las rutas de transporte colectivo.	Rehabilitación de la infraestructura primaria de la ciudad mejorando las condiciones geométricas y físicas del pavimento, con el propósito de elevar las velocidades de operación del transporte en general.
La herencia de varias administraciones anteriores trajo consigo un incremento sustancial del parque vehicular que presta el servicio de transporte público, provocando una sobre oferta en el servicio	Regularizar el transporte construyendo un organismo de gestión, operación y supervisión del servicio con tecnología de punta para coordinar y dirigir un nuevo sistema de transporte integrado.
El trazo y cobertura del sistema actual de transporte no corresponde al comportamiento de los patrones de movilidad, lo que hace altas pérdidas económicas y de horas – hombre para los usuarios.	Diseñar el trazo y cobertura de las nuevas rutas de transporte en función de los patrones de comportamiento de los usuarios con el propósito de disminuir los transbordos e impulsar los ahorros de tiempo de traslado.
Los concesionarios históricamente han provocado transferencias en puntos que no corresponden a la movilidad real de los usuarios, lo que duplica o triplica el costo de transportación perjudicando a la clase social más necesitada.	Definir los puntos de transbordo de los usuarios, ubicándolos en lugares factibles con terminales de alimentación y paraderos de transferencia, implementando un sistema tronco–alimentador, con penalizaciones mínimas en la transferencias de los usuarios.

Fuente: Elaboración LOGIT

b. Problemática a resolver

La problemática a resolver tiene distintas vertientes, una con un enfoque urbano donde el transporte colectivo se inserta en un estado singular delimitado por fronteras y limitantes físicas que obligan el crecimiento urbano hacia alternativas con las siguientes características:

Problemática Urbana

⁴ Para mayor información consultar: DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; Capítulo 3. Diagnostico; 3.1. Desempeño vial; 3.2. Desempeño de tránsito; 3.3. Desempeño de transporte público.

- La comunicación con el Valle de Mexicali se realiza a través de una red de caminos estatales, que como resultante existe una mezcla de los flujos vehiculares regionales que presionan la movilidad urbana local.
- La ciudad de Mexicali es uno de los centros urbanos a nivel nacional, con mayor índice de vehículos por habitante (con 320 mil automóviles⁵ resulta 1 vehículo por cada 2 habitantes).
- Congestionamiento vehicular ante la concentración de usos comerciales, de servicios e industriales en las vialidades primarias, en los flujos regionales y locales generado por la entrada y salida a las dos Garitas internacionales Mexicali I (Centro Histórico y Comercial), y La Garita Mexicali II al Oriente de la Ciudad.

Velocidades bajas debido a:

- Mezcla de distintos modos de transportación
- Tramos con elevado transporte de carga
- Trazo de rutas con recorridos largos y tortuosos
- Falta de sincronización de los semáforos
- Estacionamiento de vehículos en doble fila
- Estado físico de los pavimentos

La estructura vial existente se conforma por una serie de ejes principales y secundarios que enlazan un conjunto de calles y avenidas sobre una superficie prácticamente plana, con muy pocas barreras naturales o artificiales y con una tendencia en su trazo hacia una forma reticular, algunas zonas se encuentran muy consolidadas con infraestructura suficiente, comparativamente con otras que muestran deficiencias considerables que provocan bajas velocidades de operación.

Problemática Específica del Transporte Público

Parque Vehicular e impacto ambiental

- El problema principal de contaminación del aire de la Ciudad de Mexicali, es causado por las altas concentraciones de partículas de polvo menores a 10 micras (PM 10), debido a que la ciudad se encuentra rodeada de zonas agrícolas fuera de uso, presentando gran cantidad de baldíos dentro de la mancha urbana.
- Aunado al parque vehicular obsoleto, con una antigüedad promedio de entre 8 y 15 años de edad, conformado en su mayoría por vehículos importados de los Estados Unidos, con elevadas emisiones contaminantes.

Rutas de Transporte y Vialidad

- Servicio sobre ofertado por cerca de cuatrocientas setenta unidades de transporte público.
- Proliferación de unidades tipo escolar para su uso de transporte masivo urbano de pasajeros (actualmente en proceso de modernización lo que ha cambiado los indicadores de longevidad vehicular del transporte público urbano)
- Elevados índices de contaminación del aire

⁵ Fuente SIMBAD INEGI

- Insuficiente infraestructura para el correcto funcionamiento del servicio público, tal como paradas para ascenso – descenso, terminales, señalamiento, encierros entre otros
- Mala y deficiente operación del transporte público por parte de los prestadores del servicio

Modelo actual de gestión:

El modelo actual de gestión del transporte, dista mucho de la mayoría de los Estados de la República, de hecho, Coahuila y Baja California, son dos de los estados que han transferido a los municipios la atribución de realizar la gestión del transporte público urbano, este elemento conforma la parte positiva del sistema, ya que las autoridades municipales representadas por el Sistema Municipal de Transporte están relacionados con los problemas inmediatos del transporte urbano, el ordenamiento que rige las actividades tienen su origen en el reglamento de transporte urbano del municipio, mismo que determina las políticas a seguir, desafortunadamente la problemática se centra en los siguientes elementos:

- La autoridad concesiona sin mecanismos de control para operar
- El gremio ejerce poder y presión política para la otorga de concesiones
- El concesionario-permisionario obtiene ingresos estables en función del número de vehículos y asume pocos riesgos
- El operador “chofer” obtiene ingresos en función de su propio esfuerzo y asume la mayoría de riesgos del negocio
- El usuario paga una tarifa alta por un servicio que no cumple cabalmente con sus necesidades asumiendo el pago de doble tarifa por supuesto transbordo impuesto por los propios concesionarios.
- En general el modelo privilegia lo económico y encarece el servicio con altas tarifas impuestas por los concesionarios.

Costo Económico y Social

- Poco más del 10% de la población hace uso del transporte público en un día típico.
- Las tarifas fluctúan entre MN\$6.50 y MN\$ 9.00 según el tipo de servicio.
- El 45% de los usuarios requieren de por lo menos dos transbordos para llegar a su destino.
- Los tiempos de traslado entre origen y destino de un viaje típico, rara vez son menores a 1 hora.
- Los trabajadores del volante no tienen ingresos proporcionales a su esfuerzo ya que trabajan turnos que pueden fluctuar entre 12 y 16 horas diarias.

c. Principales características del proyecto

El proyecto de transporte urbano forma parte de una estrategia integral, conformada por corredores de transporte con alimentación; rutas auxiliares; rutas integradoras y rutas remanentes, acordes a las acciones marcadas en los estudios y programas específicos en la materia.

- Corredor segregado para transporte público (19.4 Km) con carriles de rebase en el tramo Palaco (11 Km)
- 32 paraderos dobles abiertos
- 6 paraderos dobles cerrados (con aire acondicionado)
- 1 Terminal con áreas de talleres y encierros (parte sur de la ciudad)
- 34 autobuses inicialmente operando de nueva adquisición (mas uno de reserva)
- Sistema de prepago (tanto para troncal como rutas alimentadoras)
- 1 Centro de Control Operacional (ubicado en la misma terminal)

El proyecto de transporte urbano:

El proyecto de transporte urbano se inscribe en un convenio realizado entre la autoridad y los concesionarios, donde se sustentan la estrategia y la participación de ambas entidades, las principales acciones son:

- Privilegiar al transporte colectivo, proporcionando infraestructura especializada por medio del confinamiento para la libre circulación de los vehículos, aumentando las velocidades de operación para las rutas exprés y acondicionando el acceso a colonias populares para rutas alimentadoras.
- Configurar el sistema ordinario (rutas residuales no consideradas en el sistema), en función del trazo y cobertura de los corredores que respondan al comportamiento de los patrones de movilidad de los usuarios y que sirva de soporte alimentador del sistema, reestructurando las rutas, con una jerarquización que disminuya los recorridos muertos para los operadores y usuarios además del congestionamiento con el tránsito general.
- Crear la integración, física, operacional y tarifaria, terminales de alimentación, paraderos de integración, en tiempo justo acorde al comportamiento de los usuarios y penalizaciones mínimas para los transbordos, motivando el ahorro de tiempo de transportación para los usuarios.
- Definir un modelo tarifario con precios justos, atendiendo a los sectores más necesitados, instrumentando una política tarifaria con opciones distintas y tarifa preferencial para estudiantes, tercera edad y personas con discapacidad.
- Instrumentar un sistema de prepago integrado, con tarjeta inteligente que administre las distintas opciones y compensaciones mediante una cámara de compensación tarifaria.
- Creación de un órgano gestor para control del sistema tronco-alimentador que regule el transporte construyendo parámetros de gestión, operación y supervisión del servicio con tecnología de punta para coordinar y dirigir un nuevo sistema de transporte.
- Redefinir el modelo actual de explotación del servicio, proponiendo un esquema de rentabilidad y bajos costos de operación de los concesionarios, integrándolos en asociaciones de participación con un modelo de negocio empresarial, con el propósito de disminuir los costos de operación actual en beneficio de los usuarios.
- La negociación con concesionarios incluye la organización y regularización del transporte, para conformar los modelos de participación que tengan el propósito de definir un modelo de negocio de alta rentabilidad.

d. Monto de inversión (Principales componentes)

e.1. Etapa de ejecución

Tabla 1.2: Costos Totales de Inversión del Proyecto. Etapa de ejecución.

DESCRIPCION DE LA INVERSION	INFRAESTRUCTURA	TECNOLOGÍA
INFRAESTRUCTURA		
CORREDOR	261,730,125	
TERMINAL SUR	60,307,104	
ESTRUCTURAL DE PLATAFORMAS	55,628,649	
PARADEROS ABIERTOS	172,617,383	
PARADEROS CERRADOS	60,685,799	
CONSTRUCCION DE TALLERES Y ENCIERROS	35,775,182	
ADQUISICION DE PREDIO PARA TERMINAL, TALLERES Y ENCIERROS	4,886,836	
TECNOLOGÍA		
CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL	34,039,171	
ADQUISICION DE VEHÍCULOS 34 (MAS 1 RESERVA)		90,100,000
SISTEMA DE BOLETAJE E INFORMACIÓN (TRONCALES)		31,000,000
SISTEMA DE BOLETAJE E INFORMACIÓN (ALIMENTADORAS)		24,220,542
SUB TOTAL	685,670,247	145,320,542
TOTAL (pesos)	830,990,789	

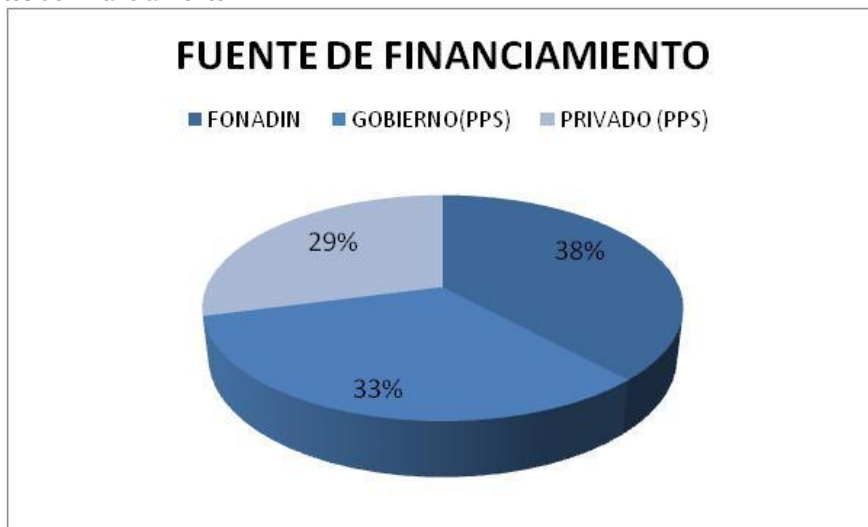
Fuente: Elaboración LOGIT

Tabla 1.3: Costos Totales de Inversión del Proyecto. Etapa de ejecución.

ESQUEMA FIANANCIERO				
CONCEPTO	TOTAL	FONADIN	GOBIERNO(PPS)	PRIVADO (PPS)
Infraestructura	685,670,247	317,358,774	271,850,493	96,460,980
Transportistas	90,100,000	0	0	90,100,000
Prepago	55,220,542	0	0	55,220,542
TOTAL	830,990,789	317,358,774	271,850,493	241,781,522
%	100%	38%	33%	29%

Fuente: Elaboración LOGIT

Figura 1.1: Fuentes de Financiamiento



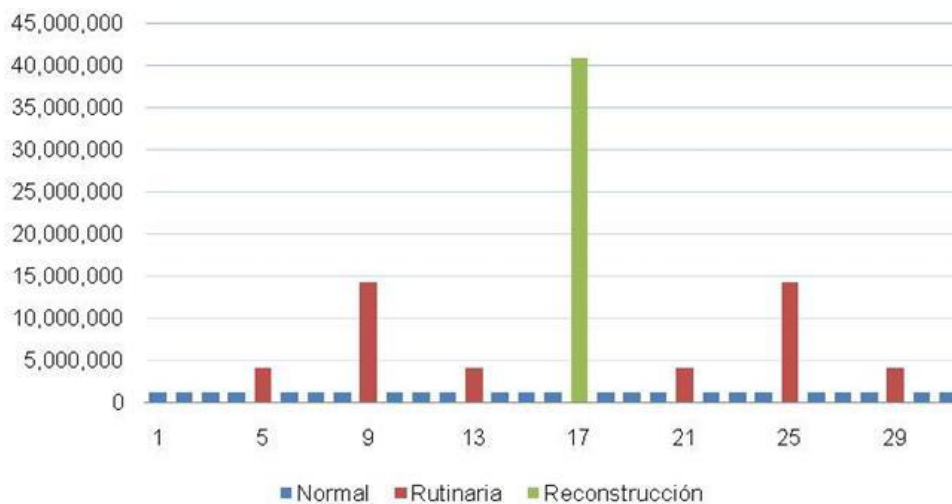
Fuente: Elaboración LOGIT

e.2. Etapa de operación

En la etapa de operación, es necesario brindar los servicios necesarios a la infraestructura para una buena operación y seguridad de las mismas, por ello se debe elaborar un programa de mantenimiento adecuado a la infraestructura y analizar los montos a invertir durante la vida útil de las instalaciones.

A continuación se presentan los montos tentativos de inversión en operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura vial. A partir de los costos por Kilómetro, el número de carriles y la longitud del corredor se prevén a lo largo del horizonte del proyecto determinados montos anuales para su conservación normal, un mantenimiento rutinario (riego de sello y sobrecarpeta) y una reconstrucción de la vialidad al año 16.

Figura 1.2: Mantenimiento en el horizonte del proyecto



Fuente: Elaboración LOGIT

En el siguiente análisis se indica el monto de Inversión Total Programado de Infraestructura excluyendo el monto de inversión por concepto de vehículos y prepago.

e. Indicadores de rentabilidad

Los resultados de la evaluación socioeconómica indican una buena rentabilidad social del proyecto, además, un impacto económico a corto plazo importante.⁶ El proyecto es socialmente rentable, permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

La evaluación del escenario base, arroja indicadores favorables que ilustran el mejoramiento de la productividad y la calidad del transporte público de manera social, esto en función a una serie de factores como la disminución de la flota de operación actual, que redundará en una optimización de los costos de operación, así como disminución drástica de los tiempos de viaje de los usuarios del sistema.

Tabla 1.4: Indicadores de Rentabilidad Social del Proyecto

B/C	4.11
VPN	382,510,621
TIR	17.58%
TRI	15.07%

Fuente: Elaboración LOGIT

f. Riesgos asociados a la ejecución del proyecto

Los riesgos están asociados a la intervención de los distintos agentes que participan en el proyecto desde su ejecución hasta la puesta en operación del nuevo servicio, así como a factores exógenos fuera del alcance para su control. En este sentido los agentes participantes los podemos dividir en la intervención de la autoridad; los usuarios; los concesionarios, situación que condicionaría cambios en el área de influencia en el corredor:

⁶ Los beneficios sociales se traducen por el transporte público en ahorros de tiempos perdidos en el congestionamiento vial y en ahorros de operación que permiten una disminución del tiempo de viaje de los usuarios del transporte público. Además su impacto en términos de reducción de emisiones de gas a efecto invernadero.

Tabla 1.5: Riesgos asociados a la ejecución del proyecto con acciones de mitigación

Riesgo asociados al proyecto:

AUMENTO 25% COSTOS MANTENIMIENTO: En el transcurso de operación del proyecto se considera un costo para el mantenimiento del material de construcción para la troncal con sus respectivos periodos de reconstrucción parcial y total. Dichos costos pueden incrementarse debido al aumento de insumos prioritarios en los materiales, condiciones físicas del clima y el uso que se le da a la vialidad. Por tales motivos se prevé un aumento del 25% en los costos del mantenimiento.

B/C	4.01
VPN	375,919,562
TIR	17.49%
TRI	15.04%

INCREMENTO DEL 25% EN COSTOS DE INVERSIÓN: Incrementos por cuestiones inflacionarias de los precios en insumos primarios elevando así los costos de inversión. Se lleva al caso extremo de que dichos costos se eleven hasta un 25% del valor consensado para este análisis. Se aplica este crecimiento a los dos periodos que se tiene previsto que tome el periodo de construcción e implementación del sistema.

B/C	3.7
VPN	217,461,144
TIR	14.7%
TRI	12.5%

DISMINUCION DE 25% EN LOS AHORROS: Se prevé una disminución de los ahorros compuesto por los saldos de los costos de operación y de tiempo monetizado, CON y SIN proyecto. Esto debido, por un lado a incrementos en los costos de operación por kilómetro o incluso por aumentos de longitudes recorridas producto de la no renovación vehicular. El escenario comprobado estipula una disminución de los ahorros en un 25% en comparación del escenario base.

B/C	3.2
VPN	87,601,832
TIR	13.3%
TRI	11.3%

ESCENARIO PESIMISTA: Finalmente se hace un análisis de la conjunción de los tres anteriores escenarios, llegando así a un escenario extremo de riesgo, donde la demanda no tiene crecimiento alguno durante todo el horizonte del proyecto, la inversión aumenta en un 25% sus costos y los ahorros se ven mermados en un 25%. Se calculan los indicadores correspondientes arrojando como conclusión la sensibilidad del proyecto frente a la agrupación de ciertas medidas de escenarios pesimistas.

B/C	2.76
VPN	(84,038,704)
TIR	10.90%
TRI	9.34%

2. SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO Y POSIBLES SOLUCIONES

a. Diagnostico de la situación actual

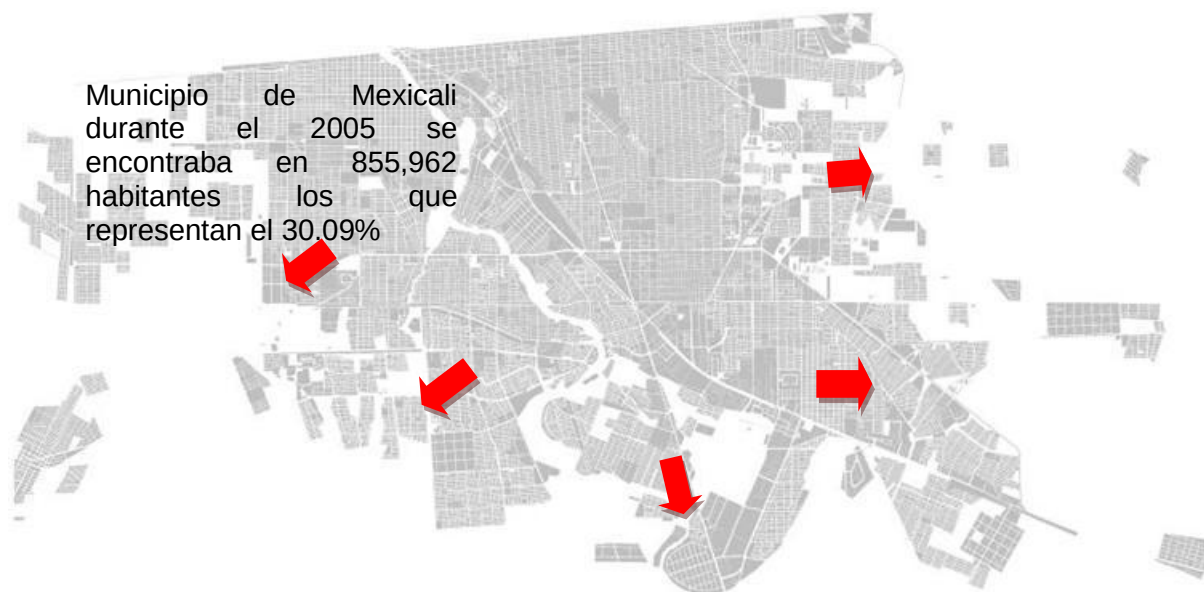
El Municipio de Mexicali en el 2005 contaba con una población de 855,962 habitantes los que representan el 30.09% la población del Estado de los cuales 430,438 pertenecen al sexo masculino y 425,524 al sexo femenino⁷. La Tasa de crecimiento media anual (TCMA) en el 2005 era de 5%, un 2.3% por abajo de otros municipios de Baja California Norte, como el caso de Tijuana con el 7.1%, Ensenada de un 3.9% Playas de Rosarito de un 7.7% de su TCMA.

El Estado presenta una densidad de población de aproximadamente 39.62 habitantes por km². El municipio de Mexicali representa una baja densidad poblacional de 62.49 habitantes por km² comparativamente con Tijuana que registra la más alta densidad de población de todo el estado (1,138 habitantes por km²) y su cabecera municipal concentra a 2,184 habitantes por km². El Municipio de Tecate presenta la densidad de población mediana (25.43 km²/ habitante), no obstante su cabecera municipal presenta alta densidad de 1754.655 hab/km².

Expansión Mancha Urbana

Por lo que respecta al centro de población entre 1990 y 2000, la tasa de crecimiento promedio anual (TMCA) fue de 2.6%, pasando de 469,216 habitantes en 1990 a 604,222 en el 2000, de lo que resulta una población estimada para el 2004 de 671,563 habitantes. Y en el área urbana de Mexicali, se paso de una población de 453,110 habitantes en 1990 a 590,096 habitantes en el 2000, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2.7% en el periodo.

Figura 2.1: Mancha urbana de Mexicali y su tendencia física de crecimiento



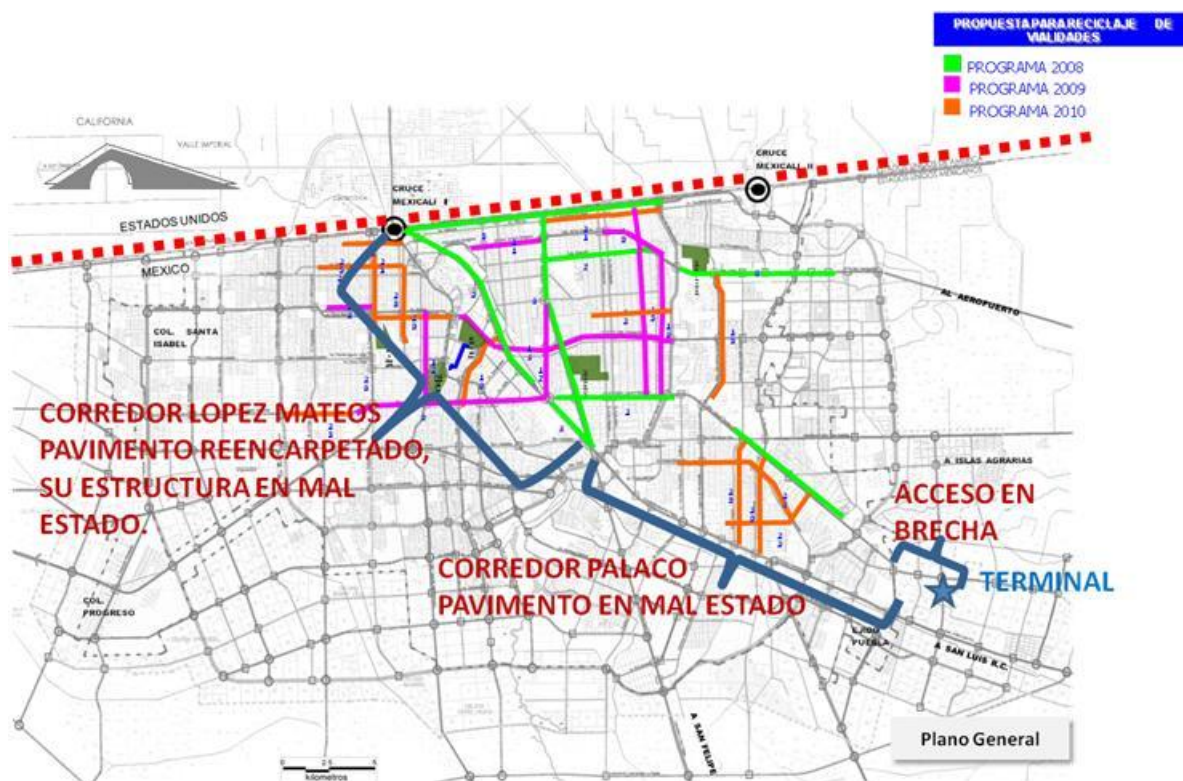
Fuente: Elaboración LOGIT

⁷ Población total con estimación. INEGI.

Situación Actual del Transito

En cuanto a la infraestructura de movilidad vehicular en la Ciudad de Mexicali presenta deficiencias que obligan a llevar a cabo un gran esfuerzo de inversión pública y privada durante los próximos años, para continuar con la construcción, la modernización y la diversificación de la comunicación de la Ciudad. La ciudad tiene el 28% de sus calles sin pavimentar o el mantenimiento a las vialidades es de manera somera. El último programa de mantenimiento a vialidades corresponde al reciclaje del pavimento del 2008 al 2010, dando como resultado las siguientes apreciaciones en los distintos tramos:

PROGRAMA EXTRAORDINARIO DE MANTENIMIENTO A VIALIDADES PRINCIPALES 2008-2010



López Mateos: Este Blvd. fue reencarpetado en 2009 y presenta una superficie de rodamiento en buen estado, sin embargo el estudio de geotecnia, aplicado en diversos puntos, dio como resultado que cuenta con carpeta y dos sobrecarpetas, además de presentar deterioro en capas inferiores, lo que se traduce en un mantenimiento en forma permanente y en una vida útil de corto tiempo.

Palaco: Es un corredor industrial además de ser el acceso al municipio vía el Estado de Sonora, presenta un alto aforo vehicular tanto en vehículos particulares como en auto transporte de carga, presenta un alto deterioro en la superficie de rodamiento y en sus capas inferiores, por lo cual sería necesario hacer una reestructuración en ambos cuerpos.

Ejido Puebla: En algunos casos las condiciones de vialidad son más precarias, en quinientos metros esta pavimentado dos carriles para tránsito local misma que no cumple con las especificaciones de SCT, y en cuatrocientos metros esta un acceso que es una brecha.

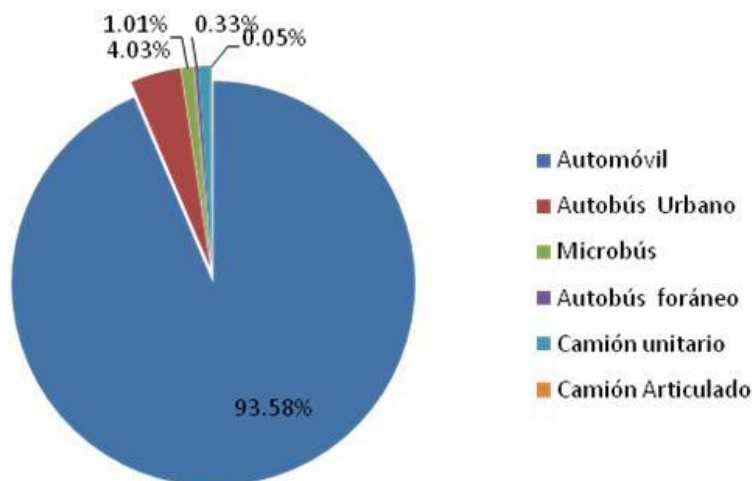
Altos índices de motorización. De acuerdo a los datos de la Secretaría de Finanzas del Gobierno del Estado de Baja California, indica que al 31 de enero de 2009, había 407,959 vehículos privados registrados, sin embargo los datos del INEGI detectan un número superior, como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 2.1: Parque Vehicular y Tasa de Motorización

AÑO	PARQUE VEHICULAR	INCREMENTO POR AÑO	% DE INCREMENTO POR AÑO
2001	170,958		
2002	213,213	42,255	24.7%
2003	251,658	38,445	18.0%
2004	292,509	40,851	16.2%
2005	331,438	38,929	13.3%
2006	369,391	37,953	11.5%
2007	406,463	37,072	10.0%
2008	428,254	21,791	5.4%

Fuente: Datos INEGI. Elaboración LOGIT

Figura 2.1: Distribución por Modalidad de vehículos en operación



Fuente: Datos INEGI. Elaboración LOGIT

Impacto ambiental: El problema principal de contaminación del aire de la Ciudad de Mexicali, es causado por las altas concentraciones de partículas de polvo menores a 10 micras (PM 10), debido a que la ciudad se encuentra rodeada de zonas agrícolas fuera de uso, y gran cantidad de baldíos dentro de la mancha urbana, aunado a la edad de la flota vehicular conformada en gran parte por vehículos importados de los Estados Unidos. Diariamente se rebasa la norma de partículas suspendidas totales de 50 microgramos por M3 de aire, datos históricos muestran que se ha alcanzando un máximo de 189 puntos del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA octubre de 1997, y de 362 en el mes de Diciembre de 1998). La situación que presenta la ciudad con respecto a la contaminación atmosférica por partículas PM10 es de alerta.

Situación del Transporte Público Colectivo

Oferta Actual del Transporte Público: El modelo de organización actual de los concesionarios que prestan el servicio público de transporte se distribuye en 44 rutas urbanas con 457 unidades (empresas o unidades operacionales con permisos y concesiones, que realmente operan 444 unidades), la cantidad de rutas de autobuses ha variado con el tiempo; actualmente existen un total de 15 agrupaciones que operan el servicio urbano (11) y suburbano (4).

Tabla 2.2: Agrupaciones de transporte público en Mexicali.

Empresa - Rutas Urbanas
Soc. Coop. de Autotransportes "Amarillo y Blanco", S.C.L.
Autotransportes Urbanos de Pasajeros de Microbuses
Autotransportes Urbanos, S.A. de C.V.
Soc. Coop. Transporte "Azul y Blanco", S.C.L.
Transportes Urbanos y Suburbanos "Cachanilla", S.A. de C.V.
Soc. Coop. de Transportes Estrella del Norte, S.C.L.
Soc. Coop. Transportes "Fausto Vazquez", S.C.L.
Autotransportes Fernando Amilpa, S.A. de C.V.
Soc. Coop. de Autotransportes "Malpica del Norte", S.C.L.
Autotransportes Misioneros de la Baja, S.A. de C.V.
Transportes Modernos de Mexicali, S.A. de C.V.
Empresa - Rutas Suburbanas
Autotransportes Mixtos del Valle de Mexicali, S.A. de C.V.
Transportes Especiales de la Baja California, S.A. de C.V.
Transportes Miguel Gutierrez Bañaga, S.A. de C.V.
Transportes Miguel Siga, S.A. de C.V.

Fuente: Central de Inteligencia Administrativa del Sistema Municipal del Transporte, 2008

Trazo y cobertura: En muchos casos la trayectoria de las rutas que operan actualmente, su origen fue trazado por los concesionarios de acuerdo a la experiencia adquirida en la práctica de varios años de servicio sin ningún soporte técnico, lo que ocasionó empalmes de varios tramos de su trayectoria; como consecuencia poca captación de pasajeros generando conflictos entre los concesionarios por sobre posición de los itinerarios. Paulatinamente los concesionarios han ampliado sus recorridos fundamentalmente hacia nuevas colonias de la periferia de la ciudad, sin tomar en cuenta los costos que esto representa con la disminución de su IPK, ya que los nuevos asentamientos de baja ocupación tardan para su densificación, lo que propicia baja ocupación de unidades de transporte, lo que hace suponer una sobre oferta del servicio.

La mayor parte de las rutas no siguen un apego riguroso al marco institucional, implícito en el reglamento vigente, lo que da lugar a otra serie de problemas existentes, a menudo, los concesionarios y permisionarios no aceptan cumplir lo establecido por las autoridades, argumentando como pretexto ingresos económicos insuficientes, debido primordialmente, a la poca captación de pasajeros y mal diseño de las rutas que se empalman en su recorrido (ver figura 2.b).

Figura 2.2: Sistema Actual de Rutas en la zona de estudio.



Fuente: Elaboración LOGIT

Parque vehicular ofertado: Anteriormente, la mayor parte de las unidades del servicio de transporte público, eran antiguas y obsoletas, básicamente modelos importados de Estados Unidos, con un pésimo estado mecánico; sin aire acondicionado y asientos para niños de edad escolar, su aspecto no era el adecuado para el transporte público para una ciudad como Mexicali.

Figura 2.3: Unidades de transporte colectivo.



Transportes Urbanos y Suburbanos "Cachanilla"



Autotransportes Urbanos, S.A. de C.V.

Fuente: LOGIT

En el marco del proceso de modernización del sistema de transporte y respetando el convenio de participación mutua, en uno de sus apartados, la autoridad se comprometió aumentar la tarifa y los

concesionarios a renovar la flota vehicular, en este contexto Mexicali, ha transformado su parque vehicular por modelos más recientes, con un total del 66% de la flota vehicular urbana y una edad de cuatro años de antigüedad, proporcionando comodidad para los pasajeros y los operadores, acorde con el clima desértico de la región (extremadamente caluroso en verano y frío en invierno). Por su parte la flota vehicular que presta el servicio suburbano, también ha mejorado su flota vehicular en un 60% lo que indica que los concesionarios han cumplido con el cometido del convenio (ver cuadro 2.h).

Tarifa y remuneración: La tarifa es diferenciada y se diversifica según el tipo de servicio y la preferencia a estudiantes, personas con discapacidad y de la tercera edad, el último incremento fue realizado con base en el convenio de colaboración, donde se sustenta el aumento siempre y cuando la flota vehicular se renovara (\$ 9.00 vehículos regulares con aire acondicionado), lo que motivo la renovación del parque vehicular descrito anteriormente.

Tabla 2.3: Política tarifaria situación actual

\$9.00 (Nueve pesos)	Vehículos nuevos con aire acondicionado.
\$7.50 (Siete cincuenta pesos)	Vehículos regulares con aire acondicionado.
\$6.50 (Seis cincuenta pesos)	Tarifa normal.
\$4.50 (Cuatro cincuenta pesos)	Tarifa para personas con discapacidad.
\$3.50 (Tres cincuenta pesos)	Tarifa para personas de la 3ª. Edad
\$3.50 (Tres cincuenta pesos)	Tarifa para estudiantes.

Fuente: Elaboración LOGIT

Independientemente de los beneficios a los concesionarios por el aumento de tarifa, los usuarios por su parte siguen afectados realizando transferencias para llegar a su destino final, lo que implica un gasto doble en alrededor del 38% de los usuarios, si se toma en cuenta que el 66% de los vehículos cobra \$9.00 y que gran parte de los usuarios aborda este servicio, entonces el costo en el peor de los casos sería de \$36.00 pesos diarios para transportarse, afectando a la clase más necesitada.

En conclusión y como se pudo apreciar anteriormente existen varias circunstancias que favorecen a la problemática del sistema actual de transporte de Mexicali:

- 1. Alto índice de motorización de la población actual**
- 2. Falta de Infraestructura para el sistema actual de transporte público, falta de paraderos, bahías de ascenso y descenso, condiciones de intemperie para los usuarios**
- 3. Altos índices de contaminación por vehículos “chocolates” en el tránsito privado.**
- 4. Congestionamiento en horas pico por parte del tránsito privado por la preferencia del mismo.**

b. Descripción de la situación actual optimizada

Una alternativa de optimización del transporte, tomando en cuenta que las autoridades Federales no participaran de forma económica en el desarrollo de la infraestructura necesaria para desarrollar corredores, la intervención de la autoridad Municipal continuaría con su estrategia tomando en cuenta tres vertientes:

- a) Continuar con el -Convenio para desarrollar e implantar el “Proyecto de Modernización del Sistema de Transporte Público Colectivo del Municipio de Mexicali:* El convenio tiene su origen en Julio del 2008, es precisamente el que sustenta la participación de los concesionarios en el proceso de modernización y con base en este convenio la autoridad de Mexicali sustenta el conjunto de estudios realizados y en proceso de realización.

De hecho la renovación del parque vehicular es uno esfuerzo de los concesionarios en cumplimiento con los acuerdos pactados con la autoridad, que como condición tuvo el aumento de la tarifa, en este sentido, la autoridad ésta comprometida a realizar las acciones marcadas en dicho convenio, situación que se tornaría crítica si es que no se consiguieran los recursos económicos para implantar la infraestructura de la Línea exprés 1. De alguna manera la autoridad tendría que estudiar otras fuentes financieras que dieran lugar a la realización de las acciones convenidas con los concesionarios.

b) *Acciones institucionales y legales a desarrollar:* La segunda vertiente tiene que ver con acciones al marco normativo e institucional, de cualquier forma, la autoridad tendría que avanzar con base en los resultados del proyecto con las acciones de mejoramiento, los ordenamientos actuales no contemplan muchos de los elementos tratados en el caso de un cambio en el modelo operacional y de concesión, en este contexto se podría avanzar ya que no se requiere de gran inversión económica más que el esfuerzo de las dependencias gubernamentales para transformar parte de los ordenamientos que rigen actualmente la prestación del servicio de transporte colectivo, cabe aclarar que el municipio es quien hace la gestión y operación del servicio, por tanto tiene las atribuciones para ejercer las modificaciones pertinentes.

c) *Acciones de gestión para optimizar el sistema:* Esta tercera vertiente es la alternativa viable, la gestión del servicio, estableciendo controles estrictos para regularizar el transporte actual por medio de la optimización del sistema, independientemente de la realización de algunas acciones de las vertientes anteriores.

Para lograr este propósito sería necesario partir de una reducción vehicular de las unidades obsoletas que actualmente operan fuera de las condiciones reglamentadas y con bajos índices de confort y calidad para el usuario.

Tabla 2.3: Condición de las unidades en operación 2008. ⁸

Empresa - Rutas Urbanas	No. De Unidades Operando	No. De Unidades Nuevas	Vehículos no actualizados	% de Vehículos para retiro (fuera de reglamento)
Soc. Coop. de Autotransportes "Amarillo y Blanco", S.C.L.	80	65	15	19%
Autotransportes Urbanos de Pasajeros de Microbuses	32	11	21	66%
Autotransportes Urbanos, S.A. de C.V.	107	107	0	0%
Soc. Coop. Transporte "Azul y Blanco", S.C.L.	18	0	18	100%
Transportes Urbanos y Suburbanos "Cachanilla", S.A.	65	37	28	43%
Soc. Coop. de Transportes Estrella del Norte, S.C.L.	70	23	47	67%
Soc. Coop. Transportes "Fausto Vázquez", S.C.L.	16	16	0	0%
Autotransportes Fernando Amilpa, S.A. de C.V.	26	10	16	62%
Soc. Coop. de Autotransportes "Malpica del Norte", S.C.L.	12	12	0	0%
Autotransportes Misioneros de la Baja, S.A. de C.V.	10	30 (opera con 10)		
Transportes Modernos de Mexicali, S.A. de C.V.	21	21	0	0%
SUBTOTAL	457	302	155	34%
Empresa - Rutas Suburbanas				
Autotransportes Mixtos del Valle de Mexicali, S.A. de C.V.	9	3	6	67%
Transportes Especiales de la Baja California, S.A. de C.V.	13	13	0	0%
Transportes Miguel Gutierrez Bañaga, S.A. de C.V.	19	11	8	42%
Transportes Miguel Siga, S.A. de C.V.	7	2	5	71%
SUBTOTAL	48	29	19	40%
TOTAL	505	331	174	

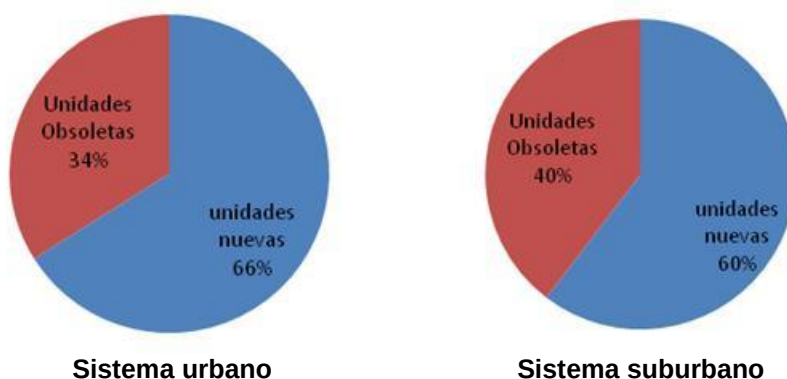
⁸ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; ACOPIO DE INFORMACION; 2.3. Transporte público; 2.3.1. Oferta; 232. Demanda; 2.3.3. Empresas operadoras

Fuente: LOGIT

En este contexto y con la idea de construir una alternativa optimizada, sería necesario la disminución de un 34% de las unidades del sistema urbano, y suburbano un 40% actualmente en operación, prioritariamente los vehículos obsoletos fuera de la normatividad que dicta el reglamento, evitando una sobreoferta en el servicio y mayor rentabilidad para los usuarios.

La situación actual ha mejorado sustancialmente con la renovación de gran parte de los vehículos obsoletos, este elemento al mismo tiempo ha sido aprovechado por los concesionarios aumentando la oferta existente, actualmente del número total de unidades, el 34 % se encuentran fuera de norma, según se establece en el artículo 73 del Reglamento de Transporte⁹.

Figura 2.4: Edad del parque vehicular registrado en la red (Flota irregular e irregular)



Fuente: LOGIT

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

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

En cuanto a la infraestructura y en caso de que el proyecto no se realice, el Gobierno de Mexicali seguirá dando el mantenimiento necesario a las avenidas, que incluye la rehabilitación del señalamiento, el retiro de topes y la instalación de semáforos en los puntos y/o accesos más conflictivos, así como las adecuaciones geométricas en cruceros conflictivos, todo dentro de su presupuesto ordinario o con vista a la utilización de algún otro programa. Sin embargo, con estas

⁹ ARTÍCULO 73.- A efecto de garantizar la modernidad y las mejores condiciones mecánicas de las unidades, así como la comodidad y seguridad del usuario, los vehículos destinados al transporte público, sujetos a concesión o permiso, no deberán rebasar en ningún momento los diez años de antigüedad en su fabricación respecto a la fecha en que se encuentren operando. El Plan Maestro de Vialidad y Transporte, podrá precisar características y modelos para los diferentes tipos y clase de servicios que se deriven de las modalidades previstas en este Reglamento. también la antigüedad viene presentada en el apartado 5-4 del plan maestro de vialidad y transporte y en el acuerdo tarifario del 2004

acciones se incrementarán de manera poco significativa las velocidades de operación debido a que continuará la interferencia en la operación del transporte privado, transporte de carga y el desordenado transporte de pasajeros en la zona urbana.

Para el caso particular de la evaluación, y tomando en cuenta las anteriores recomendaciones para una optimización del transporte público, se evaluaron medidas en la operación vehicular y los tiempos de recorridos de los usuarios.

Por el lado de los costos de operación se tomaron en cuenta dos formas de optimizar, como primer punto se optimizan los costos por kilómetro por medio de medidas específicas en la misma operación diaria podemos minimizar costos variables propios del desgaste de una mala y precaria forma de trabajo. Disminución de frecuencia en horas valle, mantenimiento preventivo, controlando paradas, aceleración y frenados las cuales actualmente no son uniformes ni constantes, haciendo que el consumo en combustible, balatas y discos sean mayores. Gracias a estas medidas de eficiencia se pueden reducir costos de operación en capital variable de un 5 al 10% como se observa en los siguientes precios.

Tabla 2.4. Costos por kilómetro

COSTO POR KM SIN PROYECTO	\$17.83
COSTO POR KM SITUACION OPTIMIZADA	\$16.20

El otro punto tomado en cuenta es implementar un sistema óptimo en los recorridos de las unidades, reorganizando los itinerarios de acuerdo a las horas de máxima demanda y horas valles, lo cual nos disminuye los kilómetros diarios recorridos a partir de una situación actual, pasando de los **28,948** a **28,110** km diarios en una situación optimizada, y a partir de estas cifras calcular los beneficios que tendrá la disminución de unidades con óptimos recorridos en una situación con proyecto.

De igual manera en los tiempos de recorrido se optimiza la situación actual tomando en cuenta que la velocidad se incrementa de 18 km/h a 19 km/h, generándonos una disminución de tiempo recorrido promedio de **35** a **33** minutos por usuario (ponderando los viajes de la demanda en la troncal, la alimentadora y las rutas remanentes)

Tabla 2.5. Comparativa de tiempos

	SIN PROYECTO	OPTIMIZADA
Velocidades promedio (Km/h)	18.4	19.4
Tiempo recorrido ponderado(min)	35.4	33.5
Tiempo recorrido (hr)	0.59	0.56
Ahorro total horas	34,917	33,090
Factor tiempo monetizado	22.3	22.3
Valor total anual (\$)	251,850,436	238,676,594

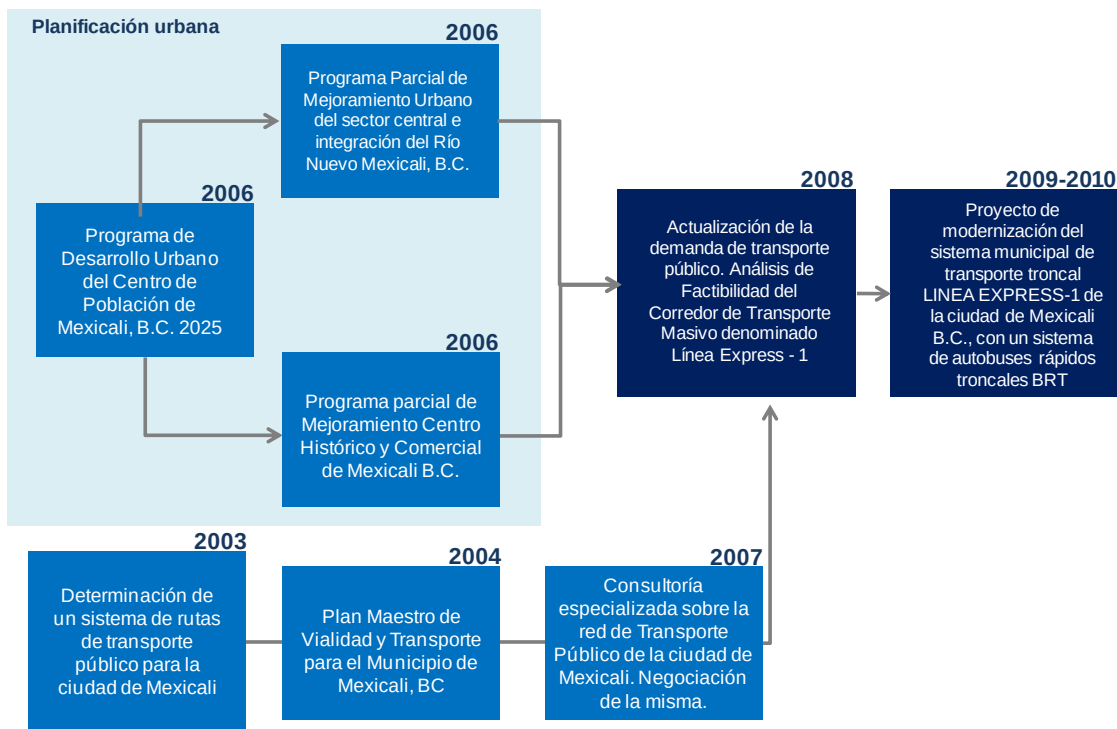
c. Análisis de la oferta y la demanda

c.1. Análisis de los estudios existentes en la materia

La planificación del transporte urbano en Mexicali, se comenzó a realizar durante el año 2003, la participación de la Universidad Autónoma de Baja California, inicia el proceso, los demás estudios elaborados por consultoras diversas, conforman acervo técnico histórico de la ciudad, los ejercicios realizados son los siguientes:

- Estudio denominado “Determinación de un Sistema de Rutas de Transporte Público para la ciudad de Mexicali” (2003), donde se fijaron las estrategias y líneas de acción encaminadas a reestructurar de manera integral las rutas de transporte mediante la conformación de corredores; fortalecer el ámbito institucional para mejorar la gestión y administración; y acciones encaminadas al control del tránsito y el transporte.
- El estudio anterior da sustento a la elaboración del “Plan Maestro de Vialidad y Transporte para el Municipio de Mexicali, B.C”. (2004), el cual establece las acciones que conducen al sistema hacia una reestructuración de rutas del transporte público y la reducción de unidades entre otras cosas; el mismo documento es la referencia técnica citada en el reglamento como elemento normativo hasta la actualidad.

Figura 2.5: Planificación urbana y estudios en materia de transporte de la ciudad de Mexicali



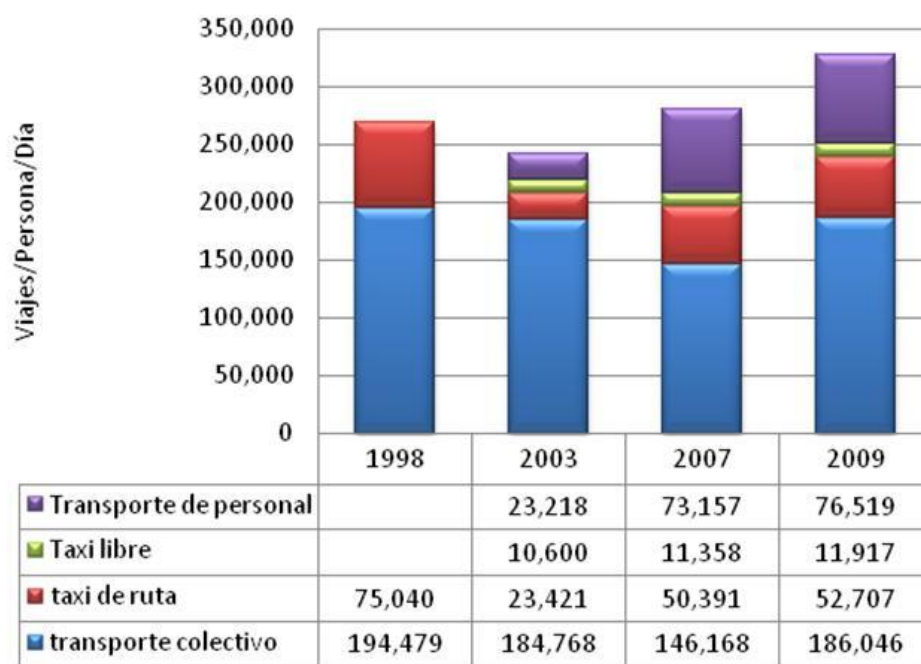
Fuente: LOGIT

- Para el año 2007 se realiza otro estudio cuyo objetivo fue actualizar el diagnóstico del transporte público mediante la “Consultoría Especializada sobre la Red de Transporte Público de la Ciudad de Mexicali, Negociación de la red de transporte público de Mexicali”. Estudio que contempla únicamente el diagnóstico y concluye con recomendaciones preliminares.

- b) Una vez conocida la problemática del transporte público de manera integral se realizó a petición del Municipio el “Estudio de Factibilidad Técnica, Económica y Financiera del Corredor de Transporte Masivo Línea Express -1, donde se analiza la factibilidad del Ruta Express 01 López Mateos–Gustavo Vildósola (Palaco).

Los resultados del diagnostico del estudio realizado en el 2007¹⁰, contempla el transporte público en su totalidad (incluyendo taxis) y demuestra que los taxis de ruta, a partir de los análisis del estudio de frecuencia de paso y carga, se determinó que trasladan a 50,391 viajes persona día (vpd). Esto trae en consecuencia que al sumar los 146,168 vpd movilizados por los autobuses de la ciudad, el sistema de transporte público de Mexicali para 2007 está transportando 196,558 vpd. De ello, se desprende que el 26% del mercado corresponde a los taxis de ruta y el 74% a los autobuses.

Figura 2.6: Demanda 1998, 2003, 2007 (comparación del decremento 2003 vs 2007)



Fuente: LOGIT

Al comparar los resultados recabados con los obtenidos en 2003 se pudo concluir que la demanda de 207,565 viajes promedio día para el año 2003 contrasta con la demanda de 196,558 viajes cuatro años después, esto significa una reducción de la demanda del 1.4%, la cual se intuye pasó al automóvil y en menor medida, al transporte de personal. El estudio realizado en 2003 por la Universidad Autónoma de Baja California, señalaba un crecimiento esperado del 2.5% anual. Es decir, a partir de este supuesto, la pérdida anual de demanda del sistema de transporte público de Mexicali ronda en un 3.9% anual.

¹⁰ Los datos de 1998, 2003, 2007 son retomado del Estudio de “Servicios Profesionales de Consultoría Especializada sobre la Red de Transporte Público de la Ciudad de Mexicali: Negociación de la Red de Transporte Público de Mexicali”; Reporte del diagnostico final; USTRAN; 2007; Pag. 86-88, los datos 2009, son los generados por la actualización de la información de LOGIT

El posible aumento relativo del 2007 al 2009 es presumiblemente gracias a los cambios en las condiciones de confort y servicio de las unidades. Para el 2008 se hizo una renovación del parque vehicular en la mayoría de los permisionarios de la ciudad, adquiriendo unidades con aire acondicionado y de mejor calidad en cuanto a su comodidad. Lo anterior es reflejo de una preferencia contundente del usuario a mejores condiciones de viaje, aunado a climas extremos que alejan el interés por la movilidad en transporte público *per se*.

De ahí la necesidad de tomar medidas que incentiven el uso del transporte público así como la toma de conciencia de los transportistas en continuar con los proyectos de mejora al mismo y corregir las acciones que desincentivan su uso. Más aún, la Universidad Autónoma de Baja California realizó un proyecto de transporte público ¹¹ en 1988 en donde señalaba un total de 194,479 viajes en 38 rutas y nueve empresas así como 75,040 viajes en transporte colectivo (taxis de ruta).

c.2. Selección del área de estudio

Uno de los propósitos para seleccionar el área de estudio específica, fue corroborar las zonas que por su cobertura mostraban mayor la oferta y demanda, tomando en cuenta entre otras cosas, dos elementos que ilustran y determinan de manera inicial los principales corredores de transporte, según el estudio realizado en el 2007¹²:

- Los volúmenes de pasajeros transportados en la red de transporte público, (hmd), del estudio del 2007
- Los puntos de ascenso y descenso en la red de transporte público del estudio del 2007

Los volúmenes de pasajeros detectados en la red de transporte público, siendo importante señalar que sobre el Blvd. Adolfo López Mateos en el ramo comprendido de Av. Compresora y Callejón Azueta se presentan los volúmenes superiores a los 850 pasajeros en la hora de máxima demanda en ambos sentidos, con lo cual se considera el corredor de transporte público más importante de la ciudad de Mexicali. *Esta concentración de viajes sobre el corredor amerita ser estudiado detenidamente en cuanto a sus movimientos y a la vez analizar el tipo de unidad idónea que se necesita para este caso en particular.*

Un segundo corredor de importancia es el que se genera desde Av. Lázaro Cárdenas en el tramo comprendido entre Colegio Militar y la Av. Luís Echeverría Álvarez. En estos casos, las ocupaciones encontradas es de 720 viajes en el sentido oriente poniente y de 185 viajes en el sentido de poniente a oriente, en la hora de máxima demanda.

Finalmente, el corredor poniente oriente formado por la Av. Independencia y de norte a sur por calle Alfareros y sirve de conexión al centro cívico de Mexicali presenta volúmenes que rondan los 699 viajes en el sentido oriente poniente y 793 viajes en el sentido poniente oriente en la hora de máxima demanda y se consolidan como punto atractor de viajes. Este corredor debe ser previsto como un punto focal de atención dentro del programa de mejoramiento y reestructuración del transporte en la zona bajo estudio. En este sentido, los bajos volúmenes de pasajeros que se detectan en determinados corredores así como la poca cantidad de unidades que pasan por estos puntos permiten prever la necesidad de buscar esquemas de solución que eficiente el transporte en estos corredores, buscando con ello un mejor aprovechamiento de las vialidades y aumentar la ocupación de las en las horas de máxima demanda menores a las esperadas.

¹¹ Universidad Autónoma de Baja California. Transporte Colectivo en Baja California: Mexicali, Instituto de Investigaciones Sociales, 1988.

¹² Retomado del Estudio de "Servicios Profesionales de Consultoría Especializada sobre la Red de Transporte Público de la Ciudad de Mexicali: Negociación de la Red de Transporte Público de Mexicali"; Reporte del diagnostico final; USTRAN; 2007

Basta por el momento señalar que, en general, *las cargas detectadas, a nivel de ruta, son bajas y que las mismas deberán ser vistas tanto bajo un criterio individual así como un criterio de corredor, debido a las altas concentraciones de las rutas en algunas vialidades*¹³.

Figura 2.7: Volúmenes de pasajeros transportados en la red de transporte público, hmd.

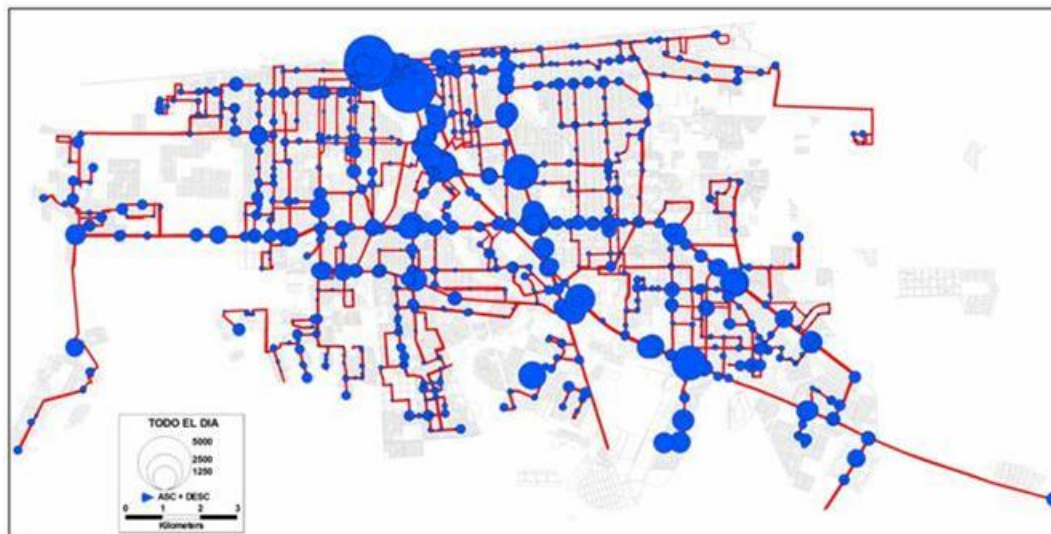


Fuente: LOGIT

Por su parte los ascensos y descensos fue otro punto de referencia, a partir de la suma de los valores de en cada una de las paradas, fue posible obtener los movimientos totales que dicha parada presenta y, en consecuencia, su importancia. Los resultados obtenidos sitúan a la zona centro de Mexicali como el punto donde se presentan los movimientos más importantes de la red estudiada, toda vez que en la parada ubicada en la Calzada Adolfo López Mateos y Plaza Cachanilla se realizan 5,254 movimientos al día. Le sigue en orden de magnitud la parada que se ubica en Ignacio Altamirano y Francisco I Madero, donde se registraron 4,419 movimientos al día, así como la Calzada Adolfo López Mateos con Ignacio Altamirano y esta última con Av. Benito Juárez, los cuales atienden 4,031 y 3,966 movimientos respectivamente.

¹³ Retomado del Estudio de "Servicios Profesionales de Consultoría Especializada sobre la Red de Transporte Público de la Ciudad de Mexicali: Negociación de la Red de Transporte Público de Mexicali"; Reporte del diagnóstico final; USTRAN; 2007

Figura 2.8: Principales puntos de ascenso y descenso

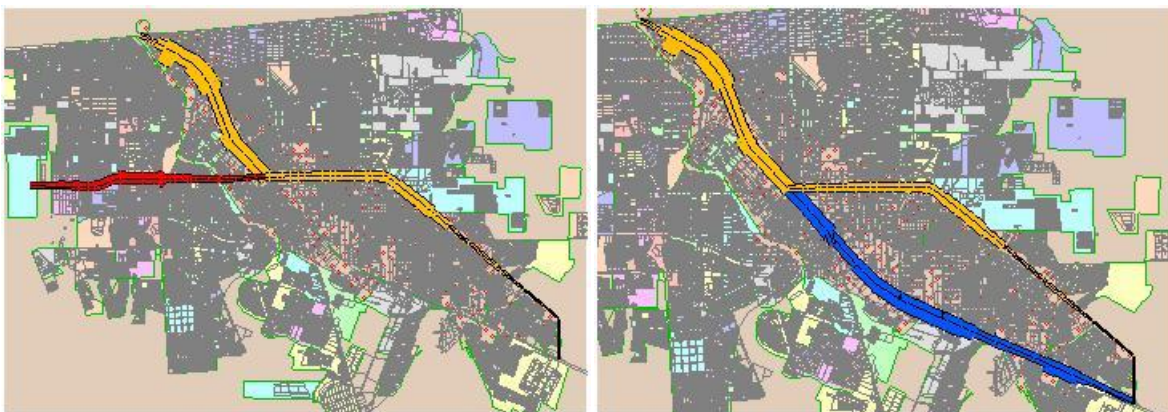


Fuente: LOGIT

Las paradas más importantes con movimientos, de ascensos y descensos superiores a los 1,000, se muestran en el siguiente grafico anterior, donde se ilustra de manera grafica el total de movimientos que se registra al día.

En este contexto se definió la cobertura de los principales corredores, analizando distintas alternativas de continuidad de viajes, seleccionando las rutas que por su área de influencia cubrían parte de los itinerarios de los corredores preliminarmente trazados (ver grafico siguiente)

Figura 2.9: Planteamiento de alternativas para selección del principal corredor



Fuente: LOGIT

c.3. Estudios para corroborar oferta - demanda

Una vez conocida la problemática del transporte público a manera de diagnostico (estudio del 2007) se realizo el "Estudio de Factibilidad Técnica, Económica y Financiera del Corredor de Transporte

Masivo Línea Express -1", donde se analiza la factibilidad del Ruta Express 01 López Mateos – Gustavo Vildósola (Palaco). Para mayor información sobre los estudios realizados dirigirse al anexo 1.

El siguiente paso fue actualizar la información de la oferta de transporte ¹⁴ con base en los inventarios de los estudios recientes y con información local de la "Dirección Municipal de Transporte Público de Mexicali"¹⁵, con los datos base se determino la actual cobertura de la red total, misma que se verifico en campo. Para actualizar la información tanto de la oferta como de la demanda, se realizaron estudios específicos con una muestra determinada proporcionalmente en la zona de cobertura de los corredores visualizados en el estudio anterior y con el siguiente contenido.¹⁶

Tabla 2.6. Oferta y Demanda

Modelos	Vialidad	Oferta	Demanda
Acopio (Estudios Realizados)	Levantamiento Topográfico de 20.4 kms. 32 Puntos de Aforos direccionales 8 puntos de estudios de cola 10 Viajes para estudios de velocidad y demora	Oferta 44 Rutas 2008 verificación de 12 Rutas 2009 30 puntos de Frecuencia De Paso 120 viajes en rutas para la velocidad operacional de las rutas en periodos pico y valle.	Demanda 11,400 encuestas Origen–Destino A Bordo De Las Unidades 2008 1,196 encuestas Origen–Destino A Bordo De Las Unidades 2009 30 puntos de Ocupación Visual 120 viajes de Ascenso y Descenso

c.4. Metodología utilizada (Modelo de simulación)

La metodología utilizada es la validada para este tipo de estudios, utilizando herramientas computacionales y software(s) específicos, con la información de campo ya procesada, en este contexto, se analizo el comportamiento de la oferta demanda, los pasos generales fueron los siguientes:

Las variables del sistema de transporte tienen un componente espacial, la mayoría de la información resultante está contenida en tablas, para fines de análisis la información fue representada sobre una base cartográfica¹⁷. En este contexto se definió el Proceso de Modelaje tratado en cuatro etapas:

- i. -Generación de viajes o de la demanda
- ii. -Distribución de viajes
- iii. -División o selección modal
- iv. -Distribución de las redes de transporte

La 3 primeras etapas tuvieron por óptica central la simulación del comportamiento de la demanda por transportes, la primera etapa se definió con base en informaciones socioeconómicas y socio demográficas de la población o actividades económicas en el área de estudio además de características de uso ocupación y capacidad de suelo.

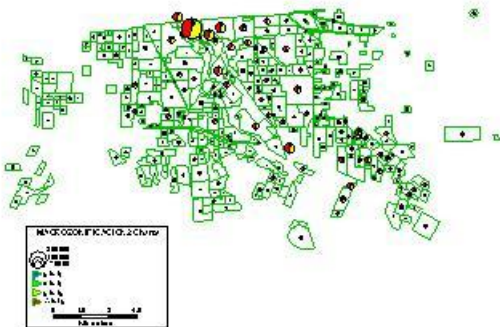
¹⁴ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; 3. Diagnostico

¹⁵ La Dirección Municipal de Transporte Público realizó un diagnostico (2007) comparativo que determina la situación concesionada, con el recorrido actual de las rutas, determinando también el número de unidades en circulación. Información que sirvió de base para actualizar la oferta de transporte.

¹⁶ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; ACOPIO DE INFORMACION; 2.3. Transporte público; 2.3.1. Oferta; 232. Demanda; 2.3.3. Empresas operadoras

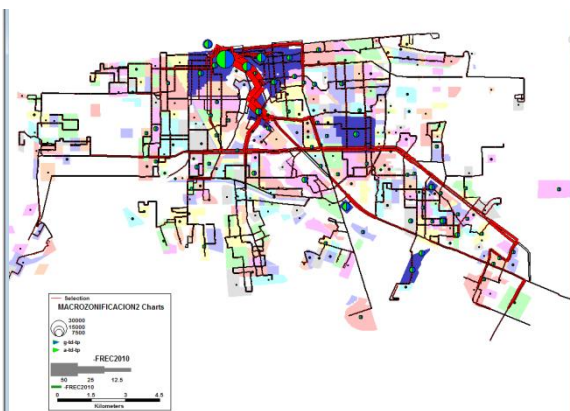
¹⁷ Los SIG son sistemas que unen la información resultante a su componente geográfico. Utilizando sistema de coordenadas (latitudes y longitudes), y el sistema UTM (Mexicali se encuentra el UTM 11). cuando la información es transformada a formato SIG este sistema agrega una ubicación común a cada registro

Figura 2.d.1. Generación y Atracción de Viajes por zona y distribución modal – Escenario Base 2008-2009



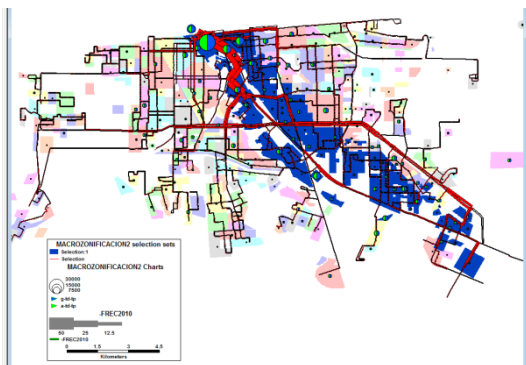
La principal generación de viajes se encuentra en la zona norte de la ciudad Garita y Centro

Figura 2.d.2. De las principales zonas de Generación y Atracción de Viajes I – Escenario Base 2008-2009



Las 15 principales zonas que generan – atraen 59,134 viajes de transporte público

Figura 2.d.3. Zonas de Generación y Atracción de Viajes sobre 1 km de eje al corredor - Escenario Base 2008-2009



Sobre la cuenca evaluada se genera un total de 88,109 viajes con una cobertura de 1 km al eje de la troncal, no todos los deseos de viajes sobre el corredor tendrían la necesidad de utilizarlo, solo 28,347 ya que están a pie del mismo.

Figura 2.d.4. Deseos de Viajes de Transporte Público – Escenario Base 2008-2009

De las principales líneas de deseo mayores a 50 viajes de zona a zona se encuentra ubicadas sobre el corredor propuesto como se muestra en la imagen.

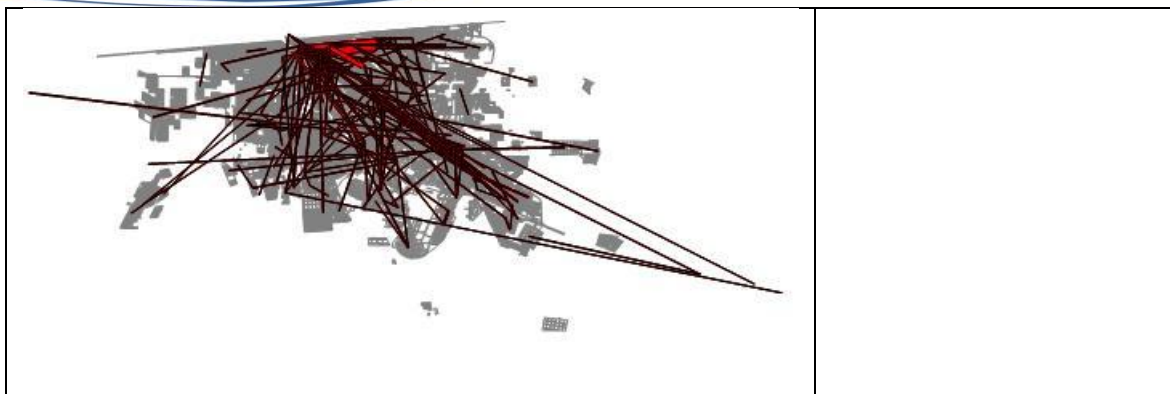
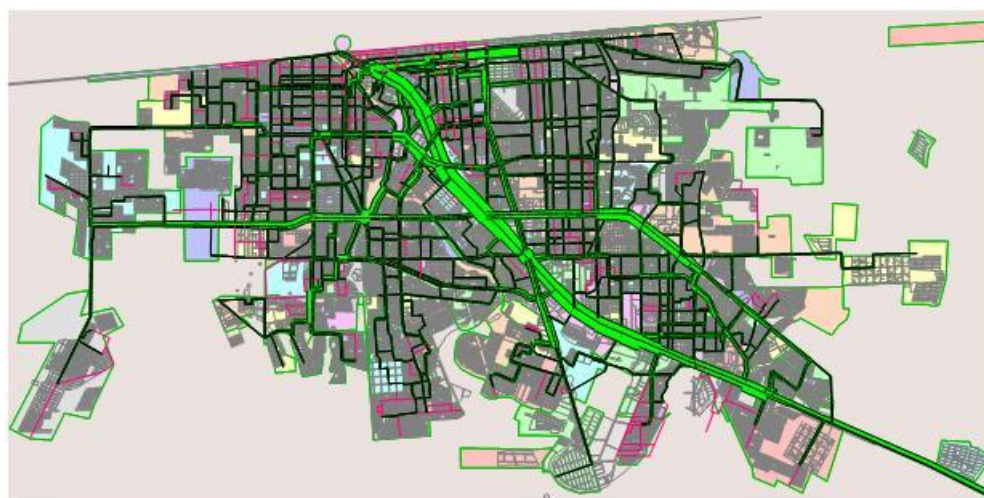


Figura 2.11: Red de rutas de transporte actual -Escenario Base 2008-2009



Fuente: LOGIT

Figura 2.12: Asignación de Viajes a la red de Transporte Público – Escenario Base 2008-2009



A partir de la información de los principales polos de atracción y generación de viajes, se realizó la zonificación del área de estudio. Con los resultados obtenidos de las encuestas levantadas en campo se integraron las matrices Origen - Destino. Finalmente, con esta información y con la zonificación planteada se obtuvieron las líneas de deseo de viaje de los usuarios.

Las matrices Origen - Destino se incorporaron al modelo de simulación TransCAD para constituir el modelo de demanda, que aunado al modelo de oferta, cargado previamente, permiten construir el modelo de transporte, el cual es calibrado mediante procesos de asignación para obtener valores cercanos a la realidad y de esta forma definir el escenario de la situación actual.

Tabla 2.8. Esquema de rutas estudiadas.

Actualmente existen en operación un total de 44 rutas urbanas de las cuales 29 rutas operan en diferentes tramos sobre el corredor por sus deseos de viajes, así como la demanda que maneja cada una de estas 29 rutas solo se seleccionaron 10 para conformar el sistema tronco alimentador, y las 19 restantes se eliminan los recorridos sobre el corredor que son menores a 4 km y se traslada su operación en una vialidad paralela. Formando parte de las llamadas rutas remanentes, más otras 6 rutas que no tocan de manera paralela el corredor, siendo un total de 25 remanentes.

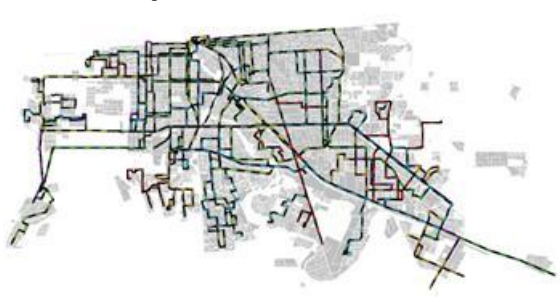
Cobertura de la Operación de 44 rutas urbanas



Frecuencia de la Operación de 44 rutas urbanas



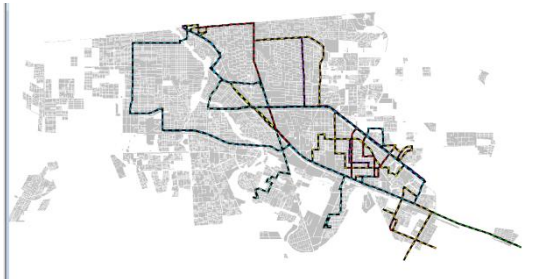
Cobertura de la Operación de 29 rutas urbanas



Frecuencia de la Operación de 29 rutas urbanas



Cobertura de la Operación de 10 rutas urbanas que conformaran el sistema tronco alimentador.



Frecuencia de la Operación de 10 rutas urbanas



✓ El otro conjunto de rutas de 19 rutas se pretende desviar su operación a una vialidad paralela al corredor

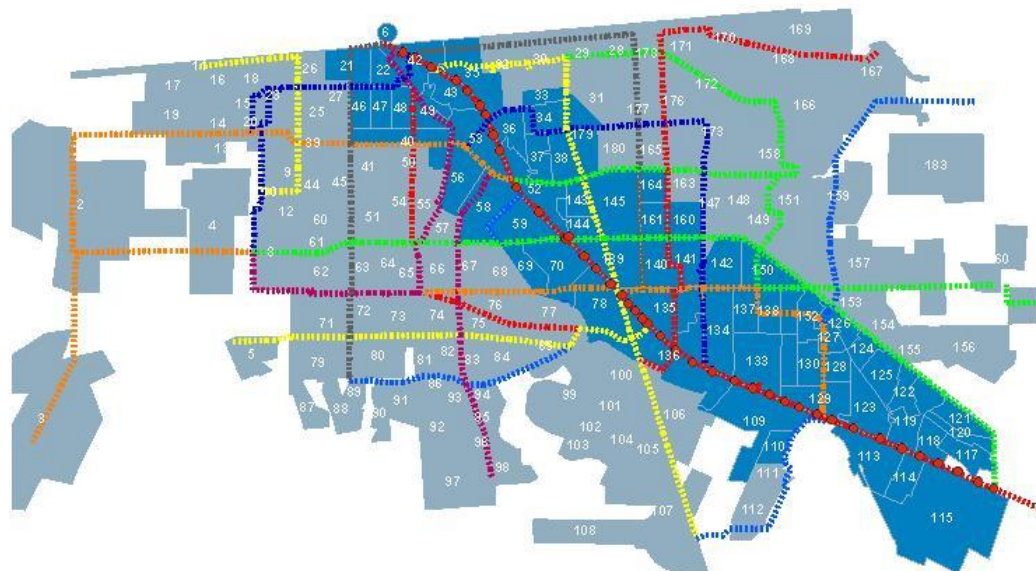
19 rutas que circulan por el corredor en un tramo inferior a 4 kms. Con orígenes y destinos distintos.	Tramos de la concentración de este grupo de rutas.
	Se pretende desviar estas rutas por las siguientes vialidades 2 kms. De costa del rio .50 kms De los Presidentes 1.27 sobre Independencia Actualmente operan en su mayoría una longitud inferior a 4.00 kms. Que será trasladado a las vialidades existentes en una longitud 3.70 kms.

c.5. Modelo propuesto

Una de las estrategias de Transporte de la Ciudad de Mexicali, es la construcción de la Línea Express de Transporte que comunicará la zona sur con la zona norte de la ciudad, interconectando las principales zonas de atracción y generación de viajes, frontera y sur de la ciudad, lo que lleva implícito el mejorar la infraestructura, reduciendo los tiempos de traslado, derivado de lo anterior, el proyecto se encuentra dentro de un corredor que satisface los viajes generados en la zona industrial hacia el centro y otras áreas de atracción de los usuarios.

Al cruce por estas industrias se presentan interferencias a la circulación vehicular, propiciadas por la gran cantidad de topes y la interferencia de vehículos pesados y cruces de ferrocarril, lo que deriva en una disminución en la velocidad de recorrido inferior a los 39 km/h en promedio del tránsito en general (mixto). De acuerdo con lo anterior, surge la necesidad de acondicionar una vía que ofrezca un flujo continuo para el transporte de pasajeros y que permita mejorar las condiciones de circulación al tránsito local.

Figura 2.14: Modelo propuesto después de la asignación a una res alternativa



Fuente: LOGIT

El grafico anterior muestra la alternativa optima de una red de transporte simplificada, disminuyendo gran parte de los trazos de rutas existentes y evitando recorridos onerosos de las rutas actuales, la propuesta ha sido calibrada con una margen de error mínimo, después de varios ensayos, el corredor marcado es el que acumula la mayor parte de la demanda, su zona de influencia técnica de análisis es la que se marca en su contorno.

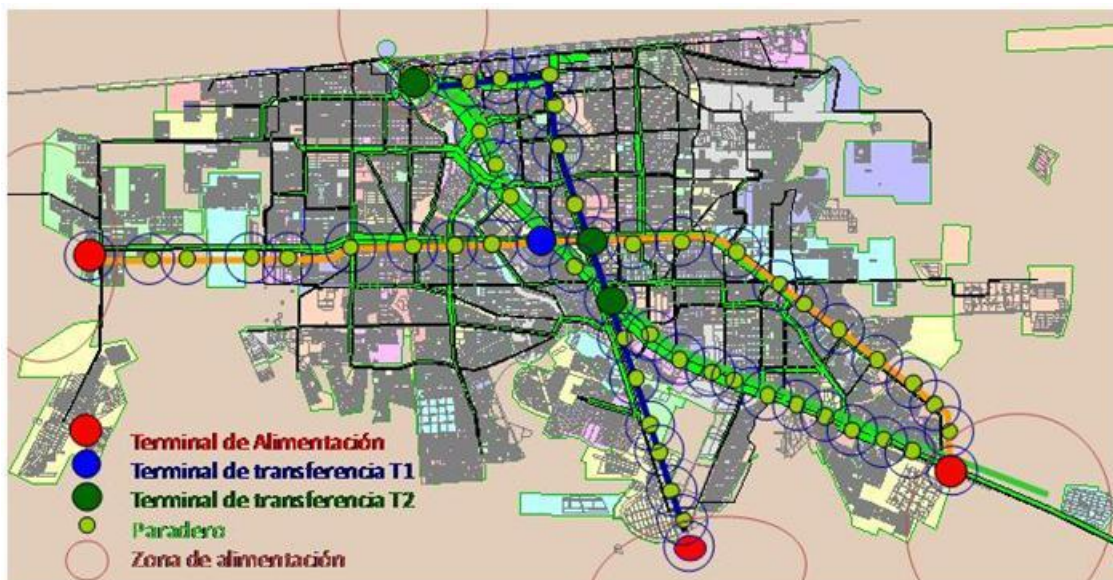
Las condiciones de infraestructura muestran la vialidad actual de 3 y en algunos casos hasta 4 carriles de circulación por sentido, en muchos tramos bastante amplios **lo que permitiría optimizar el ancho de los carriles para incorporar uno especial para transporte colectivo**, el trazo se desarrolla en terreno relativamente plano, con una longitud de 19.4 kilómetros desde la zona de frontera hasta la zona industrial de la ciudad. Además, pasa a través de los centros generadores de viajes más importantes donde el tránsito pesado se mezcla con el tránsito particular y el transporte público, lo cual ocasiona que los vehículos circulen a bajas velocidades y se presenten demoras para los usuarios e incrementos en los índices de accidentalidad.

Tabla 2.7. Características de la vialidad

Km. Inicial	Km. Final	Sección Cpo. B (mts.)	Camellón (mts.)	Sección Cpo. A (mts.)
0+000 Comienza al Nte. En la Garita de Cruce Internacional sobre Av. López Mateos	1+720	13.5	8.5	12
1+720	1+820	13.65	16	12.45
1+820	3+380 Termina via de FFCC	13.55	16	12.55
3+380	3+774.13	13.65	8.6	12.55

3+774.13	4+047	13.55	8.6	12.45
4+047 Inicia Puente Vehicular (Cruza Calzada Independencia)	4+500 Termina Puente Vehicular	11.00 (Puente) 7.07 (Carril Lateral)	0	11.00 (Puente) 7.07 (Carril Lateral)
4+500	4+620	18.7	0	17.74
4+620	5+600	14.00	9.14	13.40
5+600	5+760	19.22	0	15.6
5+760 Inicia Distribuidor Vial (Cruza Calzada Lázaro Cardenas)	6+500 Termina Distribuidor Vial	7.78(Puente) 6.07 (Carril Lateral)	0	7.77(Puente) 6.07 (Carril Lateral)
6+500	7+760	13.21	3.73	12.35
7+760 Inicia Glorieta Sanchez Taboada.	7+980 Termina Glorieta Sanchez Taboada.	13.58	4.37	12.75
7+980	8+487	13.44	1.55	14.36
8+487	8+691	10.43	3.19	14.19
8+691	9+540	10.43	3.19	10.55
9+540	11+160	10.87	3.10	10.96
11+160	14+580	12.36	3.15	12.15
14+580	17+500	13.92	3.30	13.14
17+500 Inicia Distribuidor Vial de Incorporacion a la Calzada Lázaro Cardenas.	18+180 Termina Distribuidor Vial	4.50(Puente) 9.36 (Carril Lateral)	0	4.50(Puente) 9.35 (Carril Lateral)
18+180	18+400	9.23	16.05	16.77
18+380	18+960	10.5		
18+960	19+435.94	Brecha		

Figura 2.15: Modelo propuesto, sistema tronco – alimentador



Fuente: LOGIT

La estrategia general como marco futuro de referencia ha sido definida como un sistema de corredores de transporte integrados, con base en los cuales se identifican y jerarquizan tres corredores de transporte de diferente magnitud, tres terminales de alimentación, una terminal de transferencia T1, tres terminales de transferencia T2; y paraderos distribuidos en los corredores. El sistema se integra también por rutas alimentadoras, rutas integradoras y rutas remanentes.

La demanda TOTAL del “*sistema estructurado*” se estimó en 186,098 vpd, los tres ejes de mayor demanda prácticamente atraviesan tangencialmente la ciudad, convergen en un punto central que no corresponde al centro urbano de mayor generación de viajes, sin embargo es el nodo que articula la transferencia de viajes de los principales ejes. El corredor 1 López Mateos –Gustavo Vildósola (Palaco) con mayor número de viales 59,189 vpd es el que se define potencialmente el más factible de implantar, sin embargo las comparaciones realizadas con el corredor 2 Lázaro Cárdenas con una demanda de 51,864 vpd, sería el segundo eje para implementar; por último el eje de demanda denominado corredor 3 Benito Juárez con una demanda de 32,034 vpd es uno de los ejes que articulan los viajes del sur de la ciudad, la demanda restante se distribuye indistintamente en las rutas integradoras y remanentes (ver gráfico siguiente).

Figura 2.16: Distribución de la demanda del Sistema Estructurado



Fuente: LOGIT

c.6. Selección del corredor

Independientemente de las acciones del convenio de colaboración entre la autoridad y los concesionarios, lo que involucra la implementación de acciones específicas en todo el sistema, la estrategia se centra en un corredor denominado “Ruta Express 01 López Mateos – Gustavo Vildósola (Palaco)”, la selección radica en la evaluación de la demanda y consulta con los concesionarios:

- Evaluación de la demanda:
- Consulta con los concesionarios:

La evaluación de la demanda determina como el corredor con mayor número de viajes, a diferencia de los otros dos que por el momento no rebasan los parámetros para proponer un confinamiento en su recorrido (Ver C2 Selección del área de estudio específica). Por su parte la consulta a los concesionarios se mostro la factibilidad y rentabilidad económica y financiera (ver C6 Modelo de participación de los concesionarios),.

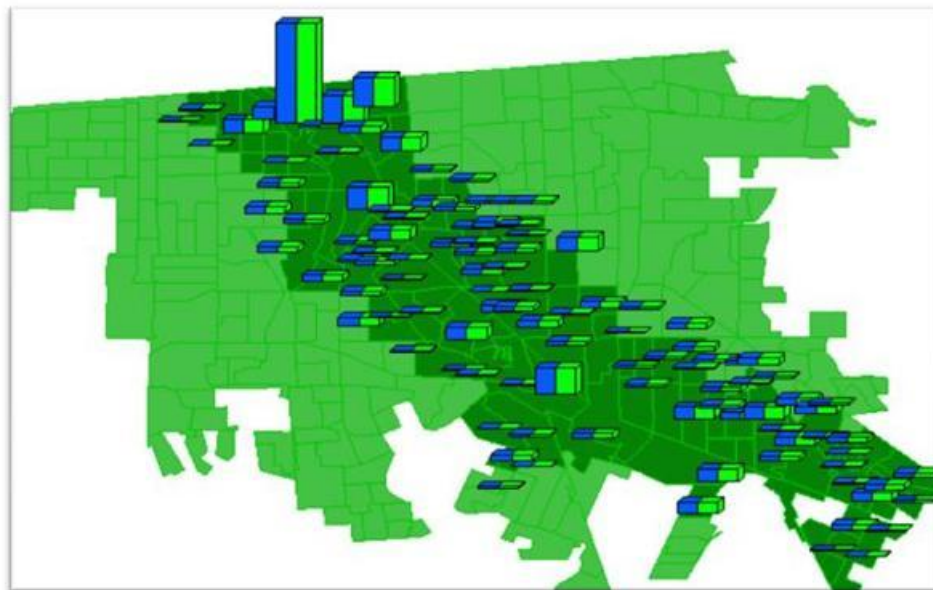
Figura 2.17: Ruta Express 01 López Mateos – Gustavo Vildósola (Palaco).



Fuente: LOGIT

En este contexto la cobertura específica de la cuenca de demanda del corredor se delimito en función del área de influencia determinada por las áreas socioeconómicas (AGEB's)

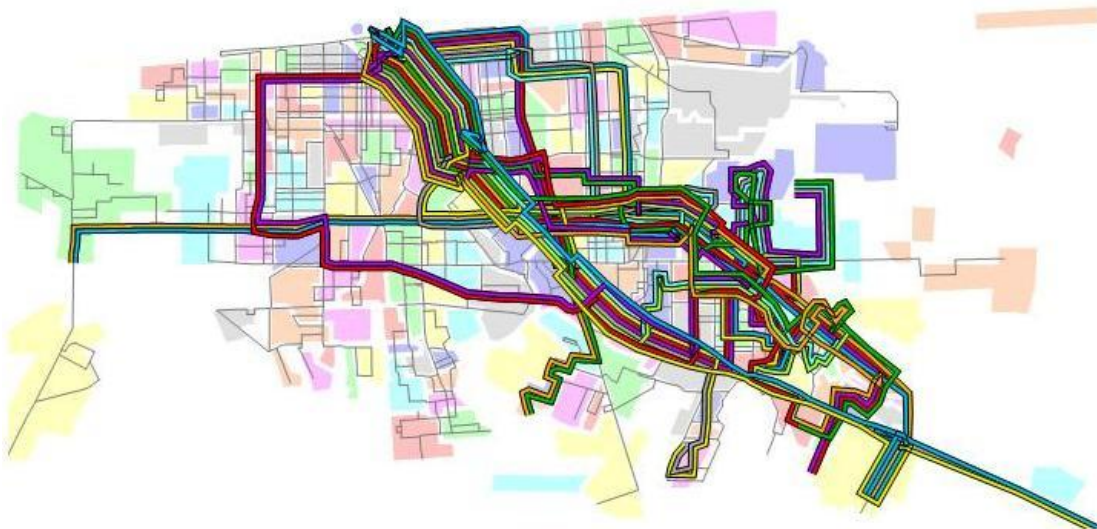
Figura 2.18: Cobertura de la cuenca de demanda “Ruta Express 01 López Mateos – Gustavo Vildósola (Palaco)”.



Fuente: LOGIT

Se definió una red análisis, para la cual se recopiló información en campo sobre las características físicas y geométricas de sus diferentes tramos, tal como: longitud, tipo de terreno y número de carriles.

Figura 2.19: Concentración de la oferta sobre el corredor



Fuente: LOGIT

Para definir la cobertura de la oferta actual de transporte, se tomaron en cuenta solo las principales rutas involucradas en el corredor a implantarse, para lo cual, se determinaron rutas potenciales, con un total de 12 rutas iniciales, constituidas en tres de las empresas que prestan el servicio a más del 61% de los usuarios, todas las rutas, circulan sobre López Mateos, Industrial Palaco y Lázaro Cárdenas. (Ver cuadro siguiente). Asimismo, se identificaron las condiciones de operación, tales como velocidades de operación, tiempos de recorrido y niveles de servicio, la mayoría son operadas con autobuses tanto de modelo reciente con refrigeración como de modelo antiguo y sin refrigeración.

Tabla 2.4: Selección de rutas para análisis.

Empresa	Clave Logit	Ruta
SOC. COOP. DE AUTOTRANSPORTES AMARILLO Y BLANCO S.C.L.	AB03	Ejido Cuernavaca – Sinaloa – Puebla – Centro Cívico - Centro
	AB04	Palaco – Constitución - Centro
	AB06	Hacienda del Sol - Venustiano Carranza – Centro Cívico - Centro
	AB10	Villas del Palmar – Misión del Valle – Centro Cívico - Centro
	AB09	Villas del Palmar – Misión del Valle – Independencia – Prohogar - Centro
AUTOTRANSPORTES URBANOS S.A. DE C.V.	AT01	Palaco - Justo Sierra - Centro
	AT02	Robledo – Centro Cívico - Centro
	AT07	Ampliación Solidaridad – Leandro Valle – Centro Cívico - Centro
	AT-E09	Express 9 Oriente – Occidente – Pueblo Nuevo
TRANSPORTES URBANOS Y SUB URBANOS CACHANILLA S.A. DE C.V.	TC02	Villa Verde – Centro Cívico - Centro
	TC08	Ejido Puebla – Lázaro Cárdenas – Los Virreyes (Ruta Rápida) Eje
	TC09	Villa Florida – Centro Cívico - Centro

Fuente: LOGIT

c.7. Diagnostico específico (Oferta - Demanda)

Análisis de la oferta

La metodología para la obtención de los datos Flota vehicular, involucrada en el corredor, se obtuvo mediante las informaciones de campo, estudios de frecuencia de paso en distintos puntos de su cobertura; capacidad determinada por el numero de vuelta observada para cada una de la rutas (frecuencia durante el día por la capacidad máxima de pasajeros de 38 asientos y una capacidad total de 60 pasajeros); y horas de servicio determinados con la aplicación de los estudios de campo entre otros elementos operacionales, con estos elementos se seleccionaron las rutas que serán integradas al sistema tronco - alimentador.

Por su parte las rutas remanentes definidas como aquellas que se obtiene una demanda natural al corredor, sin entran en un proceso de reestructuración. En este contexto se determino la oferta actual en función de las mediciones de capacidad máxima de horario pico o de máxima demanda, los cuadros siguientes muestran las rutas principales que conformarán el corredor y las rutas remanentes que participan de manera indirecta.

Tabla 2.5: Datos operacionales de rutas actuales seleccionadas para participar en el proyecto de corredor

Código de ruta	No. Ruta	Nombre de Ruta	Flota	Capacidad	Horas de servicio	Frecuencia (Veh/h)	Tipo
AT01	1	Palaco - Justo Sierra - Centro	24	60	16	8	Rutas del sistema tronco alimentador
AT02	2	Robledo - Centro Cívico - Centro	13	60	16	10	
AT07	3	Ampliación Solidaridad - Leandro Valle - Centro Cívico - Centro	10	60	16	15	
AT E09	4	Express 9 Oriente - Occidente - Pueblo Nuevo	26	60	16	15	
AB03	5	Ejido. Cuernavaca - Sinaloa - Puebla - Centro Cívico - Centro	23	60	16	15	
AB06	6	Hacienda del Sol - Venustiano Carranza - Centro Cívico - Centro	16	60	16	30	
TC02	7	Villa Verde - Centro Cívico - Centro	8	60	16	10	
TC09	8	Villa Florida - Centro Cívico - Centro	9			15	
AB04	9	PALACO-CONSTITUCION-CENTRO	12			4	
AB05	10	EL CONDOR-VALLE DORADO-PERIFERICO-CENTRO	14	60	16	4	
SUBTOTAL RUTAS A PARTICIPAR			155				
AB02	11	Col. Independencia - Pro-Hogar - Libertad - Centro	15	60	16	15	Rutas Remanentes
AB09	12	Villas del Palmar - Col. Independencia - Col. Pro-Hogar - Centro	6	60	16	30	
AB10	13	Fracc. Villas del Palmar - Col. Independencia - Centro Cívico - Centro	13	60	16	15	
AM01	14	Ej. Xochimilco - Jardines del Lago - Bosque - Villahermosa	8	60	16	30	
AM04	15	Col. Voluntad - Lucio Blanco - Santa Mónica - Hosp. Centro	10	60	16	30	
AT08	16	Col. San Fernando - Reacomodo - Wisteria - Centro Cívico - Centro	14	60	16	7.5	
AZ01	17	González Ortega - Venustiano Carranza - Col.Carbajal - Calle "G" - Centro	12	60	16	30	
E03	18	Express Santa Cecilia - Insurgentes	16	60	16	10	
E06-E10	19	Express Santorales - Centro	3	60	16	15	
EN01	20	División del Norte - Calle Uxmal - Centro Cívico - Col. Zacatecas	12	60	16	30	
EN02	21	Col. Santa Lorena - Santa Isabel - Centro Cívico - Centro	8	60	16	15	
EN04	22	San José - Centinela - Centro	6	60	16	30	
EN05	23	Virreyes - Santa Clara - Centro - Nacozari	12	60	16	30	

Código de ruta	No. Ruta	Nombre de Ruta	Flota	Capacidad	Horas de servicio	Frecuencia (Veh/h)	Tipo
EN07	24	Virreyes - Calle 11 - Centro	3	60	16	30	
EN09	25	Progreso - La Luna - Centro	11	60	16	10	
EN12	26	Colosio - Centro - Centro Cívico - Col. Zacatecas	15	60	16	10	
FA01	27	Col. Ricardo Flores Magón - Av. Reforma - Centro	16	60	16	30	
FA04	28	Col. Alamos - Av. Brasil - Centro	10	60	16	15	
FV01	29	Fracc. Xochimilco - Col. Anáhuac - Centro Cívico - Centro. (calle E)	7	60	16	30	
Nueva	30	Portales - Centro	13	60	16	15	
SM02	31	Col. Ejidatarios - Col. Nacionalista - Infonavit - Centro Cívico - Centro	17	60	16	10	
TC01	32	Fracc. Villas del Colorado - San Pedro Mezquital - Centro Cívico - Centro	3	60	16	15	
TC05	33	Fracc. Villas del Rey - Centro Cívico - Col. Bella Vista - Centro	14	60	16	10	
TC08	34	Ejido. Puebla - Lázaro Cárdenas - Los Virreyes	21	60	16	6	
SUB	35	SUBURBANAS	24	60	16	24	
Datos de rutas remanentes			289				
Datos Totales			444				

Las diez rutas seleccionadas para participar en el corredor pertenecen a tres empresas, Autotransportes Urbanos, SA de CV; Soc. Cooperativa de Transporte Amarillo y Blanco, SCL; Transportes Urbanos y Suburbanos Cachanilla, SA de CV, SCL, su IPK actual oscila entre 0.91 y 2.7, elemento considerado para ver la forma de participación interna, el siguiente cuadro muestra las principales características operacionales.

Tabla 2.6: Parámetros Operacionales de Situación actual de rutas involucradas en el corredor

Identificación				Longitud diaria recorrida por la flota (km)	Demanda diaria	IPK
Código	No. Ruta	Empresa	Nombre de Ruta			
AT01	1	Autotransportes Urbanos, SA de CV	Palacio - Justo Sierra - Centro	5,593	12159	2.17
AT02	2	Autotransportes Urbanos, SA de CV	Robledo - Centro Cívico - Centro	2,531	4700	1.86
AT07	3	Autotransportes Urbanos, SA de CV	Ampliación Solidaridad - Leandro Valle - Centro Cívico - Centro	1,452	2620	1.80
AT E09	4	Autotransportes Urbanos, SA de CV	Express 9 Oriente - Occidente - Pueblo Nuevo	5,547	10457	1.89
AB03	5	Soc. Coop. De Transporte Amarillo y Blanco, SCL	Ejido. Cuernavaca - Sinaloa - Puebla - Centro Cívico - Centro	4,074	7119	1.75
AB06	6	Soc. Coop. De Transporte Amarillo y Blanco, SCL	Hacienda del Sol - Venustiano Carranza - Centro Cívico - Centro	2,197	1999	0.91
TC02	7	Transportes Urbanos y Suburbanos Cachanilla, SA de CV	Villa Verde - Centro Cívico - Centro	1,450	2981	2.06
TC09	8	Transportes Urbanos y Suburbanos Cachanilla, SA de CV	Villa Florida - Centro Cívico - Centro	1,845	3083	1.67
AB04	9	Soc. Coop. De Transporte Amarillo y Blanco, SCL	PALACO-CONSTITUCION-CENTRO	2,129	3428	1.61

AB05	10	Soc. Coop. De Transporte Amarillo y Blanco, SCL	EL CONDOR-VALLE DORADO-PERIFERICO-CENTRO	2,129	4274	2.01
SUBTOTAL				28,948		

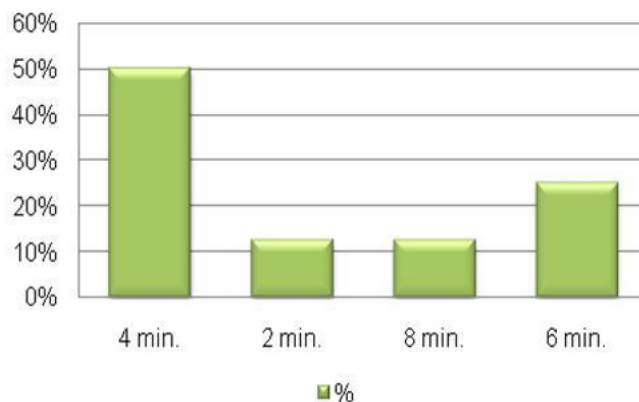
Fuente: LOGIT

Comportamiento operacional actual de las rutas seleccionadas

Tiempo de espera

- La media del tiempo de espera promedio en las rutas involucradas en el corredor es de 4.75 min. El tiempo de espera promedio máximo es de 8 minutos y el mínimo es de 2 minutos. El 50% de los pasajeros tienen un tiempo de espera promedio menor o igual a 4 minutos, y el 13% tiene un tiempo de espera de 2 y 8 minutos. Solo el 25% de los pasajeros tiene un tiempo de espera a 6 minutos.

Figura 2.20: Tiempo de espera



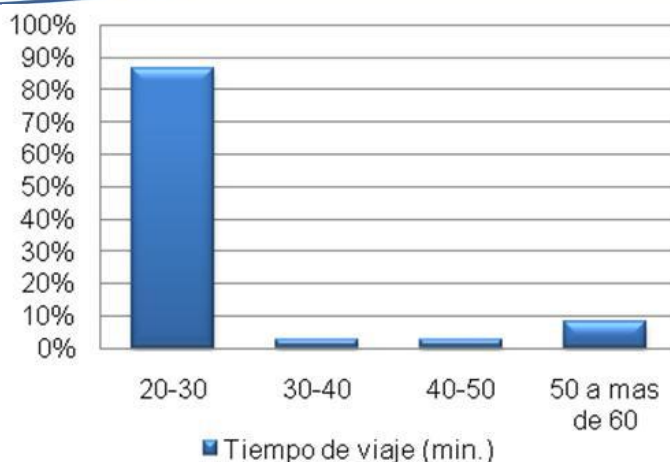
Fuente: LOGIT

Tiempo de recorrido de rutas¹⁸

- El tiempo de recorrido promedio de viaje de las rutas, es de 25 minutos variando desde 20 a 29 minutos en las rutas a ser transformadas en el sistema tronco alimentador. Mientras que en el conjunto de rutas remanentes el tiempo de viaje es variable ya que las rutas suburbanas van hasta más de 60 minutos, mientras que en las rutas urbanas la variable de tiempo de viaje van desde los 16 minutos hasta los 54 minutos.

Figura 2.21: Tiempo de viaje (minutos)

¹⁸ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; 3.-DIAGNOSTICO; .3.5.3. Diagnostico de Tránsito y Vialidad-Velocidades y Demoras de Transporte Público.

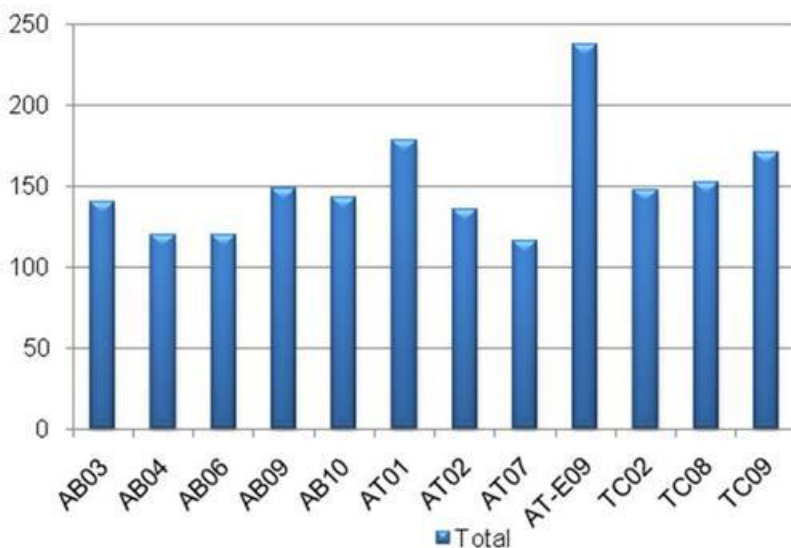


Fuente: LOGIT

Tiempo promedio del ciclo¹⁹

- El 45 % de las rutas que influyen en el corredor tienen un tiempo o mayor a 140 minutos. Un 18% de las rutas con un tiempo en el ciclo mayor de 150 minutos, un 9% de 120 a 130 minutos y el 27% corresponde a un ciclo inferior a 120 minutos.

Figura 2.22: Tiempo de ciclo



Fuente: LOGIT

Análisis de la demanda

La metodología para la obtención de los datos de la demanda de pasajeros diarios se obtuvo de forma puntual para cada una de las rutas y se determinó el índice de rotación, la demanda puntual se define como aquella que se observa durante en el periodo de todo día de servicio en un punto mediante la aplicación del estudio de ocupación visual. Así mismo se realizaron los estudios de ascenso y descenso, también para todo el periodo de operación determinando para cada uno de los viajes

¹⁹ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; 3.-DIAGNOSTICO; .3.5.3. Diagnostico de Tránsito y Vialidad-Velocidades y Demoras de Transporte Público.

realizados el índice de rotación. El índice rotación es el número de ascensos realizados en un viaje entre el cargamento máximo realizado en el mismo viaje²⁰, con los datos obtenidos se define la participación por ruta y tipo de demanda de la forma siguiente:

Tabla 2.8. Tipos de Demanda

Metodología para la obtención de los datos

Demanda de Pasajeros Diarios

Se levanta la demanda puntual para cada una de las rutas y se determina el índice de rotación para las mismas.

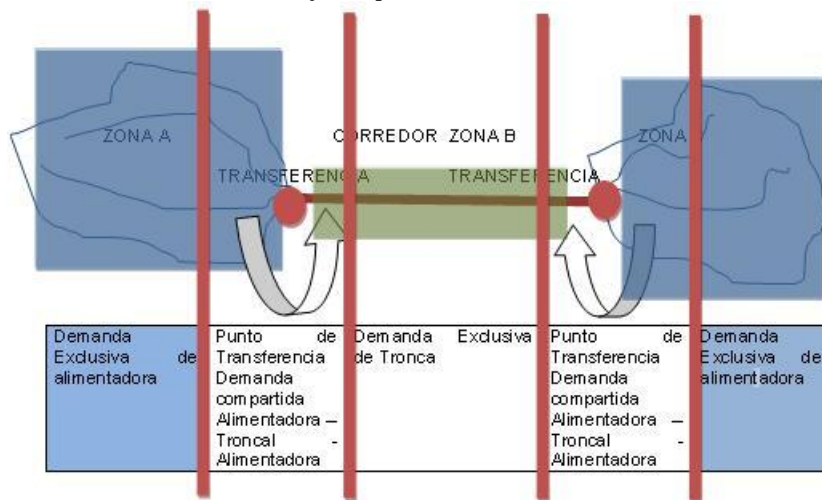
La demanda puntual es aquella que se observa durante en el periodo de operación del día de servicio en un punto mediante la aplicación del estudio de ocupación visual. Así mismo se realizaron los estudios de ascenso y descenso, obteniendo indicadores como son ascenso y descenso, polígonos de carga, máxima carga y el índice de rotación. El índice de rotación es el número de ascensos realizados en un viaje entre el cargamento máximo realizado en el mismo viaje, esto es se elabora para cada uno de los viajes que se realizaron. Por el ejemplo si el número de ascensos es de 80, y la carga máxima en el vehículo es de 40 pasajeros, se tiene un índice de rotación de 2, este índice varía para cada horario y cada demanda puntual que es multiplicada por su índice de rotación. Así se obtiene la clasificación de la demanda según su distribución:

- **Demanda Exclusiva**
- **Demanda Compartida**
- **Demanda de Remanente**

Demanda Exclusiva

- a) Aquella demanda que utiliza solo la ruta alimentadora o solo la ruta troncal (según sea el caso), es decir, que en ningún momento realiza las posibles transferencias ni integración de un modo a otro, demanda a pie de la ruta. Se obtuvo mediante la aplicación de los estudios de ascenso y descenso determinando los tramos de viajes de la demanda para cada ruta. Anteriormente las rutas existentes manejaban una demanda sobre el corredor y que ahora son una demanda que se convierte en demanda propia del corredor. (demanda exclusiva de Troncal).

Figura 1. Representación de la demanda exclusiva y compartida



Demanda Compartida

²⁰ Esto es realizado para cada uno de los viajes que se realizaron de ascenso y descenso por el ejemplo si el numero de ascensos es de 80 si en un tramo la carga máxima en el vehículo es de 40 pasajeros, se tiene un índice de rotación de 2, este índice varía para cada horario y cada demanda puntual es multiplicada por su índice de rotación

- a) Demanda de alimentadora a Troncal o viceversa, comparte un porcentaje de su demanda total que traspasan el límite para la realización de una posible transferencia entre las dos rutas (Troncal – alimentadora). (estudios de Ascenso y descenso).

Demanda de Remanentes

- a) Demanda que transferirá en algún punto o en terminal para poder hacer transferencia en el corredor, es demanda que viene de rutas que no entraran en el sistema tronco alimentador, pero que por naturaleza sus pasajeros tienen que utilizar el corredor (estudio de origen destino), es demanda compartida entre las remanentes (rutas no modificadas), y el corredor troncal.
- b) Demanda Sobrepasando el corredor: Aquella demanda que solo utiliza el corredor para pasar de norte a sur del corredor o viceversa pero puede o no descender del corredor. Demanda Sobre pasando el corredor de la zona D a la zona E y viceversa.

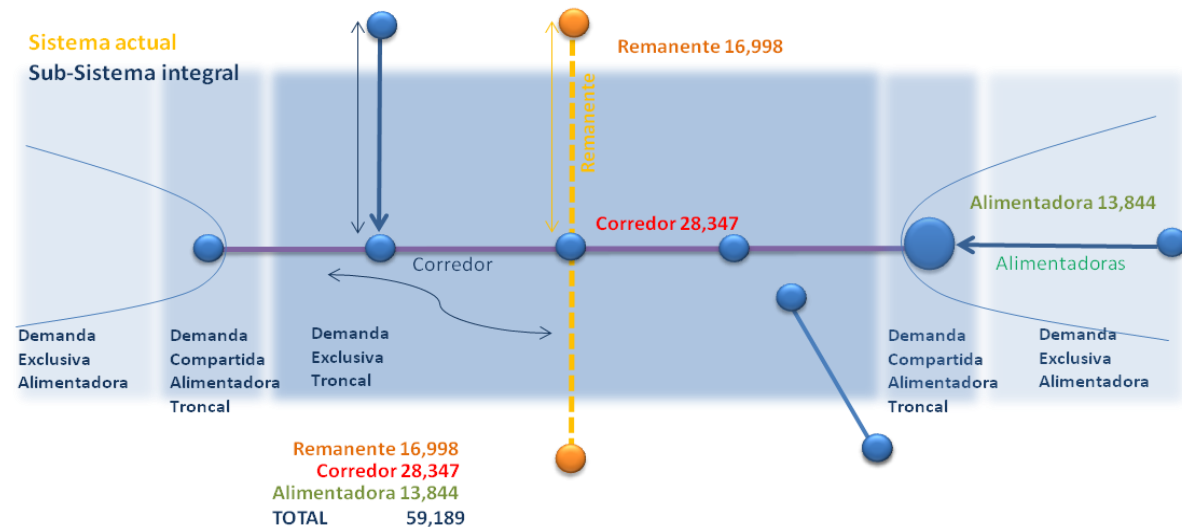
De las 10 rutas principales a integrar el sistema tronco alimentador propuesto, existe una demanda convertida a **troncal** (situación Actual) de **28,347** que circulaba sobre el corredor, demanda que al eliminar el recorrido de estas rutas sobre el corredor, será satisfecha (deseos de viajes) con la implantación del corredor. Convirtiéndose en **demanda Exclusiva** (Situación Propuesta), y otra demanda conformada por una **demanda compartida** de estas mismas 10 rutas (situación actual), **13,844** viajes. Finalmente del grupo de rutas **remanentes**, con una demanda de **16,997** viajes día, que estarán transfiriendo en la terminal o en otro punto cualquiera para utilizar el sistema de troncal.

La demanda a evaluar es la que se conforma por una demanda compartida (situación Actual y Propuesta) de 30,842 viajes diarios y una demanda convertida a troncal (situación Actual) de 28,347 viajes día es decir a pie de corredor sin transferencias, y que se convierte en una demanda exclusiva para el corredor, a fin de conformar la demanda del corredor de **59,189** viajes día.

Figura 2.23: Distribución de la Demanda

- a) **Demanda Exclusiva:** La que utiliza solo la ruta alimentadora ó solo troncal, (existe integración tarifaria con demanda compartida).
- b) **Demanda compartida:** La que se transfiere de alimentadora – troncal y viceversa (existe integración tarifaria).
- c) **Demanda remanente:** La que sobrepasa el corredor de forma perpendicular, comparte usuarios sin integración tarifaria

Estudios de ascenso y descenso / tramos de viajes para cada ruta.



Fuente: LOGIT

Tabla 2.7: Demanda diaria de las rutas actuales

Nombre de Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Demanda exclusiva	Demanda Compartida (A)	Convertida a Alimentadora	Demanda convertida a troncal (B)	Sistema
Palaco - Justo Sierra - Centro	12159	973	4256		6931	TRONCAL -ALIMENTADOR
Robledo - Centro						
Cívico - Centro	4700	94	1175		3431	
Ampliación Solidaridad - Leandro Valle - Centro Cívico - Centro	2620	52	655		1912	
Express 9 Oriente - Occidente - Pueblo Nuevo	10457	837	3660		5961	
Ejido. Cuernavaca - Sinaloa - Puebla - Centro Cívico - Centro	7119	142	1780		5197	
Hacienda del Sol - Venustiano Carranza - Centro Cívico - Centro	1999	40	500		1459	
Villa Verde - Centro Cívico - Centro	2981	388	894		1699	
Villa Florida - Centro Cívico - Centro	3083	401	925		1757	
PALACO-CONSTITUCION-CENTRO	3428	3428		3428		
EL CONDOR-VALLE DORADO-PERIFERICO-CENTRO	4274	4274		4274		
SUBTOTAL	52,820	10,628	13,844	7,702	28,347	
Rutas Remanentes						
Col. Independencia - Pro-Hogar - Libertad - Centro	5,833	4482	870	482		RUTAS REMANENTES
Villas del Palmar - Col. Independencia - Col. Pro-Hogar - Centro	2,928	2396	266	266		
Fracc. Villas del Palmar - Col. Independencia - Centro Cívico - Centro	3,986	3204	420	362		
Ej. Xochimilco - Jardines del Lago - Bosque - Villahermosa	4,385	3621	402	362		

Nombre de Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Demanda exclusiva	Demanda Compartida (A)	Convertida a Alimentadora	Demanda convertida a troncal (B)	Sistema
Col. Voluntad - Lucio Blanco - Santa Mónica - Hosp. Centro	2,851	2175	440	235		
Col. San Fernando - Reacomodo - Wisteria - Centro Cívico - Centro	5,927	4836	601	489		
González Ortega - Venustiano Carranza - Col. Carbajal - Calle "G" - Centro	3,646	2663	682	301		
Express Santa Cecilia - Insurgentes	6,951	6014	364	574		
Express Santorales - Centro	3,553	3046	214	293		
División del Norte - Calle Uxmal - Centro Cívico - Col. Zacatecas	1,825	1493	166	166		
Col. Santa Lorena - Santa Isabel - Centro Cívico - Centro	3,643	2871	472	301		
San José - Centinela - Centro	2,527	2086	232	209		
Virreyes - Santa Clara - Centro - Nacozari	2,544	1936	398	210		
Virreyes - Calle 11 - Centro	432	353	39	40		
Progreso - La Luna - Centro	5,479	4524	503	452		
Colosio - Centro - Centro Cívico - Col. Zacatecas	5,442	4617	344	481		
Col. Ricardo Flores Magón - Av. Reforma - Centro	3,057	2501	278	278		
Col. Alamos - Av. Brasil - Centro	2,280	1865	207	207		
Fracc. Xochimilco - Col. Anáhuac - Centro Cívico - Centro. (calle E)	3,736	3057	340	340		
Portales - Centro	5,139	4165	550	424		
Col. Ejidatarios - Col. Nacionalista - Infonavit - Centro Cívico - Centro	5,515	4405	609	501		

Nombre de Ruta	Demanda diaria (pasajeros)	Demanda exclusiva	Demanda Compartida (A)	Convertida a Alimentadora	Demanda convertida a troncal (B)	Sistema
Fracc. Villas del Colorado - San Pedro Mezquital - Centro Cívico - Centro	1,141	934	104	104		
Fracc. Villas del Rey - Centro Cívico - Col. Bella Vista - Centro	6,616	5395	619	601		
Ejido. Puebla - Lázaro Cárdenas - Los Virreyes	10,934	6474	3466	994		
SUBURBANAS	4,855		4414	441		
Demanda Remanentes	105,226	79,113	16,997	9,116		
Demanda Remanentes y Alimentadoras	158,046	89,742	30,842	9,116	28,347	
Demanda a evaluar A+B			30,842		28,347	59,189

Fuente: LOGIT

c.8. Pronóstico

El crecimiento de la zona de estudio está dentro de rangos promedio nacional, sin embargo existe una alto índice de motorización con relación al tránsito privado, y el número de viajes que se realizan en transporte público es bajo solo representado el 8.9%. Las proyecciones poblacionales de CONAPO, conjuntamente con las evaluaciones realizadas como parte del presente estudio se considera lo siguiente:

La tendencia actual del crecimiento del transporte se encuentra a la baja se han observado un decremento en la utilización del servicio, sin embargo con la implantación del proyecto se pretende impulsar el crecimiento del transporte público, aunque de forma muy conservadora como se muestra la tendencia de crecimiento en el siguiente cuadro.

En el momento que se realizó el estudio se tomaron como referencia la Proyecciones de Población CONAPO, teniendo de 2000 a 2030. Las proyecciones de población son resultados en base al II Censo de Población y Vivienda 2005, así como de datos provenientes de los registros de población, los censos de población y de encuestas socio demográficas nacionales y estadounidenses²¹.

Para determinar la proyección es necesario tomar en cuenta muchos elementos:

- Censos, conteo inicial, correcciones y omisiones de los mismos.
- Proyección de la mortalidad
- Tasa de Mortalidad infantil
- Tasa global de fecundidad
- Proyección de la migración Internacional

²¹ CONAPO - Proyecciones de la población de México 2005-2050, noviembre de 2006

Entre los doce escenarios demográficos que prefiguro CONAPO, reconocen dos situaciones extremas: una de población y tasa de crecimiento mínimas, que corresponde a las hipótesis probables de fecundidad (descendente) y mortalidad (postergar la disminución de la mortalidad en la senectud), pero con una ampliación paulatina de la intensidad de la migración de mexicanos hacia Estados Unidos a partir de 2010. El otro escenario, de cifras máximas, consiste de mantener invariable la fecundidad, mantener en continuo descenso la mortalidad en la vejez y una reducción continua de la migración de compatriotas hacia el vecino del norte durante las últimas cuatro décadas de la proyección.

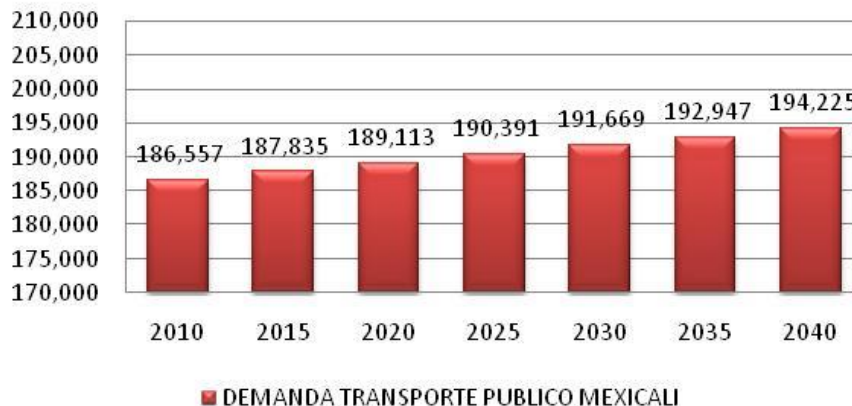
De ahí se desprende las condiciones de la población y las tasa de crecimiento 2000 - 2050. Si se cumplieran las premisas establecidas por CONAPO para la fecundidad, la mortalidad y la migración internacional, la población del país aumentaría de 103.9 millones de habitantes a mediados de 2005 a 108.4 en 2010, 120.9 en 2030 y 121.9 millones en 2050. La tasa de crecimiento total a su vez descendería de 0.89% en 2005 a 0.77 en 2010, 0.30 en 2030 y -0.20 en 2050.

Por tal motivo independientemente de una política hacia el transporte tenemos una TCMA de la población a la baja lo cual se repercute directamente en la Demanda del transporte Público.

El crecimiento de la población está dado conforme la proyecciones de CONAPO que existe un decremento a partir de 2030, sin embargo se mantiene que el índice de desplazamientos de la población es de 2.15 diario es decir cada habitante realiza 2.15 viajes al día, con una repartición modal de 10% de la movilidad efectuada en transporte público como fue corroborada en los estudios de 2003, lo que representa 1,815,507 viajes que de los cuales solo 184,768 son realizados en transporte público urbano, para 2009 el índice desplazamientos sigue siendo de 2.15 sin embargo la distribución modal cambia aquí a solo el 9% de los desplazamientos son realizados en transporte público, lo que indica una tendencia de movilidad en este modo en decreciente.

Se considera un escenario conservador ya que existen muchas políticas actuales en la mayoría de los estados fronterizos de una alta tasa de motorización privada de 1.86 personas por vehículo, condicionante que repercute en la distribución modal. Por lo cual es necesario un fortalecimiento del transporte público y una política pública del gobierno para la regulación de los vehículos "Chocolates", ya que seguir con esta tendencia el transporte público tiende a incrementar costos operacionales y por ende la pérdida de la demanda.

Figura 2.24: Demanda de transporte público de la ciudad de Mexicali



Para el caso del corredor se conservan los mismos indicadores, su tendencia es conservadora con bajos índices de crecimiento.

Figura 2.25: Demanda de transporte público en el corredor



Fuente: LOGIT

Tabla 2.7: Proyección de la demanda en el corredor, Ruta Troncal y alimentadoras. – Escenario Optimista

Año	COMPARTIDA				EXCLUSIVA		
	TRONCAL EXCLUSIVA	ALIMENTADORAS PRINCIPAL	ALIMENTADORAS OTRAS	TOTAL TRONCAL	ALIMENTADORAS PRINCIPAL	ALIMENTADORAS OTRAS	SUMAS DE EXCLUSIVA ALIMENTADORA
2010	28347	13844	16998	59189	51143	79113	130256
2015	28541	13939	17114	59594	51493	79655	131148
2020	28735	14034	17231	60000	51844	80197	132041
2025	28930	14129	17347	60405	52194	80739	132933
2030 ²²	29124	14223	17464	60811	52544	81281	133825
2035	29319	14319	17581	61218	52896	81825	134721
2040	29515	14414	17698	61628	53250	82373	135623

Fuente: LOGIT

d. Alternativas de solución

La reordenación del tráfico de las zonas urbanas y su creciente congestionamiento, así como la armonía que debe existir entre los usuarios de los distintos medios de transporte y peatones son temas que deben regir las políticas públicas de las ciudades urbanizadas en nuestro país. Mexicali no es la excepción, así como varias ciudades del norte de la República mexicana conserva puntos característicos y en común. Los tópicos más sobresalientes estriban en altos **índices de motorización** producto de la compra de automóviles en Estados Unidos, **altos costos de las tarifas** y **falta de infraestructura** para los usuarios del transporte público, este último, aunado a las

²² Proyección de la Población – Fuente CONAPO, Proyección de la Población 2031-2040, Fuente Propia.

inclemencias de un clima desértico hace que la demanda de este modo, se vea mermada en gran cantidad.

Sumado a lo anterior, se presentan las problemáticas comúnmente vistas en ciudades urbanas, como lo son:

- Congestión: aumento de tiempos de viaje de conductores, pasajeros y peatones.
- Sobre oferta: alto número de unidades en horas pico con bajos índices de ocupación.
- Riesgo: aumento del número y gravedad de accidentes de tránsito.
- Polución: aumento de emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Altos costos operativos: el desgaste de las unidades por malos usos, sobre oferta, constantes frenados por paradas no autorizadas así como aceleraciones forzadas.
- Ruido: aumento del nivel de ruido y vibraciones en calles y edificios.
- Segregación del entorno: aumento en la distancia y tiempo de cruce de cauces vehiculares.
- Tiempos: el costo de oportunidad de altos tiempos de recorrido en trasládese de un lugar a otro.
- Intrusión visual: disminución del campo visual por la congestión vehicular.
- Bajo nivel de servicio: las unidades presentan ineficiencias de confort y seguridad.

Los problemas que se han considerado permiten exponer algunas alternativas de solución que pudieran contribuir a mitigar los problemas, sin embargo, se tienen ciertas restricciones ya sea presupuestarias, de ámbito estructural o simplemente por rebasar expectativas de demanda. Las alternativas parten necesariamente de la premisa de encontrar soluciones adecuadas al interés público concurrente en la consecución de un sistema ágil y económico de transporte urbano que responda a las necesidades de la población.

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS:

A continuación se presentan las diferentes alternativas tecnológicas que se refieren a la oferta vehicular, las cuales significan un mejoramiento sustancial con relación a la situación optimizada que a fin de cuentas solo es un paliativo a tratar de mejorar la situación actual, siendo insuficiente como estrategia para mejorar los puntos citados anteriormente. Las alternativas de solución estriban en la implementación de un modelo de transporte **Tronco-Alimentador**, donde la estructura es más eficiente en el diseño de rutas.

1. **Sistema de transporte estilo metro (subway):** Este sistema ferroviario de transporte masivo de pasajeros es característico de grandes ciudades, con alta capacidad y frecuencias. El servicio es prestado por varios vagones eléctricos que circulan en una formación sobre rieles. El metro es un sistema de transporte más rápido y con mayor capacidad que el tranvía o el tren ligero. Las longitudes varían desde los tres a más de diez vagones. La electricidad para las motorizaciones eléctricas es provisto por un tercer riel o catenaria o incluso en algunos casos es el motor lineal. La mayoría circulan en vías férreas de acero convencionales, aunque algunos utilizan neumáticos de goma, como el metro de Montreal. Los neumáticos de goma posibilitan circular por pendientes empinadas y permiten un viaje más suave, pero tienen mayores costos de mantenimiento y son menos eficientes energéticamente. También pierden la fricción cuando las condiciones climáticas son húmedas o heladas. Sin embargo no todas las ciudades del mundo pueden contar con este tipo de transporte, ya que en ciudades con suelo débil (falta de consistencia) y situadas en zonas

sísmicas su costo se elevaría casi un 300% de lo que costaría en otra ciudad. Aunque existen ferrocarriles urbanos cuyo trayecto transcurre en su totalidad en la superficie, la mayoría fue adoptándolo progresivamente a un sistema subterráneo, debido a varios motivos, entre los que pueden estar la calidad estética y ambiental del trazado subterráneo, así como la falta de terreno disponible o la carencia del suelo en grandes ciudades. La capacidad de transporte de pasajeros oscila entre los 40,000 a 100,000 pasajeros hora sentido. Debido a sus altas velocidades operacionales que llegan a ser hasta de 60 Kilómetros por hora, la frecuencia mínima registrada llega a ser de 50 unidades por hora. El costo es variable pero bajo los rangos mundiales varia entre los USD 60 millones hasta USD 350 millones por kilometro lineal de infraestructura. En promedio se estima un valor USD 5.6 millones por carrocería.

Ventajas:

- La principal ventaja radica en función de las altas velocidades de operación
- Aumento considerable de la frecuencia
- Disminución de los tiempos tanto de espera como de trayecto en viaje
- Escalable a lo largo de la vida útil del proyecto con la añadidura de mas vagones
- La estética urbana no sufre modificaciones al implementarse un sistema subterráneo
- Así como la contaminación auditiva que pudiese generar a los vecinos aledaños del corredor troncal.

Desventajas:

- Altos costos de inversión en infraestructura
- Altos costos de inversión en la adquisición de los vehículos (vagones)
- Considera una alta captación de pasajeros, situación que en la ciudad de Mexicali no se tiene contemplada; una alta demanda de transporte público sobrepasa las dimensiones estimadas en los estudios realizados.
- La ciudad de Mexicali es considerada zona sísmica, lo cual elevaría en grandes magnitudes el costo de inversión para implementar un sistema de transporte de estas características.
- El aprovechamiento de la velocidad operacional de este sistema no se vería potencializado en su totalidad debido a las constantes paradas que haría, tomando en cuenta que los estudios estipulan estaciones a 400 metros en promedio, en los puntos de máxima demanda.

2. **Tren ligero o Tranvía:** El tren ligero es un sistema de transporte que utiliza el mismo material rodante que el tranvía, pero que incluye segmentos segregados del tránsito vehicular, con carriles de rebase, vías apartadas y en algunos casos por túneles en el centro de la ciudad construidos para las normas de tránsito rápido. Tiene una capacidad de transporte a escala regional y metropolitana, por lo general menor que el tren y el metro. El tren ligero permite la conexión entre zonas peatonales en núcleos urbanos y zonas rurales, creando además nuevos potenciales de desarrollo urbano. Estos sistemas se aproximan a la capacidad de pasajeros de los sistemas de metro convencional, con una capacidad hora sentido de 7,000 a 20,000 pasajeros. Las velocidades pueden llegar a los 35 Kilómetros por hora. Los costos son relativamente menores que los del metro y van desde los USD 18 millones a USD 50 millones por Kilómetro en infraestructura.

Ventajas:

- Los sistemas de trenes ligeros son generalmente más económicos de construir que el de trenes pesados, dado que la infraestructura es relativamente menos robusta, las unidades más baratas, y por lo general no se requieren los túneles usados en la mayoría de los sistemas del metro.
- Permite recorrer curvas cerradas y pendientes escarpadas, lo que además reduce el trabajo de construcción.
- Comparado con los autobuses, los sistemas de trenes ligeros tienen una capacidad más alta, contaminan menos, son silenciosos, cómodos, y en muchos casos más rápidos.
- Comparados con el metro ahorran energía, puesto que no necesitan de iluminación de estaciones (andenes y pasillos) durante el día y mueven menos masa.
- Se pueden aprovechar viejas redes de ferrocarril.
- Generalmente son más silenciosos que los ferrocarriles o los metros, y la mitigación del ruido es más fácil de diseñar.
- Armonizan con el entorno urbano si están bien diseñados.

Desventajas:

- Al compartir en parte la superficie con el tráfico mixto son más propensos a accidentes que otros tipos de ferrocarril.
- Algunos trenes tienen una relación carga útil / carga transportada peor que los trenes pesados o los monorraíles, debido a que deben ser diseñados para soportar colisiones con automóviles.
- La inversión necesaria para la instauración de este tipo de tecnología se sale de un posible presupuesto para el gobierno.
- La demanda estimada en este corredor no es suficiente para aprovechar los potenciales que pueden ser transportados por la tecnología en mención.

3. **Autobús de Transito Rápido (BRT):** Es una alternativa de transporte basada en autobuses confinados que les permite alcanzar una alta capacidad de pasajeros y un servicio de alta calidad con respecto al servicio tradicional de bus urbano. Es necesario dotar de señales preferenciales para los autobuses que circulan en la arteria principal o troncal, para una mayor efectividad del sistema, particularmente en las intersecciones, posiblemente extender la duración del semáforo en verde o activación del semáforo en verde cuando detecte al bus. El abordaje en este sistema es más rápido, ya que se implementa un sistema de piso bajo y el prepago de las tarifas. En términos tanto de inversión inicial como operación y mantenimiento durante la vida útil este tipo de sistemas son sustancialmente menores con otras alternativas como el metro, el tranvía o el tren ligero, con precios que en promedio varían alrededor de los 5 millones de USD por Kilometro de infraestructura. El mercado en cuestión está muy bien dotado, variando según la capacidad del vehículo, la tecnología usada, el tipo de combustión, entre otros tópicos. Para las capacidades de demanda hora sentido puede alcanzar hasta los 40,000 pasajeros, siempre y cuando se dote de ciertas características físicas para poder alcanzar estos niveles tales como carriles de rebase, terminales y paraderos con plataformas amplias, autobuses biarticulados, entre otras. En el caso particular de este estudio se estimo una demanda espacial de 5,919 en ambos sentidos, para las dimensiones de esta cantidad de pasajeros es necesaria una capacidad media de 90 pasajeros por unidad, para ello se tomaron en cuenta varias alternativas que están en el mercado (para mayor detalle ver capítulo 3. Inciso sobre capacidad instalada). Por razones de calidad, confort, seguridad, costo de operación, facilidad en la obtención de refacciones, menores emisiones de contaminantes y estimación de la demanda se eligió un autobús de gas natural con motor Euro IV, con un valor de 212 mil USD.

ALTERNATIVAS DE AUTOBUSES:

Concepto	Autobús	Autobús	Autobús	Autobús	Autobús
	Diesel	Diesel	Gas Natural	Hibrido (Diesel/Elec)	Hidrógeno
	(Mercedes Benz B7RLE)	(Hyundai Aero City)	(Hyundai Aero City)	(Eaton)	(Hyundai)
Capacidad (Pasajero)	90	90	90	90	90
Longitud de vehículo (m)	12	11	11	11	12
Precio / Vehículo (Millón US\$)	0.212	0.12	0.148	0.3	4
Vida útil según fabricante (años)	10	10	10	10	10
Costo de operación por Km	14.11	13.78	13.8	13.5	S/DATOS
Peso (Ton.)	18	16	16	12	S/DATOS
Tipo de piso	Low Entry	Low Floor	Low Floor	Low Entry	S/DATOS
Nivel de Emisiones	Euro IV	Euro IV	Euro V	Euro III	Euro IV
*Posición del Motor	Trasero	Trasero	Trasero	Trasero	Trasero

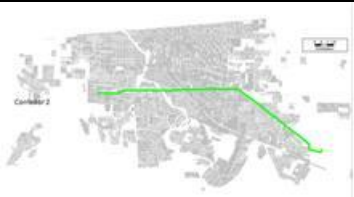
Con la implementación de un sistema BRT para las condiciones propias de la ciudad de Mexicali B.C. es la mejor opción ante las diferentes alternativas propuestas, aunado, claro está, a un sistema de prepago y eficiente compensación a los diferentes concesionarios que participen dentro del sistema. El esquema anterior, junto con otras medidas tomadas en cuenta en el proyecto, responde a las necesidades y da solución a las problemáticas puntuales de la ciudad:

- ✓ Factibilidad financiera para la implementación, con costos de inversión y operación más bajos que otras alternativas
- ✓ Traslados con mayor confort y seguridad
- ✓ facilidad física de transbordo
- ✓ Mejora en la economía del usuario
- ✓ Menos ruido y contaminación ambiental
- ✓ Mayor accesibilidad para discapacitados
- ✓ Menores tasas de accidentalidad
- ✓ Fomenta el mejoramiento arquitectónico y urbanístico de la ciudad
- ✓ Participación conjunta entre inversionistas privados y públicos fomentando la derrama económica en la ciudad (Disminución de riesgos económicos)
- ✓ Evolución de esquemas empresariales
- ✓ Mayor rentabilidad para concesionarios (eliminación de ineficiencias operacionales)
- ✓ Mayor seguridad y garantías laborales para los operadores y trabajadores del sistema

ALTERNATIVAS DEL TRAZO:

Las diferentes alternativas provienen del Estudio de factibilidad técnica que se hizo de la actualización del Plan Maestro de Vialidad y Transporte llevado a cabo en el 2008. La elección del primer trazo conocido como Corredor 1 se deriva del siguiente análisis, tomando en cuenta que se trata de un proyecto integral de 3 corredores, que interactúan entre sí, tratando de satisfacer a un 77% de la demanda de transporte público.

Tabla 2.9. Propuestas de corredores

Propuesta	Selección del Corredor	Demanda	Longitud de corredor	Ventajas	Desventaja
1		Corredor 1 – López Mateos – Gustavo Vidosola (Palaco) – 59,189 vpd	19.4 kms.	Procesos de Negociación: Negociación con 10 rutas y tres agrupaciones Demanda: Demanda más alta. Potencial de crecimiento con políticas de negociación con industrias, (servicio a industrias). Urbana: Reducción de los recorridos de las rutas suburbanas en la vialidad urbana. Transito: 17 Intersecciones Semaforizadas Controladas	Infraestructura: Infraestructura Mixta Carriles Central y lateral. Demanda: Posibilidades de reducción de la demanda a 51,683 se implantara la posibilidad 1-1
2		Corredor 2 Lázaro Cárdenas 51,864 vpd	20.72 kms.	Infraestructura: Buena infraestructura para desarrollar el corredor en más del 90% de la longitud. Demanda: Demanda Intermedia. Urbana: Reducción de los recorridos de las rutas suburbanas en la vialidad urbana. Transito: 15 Intersecciones Semaforizadas Controladas.	Procesos de Negociación: Negociación con 12 rutas, 6 agrupaciones. Demanda: Posibilidades de reducción de la demanda a 48,918 vd si se implantara la posibilidad 1-1.
3		Corredor 3 – Benito Juárez – 32,034 vpd.	16.43 kms.	Procesos de Negociación: Negociación con 3 Rutas y 2 agrupaciones. Infraestructura: Buena infraestructura para desarrollar el corredor en más del 90% de la longitud. Transito: 16 Intersecciones Semaforizadas Controladas.	Demanda: Baja demanda
Variables de Corredor seleccionado					
1-1 Ramal		Corredor 1-1 Lopez Mateos - Lázaro Cárdenas 33,362 vpd.	19.18 kms.	Demanda: Evita las transferencias de los usuarios en la intersección (7,506 vd). Transito: 18 Intersecciones Controladas	Procesos de Negociación: Para el proceso de negociación participan 20 rutas. 9 agrupaciones Reducción de la demanda al corredor 1 planteando, tanto en las partes de transferencia como en el tramo de Lázaro Cadenas a Garita Demanda: Al implantarse Reducción de 3,259 por sentido 7,506 ambos sentido al corredor 1. Reducción de 2,946 ambos sentido al corredor 2.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

a. Objetivo

Los objetivos del proyecto se apegan a la estrategia vertida en la Planeación Nacional, Estatal y las directrices y estrategia local, los ordenamientos son retomados en su parte sectorial correspondiente, el Plan Nacional de Desarrollo, Programa Nacional de Infraestructura y los programas locales, sectoriales y regionales, son los elementos que fundamentan los mecanismos de planeación del proyecto de Mexicali. En este contexto general, los objetivos en la planeación nacional se enfocan de la siguiente manera:

- i) Se establecer una visión de largo plazo, que define de manera integral las prioridades.
- ii) Incrementar de manera sustancial los recursos públicos y privados para el desarrollo de la de infraestructura.
- iii) Se promueven las erogaciones plurianuales para proyectos de inversión en infraestructura
- iv) Considera un seguimiento eficaz al más alto nivel al desarrollo de los proyectos estratégicos, para identificar y controlar de manera oportuna los factores que puedan poner en riesgo su ejecución.
- v) Se incorporan las mejores prácticas y estándares en la materia
- vi) Resalta la mayor rentabilidad social, con base en su factibilidad técnica, económica y ambiental.
- vii) Se prevé la problemática en materia de adquisición de terrenos y derechos de vía y anticipan los trámites para la obtención de autorizaciones en materia ambiental.
- viii) Contiene una alta certeza jurídica y se promueven los esquemas de participación de pública y privada en el desarrollo de infraestructura.
- ix) Promueve una mejor coordinación entre los gobiernos federal, estatal y municipal, y con el sector privado, para el desarrollo de la infraestructura.

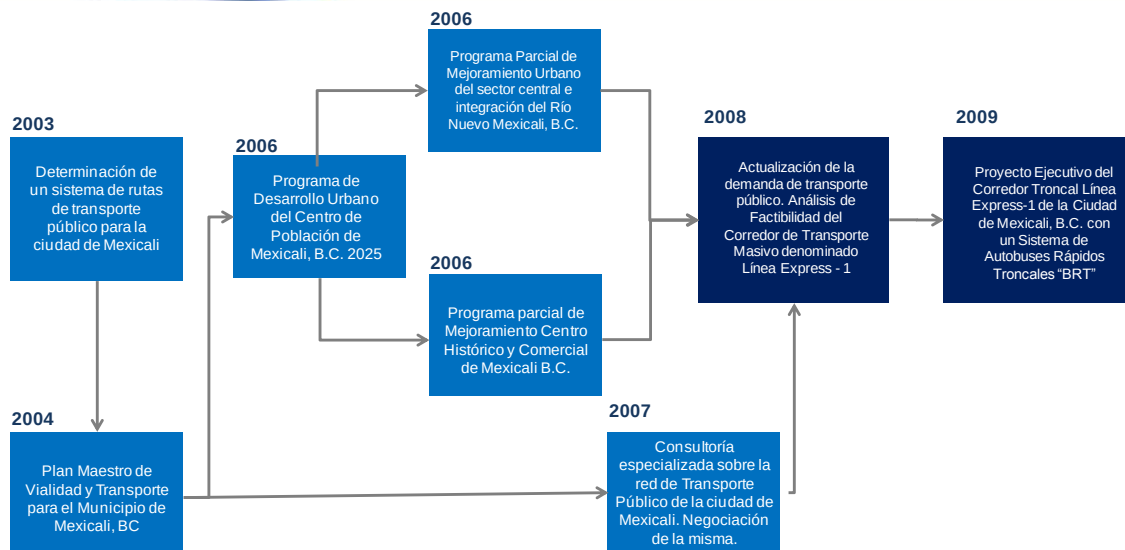
En términos generales se contemplan los objetivos específicos contenidos en los distintos ordenamientos, considerando de manera puntual un incremento sustancial en la cobertura y calidad de la infraestructura, la intervención de recursos públicos y privados, y los parámetros de financiamiento de la inversión en infraestructura con recursos provenientes del Programa Nacional de Infraestructura, sustentado con base en el marco jurídico establecido, las reformas a promover y la selección de las mejores alternativas para la realización del proyecto.

En el ámbito local, el desarrollo de los estudios y planes elaborados de manera consecutiva en los últimos 7 años fijan las bases técnicas, legales, para dar sustento al proyecto del Corredor Troncal Adolfo López Mateos – Gustavo Vildosa (Corredor Palaco), como una respuesta a las necesidades de la población de la ciudad de Mexicali en materia de Movilidad Urbana, el cual comprende un proceso de modernización y optimización de la misma.

En el contexto sectorial, los planes y estudios en materia de transporte urbano para la ciudad de Mexicali datan desde 2003 hasta la actualidad (2009), el Estudio denominado "Determinación de un Sistema de Rutas de Transporte Público para la ciudad de Mexicali" elaborado en el año 2003 se fijaron las estrategias y líneas de acción encaminadas a reestructurar de manera integral las rutas de transporte mediante la conformación de corredores y sistemas troncales con alimentación así como al favorecimiento del ámbito institucional para mejorar la planeación, administración y control del tránsito y el transporte.

Por su parte "El Plan Maestro de Vialidad y Transporte para el Municipio de Mexicali (2004)", es el elemento principal estratégico que sustenta las acciones a realizar marcando la línea para un ordenamiento sectorial. De aquí emanan las políticas y estrategias concernientes a la prolongación de vialidades, adecuación de intersecciones, mejoramiento del tránsito, implementación de corredores troncales a través de rutas Express, además de un sistema integrado de transporte entre otras.

Planes y estudios en materia de transporte urbano para la ciudad de Mexicali, B.C. (Periodo 2003 – 2009)



El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Mexicali, B.C. 2025, (2006) donde se establecen las estrategias y líneas de acción para el desarrollo urbano de la ciudad con el apoyo de la tabla de compatibilidad de usos del suelo para el Municipio de Mexicali. De este Programa se derivan el Programa Parcial de Mejoramiento Urbano del Sector Central e Integración del Río Nuevo Mexicali, B.C. y el Programa Parcial de Mejoramiento del Centro Histórico y Comercial de Mexicali, B. C. mismos que establecen el mejoramiento de la movilidad urbana para estas fracciones del territorio de la urbe.

Para el año 2007 se realiza otro estudio cuyo objetivo tiene la actualización del diagnóstico del transporte público de la ciudad de Mexicali, mediante la contratación del denominado "Consultoría Especializada sobre la Red de Transporte Público de la Ciudad de Mexicali, Negociación de la red de transporte público de Mexicali", misma que denota la seria problemática y deficiencia del sistema de transporte público de pasajeros, donde se establece la urgente necesidad de implementar nuevas alternativas para mejorar la eficiencia del mismo sistema.

b. Propósito

Con la construcción de la Línea Express de Transporte, la operación se verá beneficiada en los siguientes aspectos:

- Aumento en las velocidades de operación.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los costos de operación.
- Agilizar el tránsito local de la Ciudad de Mexicali.
- Disminución en los niveles de contaminación auditiva y del aire.
- Operación más segura para los usuarios al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.

c. Componentes

c.1. Corredor Segregado de Transporte Público Colectivo:

Parte de la infraestructura empieza con la dotación de los espacios necesarios para la implementación de la Terminal, esto en conjunto de las instituciones Municipales y Federales correspondientes para agilizar los trámites necesarios.

A largo del Corredor se dotará de la infraestructura necesaria para el correcto funcionamiento del Sistema de Transporte Público como lo es la creación de carriles confinados en tramos específicos del mismo. Con la creación de estas obras viales también es necesario dotar de infraestructura propiamente de protección a estos carriles, así como los señalamientos horizontales y verticales necesarios tanto para el transporte público, el privado y los usuarios, dotando del mobiliario correspondiente para los usuarios del Sistema de Transporte Público que circulara dentro del Corredor "LINEA EXPRESS -1", las medidas de tratamiento prioritario mediante las adecuaciones geométricas para la circulación del transporte público constituyen usualmente acciones de ingeniería de tránsito, que lo posibiliten a una circulación de mayor fluidez, libres de congestionamiento y de la disputa del espacio vial con el tráfico general.

Figura 3.2: Localización de paraderos en el corredor

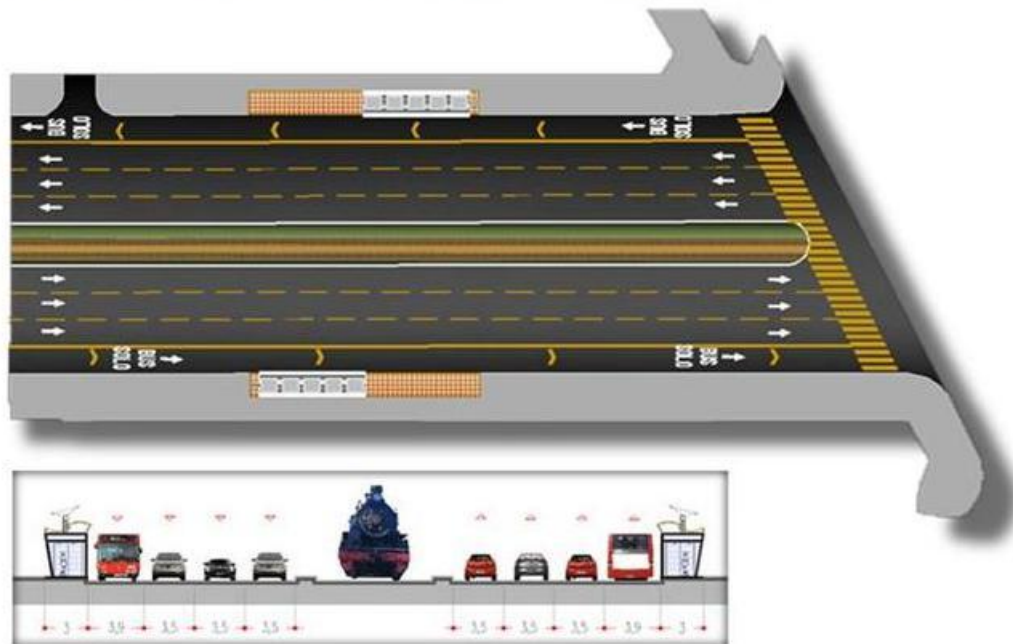


Fuente: LOGIT

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

Figura 3.3: Intervención física

● Del km. 0+000 al 3+680 Vía de FFCC en uso sobre camellón central.



Fuente: LOGIT

Como se muestra en la imagen anterior una de las características que se presenta dentro del Corredor en cuanto al confinamiento de carriles es en forma lateral debido a la existencia de vías del ferrocarril desde el km 0+000 hasta el km 3+300; durante esta longitud del corredor nos encontramos que en su mayoría la sección de la vialidad es de 32 mts. de ancho con un camellón con una sección aproximada de 8 a 9 mts. Dentro de este kilometraje nos encontramos con **8 paraderos Laterales** por sentido.

Entre el km 0+000 al km 3+300 nos encontramos con vías del tren en el área del camellón al centro de la vialidad, y posteriormente del km 3+300 al km 3+420 estas realizan el cruce de la Vialidad Adolfo López Mateos antes de llegar a la Ave. Héroes Ferrocarrileros.



Los cruces del Sistema de transporte Público son a nivel de la vialidad, debido a que la frecuencia de la circulación de tren por estas vías no es recurrente por lo cual la convivencia con este no amerita infraestructuras especiales, únicamente se realizaran y ubicaran los señalamientos correspondientes tanto semafóricos como de cruce.

El primer cruce se ubica cerca del paso fronterizo el cual es un retorno el cual es utilizado por vehículos particulares y de la misma manera se emplearía para el Sistema de Transporte Público canalizarlo en sentido a la Terminal Palaco.



El segundo cruce se encuentra en el km 3+420, y en este caso el cruce es de las vías de Ferrocarril sobre la vialidad Adolfo López Mateos a la altura de la Ave. Héroes Ferrocarriles en el sentido a la Garita de Mexicali.



Se realizaron adecuaciones geométricas en algunas secciones de la vialidad haciendo algunos recortes en banquetas o camellón según la necesidad para que cada cuerpo de la vialidad cuente con 3 carriles para vehículos particulares por sentido con ancho de 3.5 mts; y un carril para confinado para el sistema de transporte empleado, el cual es delimitado mediante pintura especial en la carpeta asfáltica.

De igual manera Funcionamiento operacional del Sistema de Transporte entre los kilómetros 3+300 al 6+460 es de forma lateral debido a la configuración geométrica de la vialidad Adolfo López Mateos y sus pasos vehiculares a desnivel, los cuales no son utilizados para la circulación del sistema, debido a que sería necesario la creación de Paraderos paralelos a la sección del puente vehicular con un ancho mínimo de 3 mts. Estas secciones implica un crecimiento de los costos por la estructura que se tiene que realizar para el paradero; así como puentes peatonales o elevadores que conecten los paradero entre si y/o con las banquetas de la vialidad. Entre estos kilometrajes se encuentran ubicados **6 paraderos Laterales** por sentido; del paradero No. 8 al 10 se sigue conservando las

secciones de los dos cuerpos de la vialidad con 3 carriles particulares por sentido y un carril confinado para el sistema de Transporte; pero a partir del paradero 10 se hace una reducción de los carriles particulares, mezclándose con el sistema de transporte público debido a la infraestructura del puente a desnivel el cual cuenta con 3 carriles por sentido. Las vialidades laterales a este puente cuentan con 2 carriles por sentido, uno de ellos es ocupado para el sistema de transporte Público y en esta zona se encuentra ubicado el paradero No 11; la sección de las laterales es de 7 mts y la sección de puente vehicular el cual es para atravesar la Calzada Independencia es de 23 mts. Aproximadamente; estas mismas características se conservan para el paradero 12.



Figura 3.4: intervención física



Figura 3.5: intervención física



Figura 3.6: intervención física

A partir del paradero 12 al paradero 15 se aprovecha la sección de la vialidad, camellón y banquetas para que cada cuerpo de la vialidad cuente con 3 carriles particulares y un carril para El Sistema de Transporte por sentido; cada uno de los carriles es de 3.5 mts. y lo único que va teniendo variaciones

en cuanto a su sección es el camellón; a excepción de la sección del paradero 14 el cual se encuentra frente al distribuidor de la Calzada Lázaro Cardenas.

Desde el km 6+400 se empieza a realizar el cambio de carril confinado lateral a carril confinado central, para que al llegar al km 6+840 donde se encuentra ubicado el paradero 16 ya el confinamiento sea en carriles centrales junto al camellón central de la vialidad en el caso de existir.

Del km 6+400 al 19 +400 nos encontramos con **24 paraderos centrales dobles** los cuales se encuentran ubicados en el camellón a lo largo de la vialidad Adolfo López Mateos en su tramo de la Calzada Lázaro Cardenas a la Calzada Benito Juárez; y posteriormente en el Corredor Industrial Palaco.



La característica principal en este tramo del Corredor Línea Express -1 es el confinamiento de carriles centrales, la variación de la sección del camellón, aunque se siguen conservando 3 carriles particulares y un carril confinado para el Sistema de Transporte por sentido o en cada cuerpo de la vialidad. Cada uno de los carriles tienen un ancho de 3.5 mts, variando únicamente las secciones en el camellón.



Del km. 6+400 al 19+400 (13 km.) el confinamiento va sobre carril central

Figura 3.7: intervención física
Fuente: LOGIT

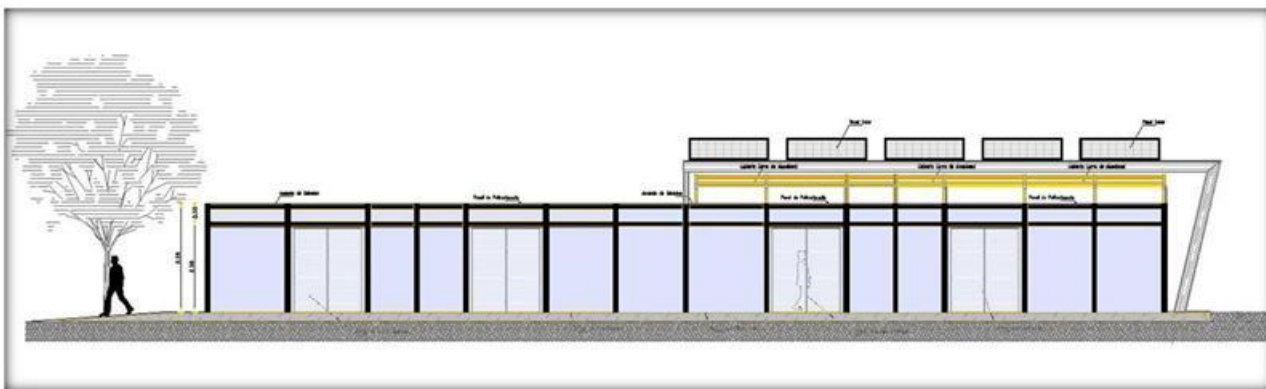
c.2. Estaciones o Paraderos.

En cuanto al diseño del paradero se encuentra en una plataforma de 3 metros de ancho por 30 metros de largo (15 mts. En una primera etapa) con una altura de 28 cm, con una rampa de acceso la cual se encuentra orientada de lado correspondiente a las marimbas o pasos peatonales ubicados en las intersecciones; los paraderos están diseñados para su función operacional en dos etapas, en la primera de ellas el paradero es de 3m de ancho por 15m de largo ubicado al fondo de la plataforma y como segunda etapa se construye de forma modular un paradero de las mismas dimensiones entre la primera etapa y la rampa de acceso.

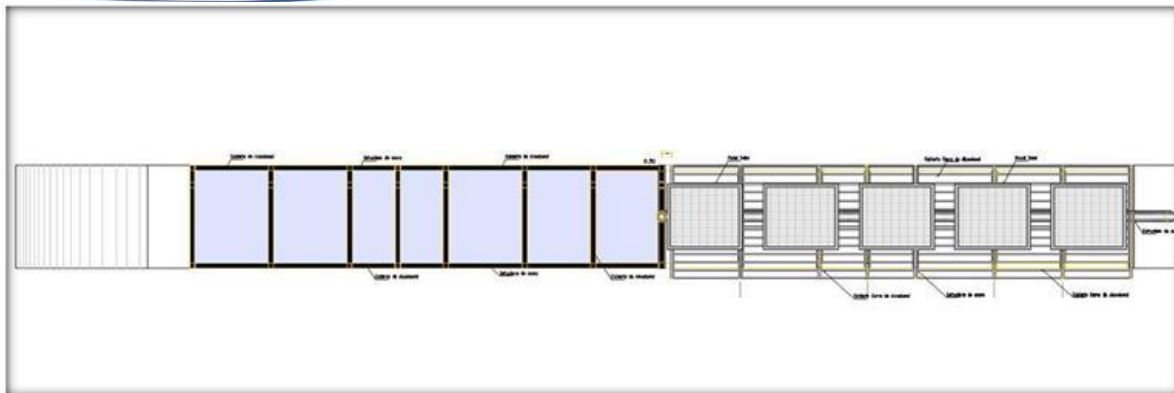
Acorde con el Sistema de Transporte implementado en el Corredor el cual es un vehículo de piso bajo beneficiando la reducción de tiempos de ascenso y descenso de los usuarios la cual es una de las propuestas implementadas en estos paraderos.

Se tienen dos diseños de paraderos uno de ellos es completamente cerrado (6 dobles) el cual permite mediante un sistema de enfriamiento conservar una temperatura agradable para los usuarios de este y el segundo es un paradero abierto (32 dobles); en cualquiera de estas dos opciones los elementos que se utilizan para proteger a los usuarios de las diferentes características de lugar es por medio de cubiertas solidas las cuales proyecten suficiente sombra en el transcurso del día, y en cuanto a elementos laterales del paradero se utilizan elementos semitransparentes los cuales proporcionen seguridad permitiendo la visibilidad del interior al exterior y viceversa, en cuanto al proyecto ejecutivo se desarrollo lo siguiente:

- Proyecto Funcional y Operacional.
- Proyecto Arquitectónico
- Proyecto Estructural
- Proyecto de Instalaciones Eléctricas y Alumbrado.
- Señalización Interior y Exterior de Identificación y Protección Civil.



FACHADA PARADERO CERRADO 1a y 2a ETAPA



PLANTA PARADERO CERRADO 1a y 2a ETAPA

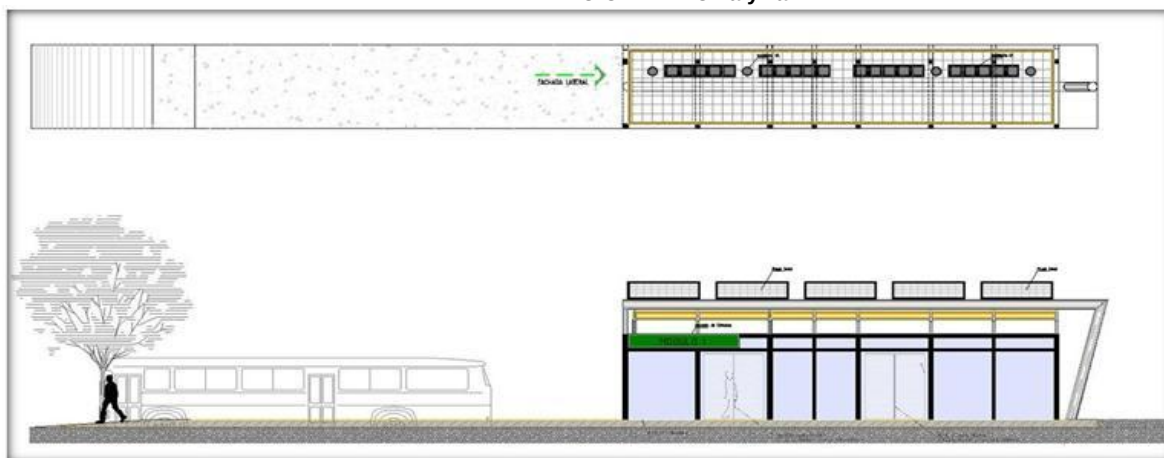
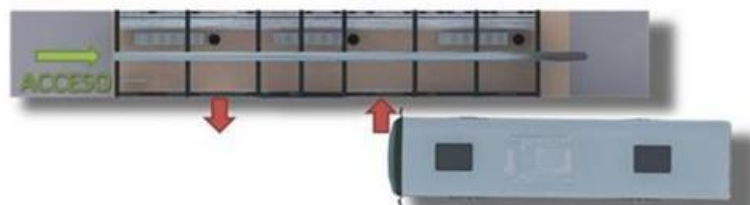


Figura 3.8: Prototipo de paraderos abiertos y cerrados



Paradero prototipo



Fuente: LOGIT

Figura 3.9: Prototipo de paraderos abiertos y cerrados



Paraderos Abiertos: 32 paraderos dobles con iluminación a base de celdas solares.



Paraderos Cerrados: 6 paraderos dobles, con climatización, alimentadas a base celdas solares, ubicados en zonas de máxima demanda.

Fuente: LOGIT

El diseño de los paraderos o estaciones del Corredor están planeado estratégicamente para satisfacer la demanda actual, teniendo como antecedente el crecimiento poblacional, el incremento de los flujos peatonales y sus destinos. En los estudios de ascenso y descenso se reflejan los principales puntos donde requiere la implantación de los paraderos con una distancia promedio de 468 mts. Debido a las inclemencias del clima se trata que el usuario no recorra grandes longitudes de caminata. La máxima distancia entre un paradero y otro es de poco más de 700 mts. Esto debido a un puente vehicular que está entre dichas estaciones. Derivado de dichos estudios la construcción de los paraderos cerrados (con clima) se llevaran a cabo en los puntos de máxima demanda.

Figura 3.10: Plantación de paraderos climatizados



•Calzada Adolfo Lopez Mateos y Plaza Cachanilla: 5,254 pasajeros hora sentido

•Calzada Adolfo Lopez Mateos e Ignacio Altamirano: 4,031 pax/hr

•Ignacio Altamirano y Francisco I Madero: 4,419 pax/hr

•Ignacio Altamirano y AV. Benito Juarez: 3,966 pax/hr

c.3. Terminal de alimentación:

Se encuentra ubicada a 1 km de distancia de la Ave. Lázaro Cárdenas de lado oriente de esta; al Nor-oriente de la Central de Abastos y al sur de una subestación Eléctrica, en la Colonia Ejido Puebla. Diseñada con en acceso para el sistema de transporte que se implementara dentro del corredor sobre la vialidad principal la cual es una propuesta que se integrara a la Ave. Lázaro Cárdenas, cuenta con una área de 03-00-00 ha. y está compuesto de los siguientes elementos:

Figura 3.10: Terminal de alimentación, encierro unidades y talleres



Fuente: LOGIT

Resumen de las distintas áreas contempladas en la terminal:

• Área administrativa (oficinas, información al usuario, boletaje.)	380.9m ²
• Área de servicios,(baños, y casetas etc.)	317.9m ²
• Área comercial	202.5m ²
• Área plataformas	6000.0m ²
• Área circulación peatonal	4606.7m ²
• Área jardines y vegetación	1430.3m ²
• Taller y oficinas, así como áreas de servicio	1321.1m ²
• Encierro	8621.8m ²
• Maniobras	4967.6m ²
• Estacionamiento	2801.8m ²

Desglose de cada una de las áreas:

Área administrativa (oficinas, información al usuario, boletaje.)

380.9m²

- Cuenta con dos niveles, en el primero de ellos o planta baja tiene los componentes que dan servicio a l usuario principalmente así como espacios para los trabajadores del SISTEMA:
- Venta de Boletos, con 3 ventanillas.
- Seguridad y objetos perdidos con 2 ventanillas.

- Primeros Auxilios
- Cuarto de aseo
- Almacén
- Cocineta
- Cuarto de maquinas, equipo para el aire acondicionado,
- Sanitarios para hombres capacidad 3 w.c, 1 mingitorio y 2 lavabos.
- Sanitarios para mujeres capacidad 4 w.c 2 lavabos.
- En la planta alta nos encontramos con el equipo y las instalaciones para el monitoreo de Sistema de Transporte implementado en el Corredor como lo es:
- Área de Recepción
- Oficina General
- Sala de Juntas
- Sanitarios para hombres y mujeres
- C.C.P. Centro de Control de Pago
- C.C.O. Centro de Control Operacional Integrado de Transporte y Transito.
- C.C.I. Centro de Control Inteligente.

Área de servicios,(baños, y casetas etc.)

317.9m²

En la Terminal se cuenta con 3 casetas de vigilancia, dos de ellas ubicadas en la entrada al área de plataformas o andenes y la tercera ubicada a la entrada del encierro y estacionamiento para los trabajadores de la terminal.

Cada una de las casetas cuenta con sanitario el cual se compone de lavabos y w.c.

En cuanto al área de sanitarios en plataformas se cuenta con que para:

El de los hombres tiene 6 w.c. y 1 para discapacitados 5 mingitorios y 6 Lavabos.

El de las mujeres tiene 10 w.c. y 1 para discapacitados y 6 lavabos.

Área comercial

202.5m²

Esta cuenta con 6 locales en total, cada uno de ellos tiene su w.c. y un lavabo; los locales centrales cuenta con una superficie mayor, a la cual se agrega un área de almacén y refrigerio.

Área 6 LOCALES	4 Locales de	14.75 m ²
	2 Locales de	34.50 m ²
Área de comensal		74.50 m ²

8 Marco Publicitario de doble vista, de 4 mts de largo por 2 mts de ancho.

También cuenta una pequeña zona de esparcimiento u comedor al aire libre pero una techumbre la cual provee de la sombra necesaria para su uso.

Área plataformas

6,000 m²

El área de plataformas o andenes está dividido en dos etapas para su funcionamiento operacional, como primera parte solo se contempla solo una parte de la cubierta en el área de andenes debido a que primeramente solo entrara en operación un corredor, previniendo una viable operación se contempla la superficie necesaria para el funcionamiento adecuado de la Segunda Línea Troncal.



Taller y oficinas

1,321.1m²

El área de los talleres es un componente primordial para un aprovechamiento eficiente de los vehículos que se implantarán en el sistema de transporte. El taller cuenta con los siguientes componentes:

- Área de admisión
- Entrega de vehículos
- Oficina de Director
- Cocineta
- Sala de Juntas
- Sanitarios Hombres, que cuenta con 2 w.c, 1 mingitorio, 2 regaderas y 2 lavabos.
- Sanitarios Mujeres con 2 w.c. y 2 lavabos.
- Cuarto de aseo
- Lavado de piezas
- Sala Eléctrica
- Área de hojalatería y pintura
- Un foso para lavado de chasis
- Tres fosos para mantenimiento preventivo

Encierro

8,621 m²

El encierro tiene la capacidad para 90 vehículos, teniendo en cuenta que como primera etapa la flota para el Corredor I es de: 34 en el año 0 y para el año 30 serán 48 cuando entre en operación el Corredor II serían de 20 a 30 aproximadamente en el año 0 y para el año 30 serán 42 para un total de 80 a 90 cajones.

Estacionamiento

2,801 m²

Este está previsto únicamente para los trabajadores de la terminal así como para los operadores de los vehículos de transporte público y cuenta con 77 cajones incluyendo 3 para discapacitados.

La capacidad y la construcción por etapas de la terminal es por motivos de planeación, tomando en cuenta la implementación de un segundo corredor (Lázaro Cárdenas) donde la terminal es la misma para ambos, es recomendable planear a mediano plazo la ampliación de los paraderos a

plataformas de 30 mts de longitud y tener la capacidad de albergar al mismo tiempo dos vehículos de transporte público.

Figura 3.11: Terminal de alimentación, encierro unidades y talleres



Fuente: LOGIT

c.4. Talleres y Encierro.

Los talleres y encierros es un área adosada a la terminal de transferencia, el propósito fue disminuir en su totalidad los tiempos muertos de traslado de las unidades desde el área de mantenimiento a las zonas de operación, el equipamiento cuenta con todos los elementos para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo junto con un área de recarga de combustible, su patio de encierro fue previsto para atender dos corredores, la capacidad y área necesaria prevé solo el atendimento de los vehículos troncales, los vehículos de alimentación serán responsabilidad de los concesionarios que atiendan esa demanda, el proyecto contempla el siguiente avance: ²³

- Proyecto Funcional y Operacional.
- Proyecto Arquitectónico
- Proyecto Estructural
- Proyecto de Instalaciones Eléctricas y Alumbrado.
- Señalización Interior y Exterior de Identificación y Protección Civil.

Taller y oficinas

1321.1m²

El área de los talleres es un componente primordial para un aprovechamiento eficiente de los vehículos que se implantarán en el sistema de transporte. El taller cuenta con los siguientes componentes:

- Área de admisión
- Entrega de vehículos
- Oficina de Director
- Cocineta
- Sala de Juntas

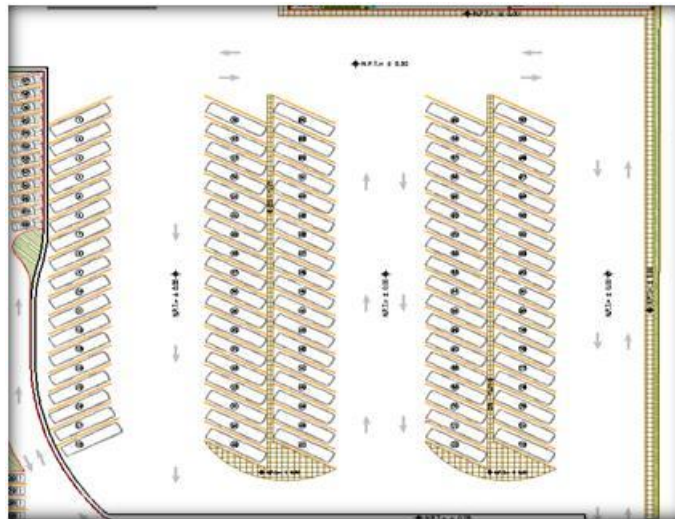
²³ Para mayor detalle ver el documento C “Características técnicas principales del Proyecto” capítulos 6 y 7, y/o en todo caso el proyecto ejecutivo antes descrito

- Sanitarios Hombres, que cuenta con 2 w.c, 1 mingitorio, 2 regaderas y 2 lavabos.
- Sanitarios Mujeres con 2 w.c. y 2 lavabos.
- Cuarto de aseo
- Lavado de piezas
- Sala Eléctrica
- Área de hojalatería y pintura
- Un foso para lavado de chasis
- Tres fosos para mantenimiento preventivo

Encierro

8621.8m²

El encierro tiene la capacidad para 90 vehículos, teniendo en cuenta que como primera etapa la flotilla para el Corredor I es de:

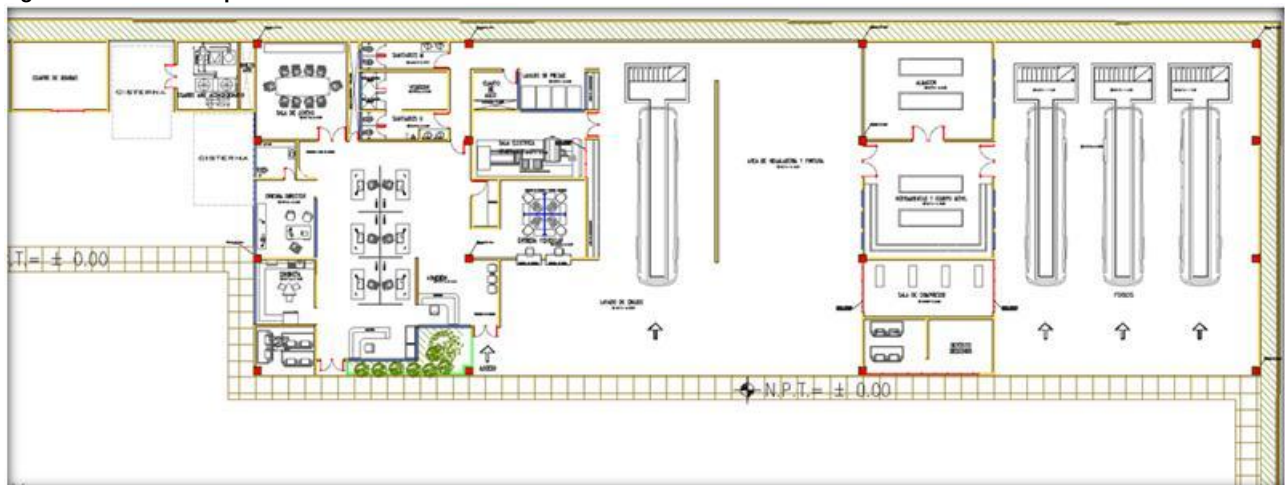


Estacionamiento

2801.8m²

Este está previsto únicamente para los trabajadores de la terminal así como para los operadores de los vehículos de transporte público y cuenta con 77 cajones incluyendo 3 para discapacitados.

Figura 3.12: Planta arquitectónica de los talleres



Fuente: LOGIT

Figura 3.13: Perspectiva de los talleres



Fuente: LOGIT

c.5. Equipo rodante.

El equipo rodante está integrado por autobuses con longitudes de 12 mtrs. (diesel) Low entry tiene el nivel de acceso de pasajeros a 30-40 cm del suelo, eliminando la necesidad de escaleras. De esta forma, se agiliza y facilita el ascenso y el descenso de los usuarios; menos tiempo de parada significa tiempo de circuito más rápido, disminuyendo así el tamaño de flota requerida y por tanto los costos para el sistema; menos tiempo de parada significa también, menor consumo de combustible y menores emisiones contaminantes.

Figura 3.11: Autobús Entrada Baja (Low Entry)



AUTOBUS ENTRADA BAJA (LOW ENTRY)



Autobús Low Entry

12 metros de longitud
capacidad de 80 a 90 pasajeros
valor de 212 mil dólares.
Vida útil de 10 años

- 34 vehículos (mas uno de reserva)
- GPS – Localizador vía satélite
- GPRS
- Validador ambos lados (para prever la integración con tarifa temporal abierta)
- Botón de pánico
- Mensaje de voz para el CCO
 - Cumplimiento de viajes
 - Intervalo medio entre partidas realizadas
 - Número total de vehículos en operación por ruta
 - Indicador de cumplimiento de itinerarios
 - Tiempo medio de viaje
 - Velocidad media por ruta y por corredor
- Mensaje de texto en display o TV



Fuente: LOGIT

El vehículo tiene 12 metros de largo y una capacidad de 80 a 90 pasajeros. Para este corredor se requiere un total de 34 vehículos, y contemplar uno de reserva. Con un valor estimado de 212 mil dólares cada uno.

El dimensionamiento de una ruta de autobuses o la elaboración de su esquema de operación puede ser realizado manualmente siguiendo los procedimientos señalados a continuación o bien mediante la utilización de programas informáticos que permiten definir los intervalos óptimos de una determinada ruta, entre los que se encuentran los programas HASTUS, EPON, Busman y Rucus AUTOBUS²⁴

A fin de realizar el dimensionamiento de una ruta es necesario tomar en cuenta los siguientes elementos: (Para un mayor desglose y entendimiento de las diferentes variables ver anexo 2. Parámetros para la definición del dimensionamiento de la flota)

- Capacidad del vehículo
- Intervalo
- Horarios de servicio
- La elaboración de itinerarios
- La determinación del tipo de vehículo

Criterios para determinar los elementos básicos de dimensionamiento		
Recolección de la información requerida		
• Longitud de la ruta en una dirección L = 19.4km. • Tiempo de recorrido tr = 45 minutos hora de máxima demanda (HMD) - tr = 42 minutos hora valle (HV) • Volumen de diseño P = 2,958 por sentido usuarios hora pico (HMD y en la SMD) • Capacidad del vehículo Cv= 33 asientos+57 de pie + 1 discapacitado = 90 espacios + 1 discapacitado		
Vo = 25 km/h para la hora de máxima demanda (HMD) Vo = 27 km/h para la hora valle (HV)	• Factor de ocupación $\alpha = 1.90$ • Intervalo mínimo de servicio $i_s = 15$ Minutos • Tiempo de terminal mínimo $t_t = 6$ minutos	Se calcula el intervalo a partir de la siguiente ecuación: $i = \frac{60 \cdot \alpha \cdot C_v}{P}$ $i = \frac{60 \cdot 1.9 \cdot 90}{2,958} = 3.46 \text{ minutos}$
Cálculo del tiempo de ciclo El tiempo de ciclo se calcula a partir de la siguiente expresión: $tc = 2 (t_r + t_t)$ $= tc = 2 (51.42) = 102 \text{ minutos para la HMD}$ $= 2 (42 + 6) = 96 \text{ minutos para la HV}$	Determinación del tamaño del parque vehicular El parque vehicular se determina mediante la aplicación de la siguiente expresión: $N = \frac{tc}{i}$ Ya que el parque vehicular N debe ser un valor entero, el resultado de la expresión anterior se redondea hacia arriba al siguiente número entero. Para el ejemplo:	A partir de estos nuevos resultados, se requiere ajustar el nuevo tiempo de ciclo a partir de los valores estimados del parque vehicular, lo que implica: $tc = N \cdot i$ $= 34 \times 3 = 102 \text{ minutos HMD}$ $= 7 \times 15 = 105 \text{ minutos HV}$ Si bien en el ejemplo el tiempo de ciclo resulta igual para los dos periodos bajo consideración, estos tiempos normalmente varían uno de otro.

²⁴ LOGIT 1994.

	$NHMD = \frac{102}{3.4} = 34.28 \approx 34 \text{ vehículos en HMD}$ $NHV = \frac{96}{15} = 6.4 \approx 7 \text{ vehículos en HV}$	A continuación, se calcula un nuevo tiempo de terminal (tt) a partir de la expresión: $tt = \frac{tc - 2tr}{2} = \frac{102 - 2(45)}{2} = 6 \text{ min. HMD}$ $= \frac{102 - 2(42)}{2} = 9 \text{ minutos HV}$
Finalmente, con los datos anteriores se calcula la velocidad comercial Vc: $Vc = \frac{120 * L}{tc}$ $VcHMD = \frac{120 \times 19.4}{102.84} = 22.32 \text{ km/h para la HMD}$ $VcHV = \frac{120 \times 19.4}{102.84} = 22.32 \text{ km/h para la HV}$		

Concepto	Hora de máxima demanda Hora Pico	Hora Valle
Intervalo	4 min.	15 min.
Tiempo del Ciclo	102 min.	102 min.
Tiempo de Terminal	6 min.	9 min.
Tamaño de la Flota	34 veh.	7 veh.
Velocidad Comercial	22 km/hr.	22 km/hr.
Tt/to (γ)	.12	.18
nv	.89	.82
Stock 5%	1 Veh.	1 Veh
Flota Total	35 veh.	8 veh.

En el proceso de negociación con los transportistas y las entidades involucradas se consideran una alta prioridad la implantación de un segundo tramo en un periodo a corto plazo de 5 años, la implantación de esta bifurcación denominada Lopez Mateos-Lázaro Cárdenas que considera una demanda de 33,362 vpd permitiría la obtención de altos beneficios como serían: (Para ver detalle de la capacidad instalada del ramal dirigirse a Anexo 3.)

- Utilización de la infraestructura ya implantada de 13 paraderos en una longitud total de 6.20 kms.
- Satisfacer una demanda de 33,362 vpd.
- Solucionar la operación del ramal con una flota de 20 unidades adicionales con las mismas características operacionales que en el corredor 1, para un total de 54 unidades en un periodo de **5 años**. ya que los concesionarios tienen un adeudo vigente por la renovación de su parque vehicular que será saldada paralelamente a la introducción de las 20 unidades adicionales.
- Existe ya una negociación previa con 3 de las agrupaciones que participan en el ramal propuesto.

- Se pretende eliminar 7,506 transferencias durante el día, beneficiando los tiempos de los usuarios.

Propuesta	Selección del Corredor	Demanda	Vehículos
Corredor1		Corredor 1 – López Mateos – Gustavo Vidosola (Palaco) – 59,189 vpd	34 unidades
Ramal		Ramal López Mateos - Lázaro Cárdenas 33, 362 vpd.	20 unidades adicionales

c.6. Sistema de prepago

Cabe aclarar que el sistema de prepago no solo considera en el nuevo subsistema integrado, sino que además la estrategia contempla la implementación en todo el sistema de transporte de la ciudad de Mexicali, en este contexto, las características básicas del sistema de prepago son el resultado de cuatro elementos fundamentales a) la organización del sistema y su proceso de implementación integral por etapas; b) la integración del sub-sistema del corredor y su correspondencia con el sistema ordinario; c) el modelo de participación de los concesionarios que prestarán el servicio en el primer corredor, d) la tarifa diferenciada en ambos servicios (Integrado y ordinario), entre otros elementos como la forma de remuneración de los concesionarios.

Se tienen contemplada la equipación de sistema de prepago tanto para el sistema troncal y las rutas alimentadores, de esa forma se puede esquematizar tarifas de convenio entre el sistema integrado para las transferencias realizadas.

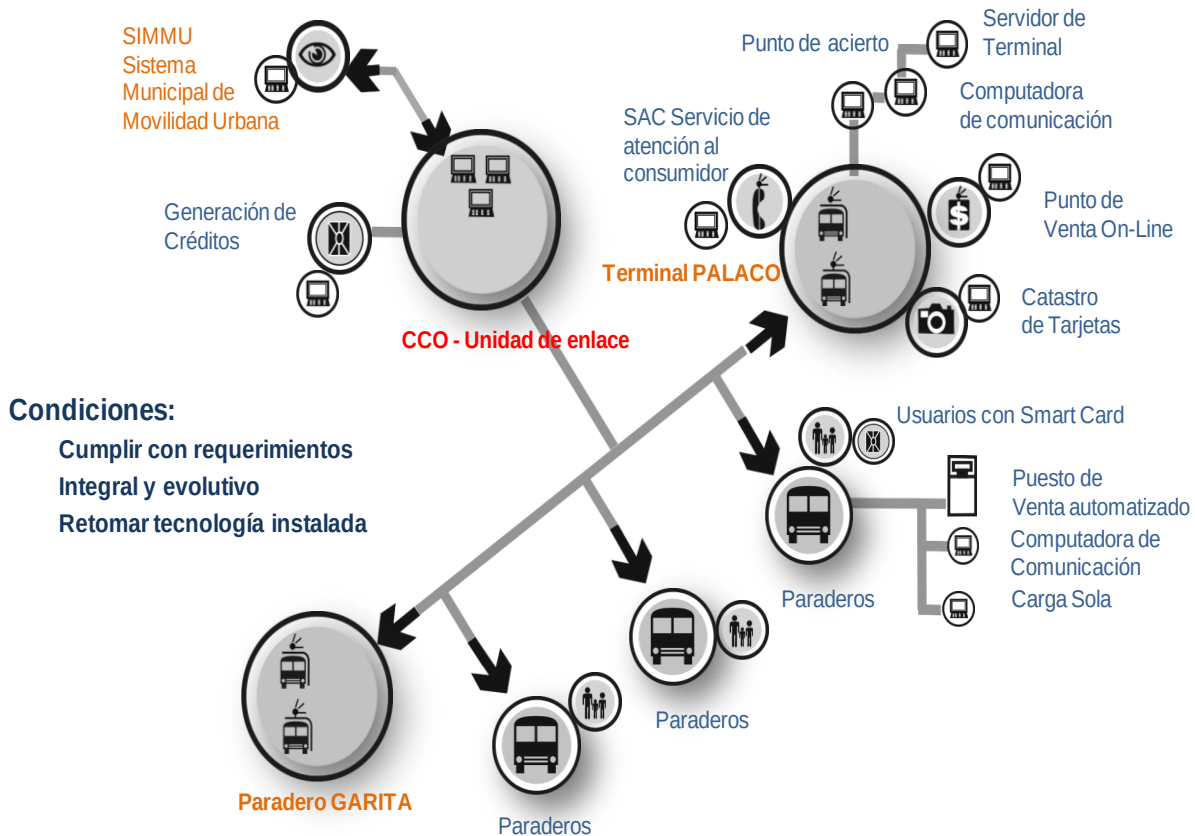
Otro aspecto importante es la concesión directa con el centro de control operacional CCO, que acumula las informaciones operacionales que sirven para remunerar a los concesionarios según su participación en el sub sistema integrado y en el sistema ordinario. Estos elementos condicionan de manera significativa la tecnología del sistema de prepago, en este contexto los alcances tecnológicos deberán contemplar cuando menos los siguientes componentes tecnológicos:

- Tecnología que sustente la integración por medio temporal (tarifa temporal abierta)
- Tecnología de control de cobro tarifario a bordo de los autobuses alimentadores.
- Tecnología de puntos de venta y recarga.
- Sistema de información para las empresas operadoras del transporte.
- Sistema de gestión y administración para la empresa operadora del recaudo.
- Módulo de atención al cliente.

No obstante que uno de los objetivos del sistema, es ofrecerle a los usuarios de transporte diferentes opciones de pago, se buscará incentivar en todo momento el uso de la Tarjeta Inteligente de Sistema de Cobro (TISC), siendo esta última obligatoria para aquellos usuarios que tengan derecho a una tarifa preferencial (estudiantes, menores, personas de edad en plenitud, personas con capacidades diferentes y

maestros) y todos aquellos que quieran hacer transbordos, el resto de los usuarios tendrá el derecho de elegir una de las opciones de pago (TISC o efectivo).

Figura 3.13: Modelo del sistema de prepago del corredor y sistema ordinario

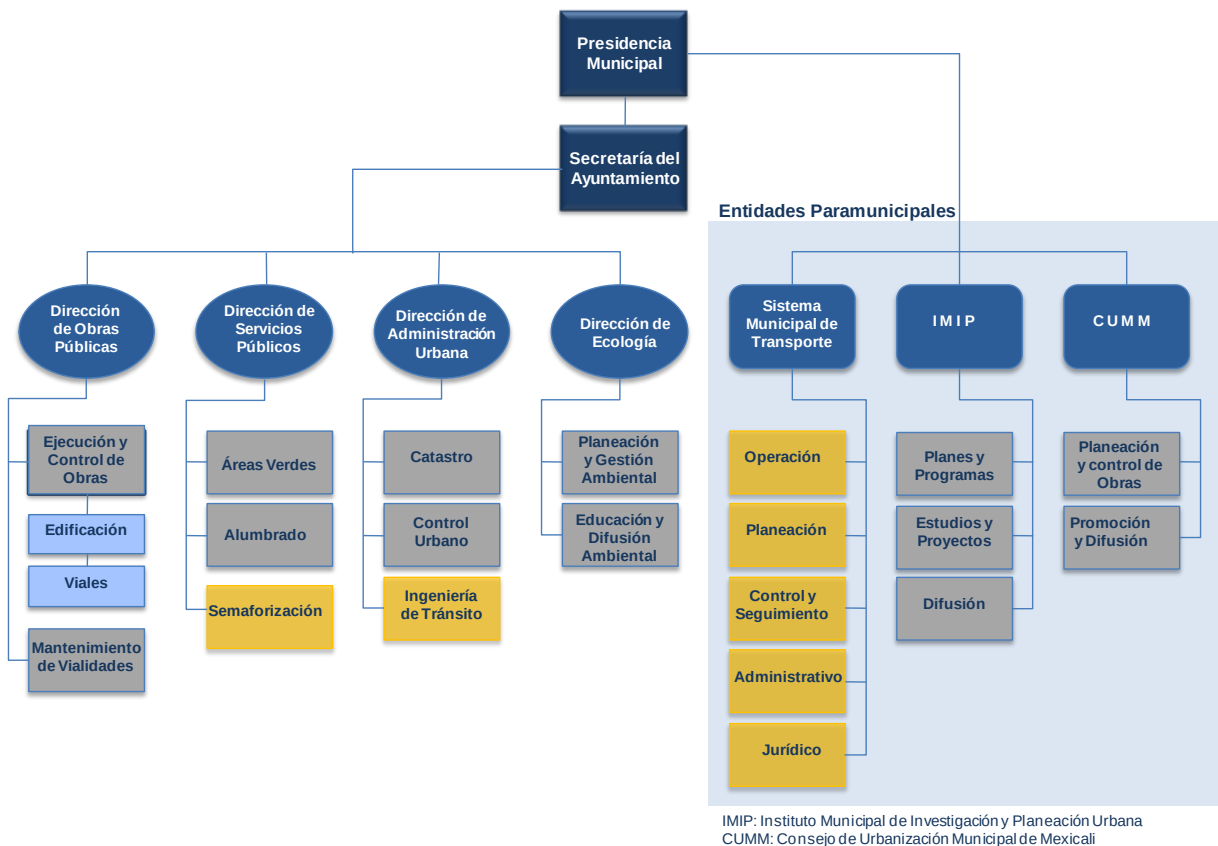


Fuente: LOGIT

c.7. Organización Institucional

El SIMMU Sistema Municipal de Movilidad urbana, será el organismo de gestión encargado de planificar, operar, coordinar, supervisar y fiscalizar el debido cumplimiento de los ordenamientos jurídicos, el origen del SIMMU es con base en el conjunto de organismos municipales y paramunicipales que actualmente antevienen en la planificación, gestión, operación y supervisión de la movilidad en la ciudad de Mexicali. El propósito fundamental fue conjuntar e integrar distintas áreas de actuación en materia de tránsito y transporte, para integrarlas en un solo ente que coordinara la movilidad integral en su conjunto.

Figura 3.14: Organigrama actual de las dependencias que antevienen en materia de movilidad



Fuente: LOGIT

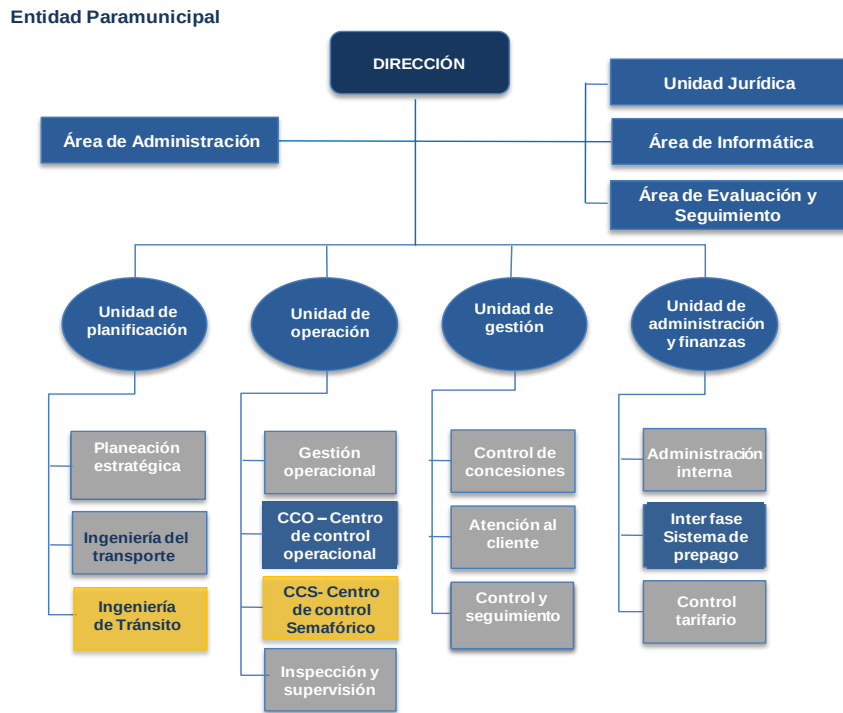
El caso del área de control de semáforos adosada a una entidad de servicios públicos; el caso de la unidad de ingeniería de tránsito ubicada en la dirección de administración urbana; junto con el conjunto de áreas que integran el Sistema Municipal de Transporte, son algunas de las entidades que integrarían un solo organismo descentralizado, con patrimonio propio y con cambios de administración en la parte intermedia de las administraciones municipales.

Independientemente de las áreas que actualmente existen en distintas dependencias, existen la nuevas áreas propuestas, generadas a partir de la implementación del primer corredor, tal es el caso de Centro de Control Operacional CCO; y de la unidad de interface con el sistema de prepago. En este contexto son tres elementos que se conjuntan para conformar una nueva entidad:

- Dependencias encargadas de elementos de movilidad de la ciudad, distribuidas en otras entidades del Ayuntamiento.
- Conformación de nuevas áreas necesarias para el control y operación del nuevo sub-sistema
- Áreas encargadas de administrar el sistema actual Sistema Municipal de Transporte.

En este contexto se propone la creación del Sistema Municipal de Movilidad Urbana – SIMMU organismo descentralizado, con patrimonio propio y con renovación intercalada a los tiempos de la administración municipal

Figura 3.15: Sistema Municipal de Movilidad Urbana (SIMMU)



Fuente: LOGIT

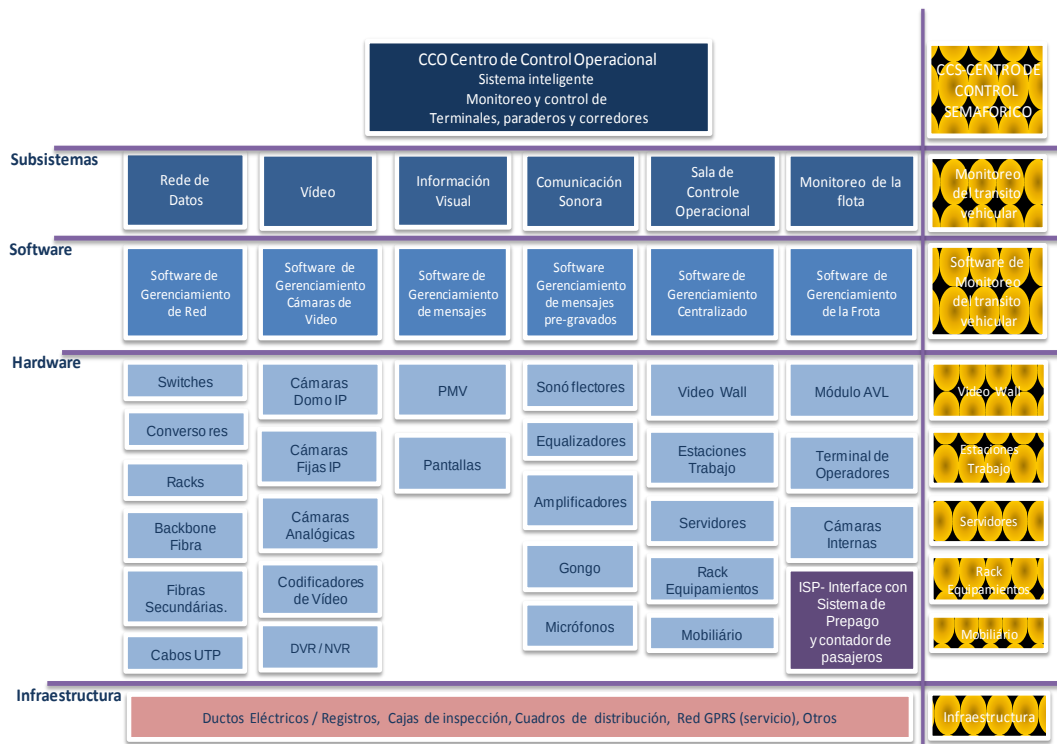
c.8. Centro de Control Operacional - CCO

El centro de control operacional es un área integrada a la Unidad de operación del SIMMU, es la encargada de operar el sistema convencional y el sub-sistema integrado, programado las Ordenes de Servicio de Operación (OSO) para el conjunto de concesionarios que operan el sistema de transporte de la ciudad, independientemente de su función fundamental, el CCO se encargará de las siguientes actividades:

- Coordinar la operación del sub-sistema en función al modelo de participación de los concesionarios, por medio de las OSO
- Cuantificar el traspaso de los usuarios del subsistema entre diferentes empresas
- Coordinar la operación del sistema ordinario según las especificaciones de la concesión
- Almacenar los datos operacionales del conjunto del sistema
- Controlar la operación a tiempo del sub-sistema integrado (corredor)
- Coordinar la operación a tiempo de los nuevos corredores virtuales en proceso de conformación
- Transmitir y controlar la información vertida en video hacia los usuarios y público en general
- Proporciona la información operacional del servicio del subsistema al usuario
- Comunicar vía sonora a los paraderos, a la terminal o a los vehículos del subsistema informaciones de orientación al usuario.
- Monitorear la flota de vehículos en operación

- Compatibilizar la operación del tránsito con el Centro de Control Semafórico CCS de vehículos con el tránsito de transporte colectivo.
- Compatibilizar las informaciones con la interface del sistema de prepago

Figura 3.16: Modelo del Centro de Control Operacional CCO



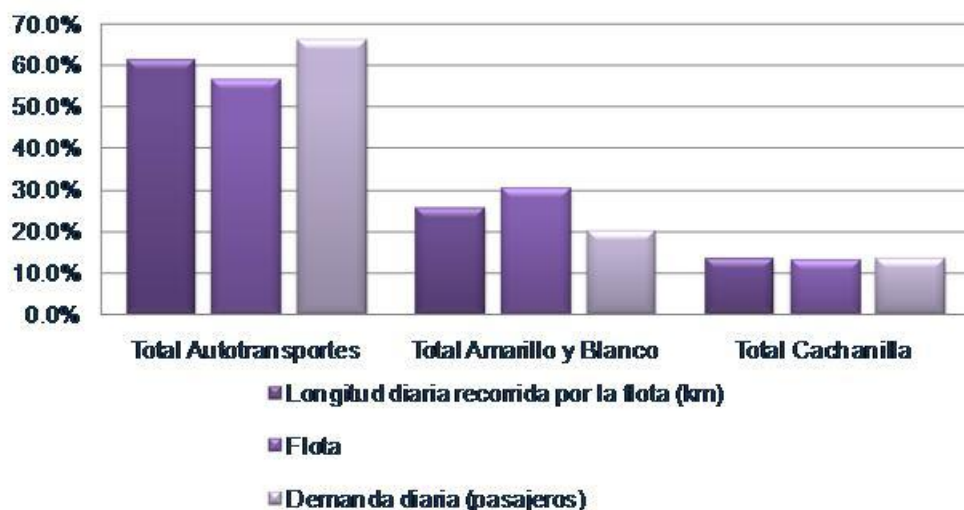
Fuente: LOGIT

c.9. Modelo de participación de los concesionarios

El modelo de participación en el corredor de las tres empresas concesionarias, parte de tres componentes fundamentales, su definición consistió en el reparto equitativo, racional y transparente de su demanda, longitud y número de vehículos que utilizan y recorren actualmente para satisfacer la demanda de los usuarios que atienden con las rutas que tiene influencia en el trazo del corredor, en este sentido su participación se cuantifico con base en tres elemento:

- Longitud diaria recorrida por la flota operada (Km/día)de las rutas consideradas en la cobertura del corredor
- Número de unidades observadas (no concesionadas) en operación de las rutas involucradas para prestar el servicio en el área de influencia del corredor
- Demanda diaria calculada y estimada con base en estudios específicos por vehículo, ruta y empresa que presta el servicio en el área de influencia determinad con anterioridad.

Figura 3.17: Participación de las empresas involucradas en el corredor según los criterios establecidos



Fuente: LOGIT

Para el modelo de participación se definió un método compartido con los concesionarios, dando pesos específicos a cada variable que interviene, los resultados muestran su forma de participación en el corredor. De acuerdo a su porcentaje actual de costos se definió el número de vehículos por cada concesionario a adquirir, inversión programada al inicio de la operación del sistema. Para el caso de los vehículos de la alimentación se propuso de acuerdo a sus porcentajes actuales de demanda, estos vehículos, tomando en cuenta que son prácticamente adquiridos en el 2008 y 2009 en su gran mayoría serían los mismos que estarían operando en las alimentadoras para un total de 50.

Empresa	TRONCAL		ALIMENTADORA
	Número de Vehículos *	Inversión Vehículos	Número Vehículos**
Total Autotransportes	18	47,700,000	28
Total Amarillo y Blanco	12	31,800,000	16
Total Cachanilla	4	10,600,000	6
Total	34	90,100,000	50

* Adquisición nueva

**Vehículos actualmente operando

c.10. Esquema tarifario

El esquema parte de la política tarifaria actual, la tarifa diferencial por modelo y tipo de usuario se conserva, con la diferencia de que los usuarios que efectuaban dos viajes para llegar a su destino (28 % aproximadamente de los usuarios del corredor) y que actualmente pagan dos tarifas, se verán beneficiados con el nuevo sistema reduciendo el costo de traslado.

Figura 3.18: Esquema Tarifario

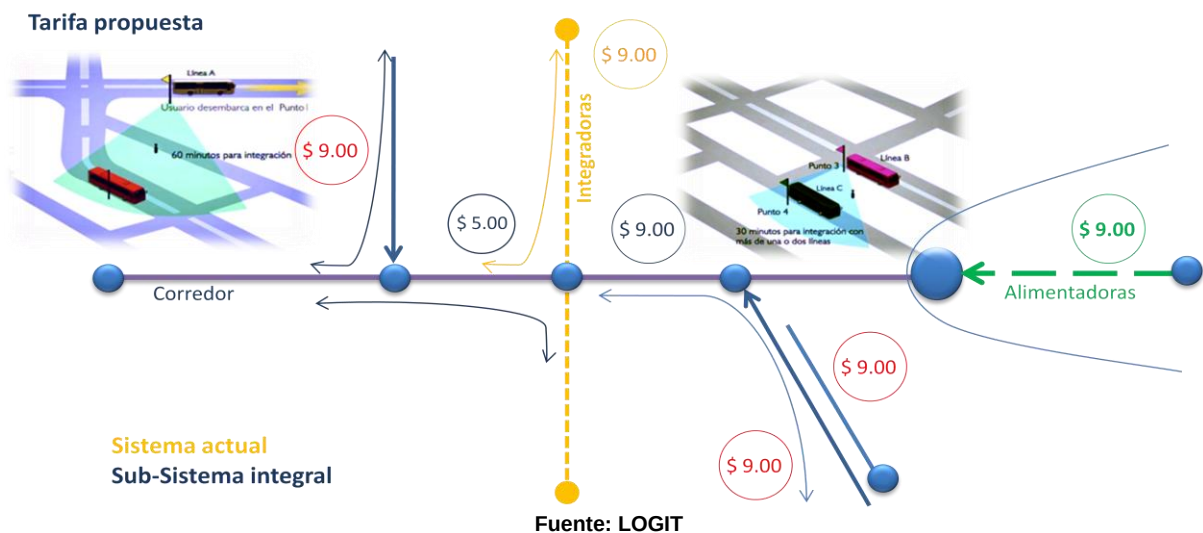
Tarifa actual

Tipo de Usuario	Autobús Ultimo modelo C/aire	Autobús convencional
Normal	\$9.00	\$6.50
Estudiantes	Tarifa preferencial con Descuento del 50 % \$ 4.50	
Tercera Edad		
Discapacitados		

Fuente: LOGIT

La gran parte beneficiada son los usuarios localizados en la cobertura del corredor, ya que con un solo pasaje pueden transbordar dentro del subsistema sin costo alguno, la grafica posterior esquematiza, el total de correspondencias con rutas alimentadoras e integradoras que convergen con el corredor, en este caso la tarifa será de \$9.00 sin considerar ningún aumento, la diferencia radica en la rentabilidad del sistema por la reducción del parque vehicular y la programación operacional entre otras cosas.

Figura 3.19: Modelo de Tarifa propuesta



1er viaje	2do viaje
Troncal: \$9.00	X
Alimenta: \$9.00	\$0.00
Remanente: \$9.00	\$5.00

SITUACION CON PROYECTO				
	Viaje sencillo	Un trasbordo	Dos trasbordos	Tres trasbordos
Porcentajes	52.11%	44.00%	2.72%	1.18%
Viajes/persona	30,842	26,043	1,607	698

d. Calendario de actividades

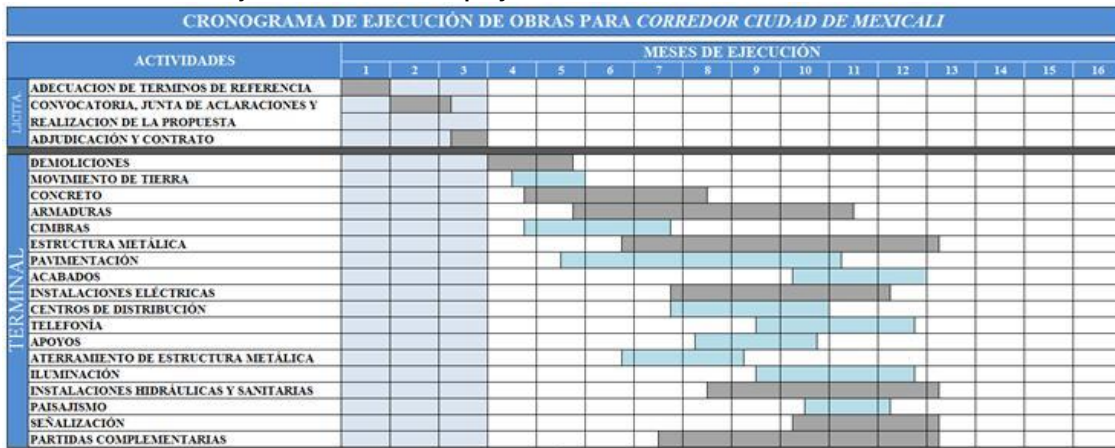
Las principales actividades requeridas para realizar el proyecto se han programado de acuerdo a las siguientes fechas:

Figura 3.20: Calendario de ejecución de obras del proyecto del Corredor



Fuente: LOGIT

Figura 3.21: Calendario de ejecución de obras del proyecto de Terminal



Fuente: LOGIT

Figura 3.22: Calendario de ejecución de obras del proyecto de Paraderos



Fuente: LOGIT

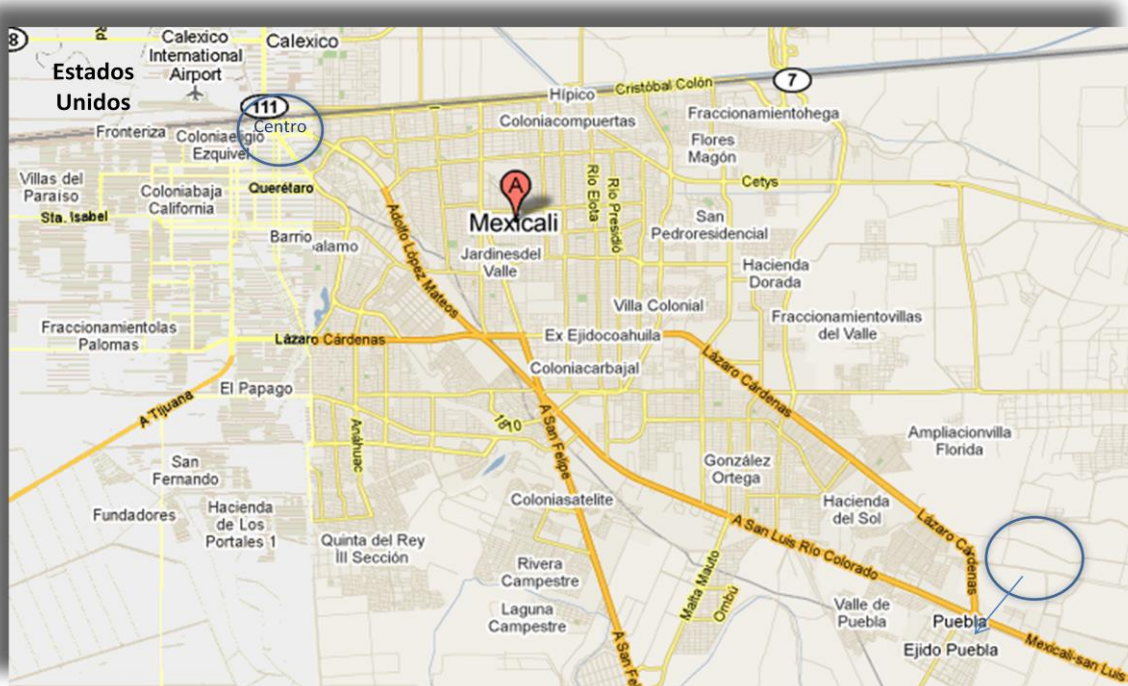
e. Tipo de proyecto o programa

Se trata de un proyecto ejecutivo, de infraestructura física, económica y de reestructuración para mejoras en el transporte público urbano, así como baja de emisión de contaminantes.

f. Localización geográfica

El proyecto se ubica en la Ciudad de Mexicali, en el Estado de Baja California, que a su vez pertenece a la Meso región Noroeste del País (figura 3.23).

Figura 3.23 Ubicación regional



Fuente: Google Earth. Elaboración LOGIT

g. Vida útil del proyecto y su horizonte de evaluación

La vida útil y el horizonte de evaluación del proyecto es por un periodo de 30 años, sin embargo, su vida útil puede prolongarse en función de la aplicación de un mantenimiento adecuado.

h. Capacidad instalada

La capacidad instalada se determina en función de la oferta y como ésta tiene que ir a la par de las exigencias de la creciente demanda. Para ello se estudiaron varias alternativas de oferentes. El número de vehículos de la alternativa tecnológica elegida para la estimación del presente estudio se determinó mediante el cálculo de diversos factores operacionales.

Primeramente se evalúa en función de la demanda y la capacidad típica pasajero/hora ambos sentidos, para este caso sería 5,958 en el caso del sistema evaluado. Se calcula un factor de tiempo que está compuesto por la razón entre longitud del corredor 19.4 y la velocidad promedio en que circularán las unidades, que es de 25 km/hr. La anterior operación se divide entre la capacidad de la alternativa tecnológica en cuestión, que es de 90 pasajeros por un índice de rotación de 1.9 pasajeros por lugar dentro de la unidad. El anterior cálculo da como resultado 34 vehículos que estarían operando, mas uno de reserva. Esto, para estar previstos a dotar el servicio correcto ante una

contingencia operativa, mecánica, de simple mantenimiento rutinario, etc. Para el año 10 en el horizonte de evaluación se considera un aumento paulatino de las unidades según su vida útil y el requerimiento por aumento de demanda. Para el final del horizonte de evaluación es de 48 vehículos sobre la troncal.

El inicio de proyecto está dándose en condiciones de límites de confort para el usuario, una condición vehicular de Capacidad del vehículo de 33 pasajeros sentados + 57 de pie + 1 discapacitado, un total de 90 espacios, en horas pico, a fin de no impactar económicamente al transportista, ya que actualmente la flota en operación está en un 74% renovada. Por tal motivo se pretende aumentar el nivel de confort de forma gradual a fin de no impactar al transportista. Se propone la adquisición de nuevas unidades de forma progresiva permitiendo que el proceso de estabilización de la demanda sea gradual y permitir así que en las horas picos la capacidad vehicular reduzca de 90 pasajeros en hora pico hasta 65 pasajeros en el año 30, solo transportando 33 pasajeros sentados + 33 de pie + 1 espacio de discapacitado., y no tener tantas unidades ociosas en las horas valles, ya que la necesidad de operar con las 34 unidades solo se presenta en dos periodos picos, y el resto de los periodos se trabajan con menos de 28 unidades.

Tabla h1. Dimensionamiento vehículos

2009	Demanda diaria	Demanda Hora Pico Ambos Sentidos	Capacidad Vehicular ofertada Hora Pico Ambos Sentidos	Flota Total	Demanda Hora Pico Un sentido	Demanda Hora Pico Un sentido	Pasajeros Transportados por vehículos en Hora Pico Ambos Sentidos	Carga Máxima por vehículo Hora Pico Ambos Sentidos	Pasajeros Sentados	Pasajeros Parados
2010	59,189	5,919	5,936	34	2,959	2,968	174	90	33	57
2011	59,270	5,927	5,508	36	2,964	2,754	165	85	33	47
2012	59,351	5,935	5,814	38	2,968	2,907	156	81	33	47
2013	59,432	5,943	5,967	39	2,972	2,984	152	79	33	42
2014	59,513	5,951	5,967	39	2,976	2,984	153	79	33	42
2015	59,594	5,959	5,967	39	2,980	2,984	153	79	33	42
2016	59,676	5,968	6,120	40	2,984	3,060	149	77	33	42
2017	59,757	5,976	6,120	40	2,988	3,060	149	77	33	42
2018	59,838	5,984	6,120	40	2,992	3,060	150	77	33	42
2019	59,919	5,992	6,120	40	2,996	3,060	150	77	33	42
2020	60,000	6,000	6,120	40	3,000	3,060	150	77	33	42
2021	60,081	6,008	6,120	40	3,004	3,060	150	77	33	42
2022	60,162	6,016	6,120	40	3,008	3,060	150	78	33	42
2023	60,243	6,024	6,120	40	3,012	3,060	151	78	33	42
2024	60,324	6,032	6,120	40	3,016	3,060	151	78	33	42
2025	60,405	6,041	6,120	40	3,020	3,060	151	78	33	42
2026	60,487	6,049	6,120	40	3,024	3,060	151	78	33	42
2027	60,568	6,057	6,120	40	3,028	3,060	151	78	33	42
2028	60,649	6,065	6,120	40	3,032	3,060	152	78	33	42
2029	60,730	6,073	6,120	40	3,036	3,060	152	78	33	42
2030	60,811	6,081	6,120	40	3,041	3,060	152	78	33	42
2031	60,892	6,089	6,120	40	3,045	3,060	152	78	33	42
2032	60,973	6,097	6,120	40	3,049	3,060	152	79	33	42
2033	61,055	6,105	6,120	40	3,053	3,060	153	79	33	42
2034	61,136	6,114	6,120	40	3,057	3,060	153	79	33	42
2035	61,218	6,122	6,426	42	3,061	3,213	146	75	33	37
2036	61,300	6,130	6,732	44	3,065	3,366	139	72	33	37
2037	61,382	6,138	6,732	44	3,069	3,366	140	72	33	37
2038	61,464	6,146	6,732	44	3,073	3,366	140	72	33	37
2039	61,546	6,155	7,038	46	3,077	3,519	134	69	33	32
2040	61,628	6,163	7,344	48	3,081	3,672	128	66	33	32

Tabla h2. Dimensionamiento vehículos

	Demanda Máxima en hora pico ambos sentidos	Demanda Máxima en hora pico-sentido	Capacidad Ofertada ambos sentidos	Capacidad Ofertada x sentido	Capacidad	Índice de Rotación	No. De vehículos operando
6:00-6:59	4,143	2,072	4212	2,106	90	1.95	24
7:00-7:59	5,919	2,959	5967	2,984	90	1.95	34
8:00-8:59	5,077	2,538	5265	2,633	90	1.95	30
9:00-9:59	3,828	1,914	3861	1,931	90	1.95	22
10:00-10:59	4,432	2,216	4212	2,106	90	1.95	24
11:00-11:59	3,264	1,632	3510	1,755	90	1.95	20
12:00-12:59	3,344	1,672	3510	1,755	90	1.95	20
13:00-13:59	3,344	1,672	3510	1,755	90	1.95	20
14:00-14:59	3,465	1,733	3510	1,755	90	1.95	20
15:00-15:59	5,919	2,959	5967	2,984	90	1.95	34
16:00-16:59	4,735	2,368	4914	2,457	90	1.95	28
17:00-17:59	5,480	2,740	5616	2,808	90	1.95	32
18:00-18:59	2,458	1,229	2457	1,229	90	1.95	14
19:00-19:59	2,337	1,168	2457	1,229	90	1.95	14
20:00-20:59	1,410	705	1755	878	90	1.95	10
	59,154	29,577	60,723	30,362			



i. Metas anuales

La planificación implica generar una visión estableciendo metas que puedan evaluarse con regularidad y adaptarse según sea necesario.

Las metas están enmarcadas según la realidad y la posibilidad de poder ejecutar las acciones a realizar, para lograr las metas se han planteado los siguientes objetivos:

- Asignar recursos materiales, humanos y técnicos suficientes a la implementación del plan.
- Evaluar cada una de las decisiones a fin de cerciorarse de que éstas realmente favorecen la meta y proporcionan pautas y guía al equipo de planificación estratégica durante la implementación del plan.
- Anualmente, analizar el plan estratégico, las metas mensuales y anuales, y modificar lo necesario.

- Cada dos años repetir todo el proceso de planificación estratégica a fin de generar un nuevo plan o ratificar el plan en curso.

Las metas físicas corresponden a la ejecución del proyecto para la implementación del servicio, cuyos montos se desglosan en el inciso m, el monto de inversión, en cuanto al nivel de servicio se determina lo siguiente:

Tabla 3.1: Niveles de servicio

Hora Pico Matutina	Nivel de servicio actual	Nivel de servicio en la construcción del proyecto
1.- Adolfo López Mateos y Calle Calafia	D	E
2.- Adolfo López Mateos y Calle Castellón	B	D
3.- Gustavo Vildósola y Calle Gómez Morín	C	E
4.- Gustavo Vildósola y Calle Gobernador Maldonado	B	D
5.- Gustavo Vildósola y Calle Venustiano Carranza	C	E
6.- Gustavo Vildósola) y Calzada Robledo	B	C
7.- Gustavo Vildósola y Calle Sexta	A	B
8.- Gustavo Vildósola y Río San Ángel	D	E
9.- Gustavo Vildósola y Rosa del Desierto	A	B
10.- Gustavo Vildósola y Calle Ignacio Zaragoza	A	B

Fuente: LOGIT

Tabla 3.2: Niveles de servicio

Hora pico vespertina	Nivel de servicio actual	Nivel de servicio en la construcción del proyecto
1.- Adolfo López Mateos y Calle Calafia	D	F
2.- Adolfo López Mateos y Calle Castellón	C	D
3.- Gustavo Vildósola y Calle Gómez Morín	C	E
4.- Gustavo Vildósola y Calle Gobernador Maldonado	B	D
5.- Gustavo Vildósola y Calle Venustiano Carranza	C	D
6.- Gustavo Vildósola y Calzada Robledo	B	C
7.- Gustavo Vildósola y Calle Sexta	A	C
8 Gustavo Vildósola y Río San Ángel	A	B
9.- Gustavo Vildósola y Rosa del Desierto	A	B
10.- Gustavo Vildósola y Calle Ignacio Zaragoza	A	B

Fuente: LOGIT

Los anchos de calzada en el corredor López Mateos–Gustavo Vildósola (Palaco) son considerablemente anchos, en su mayoría está compuesto de tres carriles de circulación por cuerpo, hay tramos que cuentan con cuatro carriles de circulación, aunado a esto el nivel de servicio en la

ejecución del proyecto puede mejorarse, ya que existe un carril de estacionamiento denominado en la ciudad de Mexicali como “Acotamiento”, por lo que se considera que la afectación no es considerablemente incomoda.

El proyecto ejecutivo prevé una adecuación geométrica considerando los tres carriles existentes más el carril confinado. (Ver Proyecto Geométrico del Proyecto Ejecutivo).

j. Beneficios anuales y totales en el horizonte de evaluación.

Los beneficios del proyecto se estimaron en función del ahorro en tiempo de viaje de los usuarios en términos monetarios y de los ahorros en costos de operación vehicular, mismos que se calculan con la diferencia entre las situaciones con y sin proyecto optimizado. Para mayor información véase capítulo 5 del documento Costo Beneficio.

k. Aspectos relevantes

Evaluación Técnica

El proyecto del Corredor “Adolfo López Mateos – Gustavo Vildósola (Corredor Palaco)” tiene como insumos técnicos los resultados de un conjunto de planes y estudios en materia de transporte urbano realizados en el periodo de 2003 – 2009. La elaboración del **Proyecto Ejecutivo** de dicho corredor conforma conforman los insumos básicos para la determinación actual de la oferta y demanda del transporte colectivo. Los antecedentes en planificación urbana, refieren a los estudios sectoriales y dan pauta al desarrollo de corredores de transporte, en este sentido, el proyecto del corredor Adolfo López Mateos – Gustavo Vildósola (Corredor Palaco), se encuentran en el marco de los ordenamientos de la jerarquía de planificación, sustentados en los planes y programas de desarrollo urbano y planes sectoriales, los objetivos y directrices que dictamina la planificación, marcan acciones tendientes a la mejora continua y desarrollo de infraestructura del transporte urbano.

Aspectos legales

A nivel estatal la legislación vigente en cuestiones de transporte, sigue los lineamientos de la Ley General de Transporte Público del Estado de Baja California²⁵, la Ley determina que para la prestación de este servicio, los Ayuntamientos podrán conformar las entidades, organismos o empresas de participación municipal²⁶, o celebrar convenios de asociación necesarios para satisfacer la prestación del servicio, o en su caso, otorgar a los particulares los permisos y concesiones que conforme a esta Ley y la reglamentación de la materia resulten procedentes. Con base en lo anterior “Sistema Municipal de Transporte de Mexicali, Baja California” es el organismo que gestiona el sistema de transporte y el que tiene atribuciones para establecer los Convenios, Acuerdos y Decretos para la reestructuración del transporte,

En este contexto se crearon y se firmaron el 4 de julio de 2008 los siguientes Convenios y Acuerdos, que permitirán cumplir con lo establecido:

- a) Convenio para desarrollar e implementar el “Proyecto de Modernización del Sistema de Transporte Público Colectivo del Municipio de Mexicali B.C.”

²⁵ Publicada en el Periódico Oficial el 9 de Noviembre de 2001, que dejó sin efecto a la Ley de Tránsito y Transporte del Estado de Baja California

²⁶ La Ley determina en su artículo 6 que el Transporte como servicio público es un atributo de los municipios del Estado dentro de sus circunscripciones territoriales de su competencia

- b) Acuerdo de participación entre el municipio y los concesionarios para la implantación de la Línea Express 1 y la Reestructuración de rutas del transporte público colectivo del Municipio de Mexicali, B.C.
- c) Acuerdo para la conformación de un fideicomiso privado de la administración y pago de recursos (captación, pago, dispersión).
- d) Acuerdo para la aplicación de un sistema de prepago electrónico de recaudo centralizado y control de operación para el transporte público colectivo.
- e) Acuerdo para la creación e integración de áreas de talleres y encierros de unidades para la Línea Express 1.

En cuanto a la Ley de Planeación, se ajustan los planes Municipales al programa, en términos de su artículo 2, el cual señala que la Planeación es un medio para el eficiente y eficaz desempeño de la responsabilidad del Gobierno del Estado y de los Gobiernos Municipales con relación al desarrollo integral de la entidad.

En relación a la Ley de Proyectos de Asociaciones Público-Privadas para el Estado de Baja California, publicada en el Periódico Oficial No. 48, de fecha 30 de octubre de 2009, esta ley permite establece las bases para que el sector privado, en asociación con el sector público mediante la cual se financiarán parte de la obra requerida.

Existirán adecuaciones a los ordenamientos jurídicos involucrados sobre todo en el Reglamento de Transporte Público para el Municipio de Mexicali, cumpliendo con el objetivo de establecer las bases y los elementos que intervienen para la creación de nuevas formas jurídicas, que fundamenten el comportamiento de un nuevo modelo de prestación de servicio.

Entre estas modificaciones se describen las siguientes:

- ***La creación del Sistema Municipal de Movilidad Urbana (SIMMU), como organismo público paramunicipal encargado de la supervisión y control del sistema y de la movilidad urbana, con personalidad jurídica y patrimonio propio.***
- ***En su artículo 4, se anexa una fracción más en la que se considera al Director del SIMMU como una más de las autoridades del transporte.***
- ***Modificación al artículo 8, en el que se establecerán las facultades del director del SIMMU.***
- ***En la sección III en sus artículos 13 y 14, se propone la modificación en el texto, sustituyendo Sistema Municipal de Transporte por el de Sistema Municipal de Movilidad Urbana, como el organismo por el cual el Ayuntamiento preste el servicio.***
- ***En el artículo 15, se describe la estructura del SIMMU.***

En el capítulo de concesiones y permisos, en el artículo 108 se propone anexar dos párrafos en donde se menciona la concesión del servicio de transporte en las modalidades de troncal, alimentadora, integradora y remanente. Así como la explotación de infraestructura especializada para ellas.

En el artículo 36 referente al Plan Maestro de Vialidad y Transporte en su fracción II de infraestructura vial, se anexan los conceptos de Terminales de Integración, Sistema de cobro automático, Sistema de Control de Operación, Estaciones y Carriles Exclusivos.

En la sección de clasificación del servicio de transporte público, en el artículo 51, se anexa una fracción con otros tipos de servicio, como lo es el que se dará en los Corredores del Sistema de Transporte Público de Pasajeros de la ciudad de Mexicali (Alta capacidad o troncales, Express, Alimentación, Auxiliares, Difusoras o remanentes)

En el artículo 109 se anexa un párrafo que menciona que al otorgar concesiones se notificará a los concesionarios establecidos en la zona de influencia.

En el artículo 110, para el otorgamiento de concesión se anexarán dos fracciones, en la adquisición de tecnología y de ajustarse a todos los requerimientos del Reglamento y del Sistema en el servicio de transporte sobre los corredores de transporte.

Dentro del capítulo VII de las Concesiones y permisos, se propone agregar una Sección que hable sobre la PUBLICIDAD en vehículos de transporte público. Esta sección estará conformada por 5 artículos. Las propuestas de adecuaciones, son consideraciones que estarán bajo revisión para su posterior aceptación y su posible reforma, con base en los tiempos legislativos del congreso del Estado.

Ambiental

La realización del proyecto Modernización del Sistema Municipal de Transporte Troncal línea Express-1, ha representado hasta el momento un hito importante de trabajo multidisciplinario en materia ambiental.

La base de investigación, identificación y evaluación se ha orientado hasta momento, en el cumplimiento de los requerimientos que marca la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) respecto a la elaboración de la **Manifestación de Impacto Ambiental** como lo marca el **Artículo 28** de esa Ley, en congruencia con la normatividad aplicable al proyecto, misma que se encuentra en espera del Resolutivo de Impacto Ambiental dictado por la **Dirección General de Ecología del Estado de Baja California**.

Por otra parte, con base en la normativa sugerida por el **Banco Mundial** se encuentra en revisión el documento denominado Marco de Salvaguarda Ambiental y Social para Proyectos de Transporte Urbano (**MASTU**) que incluye dos Planes, uno de Manejo Ambiental (**PMA**) y el otro de Gestión Social (**PGS**).

La profundidad de ambos documentos (**MIA** y **MASTU**) ha dado acceso a la identificación de Impactos Ambientales y sociales, ponderados de acuerdo al grado de resiliencia del entorno, incluyendo medidas de mitigación del impacto precisados al Sistema Ambiental del Proyecto (Corredor, Terminal, Paraderos, etc.) y a los perfiles socioeconómicos de la entidad.

Derivado de la evaluación ambiental, se determino que en los impactos benéficos sobresalientes están:

- **la reducción de emisiones contaminantes como el CO₂** que es un gas de efecto invernadero
- **el aprovechamiento de energías renovables** (paneles fotovoltaicos en paraderos)
- **fortalecimiento de la economía local**

Referente a los impactos negativos que se identifica serán:

- La afectación de la calidad del aire, por las emisiones de contaminantes producto de la combustión de maquinaria
- La generación de residuos municipales, peligrosos y de manejo especial (residuos de obra).

Retomando, los impactos clasificados como negativos se presentarán principalmente en la etapa de preparación y construcción del proyecto, mientras que los benéficos trascenderán de modo sostenible durante la vida útil del proyecto.

Por otra parte, de manera paralela se han ido correlacionando los impactos negativos con las medidas de mitigación que aplican principalmente para las actividades de preparación y construcción del proyecto, como son:

- El manejo de residuos adecuado
- optimización de depósitos temporales y gestión para confinamiento final de residuos
- Control de la contaminación del aire por la combustión de maquinaria y equipo,
- Control de partículas por el acarreo de materiales y residuos con destino a banco de tiro, entre otras.

Es imperioso señalar que tanto la **MIA** como el **MASTU** comprenden en su estructura quien (es) supervisara(n), ejecutara(n) y/o capacitara(n) en materia ambiental, así como el costo correspondiente a recursos necesarios para mitigar los impactos ambientales, sociales, económicos y afectaciones a la salud de trabajadores en el proyecto.

Concluyendo, el bajo nivel de impacto ambiental de la obra proyectada contra los beneficios sociales económicos y ambientales que habrán de sucederse en su etapa de operación, resumen que la infraestructura propuesta **promueve la sustentabilidad del desarrollo** municipal de Mexicali y de las localidades cercanas, **reactivando la integración económica** de la zona. Sin embargo, su eficiencia constructiva, funcional y operativa está condicionada al cumplimiento de los requerimientos y medidas de prevención y mitigación señaladas en lo establecido en ambos documentos, y con lo establecido en las Bases de Licitación y las Condicionantes de lo Resolutivo en Impacto Ambiental.

I. Avances en la integración del expediente técnico

El avance en la obtención de los elementos requeridos para iniciar la ejecución del proyecto es el siguiente:

Tabla 3.3: Avances en los requerimientos del proyecto.

Concepto	Especificación Técnica	Avance o Estatus
Adquisición de predio para terminal	Predio con un área de 03-00-00 ha. en el sur de la ciudad (Ej. Puebla) para la construcción de la terminal	Propiedad del Municipio contemplado en el registro público del Municipio.
Liberación de predios para vialidad de acceso a terminal.	Implantación de una vialidad primaria con dos cuerpos de 10 mts. c/u	Propiedad del Municipio contemplado en el registro público del Municipio.
Liberación de derechos de vía de F.F.C.C.	Por adecuación geométrica de vialidad (Corredor Palaco) se realizó la afectación del derecho de vía de FFCC en un primer tramo del km. 17+887.52 al km. 17+913.60 un área afectada de 14.44m ² y del tramo 2 del km. 19+580 al km. 19+860 con un área de 81.20 m ² , lo que da un área total de afectación de 95.64m ²	Se solicitó a SCT federal delegación Noroeste la liberación del derecho de vía en el tramo especificado, obteniéndose por esta dependencia, la anuencia de afectación.

Modificación del uso de suelo de la Terminal	Actualmente el área de estudio en el corredor está saturada a un 93% principalmente por usos de suelo comercial y de equipamientos, y en el área de terminal por uso de suelo agrícola.	El Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali (IMIP) en conjunto con otras instancias Municipales y Estatales a elaborado un Programa de gran visión de desarrollo Urbano del centro de población de Mexicali, acciones que se han ido concretando, por lo que en la zona de terminal paso de uso de suelo agrícola a comercial y de vivienda.
Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)	Se realizó la MIA para la construcción del corredor López Mateos - Palaco, así como la Terminal	La MIA se encuentra terminada en su totalidad, está en proceso de liberación por parte de la Secretaria de Protección al Ambiente del Gobierno del Estado de Baja California.
Marco de Salvaguarda Ambiental Social (MASTU)	Se realizó el MASTU de acuerdo a la normatividad del Banco Mundial.	El MASTU se encuentra terminado en su totalidad, está en proceso de liberación por parte del Banco Mundial.

Fuente: LOGIT

m. Costo total del proyecto

La participación en la implantación del nuevo sistema de transporte de quienes inciden directamente en el tránsito, transporte y desarrollo urbano, será a través de una mayor infraestructura de servicios; con la intención de planear y estructurar un sistema de transporte adecuado a las exigencias actuales del público usuario, unificando criterios orientados al crecimiento de este nuevo servicio de transporte.

El gobierno estatal y municipal aportarían y/o realizarían inversiones que se destinarían principalmente para: proyecto ejecutivo; construcción de estación de transferencia; y pago de gerencia y supervisión de implantación.

El sector privado, representado por los transportistas realizaría inversiones, los cuales se utilizarían en el equipamiento de los vehículos con la nueva tecnología para el prepago; sistema central y software (tecnología), entre otros.

En la etapa de ejecución, existirá la participación directa de los gobiernos, federal con apoyo del PROTRAM (Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo), y municipal en cuestiones de inversión y de sus respectivas instituciones para el desarrollo del nuevo sistema, como también de un ente privado.

m.1. Etapa de ejecución

A continuación se muestran las inversiones programadas para cada uno de los corredores; se presenta en primer lugar los costos del Corredor Ruta Express 1: López Mateos – Gustavo Vildósola (Palaco), también se analiza la etapa de ejecución de proyecto y la operación de la infraestructura.

Los montos de proyecto se presentan en el siguiente orden; descripción de la inversión, el monto correspondiente a invertir mediante el programa federal "FONADIN", la inversión de los gobiernos municipal y estatal al proyecto y, finalmente los montos de inversión aportados por la inversión privada.²⁷

Los montos de inversión se conforman en cuatro agrupadores principales que son:

- Infraestructura,
- Tecnología y Monitoreo,
- Tecnología y Monitoreo Específicos,
- Proyectos y Supervisión externa.

En la parte de infraestructura se tienen los montos destinados a la construcción del corredor, las terminales, los paraderos y adecuaciones geométricas requeridas por el corredor y que sean esencialmente indispensables. Para mayor detalle de los conceptos y desglose de **costos dirigirse al anexo 4.**

Los montos de tecnología comprenden todas las posibles aplicaciones que se tengan de la misma dentro de la infraestructura, como pueden ser en los paraderos, los vehículos, el boletaje, la integración semafórica sobre el corredor, así como la inspección y mantenimiento requerido por la flota de vehículos, la cual se llevara a cabo dentro de los talleres los cuales tendrán que ser igualmente construidos.

El monto para proyectos y supervisión comprende en sí el proyecto ejecutivo y la supervisión de su implantación.

Contiene los montos de inversión presentados en la forma arriba mencionada. El corredor cuenta con:

- Corredor segregado para transporte público (19.4 Km) con carriles de rebase en el tramo Palaco (11 Km)
- 32 paraderos dobles abiertos
- 6 paraderos dobles cerrados (con aire acondicionado)
- 1 Terminal con áreas de talleres y encierros (parte sur de la ciudad)
- 34 autobuses inicialmente operando de nueva adquisición (mas uno de reserva)
- Sistema de prepago (tanto para troncal como rutas alimentadoras)
- 1 Centro de Control Operacional (ubicado en la misma terminal)

²⁷ Solo se muestran los agrupadores esenciales y sus montos de inversión, para un desglose más a fondo o una visualización específica de cada uno de los agrupadores refiérase a los sub-catálogos de cada uno de ellos.

Costos unitarios de los principales conceptos:

	MN	USD
Costo por Kilometro Infraestructura	35,343,827	2,718,756
Costo por Kilometro Total	41,760,556	3,212,350

	COSTO UNITARIO
Paradero abierto 32 dobles	2,697,147
Paradero cerrado 6 dobles	5,057,150

Tabla 3.4: Costos Totales de Inversión del Proyecto Etapa de ejecución.

DESCRIPCION DE LA INVERSION	INFRAESTRUCTURA	TECNOLOGÍA
INFRAESTRUCTURA		
CORREDOR	261,730,125	
TERMINAL SUR	60,307,104	
ESTRUCTURAL DE PLATAFORMAS	55,628,649	
PARADEROS ABIERTOS	172,617,383	
PARADEROS CERRADOS	60,685,799	
CONSTRUCCION DE TALLERES Y ENCIERROS	35,775,182	
ADQUISICION DE PREDIO PARA TERMINAL, TALLERES Y ENCIERROS	4,886,836	
TECNOLOGÍA		
CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL	34,039,171	
ADQUISICION DE VEHÍCULOS 34 (MAS 1 RESERVA)		90,100,000
SISTEMA DE BOLETAJE E INFORMACIÓN (TRONCALES)		31,000,000
SISTEMA DE BOLETAJE E INFORMACIÓN (ALIMENTADORAS)		24,220,542
SUB TOTAL	685,670,247	145,320,542
TOTAL (pesos)	830,990,789	

Fuente: LOGIT

Asimismo en esta etapa inicia con la ejecución de los trabajos de los diferentes grupos de infraestructura que conforman el proyecto. El programa de obra muestra los tiempos consumidos por las diferentes etapas que integran los elementos de infraestructura (terminales, paraderos, puentes o adecuaciones viales, carriles exclusivos, etc.).

Para fines prácticos y didácticos se considera el inicio de todos los trabajos en el primer mes de determinado año, para hacer una idea más clara del tiempo consumido por cada una de las actividades.

Costo de operación (Central de Operación de Terminal COT)

El costo de la Central de Operación de Terminal COT, no es un elemento aislado, esta contenido dentro del análisis de los costos de operacional (por kilómetro)²⁸, en su sección del costo de administración de las terminales, considerando los recursos humanos y materiales actuales, traducidos a los costos futuros de la Central de Operación de Concesionarios. Este elemento fue analizado para la situación actual y para la situación con proyecto, como se muestra en los cuadros siguientes que son extracción del los costos de operación en ambos casos (actual y con proyecto):

Costo de administración (Situación Actual)

D.- ADMINISTRACION (1)	Costo / MES	Costo / AÑO
SALARIOS:		
Contador	15,000.00	180,000.00
Supervisor	0.00	0.00
Secretaria	6,000.00	72,000.00
Despachadores	5,000.00	60,000.00
Otros	4,000.00	48,000.00
Subtotal	30,000.00	360,000.00
ARRENDAMIENTOS		
Oficinas, taller y encierros	200,000.00	2,400,000.00
Terminales	10,000.00	120,000.00
Papelería	10,000.00	120,000.00
Varios	300,000.00	3,600,000.00
Subtotal	520,000.00	6,240,000.00
Total Costos Administración	550,000.00	6,600,000.00

(1) Se tomo como base los gastos de administración de una empresa de transporte urbano de pasajeros con 28 unidades a su cargo

La situación actual muestra el costo total de administración es de 550,000.00 (quinientos cincuenta mil pesos) al mes y de \$6,600,000.00 (seis millones seiscientos mil pesos) al año, este costo contenido en el análisis de costos operacionales se traduce a los costos futuros que devengará el concesionario en la Central de Operación de Terminal COT.

Por otro lado la estructura orgánica del Sistema Municipal de Transporte actual (SIMUTRA), está conformada por una Dirección, Departamento Operativo, Departamento de Planeación, Departamento de Control y Seguimiento, Departamento Administrativo, Departamento Jurídico y sus respectivos gastos ya están dentro de una partida presupuestal actual.

Con base en el análisis de los demás organismos involucrados directa o indirectamente en la operación del transporte, se detectó la mala ubicación de algunas áreas, ya que su función es muy distinta a la de la Dirección en donde se encuentran, tal es el caso del Departamento de Ingeniería de Transito que actualmente se encuentra en la Dirección de Administración Urbana y el de Semaforización ubicado en la Dirección de Servicios Públicos; por lo que se propone su reubicación (ver propuesta institucional).

²⁸ Incluido en el punto 11.2 Costo Operacionales del Documento C Proyecto Propuesto de Transporte Urbano, en su capítulo 1 Descripción del proyecto con su análisis de factibilidad

El gasto mensual del Sistema Municipal de Transporte SIMUTRA y de los dos departamentos que se reubicarán, es la siguiente:

	Rec. Humanos	Rec. Materiales	Total
SIMURA	\$481,170.58	\$149,166.67	\$630,337.25
Ing. Transito	\$123,650.36	\$66,869.00	\$190,519.36
Semáforos	\$154,065.25	\$715,050.99	\$869,116.24
	\$758,886.19	\$931,086.65	\$1,689,972.84

Generando un total de gasto de **\$ 1,689,972.84**

En la Situación propuesta los recursos humanos y materiales con los que contará el Centro de Control Operacional CCO, estarán en función de cumplir con los costos de operación:

Recursos Humanos	\$919,000.00
Recursos Materiales	\$149,166.67
TOTAL	\$1,068,166.67

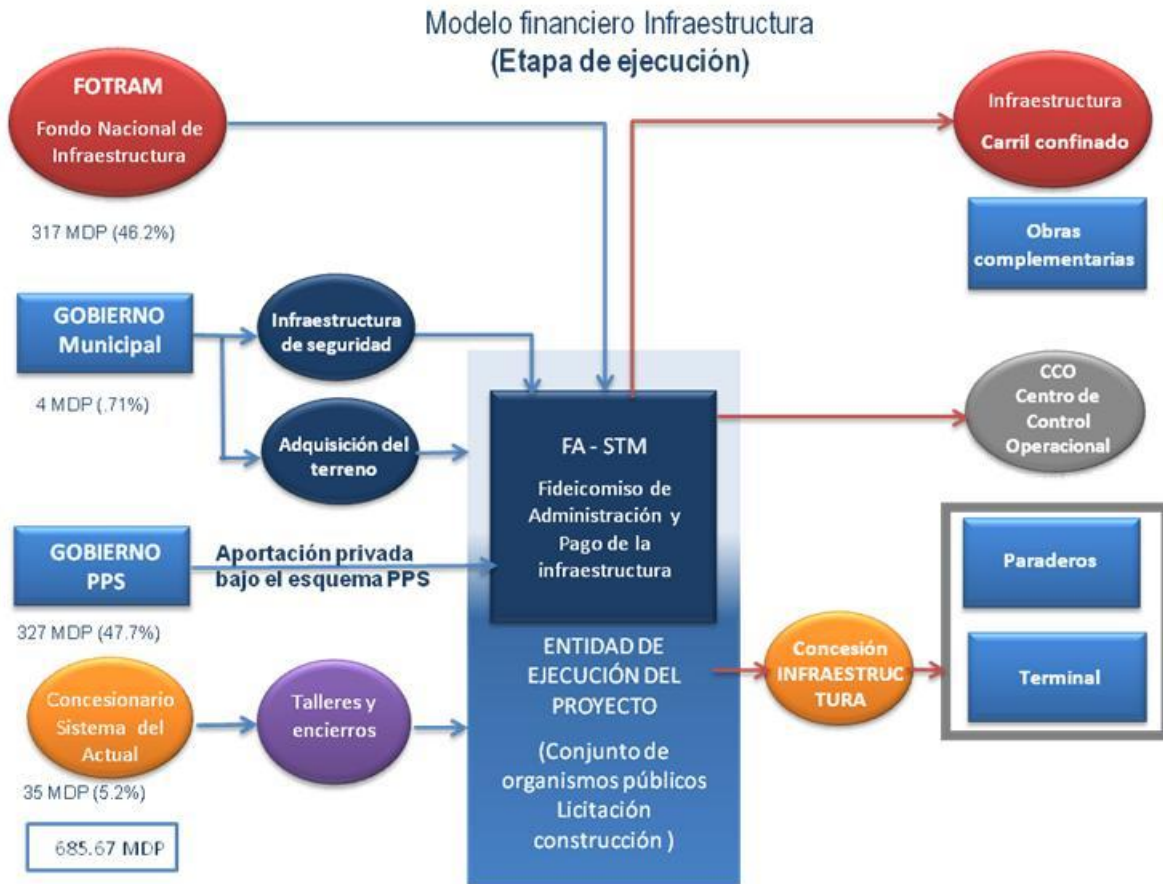
Comparativa entre situación actual con la propuesta: La comparativa del gasto mensual de los recursos utilizados por el organismo de control operacional actualmente con la propuesta futura es la siguiente:

Actual	Futura	Diferencia
\$1,689,972.84	\$1,068,166.67	\$621,806.18

Los datos muestran la viabilidad del Ayuntamiento de absorber y optimizar los recursos que actualmente ejerce en este rubro, para ver mayor detalle dirigirse al anexo.

Por tales motivos se consideran los costos operacionales y administrativos dentro de la misma operación del sistema, por un lado en los costos por kilometro incrustados en la operación misma y por otro lado la partida presupuestal por parte del Gobierno dirigida a un CCO para el correcto funcionamiento del sistema.

Figura 3.14: Modelo financiero infraestructura (etapa de ejecución)



Costo por molestias en desvío (durante el periodo de construcción)

La cuantificación de los costos del tiempo causados durante el periodo de construcción de la obra parte de estudios de campo para determinar los aforos del tránsito mixto y de ciertos supuestos sustentados teóricamente que se verán a continuación.

Se ve la necesidad de partir en dos tramos la cuantificación de dichos costos, por un lado la calzada Adolfo Lopez Mateos y posteriormente con la misma metodología el tramo del corredor Gustavo Vildosola (Palaco) siendo este ultimo un corredor industrial, caracterizado por carga pesada. Lo anterior debido a que los comportamientos de tránsito, aforo y tipo de vehículos que corren por estas dos vialidades son particularmente diferentes.

Con el inicio de la obra, se requiere tomar parte del tercer carril para realizar maniobras, lo cual genera que la vialidad reduzca su arroyo a dos carriles por sentido, lo cual nos creará un flujo vehicular más concentrado y con menor velocidad debido a la conglomeración de tránsito en los dos carriles restantes. Por los anteriores motivos y bajo el antecedente de los estudio de tránsito realizados la disminución de las velocidades, en la calzada Adolfo Lopez Mateos con 7.8 Km, se ven mermadas de 45 Km/h a 39 Km/h en el tránsito privado, aumentando así el tiempo de recorrido en este tramo; con estas condicionantes el nivel de servicio en el periodo de obra se verá afectado hasta el punto de disminuir a un nivel E cercano al F; para este punto será necesario concientizar al usuario en la toma de posibles alternativas de circulación o en la posibilidad de ajustar sus tiempos de salida.

Para el tránsito privado debido a sus velocidades de operación considerablemente más bajas, la diferencia de minutos, de casi 6 por unidad, que habrá en una situación con obra es relativamente más impactante, disminuyendo de 18.4 Km/h a 15 Km/h.

Calzada Adolfo López Mateos	Kilometros del tramo	Carriles de circulación	Velocidad promedio público (km/hr)	Velocidad promedio privado (km/hr)	Tiempo de recorrido PRIVADO(min)	Tiempo de recorrido PÚBLICO(min)
Situación actual	7.80	3	18.4	45.50	10.29	25.43
Situación con obra		2	15.0	39.62	11.81	31.20
			Diferencia tiempo (min)		1.53	5.77

Los aforos vehiculares tanto para vehículos privados y públicos se cuantificaron por hora tanto en una situación de máxima demanda como en horas valles por sentido. Datos obtenidos de los estudios de aforo y tránsito vehicular del mismo proyecto en cuestión.

Volumen vehicular (HMD)				Volumen vehicular (HV)			
Sentido 1 (S-N)		Sentido 2 (N-S)		Sentido 1 (S-N)		Sentido 2 (N-S)	
Privado y otros	Público	Privado y otros	Público	Privado y otros	Público	Privado y otros	Público
2,346	121	1,921	110	1,056	48	865	44

Con los datos de la anterior tabla, la cual nos arroja el número de vehículos que pasan cada hora sentido por el tramo de Lopez Mateos podemos deducir, mediante el índice de ocupación, la demanda tanto en vehículos privados como en públicos con su respectivo factor de ocupación. El caso del vehículo privado es de 2.42 pasajeros y del transporte público trae un índice de ocupación de 19 pasajeros por vehículo. De esta manera obtenemos la demanda aproximada en promedio tanto en horas pico como en valles. Se considera que solo existirán 8 horas donde se presentarán disminuciones de velocidad, debido a la conglomeración del tránsito en esas horas.

		Sentido 1 (S-N)		Sentido 2 (N-S)	
		Privado y otros	Público	Privado y otros	Público
Calzada Adolfo López Mateos	Demanda hora pico	5,678	2,349	4,649	2,139
	Demanda hora valle	2,555	940	2,092	856
	Demanda total día (8 hrs)	25,126	9,632	20,573	8,770
	Horas desviación	639	925	523	843
	Valor social tiempo	5.3	3.1	5.3	3.1
	Valor tiempo anual	1,854,926	1,570,763	1,518,815	1,430,173
	Costo total anual	6,374,677			

Obteniendo el total de minutos promedio que cada unidad disminuiría con la acotación de carriles, tanto en vehículos privados como en público y su respectiva demanda podemos calcular fácilmente el total de horas desviación. El anterior valor se monetiza con un factor de 3.1 para transporte público y de 5.3 para el transporte privado, así como lo indica el CEPEP en su “Guía metodológica para la evaluación de proyectos de transporte masivo urbano” (2009) y tomando en cuenta que el salario por jornada laborada en Baja California se obtiene un costo total anual. Para el caso del tramo de Lopez Mateos es de más de 6 millones de pesos.

Por otro lado el corredor Palaco comprende 11.6 Km, el mismo cuenta con 3 carriles para el tránsito general y con la obra pasara a operar con 2 durante los 18 meses de construcción. La velocidad promedio del transporte público pasa de 18.4 k/h a una reducción de 15 Km/h eso equivale a una reducción de 8 minutos en promedio en el tiempo que recorre dicho tramo. Siguiendo la misma línea se calcula el tiempo y reducción del tránsito privado que pasa de operar de una velocidad de 49 km/h a 42 km/hra.

Corredor Palaco	Kilometros del tramo	Carriles de circulación	Velocidad promedio publico (km/hr)	Velocidad promedio privado (km/hr)	Tiempo de recorrido PRIVADO(min)	Tiempo de recorrido PUBLICO(min)
Situación actual	11.6	3	18.40	49.00	14.20	37.83
Situación con obra		2	15.00	42.17	16.50	46.40
			Diferencia tiempo (min)		2.30	8.57

Los volúmenes de tránsito tanto público como privado se plasman en la siguiente tabla, tomando en cuenta horas de máxima demanda y horas valle. Dichos afores se pueden constatar y verificar en el estudio de tránsito del mismo proyecto.

Volumen vehicular (HMD)				Volumen vehicular (HV)			
Sentido 1 (S-N)		Sentido 2 (N-S)		Sentido 1 (S-N)		Sentido 2 (N-S)	
Privado y otros	Público	Privado y otros	Público	Privado y otros	Público	Privado y otros	Público
7,545	682	7,820	707	2,490	205	2,581	212

La misma metodología se utiliza en el tramo del corredor Palaco, cuantificando el total de demanda tomando en cuenta los índices de ocupación de 2.42 pasajeros y 19 pasajeros en transporte privado y público respectivamente. Dando en este tramo un costo por molestias de 16 millones de pesos.

		Sentido 1 (S-N)		Sentido 2 (N-S)	
		Privado y otros	Público	Privado y otros	Público
Corredor Palaco	Demanda hora pico	18,259	13,233	18,925	13,716
	Demanda hora valle	6,025	3,970	6,245	4,115
	Demanda total día	27,874	37,239	28,891	4,938
	Horas desviacion	1,069	5,321	1,108	706
	Valor social tiempo	5.3	3.1	5.3	3.1
	Valor tiempo anual	3,101,284	9,031,694	3,214,367	1,197,546
	Costo total anual	16,544,890			

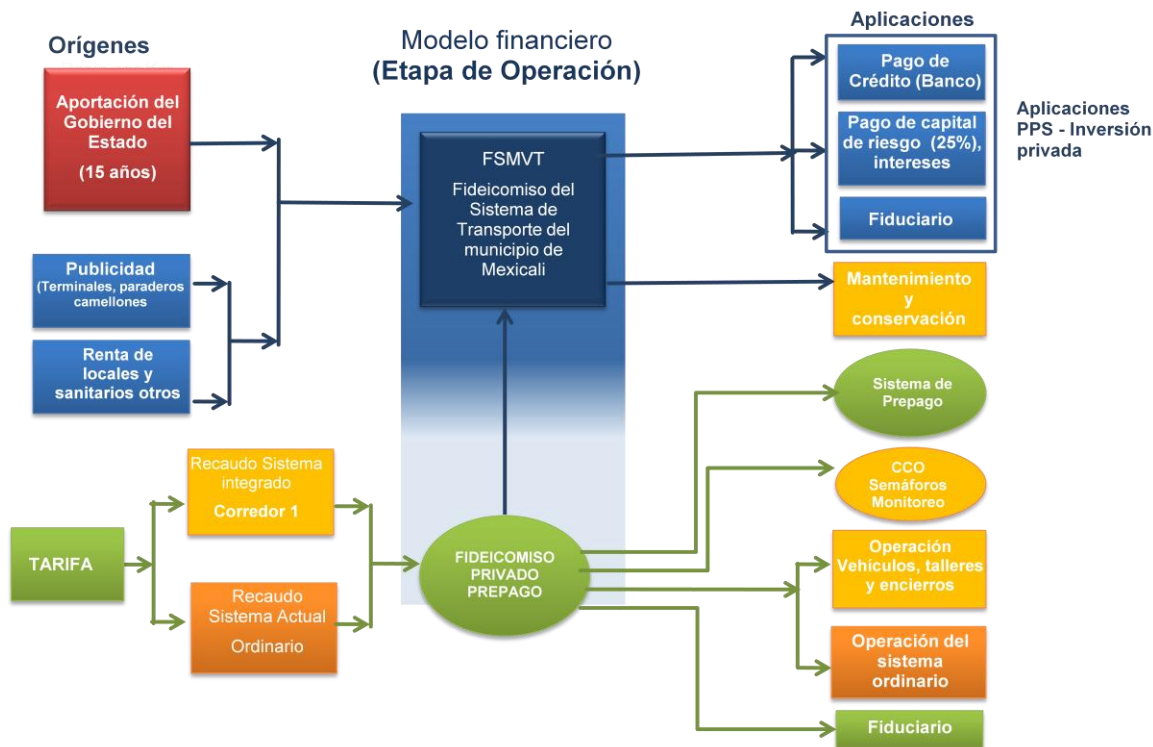
Dando como resultado para los dos primeros años de evaluación un costo total por molestias causadas de 22,919,568 pesos. Así mismo se contempla para el año 16 una reconstrucción total del corredor, por lo que se toma en cuenta el mismo monto presupuestado más un incremento de la demanda.

m.2. Etapa de operación

En la etapa de operación, es necesario brindar los servicios necesarios a la infraestructura para una buena operación y seguridad de las mismas, por ello se debe elaborar un programa de mantenimiento adecuado a la infraestructura y analizar los montos a invertir durante la vida útil de las instalaciones.

A continuación se presentan los montos tentativos de inversión en operación, conservación y mantenimiento de la infraestructura vial. A partir de los costos por Kilómetro, el número de carriles y la longitud del corredor se prevén a lo largo del horizonte del proyecto determinados montos anuales para su conservación normal, un mantenimiento rutinario (riego de sello y sobrecarpeta) y una reconstrucción de la vialidad al año 16.

Figura 3.15: Modelo financiero (etapa de operación)



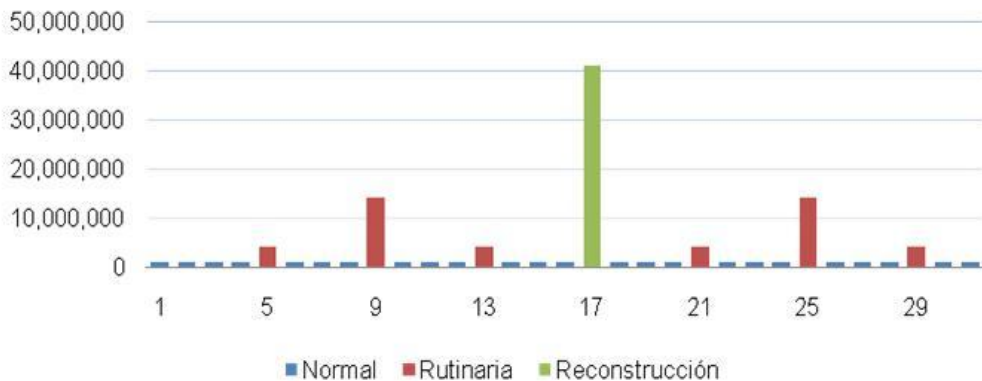
Fuente: LOGIT

Tabla 3.5: Configuración de los costos de conservación del corredor.

CONFIGURACION COSTOS DE CONSERVACION		
Conservación normal	30,000	\$/km/carril
Riego de sello	100,000	\$/km/carril
Sobre carpeta	350,000	\$/km/carril
Reconstrucción	1,000,000	\$/km/carril
Longitud total en Km	19.4	

Fuente: LOGIT

Figura 3.16: Mantenimiento a lo largo del horizonte del proyecto



Fuente: LOGIT

Además de los costos en la etapa de implementación del sistema y operación a lo largo del proyecto como costos de mantenimiento recién mencionados, en esta última etapa, existen otro tipo de costos. La compra de vehículos y unidades nuevas para estar en equilibrio con la demanda además de la reposición por vida útil de los mismos, el mantenimiento de las instalaciones tanto como de las terminales como de los paraderos, talleres y encierros, los costos del sistema de prepago tanto instalación como mantenimiento, seguros, gastos financieros y crediticios entre otros. Los anteriores conceptos se desglosan y desmenuzan en el apartado C3 “Análisis de esquema financiero con apoyo federal”.

n. Fuentes de recursos

Los paraderos se consideran bajo una estructura financiera de PPS en este contexto los paraderos están proyectados de dos tipos el cerrado (6 dobles) que está proyectado con un nivel de confort (Aire acondicionado) en las zonas de máxima demanda y el paradero abierto (32 dobles) que es del tipo más convencional; la representación de participación bajo el citado esquema es que los paraderos cerrados sean construidos por los privados y sea recuperada la inversión con un porcentual de la tarifa y en el caso de los paraderos abiertos es también bajo el esquema de PPS con una fuente de repago de la verificación vehicular, respaldada con una garantía de pago del Gobierno del Estado y/o Municipio.

Tabla 3.7: Repartición de inversión en Infraestructura.

Resumen de Inversión solo Infraestructura		Simulación de Inversión	
CONCEPTO/AGENTE		Monto	% de Participación
Inversión FONADIN (Subvención)		\$317,358,774	46.28%
Inversión del gobierno bajo el esquema PPS(paraderos abiertos, CCO, Terminal)		\$271,850,493	39.65%
Inversión del gobierno bajo el esquema PPS (paraderos cerrados)		\$60,685,799	8.85%
Inversión Programada por Transportistas (Talleres)		\$35,775,182	5.22%
TOTAL		\$685,670,247	100.00%

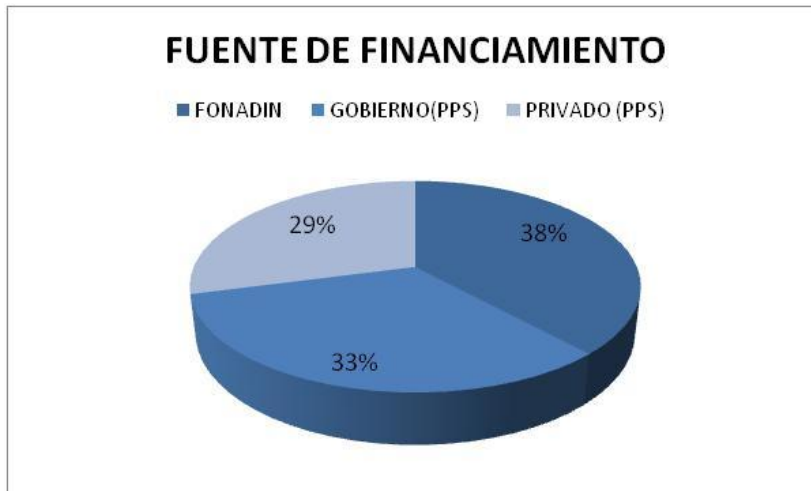
Fuente: LOGIT

DESCRIPCION DE LA INVERSION	FONADIN	ESTADO/MUNICIPIO	PRIVADO
INFRAESTRUCTURA			
CORREDOR	261,730,125		
TERMINAL SUR		60,307,104	
ESTRUCTURAL DE PLATAFORMAS	55,628,649		
PARADEROS ABIERTOS		172,617,383	
PARADEROS CERRADOS			60,685,799
CONSTRUCCION DE TALLERES Y ENCIERROS			35,775,182
ADQUISICION DE PREDIO PARA TERMINAL, TALLERES Y ENCIERROS		4,886,836	
TECNOLOGÍA			
CENTRO DE CONTROL OPERACIONAL		34,039,171	
ADQUISICION DE VEHÍCULO 34 mas reserva			90,100,000
SISTEMA DE BOLETAJE E INFORMACIÓN (TRONCALES)			31,000,000
SISTEMA DE BOLETAJE E INFORMACIÓN (ALIMENTADORAS)			24,220,542
SUB TOTAL	317,358,774	271,850,493	241,781,522
TOTAL (pesos)	830,990,789		

Tabla 3.8: Repartición de inversión Total.

ESQUEMA FIANANCIERO						
CONCEPTO	TOTAL	FONADIN	GOBIERNO(PPS)	PRIVADO (PPS)	CAPITAL RIESGO	CREDITO
Infraestructura	685,670,247	317,358,774	271,850,493	96,460,980	92,077,868	276,233,605
%		46%	40%	14%	25%	75%
Transportistas	90,100,000	0	0	90,100,000	22,525,000	67,575,000
Prepago	55,220,542	0	0	55,220,542	13,805,136	41,415,407
TOTAL	830,990,789	317,358,774	271,850,493	241,781,522	128,408,004	385,224,012
%	100%	38%	33%	29%	25%	75%

Figura 3.17: Fuentes de financiamiento



Fuente: LOGIT

o. Supuestos técnicos y socio-económicos

En la evaluación socioeconómica del proyecto intervienen en el análisis una serie de supuestos técnicos y socio-económicos que a pesar que todo es referenciado, analizado y determinado en base a estudios, el mismo modelo de evaluación requiere la toma e inclusión de estos supuestos.

Para ser más realistas a la hora de implementar el proyecto se tiene el supuesto que la construcción del corredor, el cual es en un periodo de 18 meses, a la hora de ingresar los montos en el flujo del análisis de Costo-Beneficio se toman en cuenta dos periodos de inversión. El año inicial con un 70% de la inversión total del proyecto seguidamente de un segundo periodo semestral completando el 30% restante. Así mismo, para el análisis financiero, se toma en cuenta que tanto los ingresos como los costos propios de ese primer semestre de operación sean estimados de manera parcial y no de forma plena. Con un tipo de cambio de \$12.5 pesos por dólar, bastante sobrevalorado, tomando en cuenta las fluctuaciones del mercado de divisas.

Otro supuesto radica en la definición porcentual de participación de los concesionarios la cual es determinada por un método lógico que muestra las proporciones y formas de contribución económica de las partes involucradas. Dicha participación se definió mediante tres variables fundamentales según su comportamiento actual determinado por estudios específicos actualizados, comparado con estudios anteriores:

- Flota vehicular: Determinada por los vehículos observados en operación de cada ruta participante en la Ruta Express
- Longitud (Km): Longitud de cada ruta participante y tramo recorrido sobre el itinerario de la Ruta Express.
- Demanda (pasajeros transportados): Demanda específica de la ruta y del tramo (ascenso y descenso) del corredor.

Dado lo anterior, se utiliza como supuesto técnico la utilización de la longitud (Km) como variable determinante en la participación futura. La demanda (pasajeros transportados) se queda como una posibilidad propuesta para el paso siguiente en el proyecto, cuando los otros corredores fueren implantados. Ver más detalle en el documento C6. "Modelo De participación de los concesionarios".

Para el cálculo de los costos de operación por Kilómetro se toman en cuenta tanto los costos fijos como los variables. Una vez calculados dichos costos, se hace el contraste analítico entre la situación actual y una situación con proyecto. Un supuesto que cabe recalcar sobre esta metodología, es que solo se toma en cuenta exclusivamente las longitudes recorridas por las rutas que conciernen al corredor troncal. En pocas palabras, el ahorro en costos de operación vehicular estimado en la evaluación Costo-beneficio es exclusivo del impacto del corredor. Ver más detalle en el documento C1.Capítulo 11.2 “costos de operación”.

Por último, en el cálculo de los tiempos de los usuarios se realiza el análisis, tanto en la situación con proyecto como en la situación actual, de todo el ciclo del viaje, esto corresponde a tiempos de espera, de ascenso y descenso, de pago, transbordo y de viaje. Sin embargo un supuesto utilizado en el análisis Costo-Beneficio es solo tomar en cuenta el tiempo de viaje y posteriormente hacer la monetización del mismo de acuerdo al salario actualmente vigente en la región de implementación. Aunque se registran ahorros en todos los componentes del ciclo, consideramos el tiempo de viaje el principal componente y parte medular en nuestro análisis. Ver más detalle en el documento C1.Capítulo 11.2 “ahorro para los usuarios en costos y tiempos de recorrido de los viajes”.

p. Infraestructura y proyectos afectados

Para efectos de este proyecto y del punto de vista técnico en transporte y vialidad, no será necesario hacer ninguna restructuración, modificación ni afectación a las estructuras ni proyectos existentes.

4. SITUACIÓN CON PROYECTO

La experiencia de los concesionarios y la autoridad en cuanto al incremento del uso del transporte colectivo, se ha reflejado recientemente en el incremento de la demanda debido a tres factores básicos

- a) Marcada renovación del parque vehicular
- b) Climatización de los vehículos de transporte
- c) Restructuración de rutas

La respuesta es positiva después de las acciones tomadas, aún con el incremento del pasaje en unidades con aire acondicionado (\$ 6.60 autobuses normales y \$9.50 autobuses con aire acondicionado) la demanda se incrementó relativamente, la respuesta de los usuarios independientemente del costo es un indicador de aceptación por el mejoramiento en la calidad del servicio, en este contexto la estrategia contempla incentivar el uso del transporte colectivo por varias razones:

- i) Las encuestas de preferencia declarada marcan una preferencia marcada al uso del transporte colectivo por los siguientes elementos:
 - Disminución de los tiempos de viaje, integración del sistema, mejoramiento en la calidad del servicio, por medio de paraderos y terminales de transferencia entre otros indicadores.
 - Se denota un cambio modal gradual de los usuarios del transporte privado con preferencia al transporte colectivo si se cumplen las condicionantes anteriores.
- ii) La estrategia del estudio y la política del Ayuntamiento a corto y mediano plazo de disminuir las rutas de taxis, pasándolas a conformar parte del sistema integral en beneficio de los usuarios y mayor rentabilidad para los concesionarios actuales.
- iii) La transferencia de usuarios del transporte de personal al transporte colectivo integrado, con la adopción e integración del sistema de prepago a los trabajadores principalmente de centros de trabajo (maquiladoras) localizadas en el trazo del primer corredor como beneficiarios directos del sistema y de forma indirecta con el resto del sistema.

Aunque el incremento de la demanda a lo largo del horizonte de proyecto es conservador, debido a que las tendencias históricas marcan un decremento relativo hacia el uso del transporte colectivo, los beneficios se traducen en la suma de los decrementos previstos más el incremento relativo estimado con base en los estudios realizados en la ciudad.

En la comparación de la flota en la situación actual con la situación propuesta se nota una reducción de flota de 155 (solo las que confluyen actualmente paralelas a lo que va a ser el corredor) a 84 (34 autobuses en la troncal y 50 en el sistema alimentador), sin embargo se reducen prioritariamente los kilómetros recorridos y aumenta el IPK. Los kilómetros recorrido en una situación sin proyecto es de 28,948, a 5,452 km/diarios sobre el corredor y 5,799 km/diarios de rutas alimentadoras para un total de 11,251 km/diarios. El IPK de la demanda evaluada de 59,189 viajes diarios en la situación actual es de 2.04, mientras que la situación con proyecto el micro sistema troncal arroja un IPK de 5.26.

En la situación propuesta se propone la operación de vehículos con la capacidad mínima de un autobús con capacidad de 38 asientos, para rutas alimentadoras, como actualmente se encuentran en operación, a excepción de la ruta propuesta como corredor troncal, ya que en esta se propone la utilización de vehículos de alta capacidad, (90 personas).

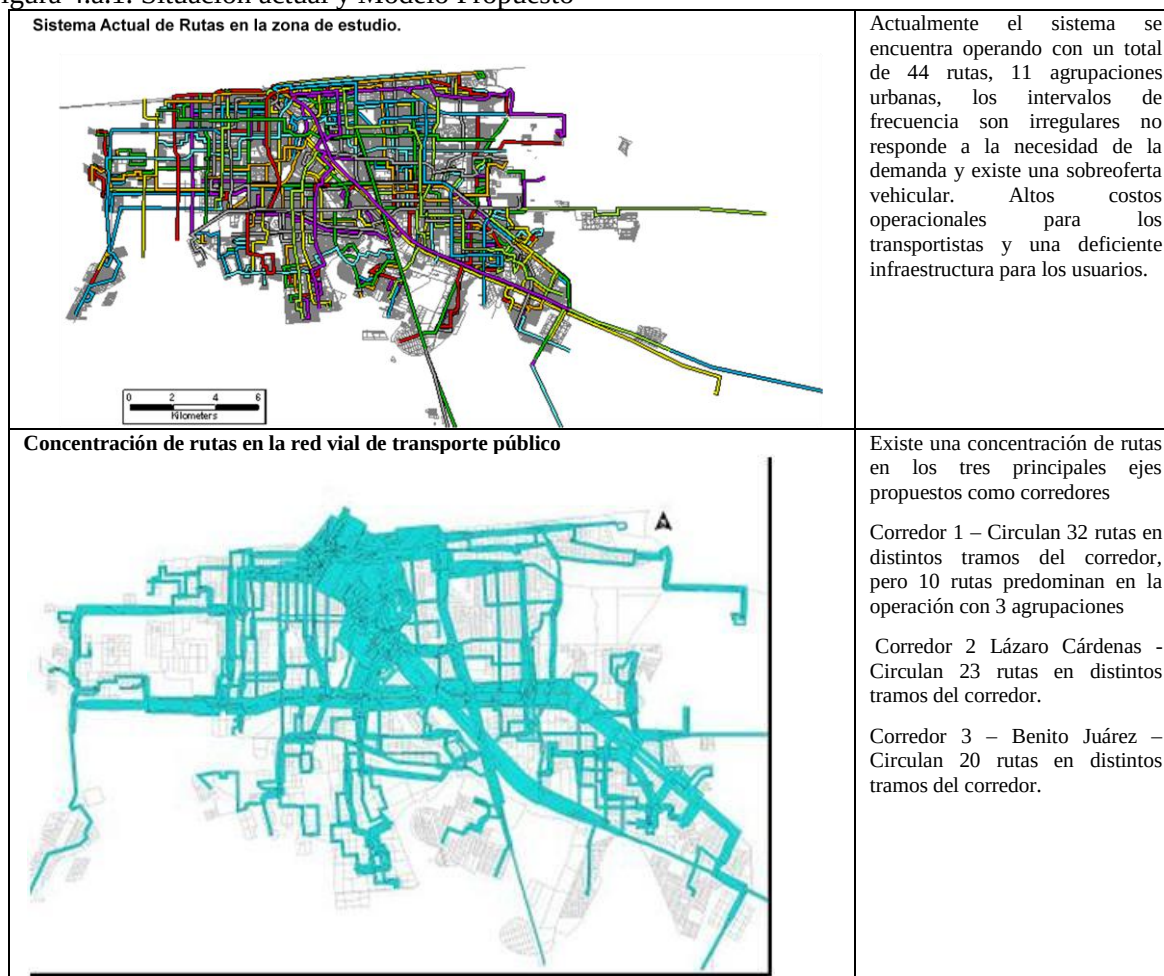
La demanda diaria de las rutas a participar en el proceso de restauración del corredor, se integra una demanda de **59,189** viajes diarios, distribuido el comportamiento de la demanda actual en demanda convertida a demanda de Troncal de 28,347 pasajeros, esta demanda era distribuida por las rutas que

serán reducidas en la longitud de su operación, convirtiéndose en demanda exclusiva en el corredor y una demanda compartida de 30,842, proveniente de las rutas alimentadoras un total de viajes de 13,844, llamada como demanda compartida aquella que utiliza alimentadora y transfiere a la troncal, y otra demanda proveniente de las rutas remanentes, aquellas que no tienen en esta primera etapa ninguna modificación, sin embargo que van a utilizar el corredor, y su demanda es de 16,997, para el total de 30,842 viajes que realizan transferencia en algún punto del corredor o en las propias terminales.

Actualmente existe un total de 44 rutas dentro del sistema de transporte público urbano de las cuales 30 de ellas tocan en diferentes proporciones el corredor propuesto, se pretende que aquellas rutas que operan actualmente más de 4 km sobre el corredor formen para de la restructuración principalmente por que la demanda que actualmente manejan estas en el corredor.

Dentro de estas 30 Rutas solo 10 se pretende que conformen el sistema tronco alimentador en 1 corredor como se muestra en la Figura 2.a.2 Rutas del sistema Tronco alimentador.

Figura 4.a.1. Situación actual y Modelo Propuesto



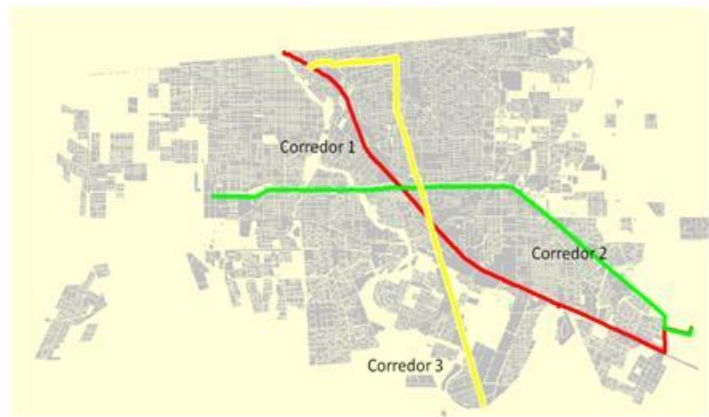
Modelo Operacional – Sistema Tronco alimentador.



Se pretende consolidar un sistema tronco alimentador de 3 corredores 18 rutas alimentadoras y 18 remanentes.

Con el objeto de no pulverizar la demanda en tantos vehículos operando, de distintas rutas y agrupaciones, integración de consorcios operacionales para reducción de costos.

Del universo de las todas las rutas la prioridad es la implantación en un futuro de los 3 corredores troncales y de participación de todas la rutas que actualmente y existen un grupo pequeño de rutas que no operan en ninguno de los corredores propuestos, por tal motivo serán rutas que operaran en el sistema sin ninguna integración a la conformación del sistema troncal funcionando con cambios mínimos en su operación (rutas Remanentes).



Planteamiento de 3 corredores troncales

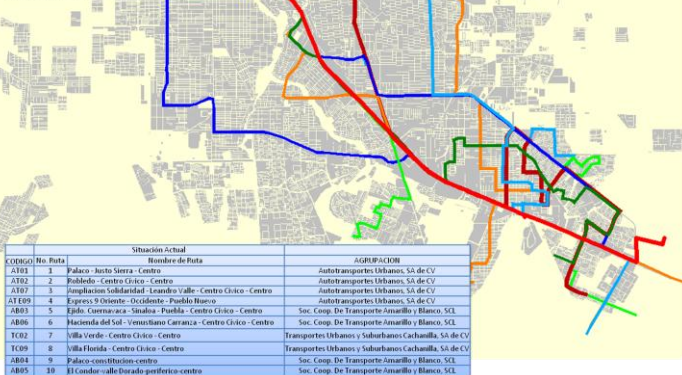
Corredor 1 – López Mateos – Gustavo Vidosola (Palaco) – 59,189 vpd

Corredor 2 Lázaro Cárdenas 51,864 vpd

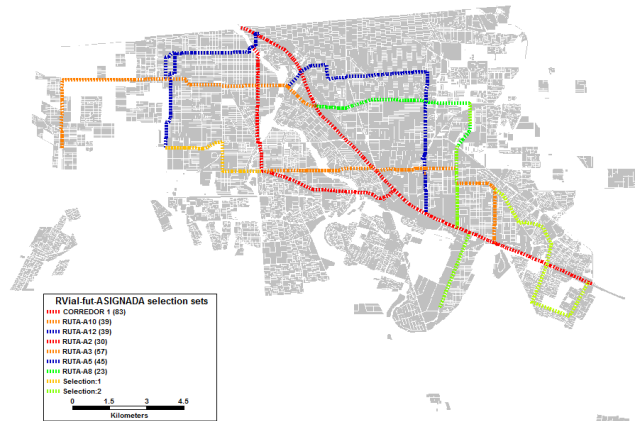
Corredor 3 – Benito Juárez – 32,034 vpd.

Del universo de 44 rutas urbanas en operación se seleccionaron 10 de estas para que operen en el micro sistema tronco alimentador compuesta por 3 agrupaciones.

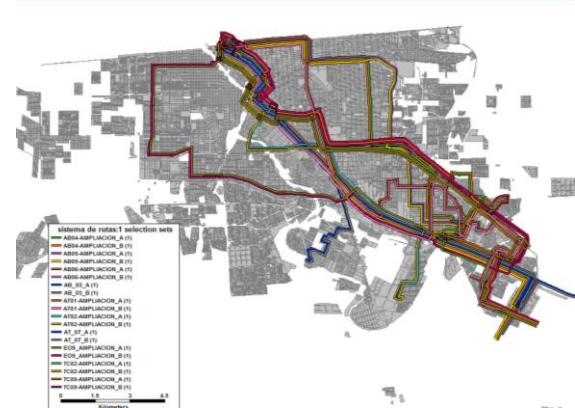
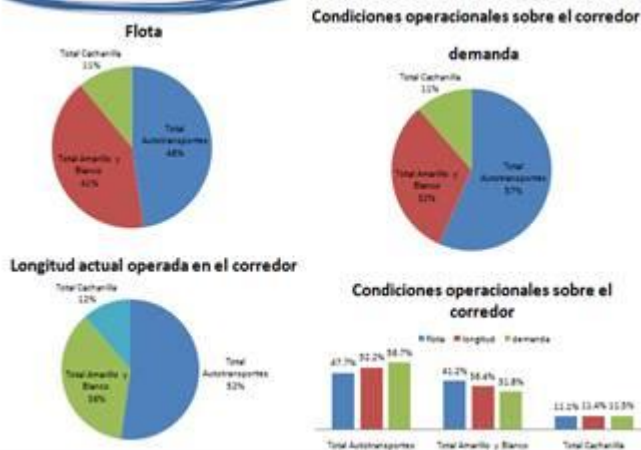
Rutas dentro del Corredor 1



Situación Actual

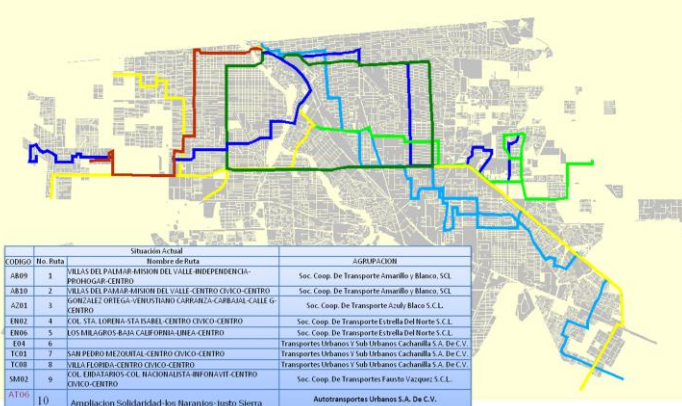


Situación Propuesta



Sobreoferta actual de rutas sobre el corredor (10 rutas seleccionadas), conformada por 3 agrupaciones para integrar el sistema.

Rutas dentro del Corredor 2



CORREDOR 2: Del universo de 44 rutas urbanas en operación se pretende seleccionar 12 de estas para que operen en el micro sistema tronco alimentador compuesta por 6 agrupaciones.





CORREDOR 3: Del universo de 44 rutas urbanas en operación se seleccionaron 10 de estas para que operen en el micro sistema tronco alimentador compuesta por 3 agrupaciones.



Dentro de estas 30 Rutas solo 10 se pretende conformar el sistema tronco alimentador en 1 corredor como se muestra en la Figura 2.a.2 Rutas del sistema Tronco alimentador.

Los derroteros y más detalles de las 10 rutas estudiadas se presentan en anexo 5 de dicho documento.

Tabla 4.1: Datos operacionales de rutas propuestas en el corredor²⁹

No. Ruta	Nombre de Ruta	Flota	Capacidad del autobús ³⁰	Horas de servicio	Frecuencia (Veh/h)	Tipo	Modalidad
Rutas Principales							
C1	CORREDOR 1	34	90	16	15	Rutas del sistema Troncal	Autobús
RA2	ALIMENTADORA 1	6	38	16	4		Autobús
RA3	ALIMENTADORA 2	8	38	16	4		Autobús
RA5	ALIMENTADORA 3	12	38	16	8		Autobús
RA8	ALIMENTADORA 4	6	38	16	4		Autobús
RA10	ALIMENTADORA 5	8	38	16	4		Autobús
RA12	ALIMENTADORA 6	10	38	16	6		Autobús
	SUBTOTAL SISTEMA TRONCAL	84			45		
Rutas Remanentes							
AB02	Col. Independencia - Pro-Hogar - Libertad - Centro	15	38	16	15		Autobús
AB09	Villas del Palmar - Col. Independencia - Col. Pro-Hogar - Centro	6	38	16	30		Autobús

²⁹ Cuadro Comparativo con la situación actual cuadro 2.1

³⁰ Asientos Ofertados, adicionalmente parados

AB10	Fracc. Villas del Palmar - Col. Independencia - Centro Cívico - Centro	13	38	16	15	Autobús
AM01	Ej. Xochimilco - Jardines del Lago - Bosque - Villahermosa	8	38	16	30	Autobús
AM04	Col. Voluntad - Lucio Blanco - Santa Mónica - Hosp. Centro	10	38	16	30	Autobús
AT08	Col. San Fernando - Reacomodo - Wisteria - Centro Cívico - Centro	14	38	16	7.5	Autobús
AZ01	González Ortega - Venustiano Carranza - Col. Carbajal - Calle "G" - Centro	12	38	16	30	Autobús
E03	Express Santa Cecilia - Insurgentes	16	38	16	10	Autobús
E06	Express Santorales - Centro	3	38	16	15	Autobús
EN01	División del Norte - Calle Uxmal - Centro Cívico - Col. Zacatecas	12	38	16	30	Autobús
EN02	Col. Santa Lorena - Santa Isabel - Centro Cívico - Centro	8	38	16	15	Autobús
EN04	San José - Centinela - Centro	6	38	16	30	Autobús
EN05	Virreyes - Santa Clara - Centro - Nacozeni	12	38	16	30	Autobús
EN07	Virreyes - Calle 11 - Centro	3	38	16	30	Autobús
EN09	Progreso - La Luna - Centro	11	38	16	10	Autobús
EN12	Colosio - Centro - Centro Cívico - Col. Zacatecas	15	38	16	10	Autobús
FA01	Col. Ricardo Flores Magón - Av. Reforma - Centro	16	38	16	30	Autobús
FA04	Col. Alamitos - Av. Brasil - Centro	10	38	16	15	Autobús
FV01	Fracc. Xochimilco - Col. Anáhuac - Centro Cívico - Centro. (calle E)	7	38	16	30	Autobús

Nueva	Portales - Centro	13	38	16	15		Autobús
SM02	Col. Ejidatarios - Col. Nacionalista - Infonavit - Centro Cívico - Centro	17	38	16	10		Autobús
TC01	Fracc. Villas del Colorado - San Pedro Mezquital - Centro Cívico - Centro	3	38	16	15		Autobús
TC05	Fracc. Villas del Rey - Centro Cívico - Col. Bella Vista - Centro	14	38	16	10		Autobús
TC08	Ejido. Puebla - Lázaro Cárdenas - Los Virreyes	21	38	16	6		Autobús
SUBURBANAS	SUBURBANAS	24	38	16	24		Autobús
	Datos de rutas remanentes	289			493		
	Datos Totales	373			537		

Fuente: LOGIT

Tabla 4.2: Demanda diaria de las rutas propuestas en el proyecto³¹

Sistema	Identificación		Demanda diaria (pasajeros)		
	No. Ruta	Nombre de Ruta	Exclusiva	Compartida	Total
Rutas Principales					
TRONCAL -ALIMENTADOR	C1	CORREDOR 1	28,347	30,842	59,189
	RA2	ALIMENTADORA 1	3,145	887	4,032
	RA3	ALIMENTADORA 2	3,457	2,621	6,078
	RA5	ALIMENTADORA 3	5,610	4,368	9,978
	RA8	ALIMENTADORA 4	1,192	972	2,164
	RA10	ALIMENTADORA 5	2,820	2,244	5,064
	RA12	ALIMENTADORA 6	3,520	2,753	6,273
		Demanda Total de Alimentadora	19,744	13,844	33,588
Rutas Remanentes					
RUTAS REMANENTES	AB02	Col. Independencia - Pro-Hogar - Libertad - Centro	4,482	870	5,351
	AB09	Villas del Palmar - Col. Independencia - Col. Pro-Hogar - Centro	2,396	266	2,662
	AB10	Fracc. Villas del Palmar - Col. Independencia - Centro Cívico - Centro	3,204	420	3,624

³¹ Cuadro comparativo de la situación actual cuadro 2.2

	AM01	Ej. Xochimilco - Jardines del Lago - Bosque - Villahermosa	3,621	402	4,023
	AM04	Col. Voluntad - Lucio Blanco - Santa Mónica - Hosp. Centro	2,175	440	2,615
	AT08	Col. San Fernando - Reacomodo - Wisteria - Centro Cívico - Centro	4,836	601	5,437
	AZ01	González Ortega - Venustiano Carranza - Col. Carbajal - Calle "G" - Centro	2,663	682	3,345
	E03	Express Santa Cecilia - Insurgentes	6,014	364	6,377
	E06	Express Santorales - Centro	3,046	214	3,260
	EN01	División del Norte - Calle Uxmal - Centro Cívico - Col. Zacatecas	1,493	166	1,659
	EN02	Col. Santa Lorena - Santa Isabel - Centro Cívico - Centro	2,871	472	3,343
	EN04	San José - Centinela - Centro	2,086	232	2,318
	EN05	Virreyes - Santa Clara - Centro - Nacozari	1,936	398	2,334
	EN07	Virreyes - Calle 11 - Centro	353	39	392
	EN09	Progreso - La Luna - Centro	4,524	503	5,026
	EN12	Colosio - Centro - Centro Cívico - Col. Zacatecas	4,617	344	4,961
	FA01	Col. Ricardo Flores Magón - Av. Reforma - Centro	2,501	278	2,779
	FA04	Col. Alamos - Av. Brasil - Centro	1,865	207	2,073
	FV01	Fracc. Xochimilco - Col. Anáhuac - Centro Cívico - Centro. (calle E)	3,057	340	3,396
	Nueva	Portales - Centro	4,165	550	4,715
	SM02	Col. Ejidatarios - Col. Nacionalista - Infonavit - Centro Cívico - Centro	4,405	609	5,014
	TC01	Fracc. Villas del Colorado - San Pedro Mezquital - Centro Cívico - Centro	934	104	1,037
	TC05	Fracc. Villas del Rey - Centro Cívico - Col. Bella Vista - Centro	5,395	619	6,014
	TC08	Ejido. Puebla - Lázaro Cárdenas - Los Virreyes	6474	3466	9,940
	SUBURBANAS	SUBURBANAS		4,414	4,414
Demanda Total de Remanentes			79,113	16,997	96,111
Demanda de Remanentes y Alimentadoras			98857	30842	129699
Demanda a evaluar	Demanda en Troncal		28,347	30,842	59,189

Fuente: LOGIT

Tabla 4.3: Parámetros Operacionales de Situación Propuesta– Rutas del sistema Tronco Alimentador³².

Identificación			Longitud diaria recorrida por la flota (km)	Demanda diaria	IPK
No. Ruta		Nombre de Ruta			
Rutas Principales					
C1		CORREDOR 1	5,452	59189	10.86

³² Cuadro comparativo con la situación actual Cuadro de la sección 2

RA2	ALIMENTADORA 1	657	4032	6.13
RA3	ALIMENTADORA 2	876	12480	6.94
RA5	ALIMENTADORA 3	1,375	20800	7.26
RA8	ALIMENTADORA 4	481	4416	4.50
RA10	ALIMENTADORA 5	1,017	10199	4.98
RA12	ALIMENTADORA 6	1,393	13060	4.50

Fuente: LOGIT

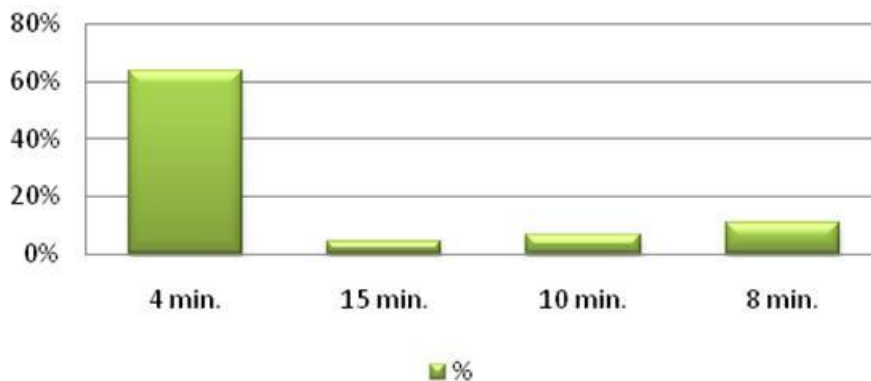
Con el presente proyecto se pretende garantizar las mismas condiciones para el tránsito general, pero con el beneficio de no interferencias con el transporte público, adicionalmente la reducción del número de vehículos para el transporte público, circulando en los carriles de tránsito general.

Comportamiento operacional corredor - Propuesto³³

Tiempo de espera

- La media del tiempo de espera en el corredor es de 4 minutos sin embargo el tiempo de espera en las rutas alimentadoras es mayor que la situación actual para reducir los costos operacionales atendiendo a las necesidades de demanda de cada una de las rutas. El tiempo de espera promedio máximo es de 15 minutos y el mínimo es de 8 minutos. El 64% de los pasajeros tienen un tiempo de espera promedio igual a 4 minutos, y el menos del 10% tiene un tiempo de espera de 8, 10 y 15 minutos.

Figura 4.1: Tiempos de espera actual corredor



Fuente: LOGIT

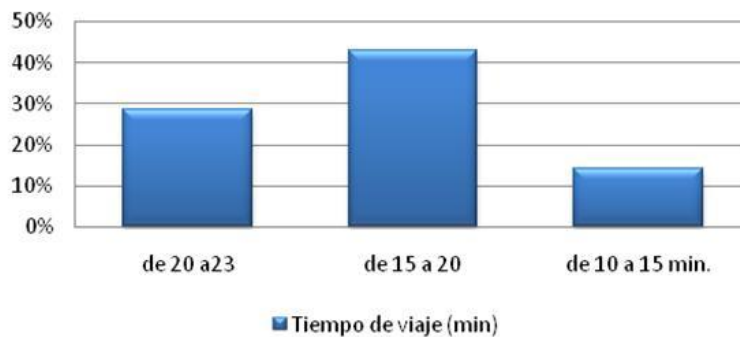
Tiempo de recorrido de rutas³⁴

- El tiempo de recorrido promedio de las rutas propuestas, el promedio de tiempo de viaje será de 17 minutos variando el 43% de estas va de 15 a 20 minutos, del 29% va desde 20 a 23 minutos y solo un 14% de 10 a 15 min., predominando tiempos de 15 a 20 minutos a diferencia de la situación actual que iban de 20 a 30 minutos.

³³ Datos comparativos con la situación actual del capítulo 2

³⁴ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; 3.-DIAGNOSTICO; .3.5.3. Diagnostico de Tránsito y Vialidad-Velocidades y Demoras de Transporte Público.

Figura 4.2: Tiempos de viaje

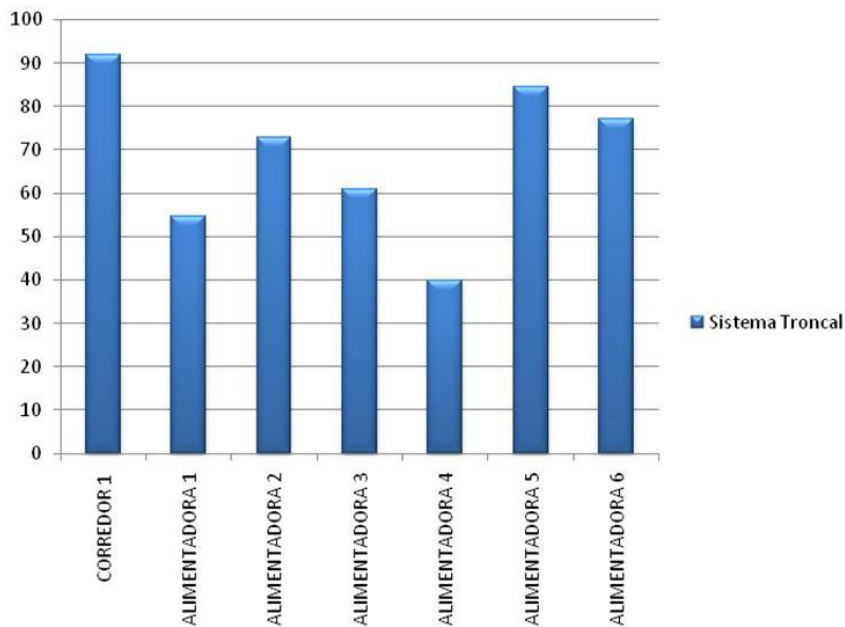


Fuente: LOGIT

Tiempo promedio del ciclo³⁵

- La rutas propuestas no sobrepasan más de 100 minutos en la operación total del ciclo comparativamente con las rutas actuales que todas ellas estaban por encima de los 100 minutos.

Figura 4.3: Tiempo del ciclo (Sistema Troncal)



Fuente: LOGIT

Figura 4.4: Datos operacionales y de tiempo sin proyecto y con proyecto

³⁵ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; 3.-DIAGNOSTICO; .3.5.3. Diagnostico de Tránsito y Vialidad-Velocidades y Demoras de Transporte Público.

CONCEPTO	UNIDADES	SITUACION	
		ACTUAL	PROPUESTO
CRECIMIENTO	%	0.14%	0.14%
KM RECORRIDOS DIARIOS TRONCAL			5,452
KM RECORRIDOS DIARIOS ALIMENTADORA	KM	28,948	5,799
DEMANDA	PAX/DIA	59,189	59,189
UNIDADES EN LA TRONCAL			34
UNIDADES EN ALIMENTADORA	u	155	50
% AUTOBUSES REUBICADOS	%		32%
TOTAL BUSES EN EL CORREDOR	u	155	84
CAPACIDAD POR AUTOBUS	PAX	50	90*
VELOCIDAD PROM	KM/HR	19	25
HRS. DE OPERACIÓN	HRS	16	16
KMAUTOBUS RECORRIDOS ANUALES POR EL CORREDOR	KM	60,511	51,954
CTO. OP. POR KM SIN PROYECTO OPT. ANUAL	\$/KM	17.83	14.84
COSTO TOTAL DE OP. ANUAL TRONCAL	\$		26,214,088
COSTO TOTAL DE OP. ANUAL ALIMENTADORA	\$	167,230,280	33,500,359
IPK DEL SISTEMA	PAX/KM	2.04	5.26
VELOCIDAD PROM	KM/HR	19	25
TIEMPO DE RECORRIDO POR PASAJERO (viaje)	MIN	22.47	7.98
VALOR DEL TIEMPO POR HR	\$	22.26	22.26
VALOR TOTAL ANUAL DEL TIEMPO	\$	47,584	13,915

Fuente: LOGIT

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

a) Método de análisis

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

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

La comparación de ambos escenarios implica el análisis de las relaciones entre la oferta y demanda de la infraestructura. La oferta se refiere a la infraestructura carretera que, para el caso de la situación sin proyecto, la constituyen las instalaciones existentes, mientras que en la situación con proyecto considera las modificaciones que se proponen realizar a aquéllas, o bien la realización de obras nuevas. La demanda se refiere a la estimación del tránsito probable tanto para la situación con y sin proyecto y de su posible evolución. El análisis toma en cuenta que la demanda y su evolución están condicionadas por la oferta disponible.

Otros insumos importantes para la evaluación económica del proyecto son los costos de operación vehicular y los montos de inversión correspondientes a la situación con y sin proyecto. Los costos de operación vehicular se refieren a los de los usuarios de la infraestructura y a los asociados con el valor del tiempo de los pasajeros, en las condiciones con y sin proyecto. Aún cuando es posible considerar otros costos exógenos asociados con los accidentes, con el ruido y con la degradación del medio ambiente, no existen datos cuantitativos confiables para hacerlo, por lo que no se han incluido en la evaluación que se presenta en este documento.

Con base en la información anterior, se estiman los beneficios económicos del proyecto mediante la resta de los costos asociados a la situación con proyecto menos los correspondientes a la situación sin proyecto. En otros términos, los beneficios económicos derivados de la puesta en operación de un proyecto de infraestructura carretera, cuantificables en términos monetarios, se derivan principalmente de dos fuentes: ahorros por menores costos de operación vehicular y ahorros por menores tiempos de recorrido de los usuarios.

Finalmente, en virtud de que los efectos del proyecto se manifiestan a lo largo de su vida útil, en este caso a 30 años, se generan flujos de beneficios y costos con diferente valor en el tiempo, por lo que, para hacer comparables los valores de dichos flujos, es necesario emplear una tasa de actualización que refleje las preferencias por el consumo inmediato o diferido. En este caso se utilizó una tasa de actualización del 12%, como ocurre generalmente en proyectos de infraestructura. La rentabilidad del proyecto se midió en términos de tres indicadores: el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI).

b) Evaluación Económica

b.1) Identificación, cuantificación y valoración de beneficios.

- a) Ahorro en tiempo de viaje de los usuarios
- b) Ahorro en costo de operación vehicular

- c) Ahorro por sustitución y renovación de flota sin proyecto y con proyecto
- d) Valor de rescate de la infraestructura

b.2) Ahorro en tiempo de viaje

Para la estimación de los beneficios por este concepto se requiere como primer insumo fundamental las velocidades a las que transitan los vehículos usuarios de la red de análisis y con ellas determinar los tiempos de recorrido en las situaciones con y sin proyecto. En el caso de la valoración sin proyecto, las velocidades para años futuros se van reduciendo a partir de su valor inicial, de acuerdo con el ritmo de crecimiento del tránsito.

El cambio en el gasto de tiempo es un componente importante en el análisis costo-beneficio de diversos proyectos de inversión, en particular de aquellos relacionados con el transporte, vialidad, salud, provisión de servicios. Gran parte de la literatura empírica sobre el valor del tiempo se relaciona con la estimación del valor del tiempo de viaje, que se refiere al valor del tiempo que se ahorra frecuentemente en un proyecto de transporte. Sin embargo, en diversos tipos de proyectos puede aparecer no sólo el tiempo que se ahorra, sino el tiempo que se consume a consecuencia de la realización del proyecto. En otros casos, puede tratarse de proyectos que reducen el tiempo de espera en una fila. El hecho de que los individuos estén dispuestos a pagar por evitar el tiempo que asignan a viajar o a esperar por un servicio manifiesta que el tiempo es un bien con valor (Boardman, 2001). La configuración del valor del tiempo de los usuarios que se empleó se muestra en la tabla 5a. Se toma en cuenta el salario de la región que en el caso de Mexicali corresponde a 57.45 pesos hora, por un factor de 3.1 entre las horas de trabajo promedio.

En este sentido el CEPEP recomienda realizar encuestas a los usuarios del transporte público, ya que el valor del tiempo varía según el área donde se realice el estudio. Bajo la misma línea se sugiere un valor de **3.1 veces** el salario mínimo por hora. El factor anteriormente mencionado resulta de realizar encuestas a una muestra de los usuarios de este modo de transporte. De tal suerte, que sea un promedio ponderado que considera no solo a la gente empleada, sino también a niños, amas de casa, estudiantes, desempleados, etc. Que aunque no perciben una remuneración monetaria, tienen un costo de oportunidad, según su profesión o simplemente una utilidad sobre el valor del tiempo.

El salario mínimo en el área de Baja California es considerado de tipo A el cual asciende a 57.47 por jornada laborada. Por lo que concluimos que si multiplicamos el salario por el factor de 3.1 considerado por el **CEPEP** en su **“Guía metodológica para la evaluación de proyectos de transporte masivo urbano”** (2009) y lo dividimos por 8 horas, que es lo que normalmente se contempla como jornada laboral, obtenemos un valor de **22.26 pesos** por hora.

Datos críticos del análisis de tiempo:

- Velocidad promedio SIN proyecto: **18 km/hr**
- Velocidad promedio CON proyecto: **25 Km/hr**
- Valor del tiempo en transporte público: **3.1 veces el salario min.**
- Salario mínimo Estado de B.C.: **\$57.45 Jornada**
- Valor social del tiempo transporte público Mexicali: **\$22.26**
- Ahorro en minutos: **8 minutos (de 33 a 25 minutos promedio viaje usuario)**

En las siguientes tablas se puede ver los cálculos de los tiempos, su monetización y la proyección en función del crecimiento de la demanda de los ahorros en los costos del tiempo en una situación actual contra una situación con proyecto. Para mayor detalle de la metodología para el cálculo de los indicadores de tiempo ver sección 11.1 “ahorros en tiempo” del documento C.

Tabla 5.1: Indicadores de tiempo para cálculo de ahorros a lo largo del horizonte del proyecto:

	SIN PROYECTO	OPTIMIZADA	CON PROYECTO
Velocidades promedio (Km/h)	18.4	19.4	25
Tiempo recorrido ponderado(min)	35.4	33.5	25.2
Tiempo recorrido (hr)	0.59	0.56	0.42
Ahorro total horas	34,917	33,090	24,869
Factor tiempo monetizado	22.3	22.3	22.3
Valor total anual (\$)	251,850,436	238,676,594	179,374,670
Ahorro (\$)		13,173,842	59,301,924

Fuente: LOGIT

Los anteriores datos se obtuvieron del siguiente análisis, ponderando según la demanda los tiempos de viaje en corredor, en las alimentadoras y en las rutas remanentes ruta por ruta.

SITUACION CON PROYECTO				
SIST. TRONCO-ALIMENTADOR	tiempo promedio de viaje (min)	velocidades	km promedio pasajero	Demanda total
CORREDOR 1	22.8	25	9.5	28,347
ALIMENTADORA 1	14.4	25	6.0	887
ALIMENTADORA 2	18.0	25	7.5	2,621
ALIMENTADORA 3	15.4	25	6.4	4,368
ALIMENTADORA 4	9.6	25	4.0	972
ALIMENTADORA 5	21.1	25	8.8	2,244
ALIMENTADORA 6	19.2	25	8.0	2,753
	17.2	25	7.2	42,191
				16,997
				59,189

Rutas Remanentes		tiempo promedio de viaje (min)	velocidades	km promedio pasajero	Demanda rutas remanentes
1	Col. Independencia - Pro-Hogar - Libertad - Centro	26	25	11.0	870
2	Villas del Palmar - Col.	18	25	7.6	266

	Independencia - Col. Pro-Hogar - Centro				
3	Fracc. Villas del Palmar - Col. Independencia - Centro Cívico - Centro	21	25	8.6	420
4	Ej. Xochimilco - Jardines del Lago - Bosque - Villahermosa	23	25	9.6	402
5	Col. Voluntad - Lucio Blanco - Santa Mónica - Hosp. Centro	25	25	10.6	440
6	Col. San Fernando - Reacomodo - Wisteria - Centro Cívico - Centro	28	25	11.6	601
7	González Ortega - Venustiano Carranza - Col. Carbajal - Calle "G" - Centro	30	25	12.6	682
8	Express Santa Cecilia - Insurgentes	33	25	13.6	364
9	Express Santorales - Centro	35	25	14.6	214
10	División del Norte - Calle Uxmal - Centro Cívico - Col. Zacatecas	37	25	15.6	166
11	Col. Santa Lorena - Santa Isabel - Centro Cívico - Centro	40	25	16.6	472
12	San José - Centinela - Centro	42	25	17.6	232
13	Virreyes - Santa Clara - Centro - Nacozari	45	25	18.6	398
14	Virreyes - Calle 11 - Centro	47	25	19.6	39
15	Progreso - La Luna - Centro	49	25	20.6	503
16	Colosio - Centro - Centro Cívico - Col. Zacatecas	52	25	21.6	344
17	Col. Ricardo Flores Magón - Av. Reforma - Centro	54	25	22.6	278
18	Col. Alamitos - Av. Brasil - Centro	57	25	23.6	207
19	Fracc. Xochimilco - Col. Anáhuac - Centro Cívico - Centro. (calle E)	59	25	24.6	340
20	Portales - Centro	61	25	25.6	550
21	Col. Ejidatarios - Col. Nacionalista - Infonavit - Centro Cívico - Centro	64	25	26.6	609
22	Fracc. Villas del Colorado - San Pedro Mezquital - Centro Cívico - Centro	66	25	27.6	104
23	Fracc. Villas del Rey - Centro Cívico - Col. Bella Vista - Centro	69	25	28.6	619
24	Ejido. Puebla - Lázaro Cárdenas - Los Virreyes	71	25	29.6	3466
25	suburbanas	73	25	30.6	4414
		45	25	18.8	16,997

En la siguiente tabla se observa paso a paso como se llega a un monto ahorrado de manera anual en los tiempos. Y como este saldo se va incrementando debido al crecimiento de kilómetros recorridos por parte de la flota en una situación sin proyecto, producto de la saturación y el incremento de rutas, obtenemos ahorros monetarios significativos.

Tabla 5.2: Calculo de los ahorros de tiempo monetizados:

AÑO	Ahorros Tiempo (hra)	Demanda/Día	Ahorro (Hrs)/Día	Ahorro/Día (\$)	Costo tiempo anualizado CON proyecto	Ahorro/Anual Monetizado
0	0.14	59,189	8,222	183,031	179,374,670	59,301,924
1	0.14	59,270	8,244	183,533	179,867,130	59,464,733
2	0.14	59,351	8,267	184,036	180,360,265	59,627,766
3	0.14	59,432	8,290	184,540	180,854,076	59,791,021
4	0.14	59,513	8,312	185,045	181,348,561	59,954,500
5	0.14	59,594	8,335	185,550	181,843,721	60,118,202
6	0.14	59,676	8,358	186,056	182,339,557	60,282,127
7	0.14	59,757	8,380	186,563	182,836,068	60,446,275
8	0.14	59,838	8,403	187,070	183,333,253	60,610,646
9	0.14	59,919	8,426	187,578	183,831,114	60,775,241
10	0.14	60,000	8,449	188,087	184,329,650	60,940,059
11	0.14	60,081	8,472	188,596	184,828,861	61,105,100
12	0.14	60,162	8,495	189,106	185,328,747	61,270,364
13	0.14	60,243	8,518	189,617	185,829,308	61,435,851
14	0.14	60,324	8,541	190,128	186,330,545	61,601,562
15	0.14	60,405	8,564	190,640	186,832,456	61,767,496
16	0.14	60,487	8,587	191,153	187,335,042	61,933,652
17	0.14	60,568	8,610	191,667	187,838,304	62,100,033
18	0.14	60,649	8,633	192,181	188,342,240	62,266,636
19	0.14	60,730	8,656	192,696	188,846,852	62,433,462
20	0.14	60,811	8,679	193,211	189,352,139	62,600,512
21	0.14	60,892	8,702	193,728	189,858,438	62,767,896
22	0.14	60,973	8,725	194,246	190,365,752	62,935,616
23	0.14	61,055	8,749	194,764	190,874,082	63,103,672
24	0.14	61,136	8,772	195,284	191,383,431	63,272,064
25	0.14	61,218	8,796	195,805	191,893,799	63,440,794
26	0.14	61,300	8,819	196,327	192,405,189	63,609,862
27	0.14	61,382	8,842	196,850	192,917,603	63,779,267
28	0.14	61,464	8,866	197,373	193,431,042	63,949,012
29	0.14	61,546	8,890	197,898	193,945,508	64,119,097
30	0.14	61,628	8,913	198,424	194,461,003	64,289,521

Fuente: LOGIT

Los beneficios anuales por ahorro en tiempo de viaje se obtienen con la diferencia de los costos por tiempo de viaje para cada situación, sin y con proyecto. Se calculan los beneficios por ahorro en tiempo de viaje año por año para los 30 años del horizonte del proyecto.

b.3) Ahorro en costos de operación vehicular

Se realizó un análisis, con base a estudios de campo, tomando en cuenta los insumos básicos de utilización en unidades urbanas, así como el medio en el que operarían. Estos insumos se registran mediante el cálculo de costos variables como neumáticos, lubricantes y energéticos; y costos fijos como seguros, gastos en salarios y administrativos entre otros. (ver más detalle en el capítulo 11.2 del documento C)

Para la situación actual se consideró una calidad de la superficie de rodamiento correspondiente a la meta del promedio nacional de la red federal de carreteras, así como la eliminación de los reductores de velocidad, y un señalamiento horizontal y vertical en buen estado.

Los beneficios anuales por este concepto se obtienen con la resta de los costos de operación vehicular anuales totales de la situación sin proyecto menos los correspondientes a la situación con proyecto, año por año para el horizonte del proyecto. El costo por Kilometro resultante sin proyecto es de \$16.2 pesos por Km a diferencia de una situación con proyecto donde los vehículos son nuevos y más eficientes tanto en sus costos variables como costos fijos, arrojando como costo por km \$14.84 pesos.

COSTO POR KM SIN PROYECTO	\$17.83
COSTO POR KM SITUACION OPTIMIZADA	\$16.20
COSTO POR KM CON PROYECTO	\$14.84

La longitud recorrida diaria por toda la flota en una situación sin proyecto es de 28,110 km. Se toma en cuenta la longitud recorrida solo y exclusivamente del tramo que confluye en la troncal propuesta. La situación con proyecto, dada la estructuración de rutas, las frecuencias equilibradas con la demanda, las velocidades, entre otros factores, nos da como resultado para el primer año de evaluación 11,251 km de recorrido por toda la flota de manera diaria.

Anualizando los costos por 324 días de operación, se puede observar en la siguiente tabla la diferencia que existe desde el primer año en los costos de operación. La brecha año con año se va enfatizando debido a que en una situación con proyecto se contempla la adquisición y renovación de vehículos según la demanda lo requiera, mientras que actualmente es necesario mayor cantidad de unidades para estar en equilibrio.

Tabla 5.3: Comparativo de costos de operación de manera anual por la flota:

SITUACIÓN SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO	AHORRO OPERACIÓN ANUAL
Costo de Operación por Recorrido anual de la Flota	Costo de Operación por Recorrido anual de la Flota	
147,566,316	54,110,473	93,455,843
148,699,107	54,110,473	94,588,634
149,831,898	54,110,473	95,721,425
150,964,690	54,110,473	96,854,216
152,097,481	54,110,473	97,987,008
153,230,272	54,110,473	99,119,799
154,363,063	54,110,473	100,252,590
155,495,854	54,110,473	101,385,381
156,628,646	54,110,473	102,518,172
157,761,437	54,110,473	103,650,964
158,894,228	54,110,473	104,783,755
160,027,019	54,110,473	105,916,546
161,159,810	54,110,473	107,049,337
162,292,602	54,110,473	108,182,128
163,425,393	54,110,473	109,314,920
164,558,184	54,110,473	110,447,711
165,690,975	54,110,473	111,580,502
166,823,766	54,110,473	112,713,293
167,956,558	54,110,473	113,846,084
169,089,349	54,110,473	114,978,876
170,222,140	54,110,473	116,111,667
171,354,931	54,110,473	117,244,458
172,487,722	54,110,473	118,377,249
173,620,514	54,110,473	119,510,040
174,753,305	54,110,473	120,642,832
175,886,096	54,110,473	121,775,623
177,018,887	54,110,473	122,908,414
178,151,679	54,110,473	124,041,205
179,284,470	54,110,473	125,173,996
180,417,261	54,110,473	126,306,788
181,550,052	54,110,473	127,439,579

Fuente: LOGIT

Ahorro por sustitución y renovación de flota sin proyecto y con proyecto (liberación de recursos)

Además de representar el costo que se refiere a la reinversión por vida útil y aumento de demanda de la situación con proyecto se debe dimensionar también en una situación actual conforme a la tasa de motorización y la congestión cuanto vehículos y a que costo se utilizaran a lo largo del horizonte de evaluación. Para esto se considera el valor actual de los vehículos, y un valor de venta una vez haya concluido su vida útil, lo que es conocido como un valor de rescate tomado en 15%.

Posterior a lo anterior se hace una comparación de la situación sin proyecto con la situación con proyecto, el saldo que resulta de este comparativo es un ahorro por el costo de reinversión de los autobuses que operan actualmente. En dado caso que no se realizara el proyecto como los costos de reinversión se seguirán presentando, cada determinado tiempo.

En el siguiente cuadro se muestra la comparación entre situaciones, arrojando saldos positivos en un flujo neto, en los años que se presentan reinversiones de material rodante en la situación sin proyecto.

AÑO	CONCEPTO	MONTO NETO
0	Compra inicial (34 troncal)	-119,340,000
1		
2		
3		
4		
5	Reinversión (155 autobuses)	105,400,000
6		
7		
8		
9		
10		
11	Reinversión (36 Troncal)	-108,459,000
12		
13		
14		
15	Reinversión (157 autobuses)	107,000,000
16		
17		
18		
19		
20		
21	Reinversión (46 Troncal)	-142,506,000
22		
23		
24		
25	Reinversión (160 autobuses)	109,160,000
26		
27		
28		
29		
30	Reinversión (48 Troncal)	24,050,520

Fuente: LOGIT

Valor de rescate

Este valor de rescate no es más que un valor porcentual sobre el monto de inversión inicial en cuanto a infraestructura se refiere. El monto resultante se añade al flujo del horizonte del proyecto, dando como supuesto que solo un 15% del valor inicial de la infraestructura es aprovechado en términos monetarios al finalizar los 30 años de vida del proyecto y su estimación.

c) Resultados del Análisis Costo y Beneficio

Descripción general del Modelo

El objetivo general del modelo es de medir los Beneficios y Costos sociales y económicos del sistema a implementar a partir de una comparación de la situación sin proyecto vs. Una situación con proyecto sobre un periodo de 30 años con el cálculo de indicadores de rentabilidad social.

Los indicadores de beneficio social son los indicadores clásicos de valor actualizado que encontramos en estudios de rentabilidad de proyectos:

B/C: Beneficio/Costo

VAN: Valor actual neto

TIR: Tasa Interna de Retorno

TRI: Rentabilidad inmediata (año 1)

Principales hipótesis

- Cálculos en precios constantes
- Tasa de cambio 1 \$US = 12.5pesos
- Tasa de actualización real de 12% sobre 30 años para el cálculo de los indicadores financieros
- 16 horas de operación (4 pico; 12 valle)
- 324 días de operación por año

Flujo de Costo en el horizonte del Proyecto

AÑO	INVERSIÓN**	SISTEMA DE PREPAGO***	INVERSION AUTOBUSES***	COSTOS MANTENIMIENTO	COSTO DESVIO MOLESTIAS	COSTOS Totales
0	-479,969,173				-11,459,784	-491,428,957
1	-205,701,074	-55,220,542	-90,100,000		-11,459,784	-362,481,400
2				-1,224,000		-1,224,000
3				-1,224,000		-1,224,000
4				-5,304,000		-5,304,000
5				-1,224,000		-1,224,000
6				-1,224,000		-1,224,000
7				-1,224,000		-1,224,000
8				-15,504,000		-15,504,000
9				-1,224,000		-1,224,000
10				-1,224,000		-1,224,000
11			-87,185,000	-1,224,000		-88,409,000
12				-5,304,000		-5,304,000
13				-1,224,000		-1,224,000
14				-1,224,000		-1,224,000

15				-1,224,000		-1,224,000
16				-42,024,000	-23,391,711	-65,415,711
17				-1,224,000		-1,224,000
18				-1,224,000		-1,224,000
19				-1,224,000		-1,224,000
20				-5,304,000		-5,304,000
21			-133,295,000	-1,224,000		-134,519,000
22				-1,224,000		-1,224,000
23				-1,224,000		-1,224,000
24				-15,504,000		-15,504,000
25				-1,224,000		-1,224,000
26				-1,224,000		-1,224,000
27				-1,224,000		-1,224,000
28				-5,304,000		-5,304,000
29				-1,224,000		-1,224,000
30			-110,240,000	-1,224,000		-111,464,000
TOTAL	-685,670,247	-55,220,542	-420,820,000	-121,176,000		-1,329,198,068

Fuente: LOGIT

Flujo de Beneficios en el horizonte del Proyecto

AÑO	AHORROS OPERACIÓN	AHORROS TIEMPO	AHORROS TOTALES	VALOR DE RESCATE	LIBERACION DE RECURSOS	BENEFICIOS Totales
0						
1						
2	95,721,425	59,627,766	155,349,191			155,349,191
3	96,854,216	59,791,021	156,645,237			156,645,237
4	97,987,008	59,954,500	157,941,507			157,941,507
5	99,119,799	60,118,202	159,238,000		105,400,000	264,638,000
6	100,252,590	60,282,127	160,534,717			160,534,717
7	101,385,381	60,446,275	161,831,656			161,831,656
8	102,518,172	60,610,646	163,128,819			163,128,819
9	103,650,964	60,775,241	164,426,205			164,426,205
10	104,783,755	60,940,059	165,723,814			165,723,814
11	105,916,546	61,105,100	167,021,646			167,021,646
12	107,049,337	61,270,364	168,319,701			168,319,701
13	108,182,128	61,435,851	169,617,980			169,617,980
14	109,314,920	61,601,562	170,916,481			170,916,481
15	110,447,711	61,767,496	172,215,206		107,000,000	279,215,206
16	111,580,502	61,933,652	173,514,154			173,514,154
17	112,713,293	62,100,033	174,813,326			174,813,326
18	113,846,084	62,266,636	176,112,720			176,112,720
19	114,978,876	62,433,462	177,412,338			177,412,338
20	116,111,667	62,600,512	178,712,179			178,712,179
21	117,244,458	62,767,896	180,012,354			180,012,354

22	118,377,249	62,935,616	181,312,865			181,312,865
23	119,510,040	63,103,672	182,613,712			182,613,712
24	120,642,832	63,272,064	183,914,896			183,914,896
25	121,775,623	63,440,794	185,216,417		109,160,000	294,376,417
26	122,908,414	63,609,862	186,518,276			186,518,276
27	124,041,205	63,779,267	187,820,473			187,820,473
28	125,173,996	63,949,012	189,123,009			189,123,009
29	126,306,788	64,119,097	190,425,884			190,425,884
30	127,439,579	64,289,521	191,729,100	102,850,537		294,579,637
TOTAL	3,235,834,559	1,796,327,305	5,032,161,864	102,850,537	321,560,000	5,456,572,401

Flujo de saldos e indicadores en el horizonte del Proyecto

AÑO	SALDO	VPN (MDP)	TIR (%)
0	-491,428,957		
1	-362,481,400	-815,073,064	
2	154,125,191	-692,205,406	
3	155,421,237	-581,579,639	#¡NUM!
4	152,637,507	-484,575,743	-20.9%
5	263,414,000	-335,107,565	-4.8%
6	159,310,717	-254,395,798	1.0%
7	160,607,656	-181,745,051	5.1%
8	147,624,819	-122,121,863	7.8%
9	163,202,205	-63,269,512	10.0%
10	164,499,814	-10,304,974	11.7%
11	78,612,646	12,294,283	12.3%
12	163,015,701	54,136,353	13.4%
13	168,393,980	92,727,907	14.2%
14	169,692,481	127,450,351	14.8%
15	277,991,206	178,238,305	15.7%
16	108,098,444	195,871,503	15.9%
17	173,589,326	221,153,806	16.2%
18	174,888,720	243,896,263	16.5%
19	176,188,338	264,352,923	16.7%
20	173,408,179	282,329,588	16.9%
21	45,493,354	286,540,435	16.9%
22	180,088,865	301,423,431	17.1%
23	181,389,712	314,807,807	17.2%
24	168,410,896	325,903,071	17.2%
25	293,152,417	343,147,266	17.4%
26	185,294,276	352,879,071	17.4%
27	186,596,473	361,629,248	17.5%
28	183,819,009	369,325,615	17.5%

29	189,201,884	376,398,601	17.5%
30	183,115,637	382,510,621	17.6%
TOTAL	4,127,374,334	382,510,621	17.58%

Indicadores Socio-Económicos

B/C	4.11
VPN	382,510,621
TIR	17.58%
TRI	15.07%

Fuente: LOGIT

Con base en estos indicadores, se observa que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico y social, pues genera la utilidad necesaria, durante 30 años, en comparación con el monto de la inversión, con una tasa de descuento del 12 %. La Tasa de Interna de Retorno es de 23 % y obedece a que los ahorros en tiempo, operación y reposición vehicular son mayores que los costos producto de la inversión a lo largo del tiempo de evaluación.

6.- ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS

Con el propósito de identificar los efectos que ocasionaría la modificación de las variables relevantes sobre los indicadores de rentabilidad del proyecto, se efectuaron análisis de sensibilidad para las 3 situaciones pesimistas así como un cuarto escenario que considera la combinación de los anteriores:

1. Inversión total más 25%;
2. Beneficios de ahorros de costos de operadores y de ahorro de tiempo de viaje de los usuarios de menos 25%;
3. Aumento de los costos de mantenimiento en 25%.

Como se puede observar en cualquiera de los escenarios, incluso en el más pesimista de ellos, donde conjuntamos los tres los indicadores son aceptables y mayores a la tasa de descuento social utilizada en el modelo Costo Beneficio.

1- Inversión total + 25%

Incrementos por cuestiones inflacionarias de los precios en insumos primarios elevando así los costos de inversión. Se lleva al caso extremo de que dichos costos se eleven hasta un 25% del valor consensado para este análisis. Se aplica este crecimiento a los dos periodos que se tiene previsto que tome el periodo de construcción e implementación del sistema.

B/C	3.7
VPN	217,461,144
TIR	14.7%
TRI	12.5%

Fuente: LOGIT

2- Beneficios (Ahorros operadores y tiempo de usuarios) – 25%

Se prevé una disminución de los ahorros compuesto por los saldos de los costos de operación y de tiempo monetizado, CON y SIN proyecto. Esto debido, por un lado a incrementos en los costos de operación por kilómetro o incluso por aumentos de longitudes recorridas producto de la no renovación vehicular. El escenario comprobado estipula una disminución de los ahorros en un 25% en comparación del escenario base.

B/C	3.2
VPN	87,601,832
TIR	13.3%
TRI	11.3%

Fuente: LOGIT

3-

4- Aumento de los costos de Mantenimiento

En el transcurso de operación del proyecto se considera un costo para el mantenimiento del material de construcción para la troncal con sus respectivos periodos de reconstrucción parcial y total. Dichos costos pueden incrementarse debido al aumento de insumos prioritarios en los materiales,

condiciones físicas del clima y el uso que se le da a la vialidad. Por tales motivos se prevé un aumento del 25% en los costos del mantenimiento.

B/C	4.01
VPN	375,919,562
TIR	17.49%
TRI	15.04%

Fuente: LOGIT

5- Combinación de escenarios: Inversión + 25%; Ahorros – 25%; aumento 25% costos mantenimiento

Finalmente se hace un análisis de la conjunción de los tres anteriores escenarios, llegando así a un escenario extremo de riesgo, donde se incrementa 25% los costos del mantenimiento de la vialidad, la inversión aumenta en un 25% sus costos y los ahorros se ven mermados en un 25%. Se calculan los indicadores correspondientes arrojando como resultado una considerable pérdida de rentabilidad del proyecto, demostrando así la sensibilidad que tiene el mismo con respecto a posibles riesgos aunados y conjuntados al mismo tiempo.

B/C	2.76
VPN	(84,038,704)
TIR	10.90%
TRI	9.34%

Fuente: LOGIT

7.- CONCLUSIONES

Los resultados de la evaluación económica indican que el proyecto es económicamente rentable, pues permitirá ofrecer beneficios significativos debidos a ahorros en costos de operación y reducción en tiempos de recorrido, los cuales son superiores a los costos de inversión y conservación necesarios a lo largo de la vida útil del proyecto.

Con la construcción del carril confinado, se permitirá mejorar las condiciones de circulación del tránsito local y en mayor medida del tránsito de largo itinerario, y estimulará el desarrollo económico de la región, al contar con una comunicación de mejores características, que eleve la seguridad y permita hacer más eficiente el transporte público urbano.

En síntesis, con la construcción del corredor publico de transporte de la Ciudad de Mexicali, la operación del tránsito se verá beneficiada en los siguientes aspectos:

- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los costos de operación en los diferentes tipos de vehículos.
- Agilizar el tránsito local de la Ciudad de Mexicali.
- Operación más segura para los usuarios al reducirse significativamente la posibilidad de accidentes.

Por lo anterior, se recomienda la construcción del corredor de transporte público urbano con los alcances planteados en este informe.

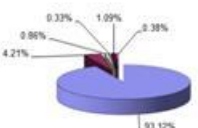
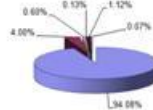
ANEXOS

Anexo 1. Detalle de los estudios de Oferta y Demanda

Modelos	Vialidad	Oferta	Demanda
Planeación Softwares	Transcad* HCS TRANSMODELER	TRANSCAD	TRANSCAD
Acopio (Estudios Realizados)	Red Vial –Secciones, Tipo De Pavimento , Condiciones Estacionamiento No De Carriles	Oferta - Numero De Rutas - Caracterización De La Flota - Levantamiento De Derroteros - Frecuencia De Paso - Horarios Del Servicio En Operación - Verificación De La Tarifa En El Servicio	Demanda - Encuesta Origen–Destino A Bordo De Las Unidades, Así Como Una Encuesta Realizada En 2008³⁶ - Ocupación Visual - Ascenso Y Descenso - Inventario De Empresas - Inventario De La Flota En Servicio
elementos (Principales Diagnostico obtenidos)	Resultados Velocidad del transporte público Demoras y causas de demoras en transporte público Velocidad del tránsito general en las principales vialidades de las áreas de influencia de los corredores (período pico y valle). Cuantificación de demoras y principales causas de las mismas para el tránsito general Niveles de servicio en las principales vialidades. Información para la evaluación económica del sistema.	Condiciones operacionales de las rutas. - Longitud de Ruta - Velocidad Operacional - Intervalo de frecuencia - Índice de Rotación - Ascensos y descenso - Cargamento	Caracterización de la demanda - Pares viales - Factores de expansión de la Demanda - Motivos de Viajes - Frecuencia - Transbordos - Tiempo de Viaje - Frecuencia
Estrategias	Estrategias Operacionales Funcionales Infraestructura	- Estrategia de selección del corredor - Dimensionamiento de Ruta Troncal y Alimentadoras en relación a la demanda - Determinación de intervalos de frecuencia - Selección Modal	- Ubicación de los paraderos con respecto a la demanda - Satisfacción de los deseo de viajes - Disminución de transbordos - Disminución de costo en el pasaje

³⁶ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; PRONOSTICO; Anexos de pronósticos, Anexo 1 Encuesta OD a bordo de las unidades 2009.

Figura 2.d.3. Estudio realizados en materia de tránsito y vialidad - 2009.

Acopio (Estudios Realizados)																																		
Red Vial –Secciones, Tipo De Pavimento , Condiciones Estacionamiento No De Carriles Velocidad y demora Estudios de Cola Levantamiento de Semáforos Estudio Topográfico del Corredor	Levantamiento Topográfico Aforos Vehiculares 	Seccion Tipo Blvr López Mateos 																																
Blvd. Lopez Mateos entre James W. Stone y Alfareros (Plaza Mundo Divertido).	AFOROS DE TRÁNSITO ESTACIÓN MAESTRA Ubicación: Adolfo Lopez Mateos y Calle Sur Alvarador: Alejandra Ayala / Laura Ruiz Estación: 1 Fecha: 30-sep-08 Sentido: Norte-Sur 16 HRS <table><thead><tr><th>Categorías</th><th>TOTAL</th></tr></thead><tbody><tr><td>Automovil</td><td>19439</td></tr><tr><td>Autobus Urbano</td><td>879</td></tr><tr><td>Microbus</td><td>180</td></tr><tr><td>Autobus Foráneo</td><td>69</td></tr><tr><td>Camion Unitario</td><td>227</td></tr><tr><td>Camion Articulado</td><td>80</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>20865</td></tr></tbody></table>	Categorías	TOTAL	Automovil	19439	Autobus Urbano	879	Microbus	180	Autobus Foráneo	69	Camion Unitario	227	Camion Articulado	80	TOTAL	20865	AFOROS DE TRÁNSITO ESTACIÓN MAESTRA Ubicación: Adolfo Lopez Mateos y Calle Sur Alvarador: Alejandra Ayala / Laura Ruiz Estación: 1 Fecha: 30-sep-08 Sentido: Sur Norte 16 HRS <table><thead><tr><th>Categorías</th><th>TOTAL</th></tr></thead><tbody><tr><td>Automovil</td><td>22106</td></tr><tr><td>Autobus Urbano</td><td>864</td></tr><tr><td>Microbus</td><td>129</td></tr><tr><td>Autobus Foráneo</td><td>28</td></tr><tr><td>Camion Unitario</td><td>261</td></tr><tr><td>Camion Articulado</td><td>16</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>23364</td></tr></tbody></table>	Categorías	TOTAL	Automovil	22106	Autobus Urbano	864	Microbus	129	Autobus Foráneo	28	Camion Unitario	261	Camion Articulado	16	TOTAL	23364
Categorías	TOTAL																																	
Automovil	19439																																	
Autobus Urbano	879																																	
Microbus	180																																	
Autobus Foráneo	69																																	
Camion Unitario	227																																	
Camion Articulado	80																																	
TOTAL	20865																																	
Categorías	TOTAL																																	
Automovil	22106																																	
Autobus Urbano	864																																	
Microbus	129																																	
Autobus Foráneo	28																																	
Camion Unitario	261																																	
Camion Articulado	16																																	
TOTAL	23364																																	
Acopio (Estudios Realizados)																																		

Oferta

- Numero De Rutas
- Caracterización De La Flota
- Levantamiento De Derroteros
- Frecuencia De Paso
- Horarios Del Servicio En Operación
- Verificación De La Tarifa En El Servicio

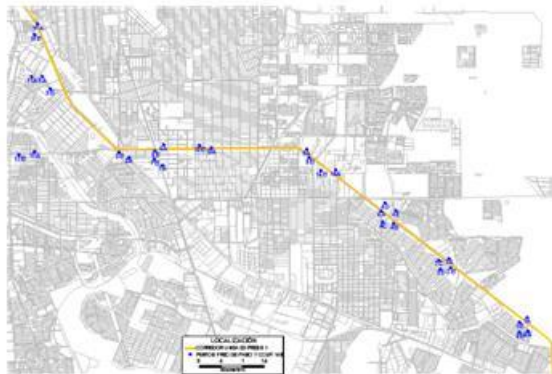
Sistema Actual de Rutas en la zona de estudio.



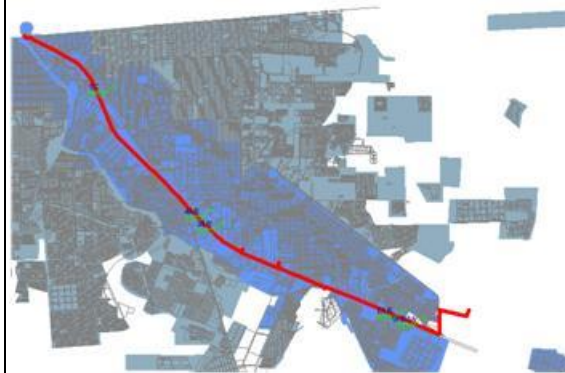
Selección de las 10 Rutas para Integrar el sistema Tronco Alimentador



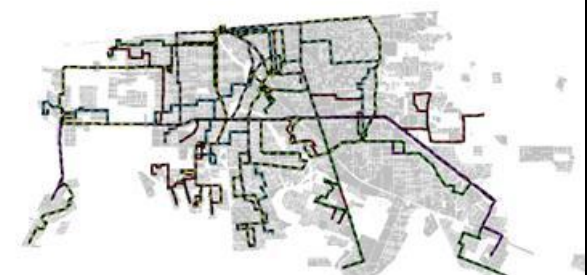
Ubicación de los puntos de aplicación de estudio de frecuencia de paso y ocupación visual.



Ubicación de los puntos de aplicación de estudio de frecuencia de paso y ocupación visual complementarios.



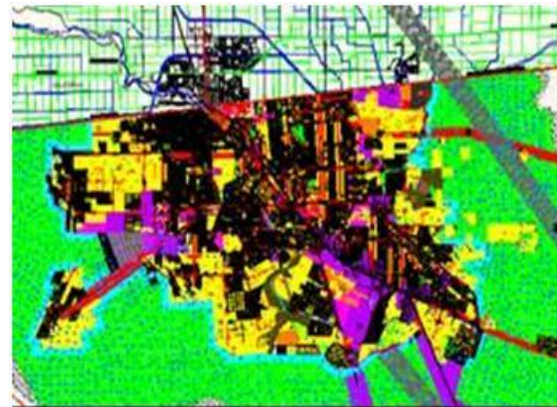
20 Rutas tocando el Corredor no seleccionada para integrar el sistema propuesta de desviación el su recorrido actual



Acopio (Estudios Realizados)

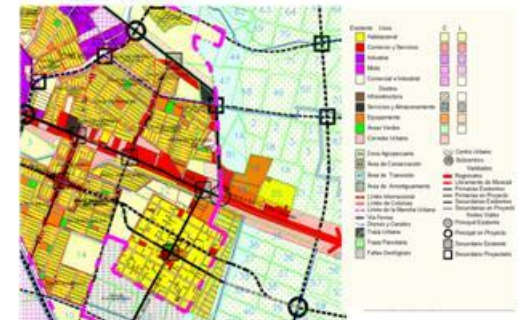
Demanda

- Encuesta Origen–Destino A Bordo De Las Unidades, Así Como Una Encuesta Realizada En 2008³⁷
- Ocupación Visual
- Ascenso Y Descenso
- Encuesta de preferencia declarada

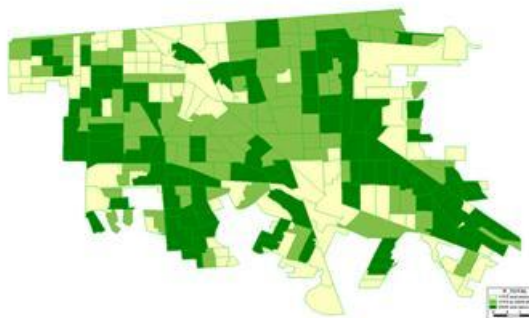


Obtención de Datos

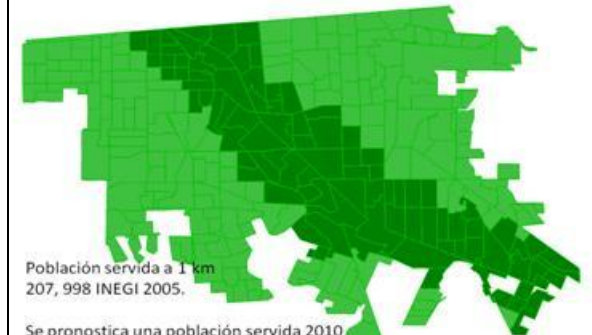
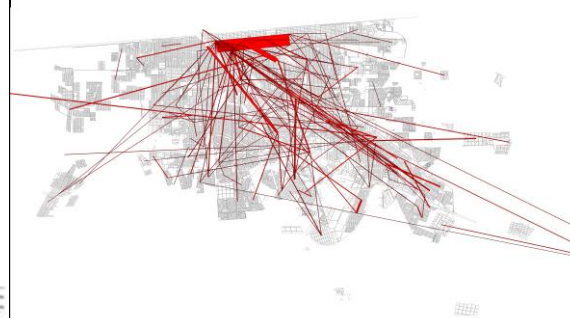
- Uso del suelo mediante los organismos de planeación



- Datos socio-económicos INEGI II Censo de Población y Vivienda 2005. crecimientos de nuevos fraccionamientos ya autorizados, sondeos de nuevos crecimientos no formales etc.



- Formulación y dimensionamiento del tipo de encuesta O-D, domiciliaria o a bordo de las unidades. Zonificación Homogénea



Población servida a 1 km
207, 998 INEGI 2005.

Se pronostica una población servida 2010, 233,023 solo un 10% de la población es movilizada en transporte publico, 23,023, y se realizan 2.5 viajes al día por persona 59,942, este hipótesis fue evaluada con la aplicación de los estudios de campo

³⁷ Consultar información adicional en DOCUMENTO A: DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA; PRONOSTICO; Anexos de pronósticos, Anexo 1 Encuesta OD a bordo de las unidades 2009.

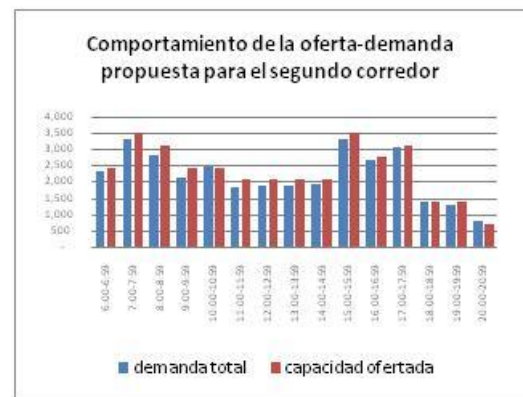
Anexo 2. Parámetros para la definición del dimensionamiento de la flota.

Programación del servicio	Formulación	Proyecto
Intervalo	La frecuencia que dará la capacidad necesaria para cumplir con la demanda se obtiene dividiendo la carga en la sección de máxima demanda entre el número promedio de pasajeros asignados a cada vehículo a través de la selección de un valor para el factor de ocupación (α). Esta frecuencia se expresa como: $f = \frac{P}{\alpha \cdot C_v}$ $i = \frac{60 \cdot \alpha \cdot C_v}{P}$ o bien	$i = \frac{60 \cdot 1.7 \cdot 90}{2958} = 3.1$ Donde P= demanda por sentido
Índice de renovación de servicio	El factor de ocupación (α) es el total de pasajeros en el viaje entre el cargamento máximo registrado en el tramo. $f = \frac{60}{i}$ donde: 60 = Factor de conversión de minutos a horas f = Frecuencia [vehículos/hora] i = Intervalo [minutos]	Se detecto un índice de renovación de 1.7 a 1.9 por periodos distintos en el corredor. $15 = \frac{60}{4}$ donde: 60 = Factor de conversión de minutos a horas 15=Frecuencia [vehículos/hora] 4 = Intervalo [minutos]
Capacidad vehicular	Número de asientos más los espacios de pie.	90 (número de asientos más los espacios de pie)
Volumen de pasajeros	El volumen de pasajeros (p) es el número de usuarios que pasan por un punto fijo durante una hora, u otro período de tiempo específico.	VPHP= 2958 por sentido (5919 ambos sentidos) VPD= 29,595 po sentido (59,189 ambos sentidos).
Sección máxima demanda	Es la sección (SMD) o punto dentro de la ruta donde ocurre la máxima demanda de pasajeros a bordo de las unidades y establece el volumen de diseño de la ruta.	
Volumen de diseño	El volumen de diseño (P) es el que se presenta en la sección de máxima demanda de una ruta.	
Tiempo recorrido	El tiempo de recorrido (t_r) es el intervalo de tiempo programado entre salidas de un vehículo de una terminal (cierre de circuito) y su llegada a la terminal opuesta en una ruta, o en su caso, a la misma terminal de partida. $tr = \frac{dr}{vr}$	$tr = \frac{19.4}{25} = 0.7652 \cdot 60 = 46.56$ minutos por sentido
Velocidad de operación	La velocidad de operación (V_o) es la velocidad promedio de una unidad de transporte, en la cual se incluye el tiempo de parada en estaciones o paradas así como las demoras esperadas por razones de tránsito. $V_o = \frac{60 \times L}{tr}$	$V_o = \frac{60 \times 19.4}{46} = 25$ donde: V _o = Velocidad de operación [km/h] L = Longitud de la ruta [km] tr = Tiempo de recorrido [min]
Tiempo terminal	Es el tiempo adicional (t_t) que un vehículo espera en la terminal o en el cierre de circuito al tiempo requerido para el ascenso y descenso normal de pasajeros. $\gamma = \frac{t_t}{t_r}$ El rango para este coeficiente γ se ubica entre 0.12 y 0.18	$\gamma = \frac{t_t}{t_r}$ $t_t = \gamma t_r$ $6 = .12 \cdot (46.56)$ $8 = .18 \cdot (46.56)$ De 6 a 8 minutos en terminal maximos
Tiempo de ciclo o vuelta	El tiempo de ciclo (t_c) es el tiempo total de viaje redondo para una unidad de transporte, esto es, el tiempo que tarda en volver a pasar la misma unidad por un punto determinado, el cual se expresa normalmente en minutos. $tc = 2 (t_r + t_t)$	$tc = 2 (t_r + t_t)$ $tc = 2 (46.56 + 6)$

		$t_c = 2 \text{ (52.56)}$ $t_c = 105.12$
Velocidad comercial	Es la velocidad promedio (V_c) que una unidad de transporte mantiene para dar una vuelta completa. $V_c = \frac{120 \times L}{t_c}$ donde: V_c = Velocidad comercial [km/h] t_c = Tiempo de ciclo [min] La velocidad comercial determina directamente (junto con el intervalo) el tamaño requerido del parque vehicular y los costos de operación. La velocidad comercial siempre será menor que la velocidad de operación ya que la primera incluye los tiempos terminales, por lo que: $V_c < V_o$	Es la velocidad promedio (V_c) que una unidad de transporte mantiene para dar una vuelta completa. $V_c = \frac{120 \times 19.4}{105.12}$ $V_c = 22.15$ donde: V_c = Velocidad comercial [km/h] t_c = Tiempo de ciclo [min]
Parámetros de eficiencia	$\eta_v = \frac{t_r}{t_c} = \frac{1}{1 + \gamma} = \frac{V_c}{V_o}$ donde: t_r = tiempo de recorrido t_c = tiempo de ciclo γ = cociente del tiempo de terminal entre el tiempo de recorrido V_o = velocidad de operación V_c = velocidad comercial	$nv = \frac{22.15}{25} = .89$

Anexo 3. Comportamiento horario de la demanda del Ramal Lopez Mateo-Lázaro Cardenas

horario	demanda total	capacidad ofertada	número de unidades	tiempo del ciclo	intervalo de frecuencia
6:00-6:59	2,335	2,457.00	14	130.464	9
7:00-7:59	3,336	3,510.00	20	92.064	5
8:00-8:59	2,862	3,159.00	18	92.064	5
9:00-9:59	2,158	2,457.00	14	92.064	7
10:00-10:59	2,498	2,457.00	14	92.064	7
11:00-11:59	1,840	2,106.00	12	92.064	8
12:00-12:59	1,885	2,106.00	12	92.064	8
13:00-13:59	1,885	2,106.00	12	92.064	8
14:00-14:59	1,953	2,106.00	12	92.064	8
15:00-15:59	3,336	3,510.00	20	92.064	5
16:00-16:59	2,669	2,808.00	16	92.064	6
17:00-17:59	3,089	3,159.00	18	92.064	5
18:00-18:59	1,385	1,404.00	8	92.064	12
19:00-19:59	1,317	1,404.00	8	92.064	12
20:00-20:59	795	702.00	4	92.064	23
	33,362	35,451			



Anexo 4. Tabla de desglose de Costos.

Concepto	IMPORTE (MN)
Presupuesto General Concentrado Por Actividad	
Estructural Vigilancia	59,907
Estructural Sanitarios	513,616
Estructural Plataformas	55,628,649
Estructural Locales Comerciales	1,138,005
Estructural Administración	3,515,422
Estructural Peatonal I	1,404,764
Estructural Peatonal II	1,053,573
Paradero Abierto 32 (DOBLES)	172,617,383
Paradero Cerrado 6 (DOBLES)	60,685,799
Estructural Taller	14,234,940
Acabados, Albañilería En Edificaciones (Plataformas, Peatonales, Comerciales, Administrativo)	10,975,739
Acabados, Albañilería En Edificaciones (Taller)	6,935,000
Geométrico Ampliación (Adecuación Geométrica, Estructuración De Terracerías y Pavimento De Carriles Confinados A Base De Concreto Asfáltico)	229,654,683
Instalación Eléctrica (Plataformas, Peatonales, Comerciales, Administrativo)	23,929,796
Instalación Eléctrica (Taller)	9,962,365
Instalación Hidráulica (Plataformas, Peatonales, Comerciales, Administrativo)	3,386,555
Instalación Hidráulica (Taller)	2,232,500
Instalación Sanitaria (Plataformas, Peatonales, Comerciales, Administrativo)	5,198,761
Instalación Sanitaria (Taller)	2,410,376
Señalamiento Preventivo	2,926,591
Señalamiento Definitivo	5,267,864
Equipo Contra incendios En Área De Terminal	9,130,965
Drenaje Y Agua Potable Sobre El Corredor	23,880,986
Centro De Control Operacional (Ductos, Fibra Óptica)	34,039,171
TOTAL	680,783,411

Anexo 5. Derroteros de las 10 rutas del corredor tronco-alimentador.

CORREDOR 1 – DERROTERO



CORREDOR 1

IDA

I	Calz. López Mateos y Carr. Internacional
F	Calz. López Mateos
F	Calz. Industrial Palaco
T	Calz. Industrial Palaco y Calz. Lázaro Cárdenas

REGRESO

I	Calz. Lázaro Cárdenas y Calz. Industrial Palaco
F	Calz. Industrial Palaco
F	Calz. López Mateos
T	Carr. Internacional y Calz. López Mateos

RUTA- A2 – DERROTERO



RUTA- A2

IDA

I	Av. de los Presidentes y C. Villahermosa
F	C. Villahermosa
VI	Calz. Lázaro Cárdenas
VD	Cataratas del Niágara
VI	Islas Malvinas

REGRESO

I	Calz. Héctor Terán y Calz. M Gómez Morín
F	Calz. Héctor Terán
VI	Islas Malvinas
VD	Cataratas del Niágara
VI	Calz. Lázaro Cárdenas

RUTA- A3– DERROTERO (se sugiere ampliación en un proceso de consolidación de la zona).



IDA

I	Islas Malvinas y Calz. Héctor Terán
F	Islas Malvinas
F	Calz. Castellón
VD	Calz. López Mateos
VI	Av. del Cabildo
F	Calz. Manuel Gómez Morín
VD	Av. Castellón
F	Av. Río Santa Cruz
VD	Venustiano Carranza
VI	Av. Río San Pedro Mezquital
VD	Novena
T	Novena y Calz. Industrial Palaco

REGRESO

I	Novena y Calz. Industrial Palaco
F	Novena
VI	Av. Río San Pedro Mezquital
VD	Venustiano Carranza
VI	Av. Río Santa Cruz
F	Av. Castellón
VI	Calz. Manuel Gómez Morín
F	Av. del Cabildo
VD	Calz. López Mateos
VI	Calz. Castellón
F	Islas Malvinas
T	Islas Malvinas y Calz. Héctor Terán

ruta- A5- DERROTERO



IDA

I	Jose María Morelos
F	Cjon. Reforma
VI	Ignacio Altamirano
VD	Pedro Moreno
F	Av. Jalisco
VI	Mérida
VD	Av. Michoacán
F	Torres de Salas
VI	Bahía Lucerna
VD	Paralelo 28
VI	Río del Norte
VD	Vallecitos
VI	Río Almanzora
F	Río Escondido
VI	Río Nilo
T	Río Nilo

REGRESO

I	Río Nilo
F	Río Nilo
VD	Río Escondido
F	Río Almanzora
VD	Vallecitos
VI	Río del Norte
VD	Paralelo 28
VI	Bahía Lucerna
VD	Torres de Salas
F	Av. Michoacán
VI	Mérida
VD	Av. Jalisco
F	Pedro Moreno
VI	Ignacio Altamirano
VD	Cjon. Reforma
T	Jose María Morelos

ruta- A8- DERROTERO



RUTA- A8

IDA

I	Calz. López Mateos y Calz. Independencia
F	Nicolás Romero
VD	Venustiano Carranza
VI	Rio Verde
VD	Primera
F	Malta Mauto
VD	Limonero
T	Camino a San Felipe

REGRESO

I	Camino San Felipe
VI	Limonero
VI	Malta Mauto
F	Primera
VD	Rio Verde
VI	Venustiano Carranza
VI	Nicolás Romero
F	Calz. Independencia
T	Calz. López Mateos

RUTA- A10- DERROTERO



IDA

I	Calz. López Mateos y Calz. Independencia
F	Calz. Independencia
VD	Heroico Colegio Militar
VI	Av. Tierra Blanca
VD	Santa Isabel
VI	Carr. A Sta. Isabel Mexicali
F	Carr. A Sta. Isabel Mexicali y Av. Plutón

REGRESO

I	Carr. A Sta. Isabel Mexicali y Av. Plutón
F	Carr. A Sta. Isabel Mexicali
VD	Santa Isabel
VI	Av. Tierra Blanca
VD	Heroico Colegio Militar
VI	Calz. Independencia
T	Calz. López Mateos y Calz. Independencia

RUTA- A12– IMG



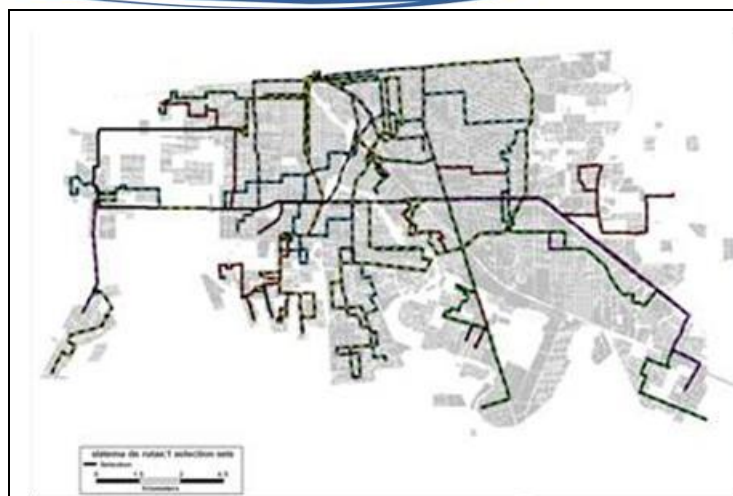
IDA

I	Alfareros y Calz. Independencia
F	Alfareros
VD	Av. Mecánicos
VD	Calle 1
VI	Av. Curtidores
VI	Justo Sierra
VD	De los Obeliscos
F	Av. Fernando Montes de Oca
VD	Mcristy de Hermosillo
F	Río Santiago
VD	Calz. Manuel G. Morín
VI	Río Mezcalapa
VI	Avenida 93
VD	Río Mezcalapa
F	Calle A
T	Calle A y Calz. Ind. Palaco

REGRESO

I	Calle A y Calz. Ind. Palaco
F	Calle A
VI	Río Mezcalapa
VI	Avenida 93
VD	Río Mezcalapa
VD	Calz. Manuel G. Morín
VI	Río Santiago
F	Mcristy de Hermosillo
VI	Av. Fernando Montes de Oca
F	De los Obeliscos
VI	Justo Sierra
VD	Av. Curtidores
VD	Calle 1
VI	Av. Mecánicos
VI	Alfareros
T	Alfareros y Calz. Independencia

- El otro conjunto de rutas de 20 rutas se pretende desviar su operación a una vialidad paralela al corredor



20 rutas que circulan por el corredor en un tramo inferior a 4 kms. Con orígenes y destinos distintos.



Tramos de la concentración de este grupo de rutas.



Se pretende desviar estas rutas por las siguientes vialidades
 2 kms. De costa del rio
 .50 kms De los Presidentes
 1.27 sobre Independencia

Actualmente operan en su mayoría una longitud inferior a 4.00 kms. Que será trasladado a las vialidades existentes en una longitud 3.70 kms.